



UNIVERSIDAD VERACRUZANA

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES FORESTALES

**DIVERSIDAD, ESTRUCTURA E INVENTARIO FLORÍSTICO DEL BOSQUE
MESÓFILO DE MONTAÑA DE HUILOAPAN DE CUAUHTÉMOC,
VERACRUZ, MÉXICO**

TESIS

Para obtener el grado académico de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN ECOLOGÍA FORESTAL

Presenta:

ABEL FELIPE VARGAS RUEDA

Claudia Álvarez Aquino
Director Interno

Jaime Ernesto Rivera Hernández
Director Externo

Silvia Hortensia Salas Morales
Asesor

Xalapa, Veracruz, México


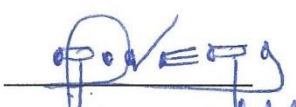
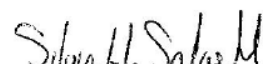




Julio 2018



UNIVERSIDAD VERACRUZANA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES FORESTALES
MAESTRIA EN CIENCIAS EN ECOLOGÍA FORESTAL

Aprobación del documento final de tesis de grado: **Diversidad, estructura e inventario florístico del bosque mesófilo de montaña de Huiloapan de Cuauhtémoc, Veracruz, México.**

Realizada por el alumno **Abel Felipe Vargas Rueda**, bajo la dirección del Comité particular de tesis y aprobada por el Comité Revisor. Ha sido aceptada como requisito parcial para obtener el grado de: **Maestro en Ciencias en Ecología Forestal.**

	Nombre	Firma
Directora interna de tesis	Dra. Claudia Álvarez Aquino	
Director externo	Dr. Jaime E. Rivera Hernández	
Asesora	Dra. Silvia H. Salas Morales	 
Comisión Revisora	Dra. Rosario Medel Ortiz	
	Dr. Armando Aparicio Rentería	
	Dr. Miguel Cházaro Basáñez	

Xalapa, Ver. Junio del 2018.

DECLARACIÓN

Excepto cuando es explícitamente indicado en el texto, el trabajo de investigación contenido en esta tesis fue efectuado por Abel Felipe Vargas Rueda como estudiante de la carrera de Maestría en Ciencias en Ecología Forestal entre agosto de 2015 y julio de 2018, bajo la supervisión de Dra. Claudia Álvarez Aquino y Dr. Jaime E. Rivera Hernández.

Las investigaciones reportadas en esta tesis no han sido utilizadas anteriormente para obtener otros grados académicos, ni serán utilizadas para tales fines en el futuro.

Candidato: Biól. Abel Felipe Vargas Rueda



Director interno de tesis: Dra. Claudia Álvarez Aquino



Director externo de tesis: Dr. Jaime Ernesto Rivera Hernández



A mis padres:

Por todo el apoyo que me han brindado, porque mis logros se los debo a ustedes, incluyendo este. Porque son la motivación para no rendirme nunca.

Gracias Abel Vargas de Jesús y Rubicelia Rueda García.

AGRADECIMIENTOS

A la universidad Veracruzana y al Instituto de Investigaciones Forestales por darme la oportunidad de continuar mi formación en sus instalaciones.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca otorgada durante la realización de mis estudios.

A la Dra. Claudia Álvarez Aquino por dirigir este trabajo de tesis y por ser mi tutora en mi paso por el INIFOR.

Al Dr. Jaime Ernesto Rivera Hernández por complementar la dirección de esta tesis, por el apoyo y confianza hacia mi persona.

A la Dra. Silvia H. Salas Morales por ser parte de mi comité tutorial y por sus valiosas sugerencias.

A los miembros de mi comité revisor: la Dra. Rosario Medel Ortiz, el Dr. Armando Aparicio Rentería y el Dr. Miguel Cházaro Basáñez, por sus atinados comentarios, sugerencias y observaciones.

Al herbario CORU “Dr. Jerzy Rzdowski Rotter”, de la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Veracruzana, Zona Córdoba-Orizaba, por facilitarme sus instalaciones.

Al Centro de Estudios Geográficos, Biológicos y Comunitarios, S.C., por el equipo y materiales otorgados, así como a los compañeros que allí colaboran, en particular a la Dra. Graciela Alcántara Salinas.

A mis profesores y compañeros de clase, en especial a Alejandro, Carla Leticia, Elvia Naara y Mariana Quetzalli.

A los que colaboraron en el trabajo de campo, en especial al Biól Sergio Morales Juan.

A los especialistas que apoyaron en la determinación taxonómica de las colectas botánicas: Dr. Gerardo Salazar (Orchidaceae), Dr. Francisco Lorea (Lauraceae), Dr.

Miguel Cházaro (varias familias), Dr. Jaime Rivera (varias familias), Biól Sergio Morales (varias familias).

A mi familia, a mis hermanas Sofia Nayeli, Coral Cristina y Andrea Celeste. A mis sobrinos y sobrinas.

Y a todas las personas que fueron parte de esta fase importante de mi vida.

RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo en el municipio de Huiloapan de Cuauhtémoc, en el estado de Veracruz, México; dicho municipio se ubica en la región conocida como Altas Montañas. El objetivo fue caracterizar tanto estructural como florísticamente el bosque mesófilo de montaña (BMM), para lo cual se comparó la diversidad y estructura de la vegetación en dos orientaciones distintas (norte y oeste) y tres pisos altitudinales diferentes (1 400, 1 700 y 2 000 m snm); adicionalmente se realizó un inventario florístico del área de estudio.

Esta tesis consta de dos capítulos. En el primer capítulo se describe la diversidad y estructura del BMM. Para medir estas características, se realizaron muestreos siguiendo la técnica propuesta por Gentry, la cual considera todas las especies con crecimiento leñoso y un diámetro a la altura del pecho igual o mayor a 2.5 cm; en el caso de los arbustos y las lianas se tomó el diámetro en la base de los tallos. Se calcularon índices de diversidad (Margalef, Simpson y Shannon-Wiener), índice de valor de importancia, clases diamétricas y de altura y la similitud de los sitios, esta última mediante el índice de Sorensen. En total se muestrearon 2 439 individuos, los cuales se clasificaron en 138 especies. El índice de diversidad de Shannon-Wiener varió de 3.7955 a 3.8217 en las diferentes orientaciones y de 3.4835 a 3.7294 en los diferentes pisos altitudinales. Entre orientaciones, el área basal varió de 45.45 a 55.95 m²/ha sin mostrar diferencias estadísticamente significativas, mientras que la densidad contempló valores entre 2 483 y 2 997 ind/ha, siendo el segundo gradiente con orientación norte el que presenta valores más altos (ANDEVA, F=6.390, p=0.0026). Entre pisos altitudinales, el área basal tuvo valores entre 41.86 y 63.4 m²/ha, siendo el piso de 2 000 m snm el que mostró el valor más alto (ANDEVA, F=6.964, p=0.0016), mientras que la densidad varió de 2 690 a 2 730 ind/ha sin mostrar diferencias significativas. Los diámetros presentaron un intervalo entre 2.5 y 158.9 cm y con respecto a la altura, el intervalo fue de 1.8 a 30 m; tanto el diámetro como la altura presentaron una distribución tipo "J" invertida. Con base en la composición de especies y como resultado de un análisis de ordenamiento jerárquico, se obtuvieron cuatro grupos diferenciados en

la vegetación: a) sitios a 1 400 m snm y 1 700 m snm; b) sitios a 2 000 m snm; c) bosque de *Oreomunnea mexicana* y d) bosque perturbado.

El segundo capítulo trata sobre el inventario florístico, el cual se llevó a cabo mediante colectas de material botánico durante 2016, fue complementado con colectas históricas reportadas en la literatura y colectas depositadas en el herbario CORU. Se obtuvo un total de 604 colectas botánicas, que en conjunto con las colectas históricas alcanzan un total de 902 registros. Se reportan aquí 415 especies de espermatofitas, incluidas en 112 familias botánicas. Las familias más representativas fueron Orchidaceae, Asteraceae y Bromeliaceae. De las especies reportadas, 67 son endémicas de México y una es endémica de Veracruz, así también, 111 especies se encuentran en algún estatus de protección. Se reporta la presencia de *Manfreda verhoekiae* y de la orquídea *Goodyera brachyceras* como nuevos registros para la Flora de Veracruz y el redescubrimiento de *Dioscorea orizabensis*, la cual no se colectaba desde 1892 en el estado de Veracruz.

Abstract

The research reported here was carried out in the municipality of Huiloapan de Cuauhtémoc, Veracruz within the region known as 'Altas Montañas'. The main thesis aim was to characterize the montane cloud forest both structurally and floristically by comparing the diversity and structure of the vegetation in two different orientations (north and west) and in three different altitudinal levels (1 400, 1 700 and 2 000 m. a. s. l.) and also by doing a floristic inventory.

There are two chapters throughout this thesis. The first chapter concerns the description of diversity and structure vegetation, in order to measure these characteristics samplings were conducted by using the technique proposed by Gentry, which considers all the species with woody growth and a diameter at breast height (equal or greater than 2.5 cm). When shrubs and lianas were found diameter was taken at the base of the stems. Additionally, diversity indexes (Margalef, Simpson and Shannon-Wiener), importance value index and aspects such as diametric classes and

height as well as the similarity of the sites by using the Sorensen index were calculated. A total of 2 439 individuals were sampled and classified into 138 species. The Shannon-Wiener diversity index shows a variation from 3.7955 to 3.8217 when considering the different orientations and from 3.4835 to 3.7294 at different altitudes. Among the different orientations the basal area ranged from 45.45 to 55.95 m²/ha not showing statistically significant differences, while density shows values between 2 483 and 2 997 ind/ha, being the second gradient with north facing which showed the highest values (ANOVA, $F = 6,390$, $p = 0.0026$). Between different altitudes, the basal area had values from 41.86 to 63.4 m² ha, being the altitude of 2 000 m. a. s. l. the highest value (ANOVA, $F = 6.964$, $p = 0.0016$), while density showed a variation from 2 690 to 2 730 ind/ha without showing statistically significant differences. Diameters showed an interval from 2.5 to 158.9 cm and height showed a range from 1.8 to 30 m. Four different groups in vegetation were obtained based on the composition of species and as a result of an analysis of hierarchical ranking ordering: a) sites at 1 400 m. a. s. l. and 1 700 m. a. s. l.; b) sites at 2 000 m. a. s. l.; c) forest of *Oreomunnea Mexicana* and d) disturbed forest.

The second chapter deals with the floristic inventory, through botanical collection of voucher specimens during 2016, complemented with historical collections reported in the literature and collections deposited in the CORU Herbarium. A total of 604 botanical voucher specimens were obtained, reaching a total of 902 records in conjunction with historical collections. This research reports totally 415 species of Spermatophytes, included in 112 botanical families; the most representative families were Orchidaceae, Asteraceae and Bromeliaceae. Of the reported species, 67 are endemic to Mexico and one is endemic to Veracruz, thus also, 111 species occur in some protected status. Finally, this thesis reports the presence of *Manfreda verhoekiae* and the orchid *Goodyera brachyceras* as new records for the Flora of Veracruz and the rediscovery of *Dioscorea orizabensis*, which had not been collected since 1892 in the state.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	ii
RESUMEN	iv

GENERALIDADES

1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
2.1 Bosque mesófilo de montaña	3
2.2 Problemática local	4
3. ÁREA DE ESTUDIO	7
3.1 Localización.....	7
3.2 Descripción física	7
3.2.1 <i>Edafología</i>	7
3.2.2 <i>Geología</i>	8
3.2.3 <i>Hidrografía</i>	8
3.2.4 <i>Clima</i>	9
3.3 Influencia humana	9

CAPÍTULO 1. DIVERSIDAD Y ESTRUCTURA. COMPARACIÓN ENTRE ORIENTACIONES Y PISOS ALTITUDINALES

1. INTRODUCCIÓN	11
2. ANTECEDENTES	13
2.1 Diversidad y estructura de la vegetación.....	13
2.2 Patrones altitudinales	14
2.3 Estudios previos	15
3. HIPÓTESIS	16
4. OBJETIVOS	16
4.1 Objetivo general	16
4.2 Objetivos particulares	16
5. MÉTODOS	17

5.1	Selección de sitios de estudio	17
5.2	Muestreo	18
5.3	Análisis de los datos.....	19
5.3.1	<i>Representatividad del muestreo</i>	20
5.3.2	<i>Diversidad</i>	20
5.3.3	<i>Estructura</i>	21
5.3.4	<i>Similitud entre los sitios</i>	22
6.	RESULTADOS	24
6.1	Representatividad del muestreo.....	24
6.2	Diversidad	25
6.3	Estructura	26
6.4	Similitud de los sitios	32
7.	DISCUSIÓN	37
7.1	Diversidad	37
7.2	Estructura	38
7.3	Similitud de los sitios	40
8.	CONCLUSIONES	43
9.	RECOMENDACIONES.....	44

CAPÍTULO 2. INVENTARIO FLORÍSTICO

1.	INTRODUCCIÓN	46
2.	ANTECEDENTES.....	47
2.1	Estudios florísticos.....	47
2.2	Estudios florísticos a nivel nacional y estatal.....	47
2.3	Estudios florísticos en la región.....	49
2.4	Composición florística del bosque mesófilo de montaña.....	50
3.	OBJETIVOS	52
3.1	Objetivo general	52
3.2	Objetivos particulares	52
4.	MÉTODOS.....	53
4.1	Sitio de estudio.....	53

4.2	Muestreo en campo.....	53
4.3	Endemismo y categorías de riesgo de las especies vegetales	54
5.	RESULTADOS	55
5.1	Inventario florístico	55
5.2	Endemismo y categorías de riesgo de las especies vegetales	57
6.	DISCUSIÓN	59
6.1	Inventario florístico	59
6.2	Endemismo y categorías de riesgo de las especies vegetales	61
7.	CONCLUSIONES	64
8.	RECOMENDACIONES.....	65
LITERATURA CITADA		67
ANEXOS		80

ÍNDICE DE CUADROS

CAPÍTULO 1. DIVERSIDAD Y ESTRUCTURA. COMPARACIÓN ENTRE ORIENTACIONES Y PISOS ALTITUDINALES

- Cuadro 1.** Representación de los sitios de estudio, se muestran las dos orientaciones analizadas, así como sus tres pisos altitudinales (nueve sitios en total)..... 17
- Cuadro 2.** Valores de los tres índices de diversidad para cada una de las orientaciones. Se observa una alta diversidad, independiente de la orientación de la ladera..... 25
- Cuadro 3.** Valores de los índices de diversidad con respecto a los pisos altitudinales, confirmando la alta diversidad florística en los BMM 26
- Cuadro 4.** Área basal y densidad promedio en cada orientación..... 26
- Cuadro 5.** Área basal y densidad promedio por cada piso altitudinal 27
- Cuadro 6.** Índice de Sorensen entre pares. Se compara el nivel de similitud entre cada uno de los sitios. De rojo el valor más bajo correspondiente a sitios donde no se comparte ninguna especie, de verde el valor más alto 33
- Cuadro 7.** Comparación de la diversidad medida mediante el índice de Shannon-Wiener para el presente estudio y otros estudios realizados en BMM a nivel nacional. En negritas se presentan los datos obtenidos en el presente estudio 38
- Cuadro 8.** Comparación entre área basal y densidad en diversos bosques mesófilos del país y lo reportado en el presente estudio, este último en negritas 39

CAPÍTULO 2. INVENTARIO FLORÍSTICO

- Cuadro 1.** Formas de vida y número de especies asociadas a cada una de ellas. 56

ÍNDICE DE FIGURAS

GENERALIDADES

- Figura 1.** Vista panorámica del BMM en el cerro San Cristóbal. Se nota la presencia de neblina característica de este tipo de vegetación y por la cual también se le conoce como bosque de niebla o bosque nuboso..... 2
- Figura 2.** Problemática del área de estudio. Vista panorámica de la ciudad de Orizaba (izquierda). Horno tradicional para la transformación de madera a carbón (centro). Canteras de extracción de rocas para la producción de cemento (derecha) 5
- Figura 3.** Mapa de localización del área de estudio, delimitada por el polígono en verde; la línea azul representa el límite del Parque Nacional Cañón del Río Blanco, el cual abarca a las ciudades de Orizaba, Río Blanco, Huiloapan de Cuauhtémoc, entre otras..... 8

CAPÍTULO 1. DIVERSIDAD Y ESTRUCTURA. COMPARACIÓN ENTRE ORIENTACIONES Y PISOS ALTITUDINALES

- Figura 1.** Vista panorámica de las montañas de la Sierra de Zongolica desde el cerro San Cristóbal. Se observa lo accidentado del relieve, lo que favorece la presencia de condiciones microclimáticas exclusivas del BMM 12
- Figura 2.** Ubicación de los sitios de muestreo. Se representan dos orientaciones geográficas (norte y oeste) con tres pisos altitudinales cada una (1 400, 1 700 y 2 000 m snm) 18
- Figura 3.** Diseño de los muestreos utilizados por Gentry, los transectos se establecieron paralelos a la pendiente. En cada parcela de 1 ha se establecieron 10 transectos de 50 x 2 m..... 19
- Figura 4.** Curvas de acumulación de especies para las dos orientaciones (N1, N2 y O). Cada punto en el eje de las X corresponde a un transecto de 50 x 2 m. Se consideró la suma de los tres pisos altitudinales en cada orientación 24

Figura 5. Densidad entre las diferentes orientaciones; letras diferentes indican diferencias significativas entre las orientaciones, $a > b$, $\alpha=0.05$	27
Figura 6. Área basal entre los diferentes pisos altitudinales; letras diferentes indican diferencias significativas entre las diferentes altitudes, $a > b$, $\alpha=0.05$	28
Figura 7. Distribución de individuos con relación a su diámetro, en diferentes orientaciones.....	29
Figura 8. Distribución de individuos con relación a su diámetro, en diferentes pisos altitudinales.....	30
Figura 9. Distribución de individuos con relación a sus alturas, en diferentes orientaciones.....	31
Figura 10. Distribución de individuos con relación a su altura, en diferentes pisos altitudinales.....	32
Figura 11. Dendrograma de semejanza florística entre los nueve sitios de muestreo obtenido mediante el método de enlace completo. La línea roja representa el corte al 50 % de similitud.....	34
Figura 12. Perfil esquemático del bosque localizado en altitudes inferiores a 1 700 m snm. 1. <i>Ocotea psychotroides</i> , 2. <i>Hampea integerrima</i> , 3. <i>Juglans pyriformis</i> , 4. <i>Cornus excelsa</i> , 5. <i>Nectandra salicifolia</i> , 6. <i>Quercus pinnativenulosa</i> , 7. <i>Turpinia insignis</i> , 8. <i>Myriocarpa longipes</i> , 9. <i>Carpinus tropicalis</i> , 10. <i>Rogiera ligustroides</i> ...	35
Figura 13. Perfil esquemático del bosque de <i>Oreomunnea mexicana</i> localizado a 1 700 m snm. 1. <i>Oreomunnea mexicana</i> , 2. <i>Trophis mexicana</i> , 3. <i>Arachnothryx buddleioides</i> , 4. <i>Cojoba arborea</i> , 5. <i>Dendropanax arboreus</i> , 6. <i>Gymnanthes longipes</i> , 7. <i>Prunus</i> sp., 8. <i>Rogiera ligustroides</i> , 9. <i>Quercus pinnativenulosa</i> , 10. <i>Prunus brachybotrya</i>	35
Figura 14. Perfil esquemático del bosque localizado en 2 000 m snm. 1. <i>Clethra macrophylla</i> , 2. <i>Saurauia leucocarpa</i> , 3. <i>Psychotria</i> sp., 4. <i>Senecio andrieuxii</i> , 5. <i>Alchornea latifolia</i> , 6. <i>Quercus pinnativenulosa</i> , 7. <i>Turpinia insignis</i> , 8. <i>Carpinus tropicalis</i> , 9. <i>Persea americana</i> , 10. <i>Cojoba arborea</i>	36
Figura 15. Perfil esquemático del bosque perturbado ubicado a 1 400 m snm. 1. <i>Quercus</i> sp., 2. <i>Lysiloma divaricatum</i> , 3. <i>Ficus aurea</i> , 4. <i>Pinus pseudostrobus</i> , 5.	

Myrsine coriacea, 6. *Annona cherimola*, 7. *Vernonanthura* sp., 8. *Bunchosia biocellata*, 9. *Diphysa floribunda*, 10. *Eriobotrya japonica*..... 36

Figura 16. Patrón altitudinal representado en el BMM de Huiloapan de Cuauhtémoc, Veracruz. Las líneas representan las orientaciones, donde N1 y N2 corresponde a la orientación norte y O a la orientación oeste 42

CAPÍTULO 2. INVENTARIO FLORÍSTICO

Figura 1. Hojas de *Liquidambar styraciflua*, árbol localizado en los bosques mesófilos de montaña del centro de Veracruz 51

Figura 2. Familias botánicas con más especies reportadas en el área de estudio. 17 familias de las 112 representan más de la mitad del número de especies 55

Figura 3. Géneros mejor representados con respecto al número de especies que albergan 56

Figura 4. *Bouvardia castilloi* de la familia de las Rubiáceas, especie endémica del estado de Veracruz 57

Figura 5. Número de especies catalogadas en algún estatus de riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2010, la lista roja de la IUCN, los apéndices del CITES y el libro The Red List of Mexican Cloud Forest Trees. La mayor categoría corresponde al Apéndice II del CITES, en el cual se incluyen a todas las orquídeas 58

Figura 6. Especies en algún estatus de protección. Izquierda: *Rhynchosstele rossii*, orquídea catalogada como Amenazada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en el Apéndice II de CITES; Derecha: *Tilia americana* var. *mexicana*, árbol en Peligro de extinción para la NOM-059-SEMARNAT-2010 y Vulnerable en la Lista Roja de árboles mexicanos del bosque nuboso 63

GENERALIDADES



1. INTRODUCCIÓN

México es considerado uno de los 12 países megadiversos, los cuales albergan en conjunto entre 60 y 70 % de la biodiversidad total del planeta, ubicándose en el cuarto lugar, sólo por debajo de Brasil, Colombia e Indonesia (Espinosa *et al.*, 2008; Neyra y Durand, 1998). En lo referente a plantas, México se ubica en el cuarto lugar en número de plantas vasculares con 23 314, solo por debajo de Brasil (32 000 especies), China (29 000) y Colombia (24 000); si sólo se contemplan las plantas con flores, el país presenta alrededor de 21 841 especies (Villaseñor y Ortiz, 2014; Villaseñor, 2016). Por su parte, Veracruz es el tercer estado más diverso de México en cuanto a plantas con flores, sólo superado por los estados de Oaxaca y Chiapas; en dicha entidad se localizan aproximadamente 6 876 especies (Villaseñor y Ortiz, 2014).

La ubicación de México en la zona de transición entre los reinos biogeográficos Neártico y Neotropical, aunada a lo accidentado de su fisiografía y lo variado de sus climas, hacen que su flora sea muy diversa (Ramamoorthy *et al.*, 1998; Williams-Linera, 2007). Rzedowski (1978) señaló que en el territorio mexicano están presentes todos los grandes biomas que se han descrito en la superficie de nuestro planeta, reconociendo así 10 grandes tipos de vegetación. Dentro de esos tipos de vegetación, destaca el bosque mesófilo de montaña (BMM), el cual posee el mayor número de especies vegetales por unidad de área en lo que al territorio mexicano se refiere (Rzedowski, 1996; Villaseñor, 2010).

El presente estudio se llevó a cabo en el BMM que comprende el municipio de Huiloapan de Cuauhtémoc, ubicado en la región de las Altas Montañas, en el estado de Veracruz, México (Figura 1). En el primer capítulo de esta investigación se describe la diversidad y estructura de la vegetación en relación a diferentes orientaciones geográficas (norte 1, norte 2 y oeste) y diferentes pisos altitudinales (1 400, 1 700 y 2 000 metros sobre el nivel del mar por cada orientación). En el segundo capítulo, mediante un inventario florístico, se generó información sobre el número de plantas productoras de semillas (espermatofitas), así como su endemismo y estatus de

protección de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y otros acuerdos internacionales.



Figura 1. Vista panorámica del BMM en el cerro San Cristóbal. Se nota la presencia de neblina característica de este tipo de vegetación y por la cual también se le conoce como bosque de niebla o bosque nuboso. Fotografía: Oscar Cid Mora

2. ANTECEDENTES

2.1 Bosque mesófilo de montaña

El término bosque mesófilo de montaña (BMM), fue utilizado por primera vez por Miranda (1947), para un tipo de vegetación de la cuenca del río Balsas; posteriormente, Rzedowski (1978) amplía el término a nivel nacional. El BMM hace referencia a un grupo de comunidades distribuidas en las montañas, que en México se caracteriza por presentar en su dosel una composición de especies con afinidad neártica, mientras que el sotobosque está conformado principalmente por especies de afinidad neotropical, además de abundantes epífitas en las copas de los árboles, lluvias frecuentes, así como neblina y humedad atmosférica alta durante la mayor parte del año (Rzedowski, 1996; Williams-Linera, 2007). El BMM recibe un gran número de sinónimos, en el trabajo realizado por Gual-Díaz y González-Medrano (2014) se mencionan 40 nombres en español y 30 más en otros idiomas. Dentro de los nombres en español más utilizados se encuentran los siguientes: selva baja perennifolia (Miranda y Hernández-X., 1963), bosque nublado, bosque de niebla (Williams-Linera, 2007) o bosque húmedo de montaña (Villaseñor, 2010).

Este tipo de ecosistema, además de contar con una gran diversidad de plantas, aporta importantes servicios ecosistémicos como son: captura de agua, formación y retención de suelos, purificación de aire y agua, captura y secuestro de carbono, además de proporcionar un hábitat tanto para flora como para fauna (Pérez-Farrera *et al.*, 2010; Williams-Linera, 2007). Por otra parte, además de su importancia ecológica, este tipo de bosque aporta a la sociedad recursos maderables, alimenticios, medicinales y comerciales (Ortega-Escalona y Castillo-Campos, 1996), por lo que el estudio de las comunidades vegetales y animales que allí convergen, contribuye a un mejor aprovechamiento y conservación de estas mismas comunidades.

Su distribución inicia, en la vertiente del Golfo de México, en la región de Xilitla, en el sureste de San Luis Potosí y continúa por las laderas de barlovento de la Sierra Madre Oriental hasta el centro de Veracruz y de ahí hasta las sierras del norte y del noreste de Oaxaca. Existe también un área aislada en el suroeste de Tamaulipas, así

como algunos enclaves menores en el centro-norte del mismo estado y en el este de Nuevo León. En el Istmo de Tehuantepec, el tipo de vegetación reaparece en forma de varios manchones de tamaños diversos en los macizos montañosos de Chiapas. El BMM existe también en la vertiente pacífica del país, con una distribución más dispersa, tanto a lo largo de la Sierra Madre del Sur, como también en la Sierra Madre Occidental (hasta Sinaloa y Durango) y en el Eje Volcánico Transversal (Rzedowski, 1996).

Challenger (1998), menciona que para el país se ha reducido la cobertura en un 50 % y en su lugar han ido surgiendo áreas urbanas, zonas de ganadería extensiva, monocultivos de frutales y plantaciones de café, por lo que la superficie que ocupa este tipo de vegetación sería de poco menos del 1 % del territorio mexicano, incluyendo vegetación secundaria derivada de esta formación. Sin embargo, si consideramos únicamente la vegetación primaria, el porcentaje se reduce a un poco más del 0.4 % (Gual-Díaz y González-Medrano, 2014). En el estado de Veracruz este bosque es uno de los ecosistemas con mayor fragmentación, en el 2002, para la región central del estado se reportaban 19 fragmentos de bosque conservado (Williams-Linera, *et al.*, 2002); a nivel nacional se ubicaba como el sexto estado con mayor superficie de BMM, con una superficie estimada de 12 325 ha (Ortega-Escalona y Castillo-Campos, 1996), sin embargo, con datos más recientes de Estrada-Contreras *et al.* (2015), se ha estimado que para el 2050 se perderá el 49 % de la superficie actual cubierta por este tipo de bosque en el estado de Veracruz.

2.2 Problemática local

De acuerdo con Toledo (2010), quien llevó a cabo una regionalización del BMM del país, el área de estudio de esta investigación se ubica dentro de la región de la Sierra Norte de Oaxaca, en su porción más norteña, en la denominada subregión Huautla-Zongolica. En dicho estudio, a pesar de considerar a la región como la más extensa en superficie de BMM para el país, se ha catalogado a la subregión Huautla-Zongolica con prioridad crítica, con respecto a la atención de su problemática. Toledo *et al.* (2011) mencionan que la extensa deforestación en esta subregión se debe a la alta demanda

por tierras de cultivo, por lo que es necesario llevar a cabo programas y acciones para la conservación y manejo de esta subregión de manera inmediata.

En el 2015, Rivera-Hernández llevó a cabo un estudio sobre la flora y vegetación en el Parque Nacional Cañón del Río Blanco, en donde también trató la problemática de esa Área Natural Protegida e identificó las áreas prioritarias para su conservación. En ese mismo trabajo, además de que se realizó una primera descripción general del BMM de nuestra área de estudio, resultó que ese tipo de vegetación fue el ecosistema con mayor prioridad para su conservación de los cinco ecosistemas que reportó para el Parque Nacional, tanto por sus valores de diversidad como por la problemática que enfrenta.

En el área de estudio, la necesidad de conservar y aportar estudios que sustenten programas de conservación y manejo se ve evidenciado por: a) la presencia de canteras de extracción de rocas, las cuales alteran de gran forma la superficie de dicho ecosistema, b) la deforestación con fines de producción de carbón, c) el crecimiento de la mancha urbana y d) la agricultura presente en la zona de estudio (Rivera-Hernández, 2015; Cid-Mora, 2015) (Figura 2).



Figura 2. Problemática del área de estudio. Vista panorámica de la ciudad de Orizaba (izquierda). Horno tradicional para la transformación de madera a carbón (centro). Canteras de extracción de rocas para la producción de cemento (derecha)

Adicionalmente, el BMM de Huiloapan forma parte del Parque Nacional Cañón del Río Blanco, área natural protegida de carácter federal que fue decretada el 22 de marzo de 1938 y que actualmente abarca una superficie total de 48 000 ha (Rivera-Hernández, 2015), lo cual aumenta la importancia de conocer sus componentes para un posterior uso, manejo y toma de decisiones.

Conociendo los problemas que actualmente enfrenta el BMM, es primordial avanzar con el ya vasto, pero todavía insuficiente, conocimiento sobre la composición florística de este ecosistema. Si bien este tipo de vegetación se ha venido estudiando desde la década de los 80's – en el estado de Veracruz con gran contribución por parte del proyecto Flora de Veracruz y estudios principalmente en el centro del estado - aún permanecen regiones poco exploradas, como es el caso del BMM del municipio de Huiloapan de Cuauhtémoc.

3. ÁREA DE ESTUDIO

3.1 Localización

El municipio de Huiloapan de Cuauhtémoc (del náhuatl, *Huilo-a-pan*= río de las palomas) pertenece a la región de las Altas Montañas, en el centro del estado de Veracruz, México. La parte norte y oeste de su territorio están incluidas dentro del Parque Nacional Cañón del Río Blanco. Este municipio se localiza geográficamente entre los paralelos 18° 48' y 18° 50' de latitud norte, los meridianos 97° 06' y 97° 10' de longitud oeste y a una altitud que va de 1 200 a 2 500 metros sobre el nivel del mar (m snm). Colinda al norte con los municipios de Río Blanco y Orizaba; al este con Orizaba y Rafael Delgado; al sur con Rafael Delgado y Camerino Z. Mendoza y al oeste con Camerino Z. Mendoza, Nogales y Río Blanco (INEGI- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2010). Presenta una extensión de 18.7 km², lo que equivale al 0.03 % del total del estado (CEIEG, 2016). La principal vía de acceso la constituye la carretera federal 150 Ciudad de México-Veracruz.

Con base en recorridos de campo y con apoyo de imágenes satelitales disponibles en Google Earth, se estableció un polígono de 1 090 ha, el cual abarca la porción de BMM que pertenece al municipio de Huiloapan de Cuauhtémoc (Figura 3).

3.2 Descripción física

3.2.1 Edafología

Los suelos que dominan en el municipio son: Luvisol, en una proporción de 76.2 % y Vertisol con un 14.3 % (INEGI, 2010).

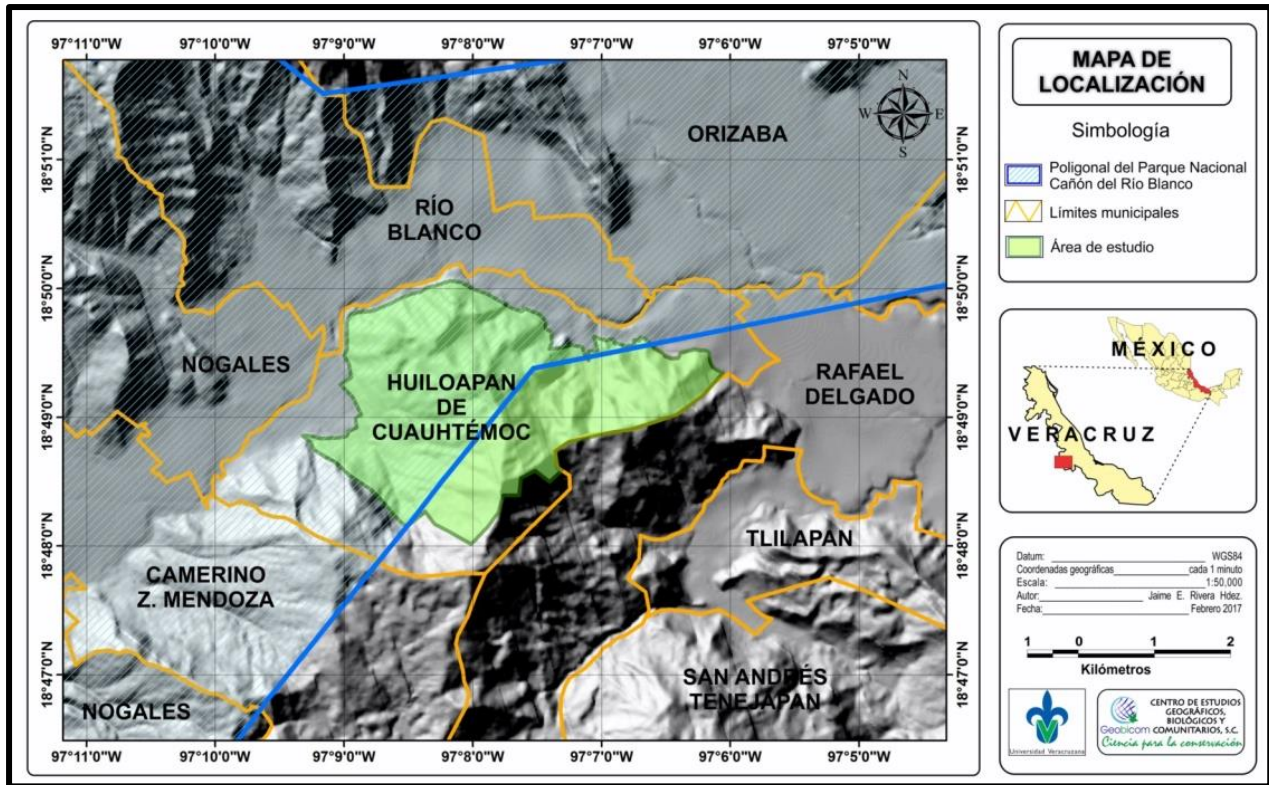


Figura 3. Mapa de localización del área de estudio, delimitada por el polígono en verde; la línea azul representa el límite del Parque Nacional Cañón del Río Blanco, el cual abarca a las ciudades de Orizaba, Río Blanco, Huiloapan de Cuahtémoc, entre otras. Elaborado por: J.E. Rivera-Hernández

3.2.2 Geología

Las rocas en la región datan de los periodos Cretácico (75.8 %) y Cuaternario (14.5 %). Se constituyen principalmente por rocas sedimentarias de tipo caliza en un 75.8 % y suelo del tipo aluvial por un 14.5 % (INEGI, 2010).

3.2.3 Hidrografía


El área de estudio está incluida en la Región Hidrológica del Papaloapan, formando parte de la cuenca del Río Papaloapan y de la subcuenca del Río Blanco, este último cruzando en las partes bajas del municipio (INEGI, 2010).

3.2.4 Clima

Dentro del municipio de Huiloapan se pueden encontrar dos tipos de clima: (A)C(m) semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano (52.79 %) y C(m) templado húmedo con abundantes lluvias en verano (47.21 %). El intervalo de temperatura va de 14 a 20 °C con una precipitación que oscila entre 1 100-1 600 mm (INEGI, 2010).

3.3 Influencia humana

El municipio contaba en 2015 con una población total de 7 221 habitantes, basando su principal actividad económica en el sector terciario relacionado con la generación de servicios (CEIEG- Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica del Estado de Veracruz, 2016). Según datos del INEGI (2010) el uso del suelo se distribuye de la siguiente manera: 8.97 % es destinado a la agricultura, 8.32 % es ocupado por la zona urbana, el 81.42 % se mantiene cubierto por vegetación y el restante 1.29 % no aplica. Las actividades agrícolas que se presentan en el municipio corresponden principalmente al cultivo de café, maíz y frijol. Sin embargo, una actividad muy importante para los habitantes y que atañe al BMM es la transformación de la madera a carbón vegetal, esta actividad se da en forma tradicional, siendo especies del género *Quercus* las principales en ser taladas para su aprovechamiento.



**CAPÍTULO 1. DIVERSIDAD Y
ESTRUCTURA. COMPARACIÓN
ENTRE ORIENTACIONES Y PISOS
ALTITUDINALES**

1. INTRODUCCIÓN

A pesar que el bosque mesófilo de montaña (BMM) es uno de los ecosistemas más amenazados y con menor extensión territorial, es el tipo de vegetación que posee el mayor número de especies vegetales por unidad de área, contribuyendo con el 10 % de la riqueza florística calculada para el país (Rzedowski, 1996; Villaseñor, 2010). En México, el BMM se distribuye en las vertientes de las regiones montañosas en un intervalo que va de 1 000 a 3 000 m snm (Villaseñor, 2010), siendo el intervalo entre 1 250 - 2 450 m snm donde los bosques mesófilos mexicanos ocurren de manera óptima (Alcántara *et al.*, 2002). La gran diversidad de los BMM no sólo se manifiesta en su riqueza de especies, sino que su localización geográfica a nivel nacional (zonas de transición entre los reinos biogeográficos Neártico y Neotropical) y su ubicación local (en las cañadas de los cerros) hacen que su estructura, afinidad florística y composición de especies sea diferente en las distintas regiones (Figura 1); por ejemplo, la influencia de la flora sudamericana disminuye al aumentar la latitud, así pues, en los bosques de *Oreomunnea* del norte de Oaxaca los elementos meridionales son siete veces más importantes que los boreales, mientras que en los bosques de *Liquidambar-Quercus-Clethra* del SO de Tamaulipas, la importancia baja a menos de dos (Rzedowski, 1996).

Por otra parte, es importante proteger la alta biodiversidad presente en este tipo de ecosistemas, en general, en México los factores que más han afectado a la biodiversidad son la pérdida de la cobertura vegetal, la sobreexplotación de los recursos, el uso de contaminantes y la presencia de especies invasoras (Challenger y Dirzo, 2009). Varias de las especies invasoras son exóticas que sacan provecho de sus adaptaciones (zoocoria, anemocoria, rápido crecimiento, etc.) para colonizar mayores pisos altitudinales (Kalwij *et al.*, 2015). Otro problema latente es el actual cambio climático antropogénico, ya que se prevé sea demasiado rápido para las especies de ajuste lento o de lenta dispersión, que tardan demasiado en migrar a un área disponible con condiciones ambientales adecuadas (Thuiller *et al.*, 2005). En condiciones normales, la distribución de las comunidades vegetales está dada por diferentes factores ambientales tales como clima, suelo, humedad y temperatura; y cuando alguno

de estos factores cambia, la estructura y composición de los ecosistemas también puede sufrir modificaciones. La respuesta a estos cambios por parte de las plantas y animales depende de la intensidad y velocidad del cambio en las condiciones climáticas, ya que cuando los cambios son de manera paulatina y con baja intensidad, se espera que las especies puedan evolucionar y sus descendencias se adapten a las nuevas condiciones ambientales (Bermeo-Estrella, 2010).

El presente capítulo pone de manifiesto la heterogeneidad del BMM de Huiloapan de Cuauhtémoc al describir la diversidad y estructura de la vegetación, considerando dos diferentes orientaciones (laderas norte y oeste; para el caso de la cara norte se realizaron dos gradientes) con tres pisos altitudinales en cada una (1 400, 1 700 y 2 000 m snm).



Figura 1. Vista panorámica de las montañas de la Sierra de Zongolica desde el cerro San Cristóbal. Se observa lo accidentado del relieve, lo que favorece la presencia de condiciones microclimáticas exclusivas del BMM

2. ANTECEDENTES

2.1 Diversidad y estructura de la vegetación

El conocimiento de la biodiversidad se ha utilizado actualmente para tener una idea del estado del ambiente y así poder hacer un mejor uso y conservación del mismo, por ejemplo, en ambientes con alta diversidad biológica, varias especies pueden cumplir con la misma función ecológica (Louman *et al.*, 2001). Según el Convenio sobre la Diversidad Biológica, la diversidad biológica o biodiversidad es “la variabilidad entre los organismos vivos de todas las fuentes, incluyendo, entre otros, los organismos terrestres, marinos y de otros ecosistemas acuáticos, así como los complejos ecológicos de los que forman parte; esto incluye diversidad dentro de las especies, entre especies y de ecosistemas” (ONU- Organización de las Naciones Unidas, 1992).

Para medir la biodiversidad se han considerado varios parámetros, siendo el nivel de especies la escala más aceptada (Moreno, 2001). En ecología, la diversidad generalmente se refiere a la diversidad de especies, la cual se mide en función de su número en una comunidad y su abundancia relativa (Vázquez-Torres, 2000). Sin embargo, la diversidad de una especie vegetal, tiene que ver mucho con el sitio donde se encuentra y las diferencias están relacionadas con la altitud, generalmente existe mayor riqueza en sitios bajos que en sitios altos y, respecto a la latitud, existen más especies en las cercanías de los trópicos que en las zonas próximas a las zonas boreales (Louman *et al.*, 2001).

La estructura de un bosque se considera como las relaciones morfológicas y espaciales que existen entre los elementos bióticos y abióticos que componen el ambiente, midiéndose de manera morfológica con las clases diamétricas (para la estructura horizontal) o estratificaciones (en la estructura vertical) (Solís-Morales, 2011).

En lo que respecta a la estructura horizontal, se han definido dos tipos: la coetánea o regular y la discetánea o irregular. La estructura coetánea corresponde a un grupo de individuos que tienen la misma edad o tamaño y se representa gráficamente con una curva en forma de campana; mientras que en la estructura discetánea, los

individuos se encuentran en diversas clases de tamaño y se representa mediante una distribución tipo “J” invertida (Louman *et al.*, 2001). La estructura vertical, por otra parte, se determina por la distribución de los organismos en diferentes alturas del perfil dentro de un ambiente dado, ésto debido a las diferencias en sus requerimientos de energía, siendo el perfil de vegetación un método común para su representación (Louman *et al.*, 2001).

2.2 Patrones altitudinales

En zonas montañosas, los cambios en la distribución de las especies de plantas vasculares se asocian a la heterogeneidad ambiental provocada principalmente por el relieve (Méndez, 2004). Los patrones que se observan típicamente a lo largo de los gradientes altitudinales son el resultado de complejas interacciones entre la elevación y el nivel de exposición a la radiación solar (Whittaker *et al.*, 1967). Tanto la elevación como la exposición de las laderas juegan un papel importante como determinantes de las condiciones microclimáticas a lo largo de estos gradientes (Mazzola *et al.*, 2008).

La disminución de la riqueza de especies al aumentar la altitud había sido ampliamente aceptada como un patrón altitudinal general, sin embargo, en los últimos años se han observado tres patrones principales: 1) una disminución de la riqueza de especies al aumentar la elevación, 2) un patrón en forma de campana, con un pico en las elevaciones medias y, 3) una riqueza de especies constante (Salas-Morales y Meave, 2012). Según algunos autores, el patrón altitudinal en forma de campana o “de joroba” es el que mejor refleja el comportamiento de la riqueza de especies en los gradientes altitudinales (Rahbek, 1995; Sanders y Rahbek, 2012).

Para el caso particular de los bosques húmedos de montaña, se considera que estos pueden separarse en bosques superiores e inferiores; para el centro del estado de Veracruz se notó esta separación con respecto a la composición de especies en una cota altitudinal aproximadamente a 1 600 m snm (Williams-Linera *et al.*, 2013); sin embargo, no siempre se puede notar esta separación y hay autores como Lieberman *et*

al. (1996) quienes sostienen que no es posible detectar límites, ya que la composición de especies cambia de manera gradual y continua, por lo tanto, no consideran que los bosques tropicales se puedan dividir en zonas.

2.3 Estudios previos

Los estudios ecológicos en el BMM a nivel nacional cobraron importancia a partir de la década de los 90's, antes de esta fecha, algunos estudios aislados se concentraron sólo en describir el bosque. En una revisión realizada por Williams-Linera (2015), se tiene que, para el tema de biodiversidad a nivel nacional, de los años 1995 a 2014, se ha incrementado considerablemente el número de publicaciones, siendo un total de 37 artículos indexados.

Para el caso del estado de Veracruz, éste ha sido explorado desde el siglo XIX por botánicos europeos y norteamericanos que transitaban por estas tierras con dirección a la ciudad de México, sin embargo, los estudios sobre diversidad y estructura de la vegetación se han llevado a cabo a partir de los años 90's. Dichas investigaciones se han concentrado en la región centro del estado, específicamente en los alrededores de Xalapa, siendo liderados por la Dra. Guadalupe Williams, enfocándose en la estructura de la vegetación y otros parámetros ecológicos (Williams-Linera *et al.*, 1996; Williams-Linera, 2002; Williams-Linera y Vizcaíno-Bravo, 2016), en contraste, para la zona de estudio no se cuenta con estudios de estructura y/o diversidad en el BMM, limitándose a algunos pocos de carácter florístico (Vázquez-Torres, 1977; Pérez-Pacheco, 1986; Subsecretaría del Medio Ambiente, 2000; Rivera-Hernández, 2015; Castillo-Hernández y Flores-Olvera, 2017).

3. HIPÓTESIS

La estructura y diversidad de las especies leñosas presentarán una variación con respecto a las diferentes altitudes y orientaciones de la ladera.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Evaluar la diversidad de especies leñosas y la estructura de la vegetación en diferentes orientaciones y diferentes pisos altitudinales.

4.2 Objetivos particulares

- Determinar la diversidad del BMM en laderas con diferentes orientaciones (norte y oeste) y gradiente altitudinal (1 400, 1 700 y 2 000 m snm).
- Describir la estructura de la vegetación en laderas con diferentes orientaciones (norte y oeste) y gradiente altitudinal (1 400, 1 700 y 2 000 m snm).
- Comparar los sitios de muestreo con respecto a la composición de especies.

5. MÉTODOS

5.1 Selección de sitios de estudio

Se llevaron a cabo recorridos previos en el área de estudio para reconocer y ubicar los sitios de muestreo. Con base en las visitas a campo se seleccionaron en total nueve sitios de muestreo: tres laderas con dos orientaciones distintas, dos en la cara norte (N1 y N2) y una en la oeste (O); en cada orientación se establecieron tres pisos altitudinales (1 400, 1 700 y 2 000 m snm) (Cuadro 1). Cada sitio se conformó por una parcela de 1 ha, donde se realizaron muestreos que abarcaron 0.1 de la hectárea (Figura 2). Por cada sitio se tomaron datos de latitud, longitud y altitud (con ayuda de un equipo de sistema de posicionamiento global marca Garmin, modelo Etrex 20X).

Cuadro 1. Representación de los sitios de estudio, se muestran las dos orientaciones analizadas, así como sus tres pisos altitudinales (nueve sitios en total)

Pisos altitudinales	1400 m snm	1700 m snm	2000 m snm
Orientación			
Norte (N1)	1 a	1 b	1 c
Norte (N2)	2 a	2 b	2 c
Oeste (O)	3 a	3 b	3 c

Los sitios con igual orientación fueron seleccionados para verificar si existe alguna diferencia entre la misma y cómo se comporta con respecto a una segunda orientación, sin embargo, se limitó en la exploración de las otras laderas contrastantes debido a los límites municipales, ya que las caras sur y este pertenecen al municipio de Rafael Delgado y por lo que se pudo observar en campo, éstas se encuentran con un alto nivel de perturbación.

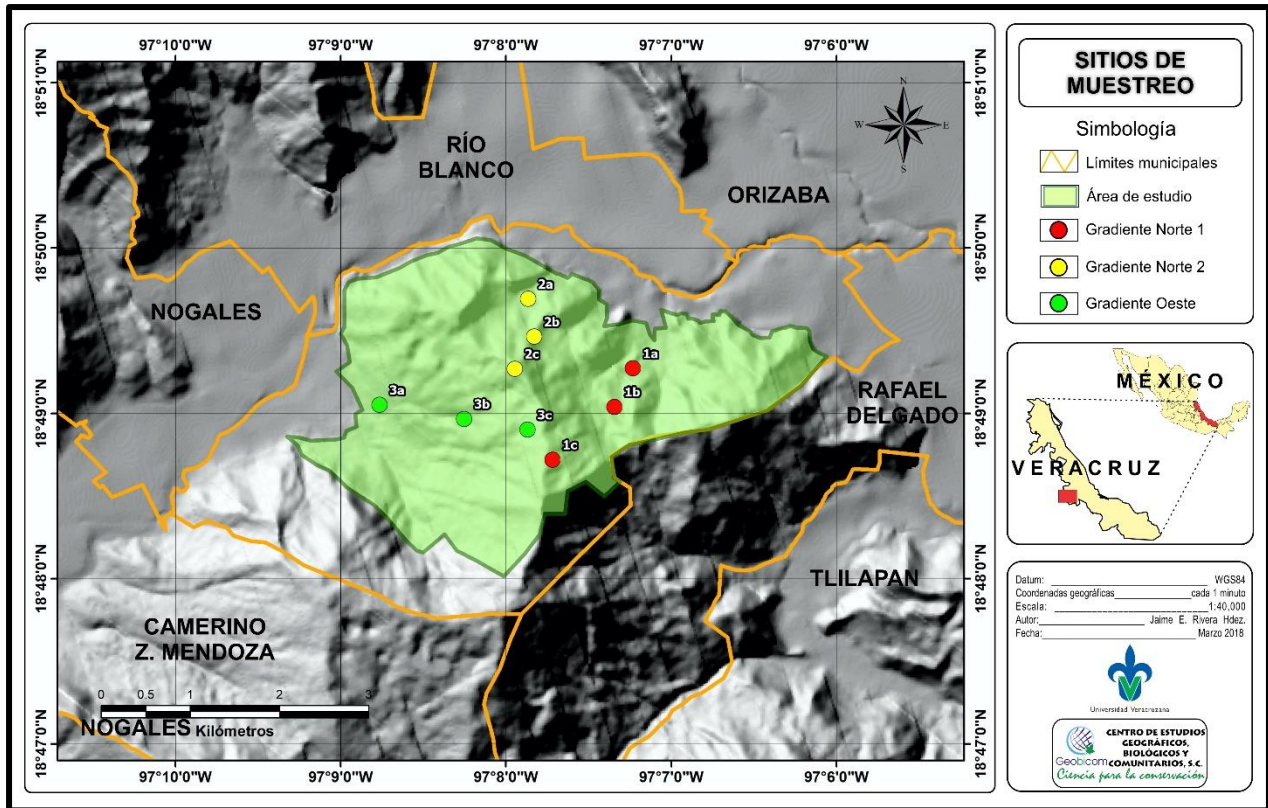


Figura 2. Ubicación de los sitios de muestreo. Se representan dos orientaciones geográficas (norte y oeste) con tres pisos altitudinales cada una (1 400, 1 700 y 2 000 m snm). Elaborado por: J.E. Rivera-Hernández

5.2 Muestreo

Para estimar la diversidad y estructura de las especies leñosas, el tipo de muestreo realizado sigue el método de Gentry, modificado por Boyle (1996). En cada sitio de muestreo se realizaron 10 transectos de 50 m de longitud y 2 m de ancho, separados por 10 m entre ellos (Figura 3), el área total muestreada fue de 0.9 ha repartidas en nueve sitios. Las formas de vida que se consideraron fueron todas aquellas con crecimiento leñoso y que presentaron un diámetro a la altura del pecho (DAP, considerado a una altura de 1.3 m con respecto al suelo) igual o mayor a 2.5 cm; para el caso de los arbustos y lianas, el diámetro se tomó desde la base del individuo. Sólo se consideraron los individuos que estaban enraizados dentro de los transectos.

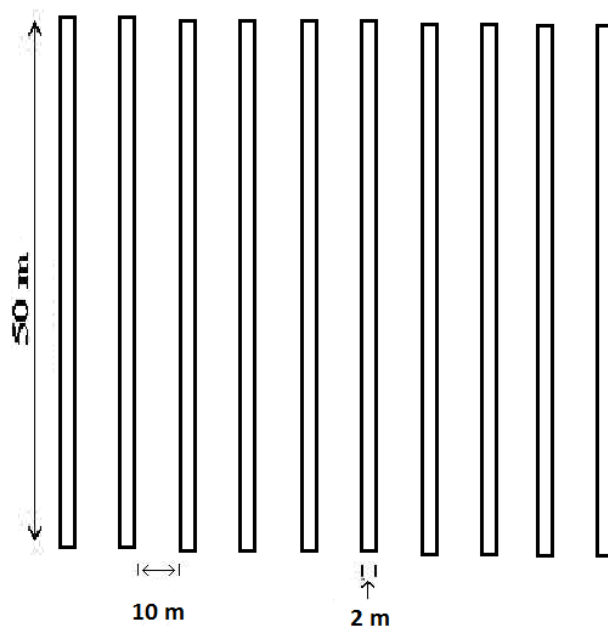


Figura 3. Diseño de los muestreos utilizados por Gentry, los transectos se establecieron paralelos a la pendiente. En cada parcela de 1 ha se establecieron 10 transectos de 50 x 2 m

Los datos que se registraron para cada individuo fueron: especie (cuando se tuvo duda de la identidad del material vegetal en campo, se manejó como morfoespecie), altura (medida con ayuda de un clinómetro electrónico marca Haglöf EC II) y DAP (para la toma de este dato se utilizó una cinta diamétrica marca Forestry Suppliers); se realizaron colectas de los individuos muestreados para su correcta determinación.

5.3 Análisis de los datos

Con los datos del muestreo, se calcularon curvas de acumulación de especies (representatividad del muestreo), índices de diversidad, estructura, índice de similitud e índice de valor de importancia relativa.

5.3.1 Representatividad del muestreo

Con la finalidad de conocer si las especies presentes en el sitio estaban representadas en las muestras tomadas (completitud), se realizó una curva de acumulación de especies y se calculó el estimador Chao 1 (estimador del número de especies en una comunidad que utiliza datos de abundancia y se basa en el número de especies raras en la muestra). Se elaboró una matriz con los nombres de las especies y el número del transecto en que se registró su presencia; mediante el programa EstimateS 9.1 (Colwell, 2013), se aleatorizaron los datos 100 veces y con los promedios se elaboró la curva de acumulación de especies. El eje de las X representa el área muestreada y el eje de las Y el número de especies que se incorporaron conforme aumentó el esfuerzo de muestreo.

5.3.2 Diversidad

La riqueza de especies se estimó mediante el índice de Margalef, mientras que la diversidad se estimó con los índices de equidad de Shannon-Wiener y el índice de dominancia de Simpson (Moreno, 2001).

1. **Índice de Margalef.** Es utilizado para medir la riqueza de especies; supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos. El valor $D_{Mg} = 0$ se pondrá de manifiesto cuando exista una sola especie. Este índice se expresa con la siguiente fórmula:

$$DMg = \frac{S - 1}{\ln N}$$

Donde: S = Número de especies
N = Número total de individuos
Ln = Logaritmo natural

Los valores inferiores a 2 son zonas de baja diversidad y los valores superiores a 5 son indicativos de alta biodiversidad (Margalef, 1995).

2. Índice de equidad de Shannon-Wiener. Este índice expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos; valores por arriba de 3 son considerados generalmente como “diversos”. Se expresa con la siguiente fórmula:

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

Donde: p_i = abundancia proporcional de la especie i

\ln = logaritmo natural

3. Índice de dominancia de Simpson. Este índice manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie.

$$\lambda = \sum p_i^2$$

Donde: p_i = abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra

El índice de dominancia de Simpson muestra resultados entre 0 y 1, en el cual los valores cercanos a 1 explican la dominancia de una especie por sobre las demás. Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad alfa se puede calcular como $1/\lambda$ (Moreno, 2001).

5.3.3 Estructura

La estructura de la vegetación se determinó mediante el área basal y densidad, así mismo, se separó la estructura horizontal y la vertical midiéndose mediante distribución de frecuencias por clases. La estructura de la vegetación entre los sitios se comparó mediante un análisis de varianza (ANDEVA) factorial. Cuando el ANDEVA indicó diferencias estadísticas, las medias se compararon mediante la prueba de Tukey.

La estructura horizontal se analizó mediante un histograma donde se utilizaron las clases diamétricas (DAP) de los individuos medidos. Los intervalos utilizados fueron: 2.5-10 cm; 10.1-20 cm; 20.1-30 cm; 30.1-40 cm; 40.1-50 cm; y, > 50 cm. Para el caso de la estructura vertical se elaboró un histograma con la distribución por alturas de las especies leñosas que componen la vegetación. Se consideraron los siguientes intervalos: 1.8-6 m; 6.1-10 m; 10.1-14 m; 14.1-18 m; 18.1-22; y, > 22 m.

5.3.4 Similitud entre los sitios

Para comparar si los sitios son iguales desde el punto de vista florístico, se utilizó el Coeficiente de Similitud de Sorensen, donde 0 significa sitios completamente distintos y 1 sitios iguales (Moreno, 2001):

$$K_s = \frac{2c}{a + b}$$

Donde: a: Número de especies en muestreo A

b: Número de especies en muestreo B

c: Número de especies en común para ambos muestreos

De manera complementaria, para evaluar las similitudes florísticas entre los sitios de muestreo, se llevó a cabo un análisis de clasificación jerárquica (análisis de conglomerado) representado mediante un dendrograma, con ayuda del software Minitab® Statistical Software versión 18. Esta técnica jerárquica aglomerativa mediante el método de enlace completo, analiza las muestras en forma individual para fusionarlas sucesivamente en grupos de tamaño creciente, hasta que todas las muestras son sintetizadas en un solo grupo.

Para conocer las especies más representativas que conforman los grupos originados por el análisis de clasificación jerárquica, se utilizó el Índice de Valor de Importancia (IVI), el cual es la sumatoria de los valores relativos de la densidad, la dominancia y la frecuencia (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974):

IVI= Densidad relativa + Dominancia relativa + Frecuencia relativa

Donde: Densidad relativa: $\frac{\text{densidad absoluta por cada especie}}{\text{densidad absoluta de todas las especies}} \times 100$

Dominancia: $\frac{\text{dominancia absoluta por especie}}{\text{dominancia absoluta de todas las especies}} \times 100$

Frecuencia: $\frac{\text{frecuencia absoluta por cada especie}}{\text{frecuencia absoluta de todas las especies}} \times 100$

Con el resultado del IVI se elaboraron perfiles de vegetación para mostrar a las 10 especies más representativas de cada grupo, las alturas consideradas provienen del promedio de la especie en cuestión.

6. RESULTADOS

6.1 Representatividad del muestreo

Tomando como base la suma de los transectos de los muestreos realizados en cada ladera (N1, N2 y O), se construyeron las curvas de acumulación de especies (Figura 4). De acuerdo al valor de Chao 1 y las curvas de acumulación de especies, se puede considerar que los muestreos realizados son representativos. Para la orientación N1 fueron muestreadas 85 especies leñosas, de las 95 que se esperan encontrar según el estimador Chao 1; para la orientación N2 se estimó la presencia de 86 especies, de las cuales, 84 de ellas fueron reconocidas en el muestreo; en la orientación O, se estima la presencia de 96 especies de plantas leñosas, siendo muestreadas el 92 % de ellas.

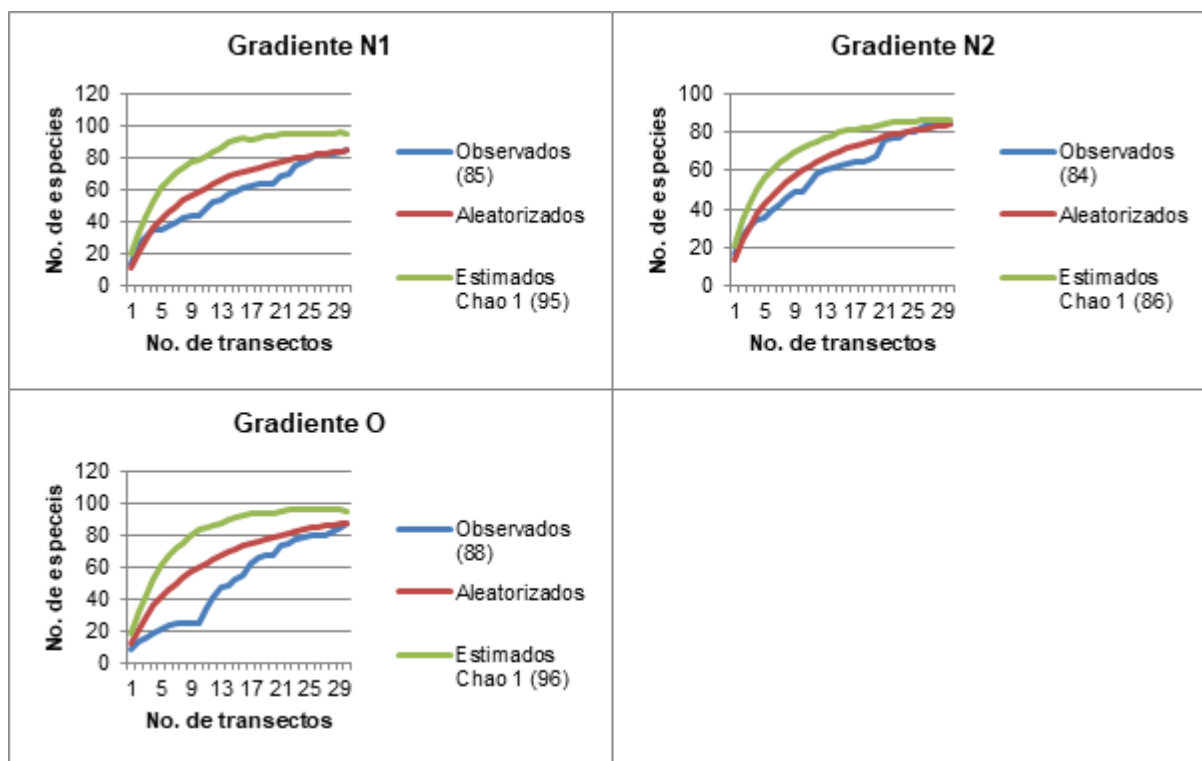


Figura 4. Curvas de acumulación de especies para las dos orientaciones (N1, N2 y O). Cada punto en el eje de las X corresponde a un transecto de 50 x 2 m. Se consideró la suma de los tres pisos altitudinales en cada orientación

6.2 Diversidad

De manera general, los muestreos contemplaron la presencia de 2 439 individuos y una riqueza de 138 especies repartidas en 57 familias, siendo las familias Fabaceae, Asteraceae, Rubiaceae, Fagaceae y Lauraceae las mejor representadas. Los valores de diversidad para el área muestreada (0.9 ha) son: Índice de Margalef= 17.5756; Simpson = 0.0238; Shannon-Wiener= 4.197, lo que la hacen un área muy diversa.

Al analizar estos valores separándolos por las orientaciones, se tiene que en la N1 se muestrearon 745 individuos, correspondiendo a 85 especies; para la N2, se obtuvieron 899 individuos y 84 especies; para el caso de la O se registraron 88 especies distribuidas en 795 individuos. Con respecto a los índices de diversidad, estos quedaron expresados como se muestran en el Cuadro 2, siendo la orientación O la que presenta mayor riqueza, pero con valores de diversidad muy similares.

Cuadro 2. Valores de los tres índices de diversidad para cada una de las orientaciones. Se observa una alta diversidad, independiente de la orientación de la ladera

Índice Orientación	Margalef	Simpson	Shannon-Wiener
N1	12.7015	0.0346	3.8217
N2	12.2036	0.0328	3.7962
O	13.0272	0.0327	3.7955

Para el caso de la separación por pisos altitudinales, el piso de 1 400 m snm presentó 807 individuos y 81 especies; el piso de 1 700 m snm fue representado por 70 especies distribuidas en 819 individuos; finalmente, en el piso de 2 000 m snm se encontraron 70 especies en 813 individuos (Cuadro 3). Referente a la riqueza y diversidad estimada, el piso altitudinal de 1400 m snm resultó ser el más rico sin mostrar diferencias en la diversidad.

Cuadro 3. Valores de los índices de diversidad con respecto a los pisos altitudinales, confirmando la alta diversidad florística en los BMM

Índice Piso altitudinal	Margalef	Simpson	Shannon-Wiener
1 400 m snm	11.9522	0.0395	3.7294
1 700 m snm	10.2861	0.0492	3.4835
2 000 m snm	10.2974	0.0421	3.5880

6.3 Estructura

El área basal total promedio encontrada por sitio fue de 50.5 m²/ha, con un mínimo de 27.33 m²/ha y un máximo de 69.65 m²/ha. En el caso de la densidad, el promedio de los nueve sitios muestreados fue de 2 710 individuos/ha, cabe recordar que para esto se consideraron todos los individuos con crecimiento leñoso (árbol, arbusto y liana) y con DAP \geq 2.5 cm.

Al comparar los valores, tanto de área basal como de densidad, entre las diferentes orientaciones (Cuadro 4) se encontró que aun cuando el valor mayor de área basal se presentó en la orientación N1 las diferencias no fueron estadísticamente significativas (ANDEVA, F=1.487, p=0.2322). Sin embargo, para la densidad las diferencias si fueron estadísticamente significativas (ANDEVA, F=6.390, p=0.0026), siendo el gradiente N2 el que presenta las mayores densidades (Figura 5).

Cuadro 4. Área basal y densidad promedio en cada orientación

Orientación	Área basal	Densidad
N1	55.95 m ² /ha	2 483 ind/ha
N2	50.09 m ² /ha	2 997 ind/ha
O	45.45 m ² /ha	2 650 ind/ha

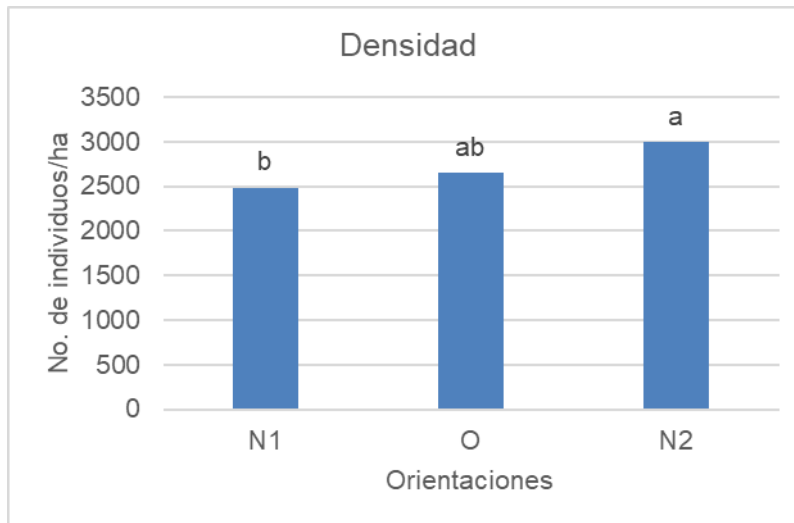


Figura 5. Densidad entre las diferentes orientaciones; letras diferentes indican diferencias significativas entre las orientaciones, $a > b$, $\alpha=0.05$

El área basal y la densidad entre pisos altitudinales se presenta en el cuadro 5. En este caso, el ANDEVA mostró diferencias significativas ($F=6.964$, $p=0.0016$) para el área basal, mientras que para la densidad no hubo diferencias estadísticamente significativas ($F=0.037$, $p=0.9634$). El piso altitudinal que albergó las mayores áreas basales fue el de 2 000 m snm, aunque no fue el que presenta la mayor cantidad de individuos por área (Figura 6).

Cuadro 5. Área basal y densidad promedio por cada piso altitudinal

Pisos altitudinales	Área basal	Densidad
1 400 m snm	41.86 m ² /ha	2 690 ind/ha
1 700 m snm	46.23 m ² /ha	2 730 ind/ha
2 000 m snm	63.4 m ² /ha	2 710 ind/ha

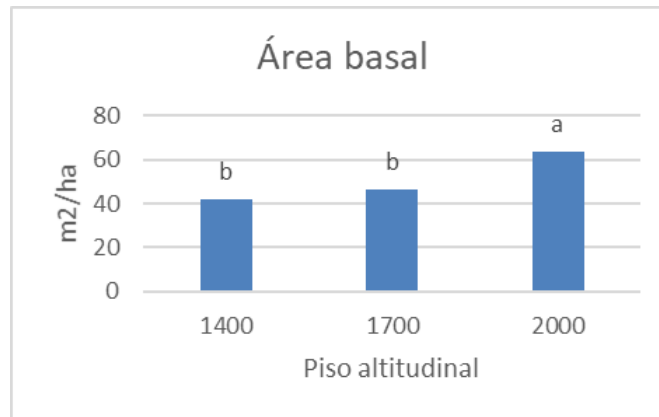


Figura 6. Área basal entre los diferentes pisos altitudinales; letras diferentes indican diferencias significativas entre las diferentes altitudes, $a > b$, $\alpha=0.05$

Con respecto a la estructura horizontal, de manera general, los diámetros oscilaron entre 2.5-158.9 cm, siendo *Cojoba arborea*, *Quercus pinnativenulosa*, *Quercus sp.*, *Liquidambar styraciflua*, *Carpinus tropicalis* y *Tilia americana* subsp. *mexicana* las especies que presentaron los mayores diámetros, superando los 100 cm.

Al comparar las diferentes orientaciones por su estructura horizontal, se observó el mismo patrón de distribución, en donde el número de individuos fue inversamente proporcional al aumento de diámetro. La mayor densidad se concentró en el intervalo de 2.5-10 cm en los tres gradientes, mientras que el menor número de individuos se observó en los intervalos 40.1-50 y > 50 cm (Figura 7), siendo la orientación O la que albergó individuos con los diámetros mayores, con 31 individuos superando los 50 cm de diámetro a la altura del pecho.

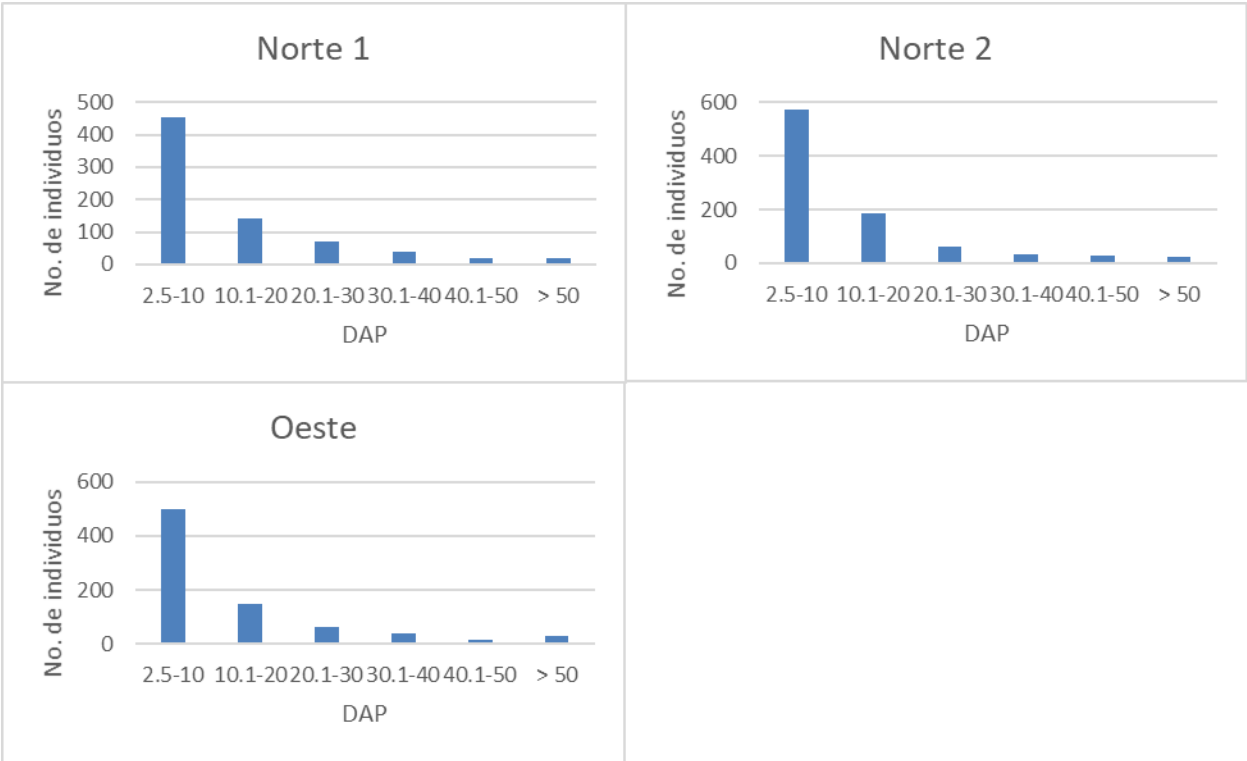


Figura 7. Distribución de individuos con relación a su diámetro, en diferentes orientaciones

Quando se comparó los diámetros de los individuos por piso altitudinal, el patrón siguió la misma “J” invertida que se manifestó por orientaciones, siendo el primer intervalo (2.5-10 cm) donde se agrupan la mayor cantidad de individuos y el intervalo de 40.1-50 cm concentró el menor número de individuos (Figura 8.); el piso altitudinal ubicado a 2 000 m snm tuvo una mayor cantidad de individuos con diámetros mayores, con 30 de ellos sobrepasando los 50 cm de DAP.

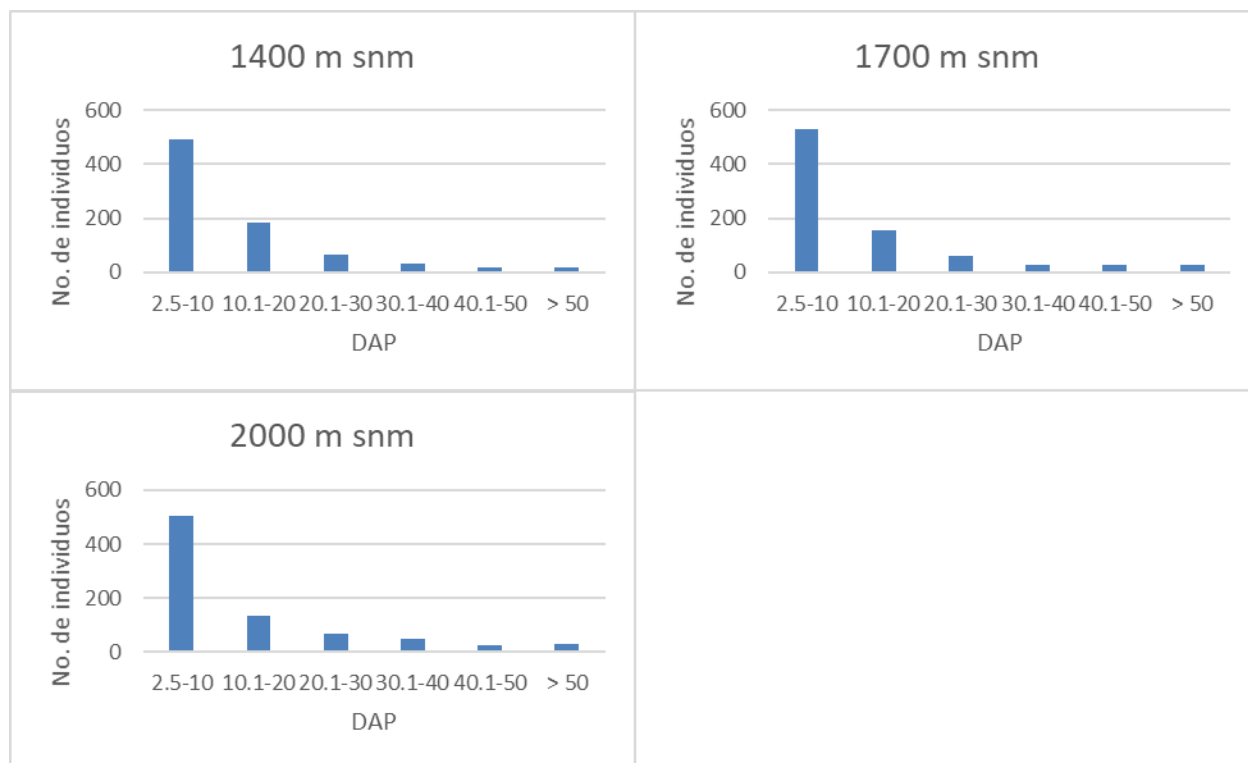


Figura 8. Distribución de individuos con relación a su diámetro, en diferentes pisos altitudinales

Para el caso de las alturas de los individuos, éstas quedaron en un intervalo entre 1.8 a 30 m. Los individuos con las alturas mayores pertenecieron a las especies *Quercus candicans*, *Quercus pinnativenulosa*, *Oreomunnea mexicana*, *Meliosma alba*, *Quercus sp.*, *Juglans pyriformis* y *Ficus aurea*, superando los 25 m de alto.

Respecto al patrón de distribución de las alturas, cuando se hizo la comparación por las diferentes orientaciones, siguió la tendencia de disminución de los individuos con el aumento de las alturas. La mayor densidad de individuos se manifestó en el intervalo 1.8-6 m en los tres gradientes, la menor densidad se observó en el intervalo > 22 m (Figura 9) y el gradiente que obtuvo las mayores alturas fue el segundo con orientación norte (N2), en el cual, 15 individuos superaron los 22 m de altura.

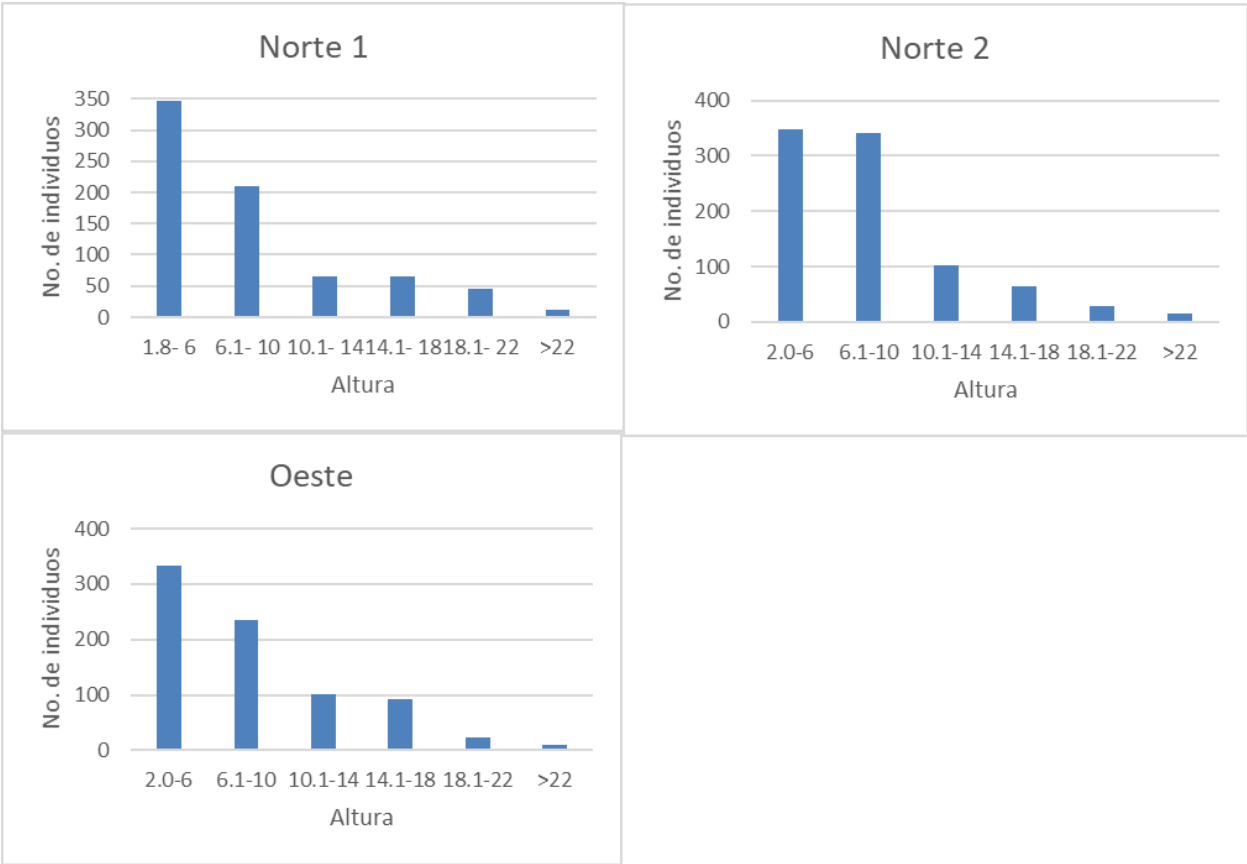


Figura 9. Distribución de individuos con relación a sus alturas, en diferentes orientaciones

Por piso altitudinal, el patrón fue el mismo siguiendo la “J” invertida, donde la mayor cantidad de individuos se agrupan en los primeros intervalos y estos disminuyen conforme aumenta la altura. Así pues, el intervalo 1.8-6 m agrupó el mayor número de individuos y el intervalo de > 22 m presentó el menor número de individuos (Figura 10). El piso altitudinal de 2 000 m snm albergó al mayor número de individuos con altura superior a los 22 m, con 23 individuos cumpliendo con esta característica.

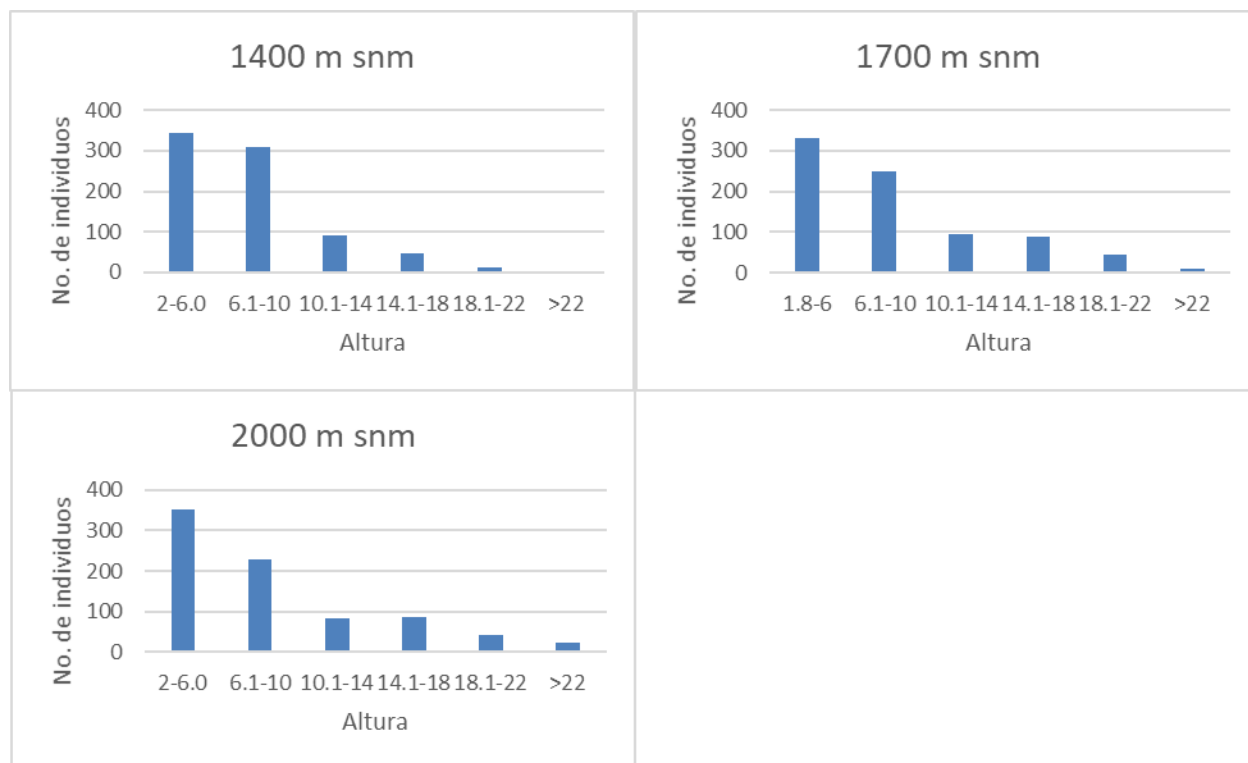


Figura 10. Distribución de individuos con relación a su altura, en diferentes pisos altitudinales

6.4 Similitud de los sitios

Entre las orientaciones, la similitud más alta se registró entre la N2 y el O, mientras que el valor más bajo se dio entre las orientaciones N1 y O.

Al desglosar la similitud entre los puntos de muestreos, ésta varía de 0 a 0.64, siendo la menor entre el punto de muestreo 1b (a 1 700 m snm de la orientación N1) y la parcela 3a (a 1 400 m snm con orientación O), los cuales corresponden a una fracción de bosque de *Oreomunnea mexicana* y una porción de bosque de vegetación secundaria respectivamente. La mayor similitud se dio en el piso altitudinal de 1 700 m snm entre las orientaciones N2 y O (Cuadro 6).

Cuadro 6. Índice de Sorensen entre pares. Se compara el nivel de similitud entre cada uno de los sitios. De rojo el valor más bajo correspondiente a sitios donde no se comparte ninguna especie, de verde el valor más alto

	1 b	1 c	2 a	2 b	2 c	3 a	3 b	3 c
1 a	0.22	0.16	0.49	0.40	0.27	0.23	0.39	0.26
1 b		0.30	0.26	0.47	0.45	0	0.32	0.43
1 c			0.22	0.30	0.47	0.07	0.30	0.53
2 a				0.47	0.39	0.32	0.47	0.29
2 b					0.41	0.12	0.64	0.44
2 c						0.09	0.44	0.52
3 a							0.14	0.06
3 b								0.47

Con el dendrograma a un corte del 50 % de similitud (Figura 11), se pusieron de manifiesto cuatro grupos:

- 1) Sitios a 1 400 y 1 700 m snm. Dentro de las especies que sólo se encontraron en dichos sitios están las siguientes: *Aphelandra schiedeana*, *Cornutia pyramidata*, *Erythrina americana*, *Hampea integerrima*, *Nectandra salicifolia*, *Ostrya virginiana*, *Quercus polymorpha* y *Tilia americana* subsp. *mexicana*. Incluye a los sitios 1a, 2a, 2b y 3b.
- 2) Bosque de *Oreomunnea mexicana*. Localizado en 1 700 m snm de la orientación N1, además del árbol ya citado, otras especies como *Dendropanax arboreus*, *Gymnanthes longipes* y *Mollinedia viridiflora* fueron exclusivas en este sitio. Hace referencia al sitio 1b.
- 3) Sitios a 2 000 m snm. En estos sitios las especies que se comportaron como exclusivas son las siguientes: *Alchornea latifolia*, *Alnus acuminata*, *Arachnothryx capitellata*, *Boehmeria ulmifolia*, *Bartlettina sordida*, *Hedyosmum mexicanum*, *Senecio andrieuxii* y *Styrax glabrescens*. Agrupa a los sitios 1c, 2c y 3c.

- 4) Bosque perturbado. Las especies que sólo fueron muestreadas en este sitio son: *Acacia pennatula*, *Annona cherimola*, *Fraxinus uhdei*, *Picramnia antidesma*, *Quercus rugosa* y *Senecio deppeanus*. Se trata del sitio 3a.

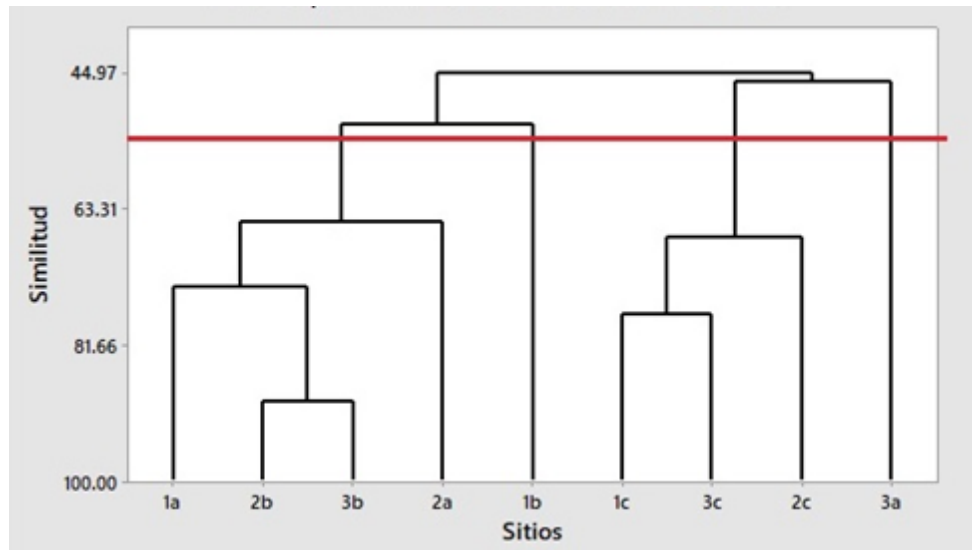


Figura 11. Dendrograma de semejanza florística entre los nueve sitios de muestreo obtenido mediante el método de enlace completo. La línea roja representa el corte al 50 % de similitud

Las 10 especies más representativas de cada grupo considerando los resultados del IVI se muestran en el Apéndice 1, junto con los valores considerados para dicho índice, mientras que los perfiles de vegetación se ilustran en las Figuras 12, 13, 14 y 15. Considerando la propuesta de Tanner (1977), en la cual las especies con un área basal superior al 10 % del área basal total de la comunidad se pueden considerar como dominantes, las especies *Quercus pinnativenulosa* y *Carpinus tropicalis* son las dominantes del grupo 1; el grupo 2 corresponde a un bosque dominado por *Oreomunnea mexicana* y las especies con las que comparte la dominancia son *Quercus pinnativenulosa* y *Cojoba arborea*; en el grupo 3, los árboles dominantes fueron *Cojoba arborea* y *Quercus pinnativenulosa*; mientras que en el grupo 4, *Quercus* sp. y *Lysiloma divaricatum* se comportan como los árboles dominantes.



Figura 12. Perfil esquemático del bosque localizado en altitudes inferiores a 1 700 m snm. 1. *Ocotea psychotroides*, 2. *Hampea integerrima*, 3. *Juglans pyriformis*, 4. *Cornus excelsa*, 5. *Nectandra salicifolia*, 6. *Quercus pinnativenulosa*, 7. *Turpinia insignis*, 8. *Myriocarpa longipes*, 9. *Carpinus tropicalis*, 10. *Rogiera ligustroides*

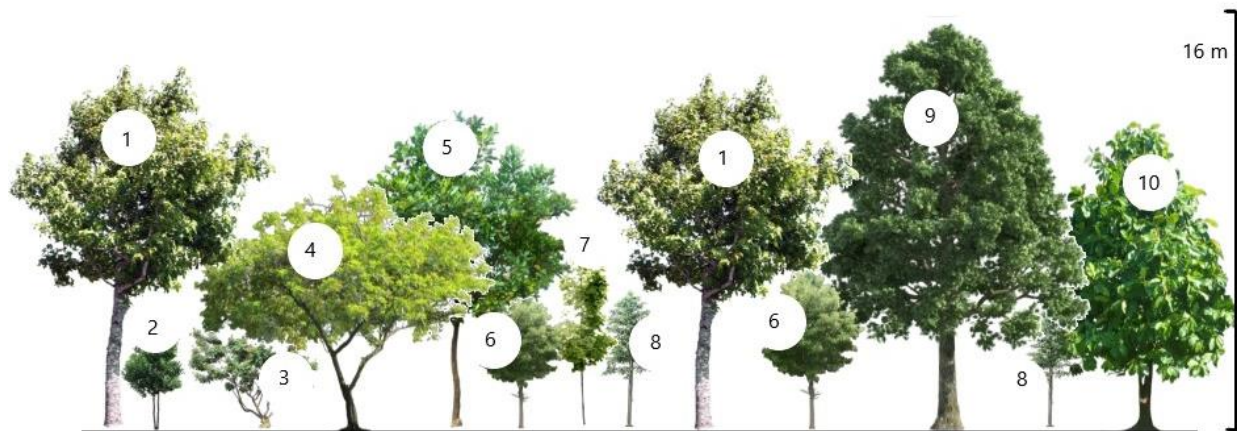


Figura 13. Perfil esquemático del bosque de *Oreomunnea mexicana* localizado a 1 700 m snm. 1. *Oreomunnea mexicana*, 2. *Trophis mexicana*, 3. *Arachnothyx buddleioides*, 4. *Cojoba arborea*, 5. *Dendropanax arboreus*, 6. *Gymnanthes longipes*, 7. *Prunus* sp., 8. *Rogiera ligustroides*, 9. *Quercus pinnativenulosa*, 10. *Prunus brachybotrya*

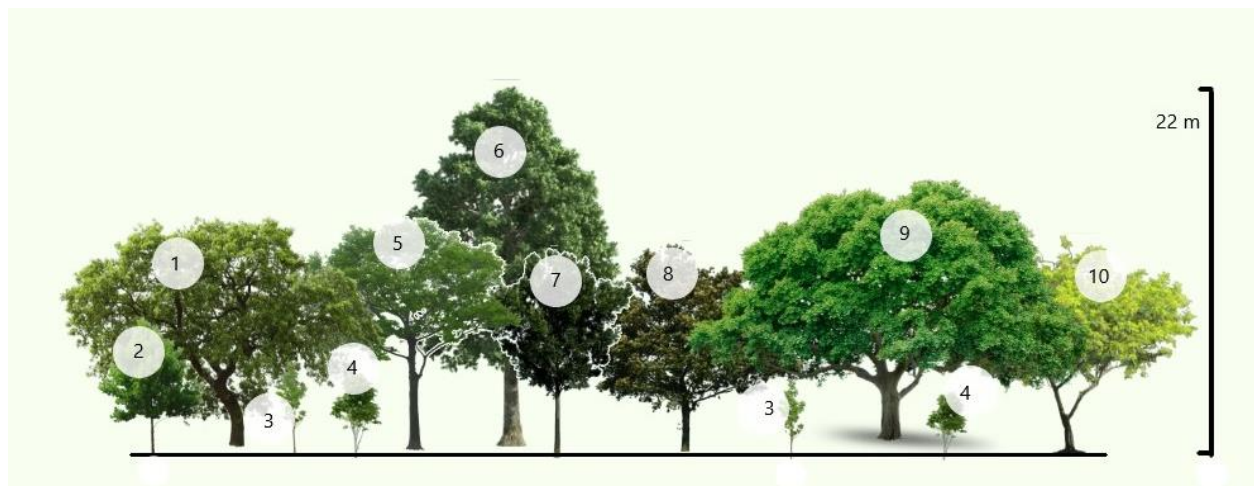


Figura 14. Perfil esquemático del bosque localizado en 2 000 m snm. 1. *Clethra macrophylla*, 2. *Saurauia leucocarpa*, 3. *Psychotria* sp., 4. *Senecio andrieuxii*, 5. *Alchornea latifolia*, 6. *Quercus pinnativenulosa*, 7. *Turpinia insignis*, 8. *Carpinus tropicalis*, 9. *Persea americana*, 10. *Cojoba arborea*



Figura 15. Perfil esquemático del bosque perturbado ubicado a 1 400 m snm. 1. *Quercus* sp., 2. *Lysiloma divaricatum*, 3. *Ficus aurea*, 4. *Pinus pseudostrobus*, 5. *Myrsine coriacea*, 6. *Annona cherimola*, 7. *Vernonanthura* sp., 8. *Bunchosia biocellata*, 9. *Diphysa floribunda*, 10. *Eriobotrya japonica*

7. DISCUSIÓN

7.1 Diversidad

De acuerdo con los índices de diversidad, el BMM localizado en el municipio de Huiloapan de Cuauhtémoc presentó valores altos de riqueza (Margalef=17.58), considerando que valores mayores de cinco indican alta biodiversidad. Los resultados del índice de Simpson (0.0238) indican que se trata de un bosque heterogéneo, sin existir una marcada dominancia de alguna especie en particular, característica que se puede observar en los BMM en general, ya que desde el punto de vista fisonómico albergan bosques bajos, de mediana estatura y altos, tanto perennifolios como caducifolios y de muy diversas arquitecturas, variando de un lugar a otro las especies que pueden llegar a ser dominantes (Rzedowski, 1996). El valor de 4.2 para el índice de Shannon-Wiener, reafirma la alta diversidad, ya que valores superiores a tres son interpretados como ambientes diversos.

Al comparar el valor obtenido mediante el índice de Shannon-Wiener (4.2) con algunos datos para el BMM en otros estados de la República Mexicana, se tiene que los datos aquí presentados se ubican en la parte media de los datos, los cuales van de los 5.2 reportado para el BMM en Cuzalapa de la sierra de Manantlán, en Jalisco, hasta valores de 2.45 en la Reserva de la Biosfera El Cielo, en Tamaulipas (Cuadro 7).

Dentro del área de estudio, los valores de los índices de diversidad al compararse por orientación de la ladera fueron muy semejantes, sin embargo, al compararse por piso altitudinal, se puede notar ligeramente superior el piso inferior (1 400 m snm), esto influenciado muy probablemente por su ubicación, ya que es una zona de transición con el bosque tropical perennifolio presentándose especies de esta última vegetación como *Cupania dentata*, *Diphysa floribunda* y *Heliocarpus americanus*, así como árboles de vegetación secundaria e introducidos por el hombre como *Acacia pennatula*, *Annona cherimola*, *Eriobotrya japonica* y *Erythrina americana*, las cuales sólo se encontraron en este piso.

Cuadro 7. Comparación de la diversidad medida mediante el índice de Shannon-Wiener para el presente estudio y otros estudios realizados en BMM a nivel nacional. En negritas se presentan los datos obtenidos en el presente estudio

Localidad	DAP (cm)	Índice de Shannon-Wiener	Referencia
Cuzalapa, Jalisco	≥ 3	5.2	Sánchez-Rodríguez <i>et al.</i> , 2003
Coatepec, Veracruz	≥ 10	3.46-5.15	González-Zamora <i>et al.</i> , 2016
San Agustín Loxicha, Oaxaca	≥ 5	4.71	Hernández-Hernández, 2004
Puerto Soledad, Oaxaca	≥ 3.18	2.2-4.3	Ruíz-Jiménez <i>et al.</i> , 1999
Huiloapan, Veracruz	≥ 2.5	4.2	Este estudio
Gómez Farías, Tamaulipas	≥ 15	4.2	Puig <i>et al.</i> , 1983
Omiltemi, Guerrero	≥ 3.3	4.1	Meave <i>et al.</i> , 1992
	≥ 5	3.4	
Tiltepec, Oaxaca	≥ 3.3	4.08	Arellanes-Cancino, 2000
Santo Tomás Teipan, Oaxaca	≥ 2.5	3.9	Mejía-Domínguez <i>et al.</i> , 2004
	≥ 5	3.8	
Carrizal de Bravo, Guerrero	≥ 3.3	3.4	Catalán-Heverástico <i>et al.</i> , 2003
Sierra de Manantlán, Jalisco	≥ 2.5	1.9-2.9	Muñoz-Mendoza, 1992
El Cielo, Tamaulipas	≥ 5	2.32-2.45	Corral-Rivas <i>et al.</i> , 2002

7.2 Estructura

La estructura de la comunidad observada en el bosque estudiado se mantiene dentro de los valores anteriormente reportados para este tipo de vegetación tal y como se puede notar en el Cuadro 8 al comparar el área basal con otros estudios; el valor reportado aquí se encuentra en la parte media, similar a lo que reporta Williams-Linera (2002) en uno de sus estudios para el centro de Veracruz. De acuerdo a lo obtenido para la densidad, esta se puede considerar como alta, superado sólo por lo reportado por Ruiz-Jiménez *et al.* (1999) en la localidad de Puerto Soledad, la cual forma parte de la Sierra Norte de Oaxaca.

Cuadro 8. Comparación entre área basal y densidad en diversos bosques mesófilos del país y lo reportado en el presente estudio, este último en negritas

Localidad	DAP	Área basal (m²/ha)	Densidad (ind/ha)	Referencia
Puerto Soledad, Oaxaca	≥ 3.18	41.80-172.04	505.13-2730.10	Ruiz-Jiménez <i>et al.</i> , 1999
Centro de Veracruz	≥ 5	36.8-63.4	1050-1750	Williams-Linera y Vizcaíno-Bravo, 2016
Alrededores de Xalapa, Veracruz	≥ 5	25.1-60.6	510-1340	Williams-Linera, 1996
Carrizal de Bravo, Guerrero	≥ 3.3	54.72	1298	Catalán-Heverástico <i>et al.</i> , 2003
El Triunfo, Chiapas	≥ 5	54.4	960	Williams-Linera, 1991
Huiloapan, Veracruz	≥ 2.5	50.5	2710	El presente estudio
Centro de Veracruz	≥ 5	50.28	1121	Williams-Linera, 2002
Omitemi, Guerrero	≥ 3.3	49.82	2 096	Meave <i>et al.</i> , 1992
Santo Tomás Teipan, Oaxaca	≥ 2.5	46.41	1 035	Mejía-Domínguez <i>et al.</i> , 2004
Cuzalapa, Jalisco	≥ 3	31.9-38.7	1002-1084	Sánchez-Rodríguez <i>et al.</i> , 2003
El Cielo, Tamaulipas	≥ 5	34.4	1169	Puig y Bracho, 1987

De manera particular, el BMM de Huiloapan no presenta diferencias estadísticamente significativas entre sus orientaciones al medirse el área basal de sus especies leñosas, pero sí para las densidades. Cuando se comparó por pisos altitudinales, el comportamiento fue inverso, el área basal fue diferente estadísticamente, mientras que la densidad fue muy similar. El área basal superior en el piso de 2 000 m snm se debe a la presencia de la mayor cantidad de árboles con diámetros superiores a los 50 cm, mientras que el piso de 1 400 m snm concentró el menor número. Con respecto a la densidad por orientaciones, el segundo gradiente de

la cara norte (N2) es superior a los otros dos, esto se ve reflejado al considerar que este gradiente presenta el mejor estado de conservación si se compara con el gradiente de la orientación oeste (O) que en su piso inferior presenta perturbación antropogénica, mientras que el primer gradiente en la cara norte (N1) se ve superado en las densidades influenciado por la presencia de un bosque de *Oreomunnea mexicana*, ya que esta especie se comporta como dominante con poca presencia de otras especies en el sotobosque.

Para la estructura horizontal, es decir, los diámetros de los individuos de las distintas especies, tanto en la comparación entre gradientes como en pisos altitudinales la mayoría de los individuos muestreados se agruparon en los intervalos inferiores, presentando una distribución tipo “J” invertida característica de bosques donde la edad de sus individuos es heterogénea, aun considerando lianas y arbustos que presentan diámetros menores, sin embargo, al tomar datos sólo de los árboles se corroboró que sigue el mismo patrón de “J” invertida. Los intervalos de altura para explicar la estructura vertical también presentaron un mayor número de individuos agregados en los intervalos inferiores tanto para orientación como para altitud, sin embargo, al excluir lianas y arbustos las gráficas mostraron una separación en dos grupos más o menos homogéneos en los 10 m de altura.

7.3 Similitud de los sitios

De las 36 combinaciones generadas mediante el índice de Sorensen, sólo en tres de ellas se compartieron más del 50 % de especies; mientras que en cuatro de ellas no se superó el 10 % de similitud. Así pues, la mayor similitud se presentó entre los sitios ubicados a 1 700 m snm de las orientaciones N2 y O, mientras que la nula similitud se presentó entre el sitio localizado en 1 700 m snm de la orientación N1 y el sitio ubicado en 1 400 m snm en la orientación O, ya que corresponden a un bosque de *Oreomunnea mexicana* y a un bosque donde existió aprovechamiento de los recursos maderables favorecido ahora por la vegetación secundaria.

De los cuatro grupos generados mediante el análisis de ordenamiento jerárquico, dos de ellos están relacionados con la altitud, ya que el grupo 1 lo conforman los sitios a 1 400 m snm y 1 700 m snm, mientras los sitios agrupados en el grupo 3 se encuentran en 2 000 m snm. Los otros grupos representan casos aislados, el grupo 2 hace referencia a un bosque cuya dominancia está dada por *Oreomunnea mexicana*, mientras que el grupo 4 representa a un fragmento de bosque con alta perturbación debido al aprovechamiento de los árboles de encino (*Quercus* spp.) principalmente para la formación de carbón vegetal, aunado a que fue el sitio más cercano al asentamiento humano, razón por la cual se encontraron especies características de bosques secundarios, así como especies introducidas.

Los grupos aquí definidos son similares a los mencionados por Williams-Linera *et al.* (2013), en el cual mencionan la existencia de dos grandes grupos en un gradiente de 1 250-2 550 m snm, los bosques de altitudes superiores y bosques de altitudes bajas, haciendo la separación en 1 600 m snm aproximadamente, además reportan que los bosques de *Oreomunnea mexicana* y los de sustrato calizo se comportan muy diferentes a los demás sitios que fueron de sustrato de origen volcánico.

De manera general y de acuerdo a la riqueza de especies, de los tres patrones altitudinales que mencionan Salas-Morales y Meave (2012), en el BMM de Huiloapan se observan dos de ellos, en la orientación norte la riqueza de especies disminuye al aumentar la elevación (Figura 16), mientras que en la orientación oeste se refleja un patrón tipo campana, sin embargo, no hay que tomarse estos resultados muy a la ligera, ya que los patrones observados podrían verse afectados por el estado de conservación de los sitios de estudio y no por el número real de especies que se pueden localizar en dichos sitios.

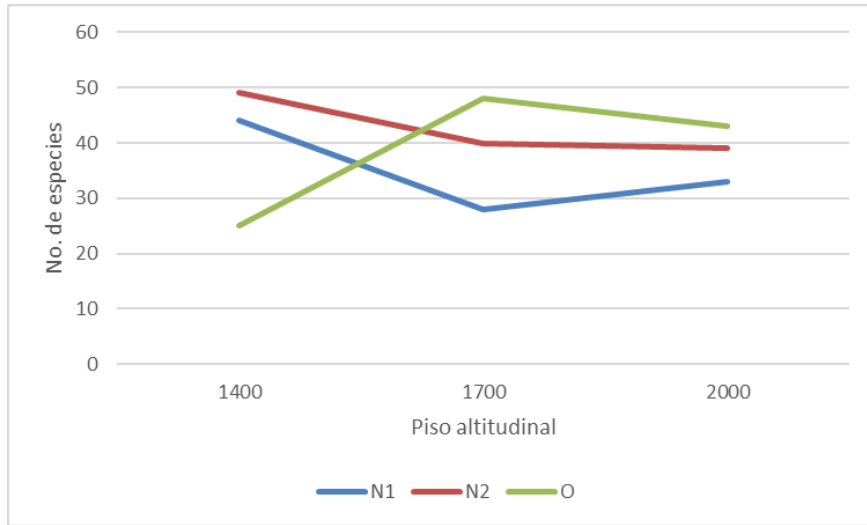


Figura 16. Patrón altitudinal representado en el BMM de Huiloapan de Cuauhtémoc, Veracruz. Las líneas representan las orientaciones, donde N1 y N2 corresponde a la orientación norte y O a la orientación oeste

8. CONCLUSIONES

La diversidad estimada para el BMM de Huiloapan de Cuauhtémoc indica que se trata de un bosque muy diverso y rico en especies. Esta alta diversidad se mantiene cuando se compara por las diferentes orientaciones y entre los pisos altitudinales, encontrándose diferencias sólo entre los pisos, siendo el de 1 400 m snm el más diverso.

Con un área basal en promedio de 50.5 m²/ha, el sitio de estudio se encuentra en la media de lo reportado para otros tipos de BMM en el país. Entre orientaciones, el área basal fue similar, mientras que, en el caso de los pisos altitudinales, el de 2 000 m snm fue el que presentó la mayor área basal. La densidad de especies leñosas resultó ser de las más altas a nivel nacional. No se encontraron diferencias entre pisos altitudinales, no así para las orientaciones, donde el segundo gradiente de la cara norte (N2) presentó las mayores densidades.

La mayor cantidad de individuos muestreados presentaron diámetros y alturas pequeñas, con pocos de ellos superando los 50 cm de DAP y los 22 m de altura, presentándose la misma distribución tanto entre orientaciones como entre pisos altitudinales, haciendo de este bosque una comunidad de edades heterogéneas.

El BMM presente en el municipio de Huiloapan de Cuauhtémoc, presenta cuatro ambientes diferentes de acuerdo a su composición florística, el ubicado entre 1 400 y 1 700 m snm, el boque de *Oreomunnea mexicana*, el ubicado a 2 000 m snm y el bosque perturbado.

El bosque en cuestión presenta dos patrones altitudinales: en la porción norte, la riqueza de especies disminuye al aumentar la altitud y en la parte oeste, la mayor riqueza de especies se ve reflejada en las altitudes medias.

9. RECOMENDACIONES

El presente trabajo es uno de los primeros estudios del BMM en la región de las altas montañas, por lo que se espera que sirva como base a investigaciones posteriores y/o toma de decisiones en pro de la conservación de este importante ecosistema. Aunque aún falta mucho por realizar y mucho por mejorar, con base en el conocimiento adquirido tanto en el trabajo de campo como en la parte de gabinete, se sugiere algunos puntos a considerar en el futuro:

- Para determinar con mayor exactitud la transición entre BMM superiores e inferiores se debe realizar muestreos en cotas altitudinales más cercanas entre sí.
- Tomar en cuenta las demás zonas de BMM en la región de las altas montañas para comparar la conservación y dinámica de esos bosques con respecto al bosque estudiado en la presente investigación, para trabajar en conjunto para su conservación.
- Considerar solo los bosques conservados, para un estudio más cercano a la realidad de los BMM que se encuentran en dicha zona de estudio.



**CAPÍTULO 2. INVENTARIO
FLORÍSTICO**

1. INTRODUCCIÓN

El número de especies vegetales que alberga en México el bosque mesófilo de montaña (BMM) oscila entre 6 163 y 6 790, de las cuales, 2 822 especies presentan distribución preferentemente restringida al BMM y 2 361 especies restringen su distribución al territorio mexicano. Para el caso de Veracruz, se reportan un total de 4 122 especies, 1 167 de ellas localizadas exclusivamente en el BMM y 862 endémicas, ocupando el tercer lugar con más diversidad, sólo por debajo de los estados de Oaxaca con 4 540 especies y Chiapas con 4 506 (Villaseñor, 2010; Villaseñor y Gual-Díaz, 2014).

Sin embargo, -a pesar de ser el ecosistema más diverso en México-, se estima que de un total de 762 especies de árboles que se encuentran en el BMM, el 60 % de ellos se ubican en alguna categoría de amenaza con respecto a los criterios manejados por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés); de ellos el 23 % están enlistados bajo la categoría de Vulnerable, 27 % En peligro y 11 % En peligro crítico (González-Espinosa *et al.*, 2011). Tomando en cuenta estos números un tanto desalentadores, además de los problemas a nivel nacional y local que el BMM enfrenta, recae en los estudios florísticos la responsabilidad de dar a conocer la diversidad que todavía se encuentra en sitios inexplorados o poco estudiados como el que se presenta en esta investigación.

Aun cuando proyectos como el de la Flora de Veracruz y el realizado por Rivera-Hernández (2015) presentan colectas aisladas de material vegetal en el Cerro San Cristóbal, se consideró que hacía falta una mayor exploración en dicho sitio, por lo que el presente estudio, mediante un listado florístico, ofrece conocimientos de la flora productora de semillas (espermatofitas) aún existente en el BMM correspondiente al municipio de Huiloapan de Cuauhtémoc, Veracruz, México.

2. ANTECEDENTES

2.1 Estudios florísticos

Los estudios florísticos han sido, son y serán una actividad científica de alta prioridad, debido a que representan la mejor manera de conocer, catalogar y sintetizar la información sobre la riqueza vegetal de un área determinada, sobre todo las de mayor interés ecológico (Gómez-Pompa *et al.*, 2010). Además de la contribución al conocimiento de la flora, con los estudios florísticos se sientan las bases para estudios posteriores donde se contemplan diversos aspectos específicos de los recursos vegetales, por lo que se debe seguir con el trabajo de recolección, reconocimiento y descripción de las especies, aun cuando éste sea poco entendido e incluso menospreciado (Zamora-Crescencio, 2003; Villaseñor, 2015).

La República mexicana, en su mayor parte no está suficientemente conocida desde el punto de vista florístico; inclusive existen regiones en las que aún no se ha llevado a cabo ninguna exploración de carácter botánico. A pesar de que el estado de Veracruz es uno de los mejores estudiados tratándose de su flora, es en el centro de la entidad donde históricamente se han concentrado dichos trabajos, tal vez por albergar las instituciones que desarrollan investigaciones botánicas (Cházaro, 1992).

Así pues, la zona de Huiloapan ha sido muy poca estudiada, resaltando colecciones aisladas de material botánico que se llevaron a cabo entre los siglos XIX y XX, en las que varias de las colectas resultaron nuevos descubrimientos para la ciencia, *e.g.*, el caso de *Dioscorea orizabensis* Uline descrita en 1897 (Sosa *et al.*, 1987) o el caso de la orquídea *Govenia praecox* Salazar *et* E.W. Greenw. que se describió en 1993 (Salazar y Greenwood, 1993).

2.2 Estudios florísticos a nivel nacional y estatal

Se ha documentado la presencia de BMM en 21 de los 32 estados de la República Mexicana, siendo los estados de Oaxaca, Chiapas, Hidalgo, San Luis Potosí, Guerrero

y Veracruz los que presentan una mayor extensión de este ecosistema (Ortega-Escalona y Castillo-Campos, 1996; Villaseñor y Gual-Díaz, 2014). Considerando el trabajo de Ruíz-Jiménez *et al.* (2012), a nivel nacional se tenía el registro, hasta el 2012, de 83 localidades donde se habían hecho estudios en el BMM, mientras que para el estado de Veracruz se tenía conocimiento de 18 estudios florísticos considerando este mismo tipo de vegetación, la mayoría de ellos localizados en la zona centro de la entidad; cabe mencionar que dichos estudios eran de tipo florístico, estructural y ecológico.

Para el estado de Hidalgo, se ha reportado una variación entre localidades en cuanto al número de especies, por ejemplo, de 336 en el municipio de Tlanchinol hasta 452 especies en el municipio de Tenango de Doria (Luna-Vega *et al.*, 1994; Alcántara-Ayala y Luna-Vega, 1997; Mayorga-Saucedo *et al.*, 1998; Alcántara-Ayala y Luna-Vega, 2001; Ponce-Vargas *et al.*, 2006). En Tamaulipas, Briones (1991) reporta en la Sierra de San Carlos para el BMM un total de 66 especies de plantas vasculares y Puig y Bracho (1987) enlistan 165 especies para la Reserva de la Biosfera El Cielo en el municipio de Gómez Farías. El BMM de Copalillos en San Luis Potosí alberga un total de 199 plantas vasculares (Fortanelli-Martínez *et al.*, 2014). Para el caso de Querétaro, en el municipio de Landa de Matamoros se reporta un total de 774 especies de plantas vasculares (Cartujano *et al.*, 2002). Con respecto a lo realizado en el Estado de México, se menciona la presencia de 391 a 160 plantas vasculares en el municipio de Valle de Bravo y Ocuilan respectivamente (Luna-Vega *et al.*, 1989; López-Pérez *et al.*, 2011).

En el BMM de Jalisco se han reportado 390 especies en la sierra de Cacoma del municipio de Villa Purificación (Morales-Arias *et al.*, 2016). Para Guerrero existe una gran variación en el número de especies que se reportan para el BMM, desde 75 especies en el Cañón del Zopilote hasta 524 en la localidad de El Jilguero, perteneciente al municipio General Heliodoro Castillo (Diego-Pérez *et al.*, 2001; Lozada *et al.*, 2003; Ávila-Sánchez *et al.*, 2010). En el estado de Chiapas, estudios realizados en la reserva de la biosfera El Triunfo reportan 234 especies para el cerro El Cebú y 507 para el cerro El Quetzal, ambos en el municipio de La Concordia (Martínez-Meléndez *et al.*, 2008; Pérez-Farrera *et al.*, 2012), mientras que para el cerro Huitepec

en el municipio de San Cristóbal de Las Casas se reportan 125 especies (Ramírez-Marcial *et al.*, 1998). Un estudio realizado en el municipio de San Jerónimo Coatlán, en Oaxaca, muestra la presencia de 353 especies de plantas vasculares (Campos-Villanueva y Villaseñor, 1995).

Veracruz se ubica como el tercer estado con respecto a la riqueza de especies con 4 122 especies reportadas en el BMM, sólo por debajo de Oaxaca con 4 540 especies y Chiapas con 4 506 especies (Villaseñor, 2010), en una superficie ocupada por este tipo de vegetación de aproximadamente 135 271 ha (Castillo-Campos *et al.*, 2011). Con respecto a los estudios florísticos realizados en éste tipo de vegetación, la riqueza florística varía de 258 especies en La Cortadura municipio de Coatepec a 607 en el municipio de Jilotepec (Luna *et al.*, 1988; Vázquez-Torres, 2000; García-Franco *et al.*, 2008); cabe mencionar que existen otros estudios donde consideran listados, pero, o son de un grupo específico (pteridoflora, orquideoflora, etc.) o se trata de estudios de diversidad y estructura de los BMM, donde se limitan a estudiar únicamente especies de árboles.

2.3 Estudios florísticos en la región

El municipio de Huiloapan de Cuauhtémoc, se encuentra enclavado en la región de las Altas Montañas del estado de Veracruz, la cual tiene como ciudades principales a Córdoba y Orizaba. Como ya se ha mencionado, el estado de Veracruz es uno de los más estudiados tratándose de su flora y en la región de estudio se ha tenido la presencia de exploradores botánicos desde el siglo XIX, entre los más importantes destacan: Mateo Botteri, Eugene Bourgeau, Frederick Mueller, Marino Rosas, Aaron Sharp, Cuauhtémoc Velázquez Licea y Juan Ismael Calzada (Cházaro, 1992), si bien se tienen colectas de los colectores arriba mencionados, los estudios realizados en las cercanías de la zona, donde reportan BMM, se limitan a los siguientes:

Vázquez-Torres (1977), realizó un estudio de vegetación en la Sierra de Zongolica, en el cual se reporta un total de 290 especies de plantas, para seis tipos de

vegetación primaria; Pérez-Pacheco (1986), llevó a cabo un estudio de vegetación en el municipio de Ixtaczoquitlán, mencionando la presencia de 125 especies de plantas en dos tipos de vegetación (selva mediana subperennifolia y bosque mesófilo de montaña); un estudio de relevancia para la zona, es el Plan de Manejo del Cerro del Borrego, ubicado en la ciudad de Orizaba, donde se enlista un total de 95 especies de plantas en cuatro tipos de vegetación (Subsecretaría del Medio Ambiente, 2000).

De los estudios recientes, se encuentran el de Rivera-Hernández (2015), realizado en el Parque Nacional Cañón del Río Blanco (que en su porción central, abarca parte del municipio de Huiloapan de Cuauhtémoc) y en el cual se hace mención de 1 688 especies de plantas distribuidas en cinco tipos de vegetación, reportando 336 especies para el BMM; y el de Castillo-Hernández y Flores-Olvera (2017) donde realizaron un inventario florístico del BMM de la Reserva Bicentenario en el municipio de Zongolica, en ese estudio reportaron la presencia de 401 especies vegetales. Otro proyecto de gran importancia para el conocimiento florístico de la región, es la Flora de Veracruz (el cual inició en 1978 y se encuentra vigente en la actualidad, con 172 fascículos publicados); en dicho proyecto, de carácter estatal, se reportan varias colectas de material botánico en la zona de estudio.

2.4 Composición florística del bosque mesófilo de montaña

En México, el BMM presenta una distribución geográfica en forma de archipiélago, donde cada isla presenta una composición tanto florística como faunística característica, dependiendo de la altitud, latitud, humedad, clima y suelo que prosperen en cada sitio (Ponce-Vargas *et al.*, 2006). Sin embargo, aún con las diferencias propias de cada lugar, para el centro de Veracruz se tiene la presencia de árboles como *Liquidambar styraciflua* (Figura 1), *Juglans pyriformis*, *Podocarpus matudae*, *Prunus tetradenia*, *Weinmannia pinnata*, *Brunellia mexicana*, *Fagus mexicana*, *Styrax glabrescens*, *Dussia mexicana*, *Turpinia insignis*, *Zanthoxylum* spp. y *Eugenia* spp., la mayoría de estas especies emparentadas con la flora existente en el este de Estados Unidos y Canadá. Para el caso de las epífitas, Orchidaceae, Bromeliaceae y

Piperaceae son las familias mejor representadas, además de arbustos y árboles epífitos de los géneros *Oreopanax*, *Clusia*, *Juanulloa* y *Solandra*, de las familias Araliaceae, Clusiaceae y Solanaceae, respectivamente. En términos de riqueza de especies en el BMM, es Orchidaceae la familia más abundante, seguida en importancia por Asteraceae, Rubiaceae, Melastomataceae, Fabaceae y Lauraceae (Rzedowski, 1978).



Figura 1. Hojas de *Liquidambar styraciflua*, árbol localizado en los bosques mesófilos de montaña del centro de Veracruz

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Generar un inventario florístico de las espermatofitas del bosque mesófilo de montaña de Huiloapan de Cuauhtémoc.

3.2 Objetivos particulares

- Inventariar las especies de plantas con semillas presentes en la zona de estudio.
- Identificar el endemismo, tanto nacional como estatal, de las espermatofitas (flora productora de semilla) del BMM de Huiloapan.
- Categorizar el estatus de protección de las especies en cuestión de acuerdo a las normas nacionales e internacionales.

4. MÉTODOS

4.1 Sitio de estudio

En la poligonal descrita en el capítulo de generalidades dentro del presente estudio, se establecieron rutas de colecta de material vegetal (dichas rutas se consideraron siguiendo las vías de acceso ya establecidas por los mismos pobladores), las cuales se visitaron dos veces por cada estación del año, durante un ciclo anual. Los recorridos se llevaron a cabo cada semana, con duración de un día.

4.2 Muestreo en campo

En cada recorrido, se colectaron muestras por triplicado de plantas con estructuras fértiles (flores y/o frutos); los ejemplares obtenidos se herborizaron por los métodos tradicionales propuestos por Lot y Chiang (1986), los cuales involucran el prensado, secado, desinfectado y, finalmente, el montaje de ejemplares para su depósito en colecciones biológicas.

Los ejemplares herborizados fueron determinados taxonómicamente, principalmente con la ayuda de claves dicotómicas especializadas de diversas floras y estudios florísticos, pero también se cotejaron las determinaciones con ejemplares que se encuentran en las colecciones de los herbarios. Así mismo, se contó con el apoyo de algunos especialistas de diferentes familias botánicas. Con el fin de sistematizar la información obtenida, se diseñó una base de datos en formato de Microsoft Access para su fácil manejo y elaboración de etiquetas de herbario. La lista final (Anexo 2), sigue la clasificación del sistema propuesto por APG IV (2016), mientras que los autores de los taxones se abrevian de acuerdo con la base de datos del Índice Internacional de Nombres de Plantas, IPNI por sus siglas en inglés (IPNI, 2015).

Las muestras recolectadas fueron depositadas en el herbario “Jerzy Rzedowski Rotter” de la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Veracruzana, región Córdoba-Orizaba (CORU), el herbario del Instituto de Ecología,

A.C. en Xalapa, Veracruz (XAL) y finalmente, en el Herbario Nacional de México del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (MEXU). El material colectado en el inventario florístico fue de gran utilidad para la identificación de los individuos registrados en los muestreos para evaluar la estructura y diversidad de la vegetación, dado que en este tipo de muestreos se recolectan las plantas en el estado fenológico en que se encuentren, incluso estériles. De manera complementaria y con el fin de reunir un inventario florístico lo más completo posible, se consultó el herbario CORU, la base de datos del trabajo realizado por Rivera-Hernández (2015), los fascículos de la flora de Veracruz, así como también la base de datos Trópicos, del Jardín Botánico de Missouri (Tropicos.org, 2017), de los cuales se extrajo la información de las colectas de material vegetal para el área de estudio.

4.3 Endemismo y categorías de riesgo de las especies vegetales

Para conocer cuáles de las especies registradas eran endémicas, se revisó la distribución de cada una con la ayuda de las referencias utilizadas en su determinación taxonómica, así como la base de datos del Jardín Botánico de Missouri (Tropicos.org, 2017) y la publicación “Catálogo de las plantas vasculares nativas de México” (Villaseñor, 2016).

Para el caso de las categorías de riesgo, se consultó la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010), la base de datos de la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2016), los Apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2017) y el libro “The Red List of Mexican Cloud Forest Trees” (González-Espinosa *et al.*, 2011).

5. RESULTADOS

5.1 Inventario florístico

Como resultado de los 46 recorridos realizados, se llevaron a cabo un total de 604 colectas botánicas, en su mayoría por triplicado. Considerando las colectas de este proyecto, en conjunto con los registros de las bases de datos del herbario CORU (57 ejemplares), de los fascículos de Flora de Veracruz (92) y del trabajo de Rivera-Hernández (149), suman un total de 902 registros para el municipio de Huiloapan de Cuauhtémoc. En la lista final se reporta un total de 415 especies de espermatofitas, pertenecientes a 294 géneros y estos a su vez incluidos en 112 familias botánicas (Anexo 2). Las familias más representativas son: Orchidaceae (48 spp.), Asteraceae (27), Bromeliaceae (20), Fabaceae (18), Malvaceae (12) y Rubiaceae (12); de las 112 familias botánicas aquí reportadas, 17 de ellas representan el 53.25 % del total de especies (Figura 2).

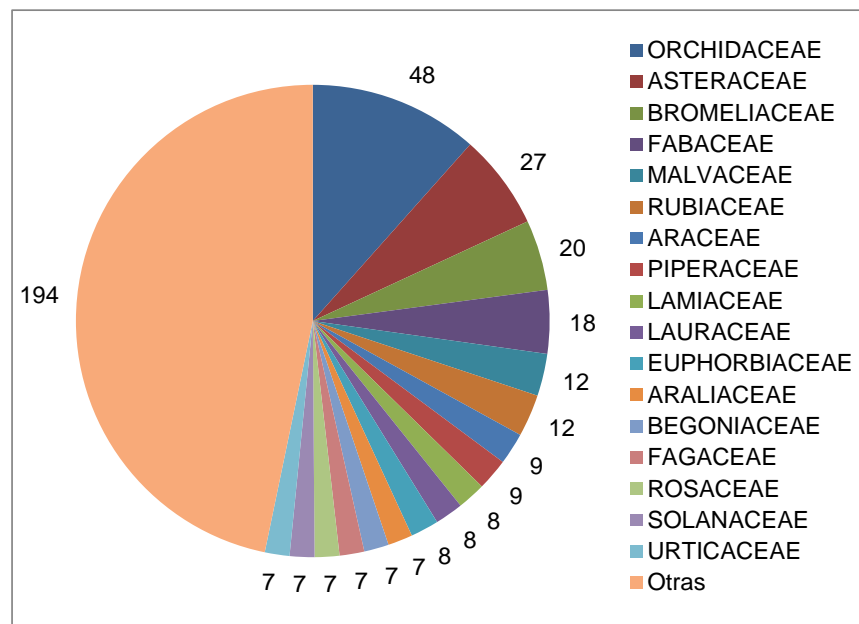


Figura 2. Familias botánicas con más especies reportadas en el área de estudio. 17 familias de las 112 representan más de la mitad del número de especies

Los géneros con mayor número de especies son: *Tillandsia* (16 spp.), *Epidendrum* (8), *Begonia* (7) y *Quercus* (7) (Figura 3). Cabe destacar que los géneros *Tillandsia* y *Epidendrum* están representados por especies epífitas y, dicha forma de crecimiento es característica de los BMM.

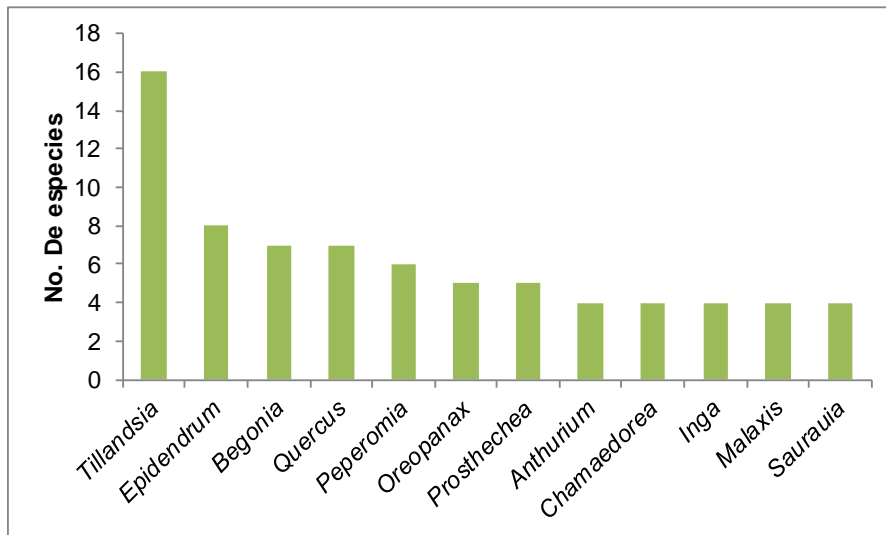


Figura 3. Géneros mejor representados con respecto al número de especies que albergan

Al realizar una clasificación de acuerdo a las formas de vida, según Moreno (1984), considerando árbol (planta perenne con un tallo lignificado, que se ramifica por arriba de la base), arbusto (planta perenne con el tallo lignificado, que se ramifica a partir de la base), hierba (planta con tallos anuales, no lignificados), liana (planta trepadora, leñosa) y epífita (que se desarrolla sobre otra planta), se obtuvieron los datos que se muestran en el Cuadro 1, donde se puede apreciar que las hierbas es la forma de vida más abundante en cuanto a número de especies, seguida de los árboles.

Cuadro 1. Formas de vida y número de especies asociadas a cada una de ellas

Forma de vida	No. de especies
Árbol	119 (28.67 %)

Arbusto	76 (18.31 %)
Hierba	142 (34.22 %)
Liana	12 (2.89 %)
Epífita	66 (15.90 %)

5.2 Endemismo y categorías de riesgo de las especies vegetales

Al analizar la distribución de las 415 plantas reportadas en este estudio, 67 de ellas (16.14 %) se encuentran restringidas al territorio nacional de México. Mientras que únicamente las poblaciones de *Bouvardia castilloi* Borhidi et García Gonz. se limitan al estado de Veracruz (Figura 4).



Figura 4. *Bouvardia castilloi* de la familia de las Rubiáceas, especie endémica del estado de Veracruz

De las 415 especies mencionadas, 111 se encuentran en algún estatus de protección (Figura 5), tanto por la norma oficial mexicana como por los acuerdos internacionales. La norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, enlista en sus categorías de riesgo a 14 de las plantas aquí reportadas; la Convención sobre el

Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), contempla la protección de 50 especies vegetales de nuestra lista final; la base de datos de la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) tiene a bien considerar la protección de seis de las especies aquí mencionadas; por último, en el libro “The Red List of Mexican Cloud Forest Trees” consideran en algún estatus de protección a 52 de las especies mencionadas en este trabajo.

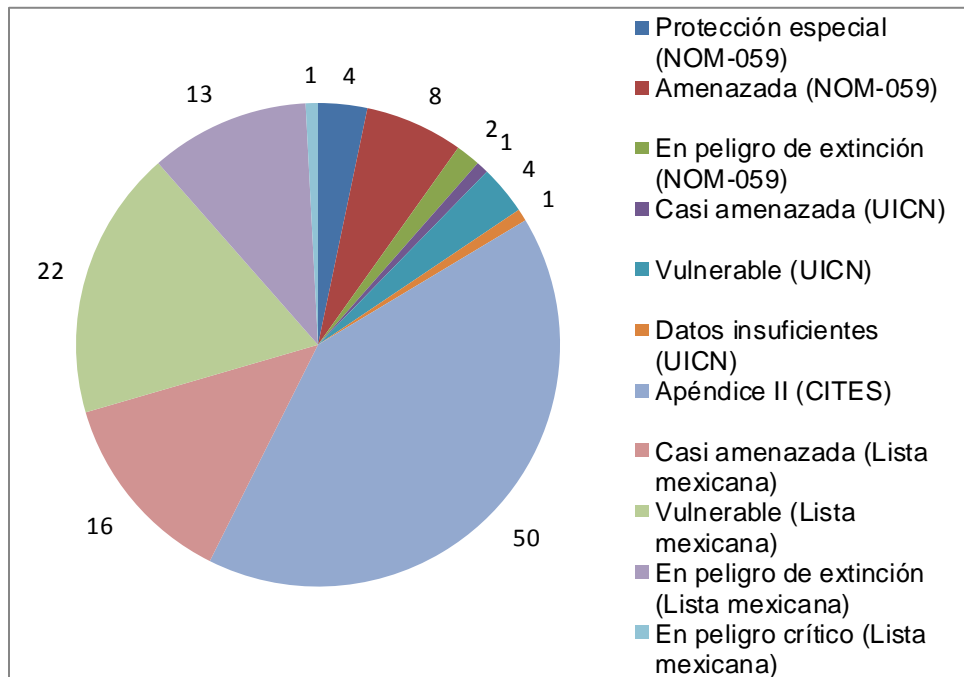


Figura 5. Número de especies catalogadas en algún estatus de riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2010, la lista roja de la IUCN, los apéndices del CITES y el libro The Red List of Mexican Cloud Forest Trees. La mayor categoría corresponde al Apéndice II del CITES, en el cual se incluyen a todas las orquídeas

6. DISCUSIÓN

El presente estudio aporta conocimientos florísticos dentro del Parque Nacional Cañón del Río Blanco (PNCRB) y en específico al municipio de Huiloapan de Cuauhtémoc, ya que los estudios en dicha zona eran escasos.

6.1 Inventario florístico

La riqueza de espermatofitas en el BMM de Huiloapan de Cuauhtémoc está representada por 415 especies, esto representa el 6.73 % de lo que Villaseñor y Gual-Díaz (2014) reportan para el país y el 10.07 % de las especies que se estiman para el BMM en el estado de Veracruz (Villaseñor, 2010).

Con respecto a los números reportados en otros estudios a nivel estatal y regional, la riqueza que aquí se pone de manifiesto es alta. Así, por ejemplo, en el estado de Veracruz este estudio, sólo es superado por lo que reporta Vázquez-Torres (2000) en el municipio de Jilotepec (607 especies), un municipio más extenso que Huiloapan. A nivel regional, la riqueza que reportan para la Reserva Bicentenario en Zongolica (Castillo-Hernández y Flores-Olvera, 2017) es ligeramente inferior a lo aquí mencionado (401 especies), aunque en la reserva de Zongolica la superficie es mucho menor.

Comparando los resultados de esta investigación con lo realizado en otros estados de la República Mexicana, *e.g.* en Hidalgo -de los más estudiados- se supera en lo que se reporta para los municipios de Tlanchinol (336 especies), Lolotla (359) y en lo reportado para Eloxochitlán y Tlahuelompa (394), pero es inferior en número de especies para el municipio de Tenango de Doria (452) (Luna-Vega *et al.*, 1994; Alcántara-Ayala y Luna-Vega, 1997; Alcántara-Ayala y Luna-Vega, 2001; Ponce-Vargas *et al.*, 2006). Otro estado con una gran superficie de BMM es Chiapas, donde en una localidad del municipio de San Cristóbal de las Casas se registraron 125 especies, pero en el municipio de La Concordia se reportaron 234 en el Cerro el Cebú y 507 en el

Cerro el Quetzal, estos últimos dentro de la Reserva El Triunfo (Ramírez-Marcial *et al.*, 1998; Martínez-Meléndez *et al.*, 2008; Pérez-Farrera *et al.*, 2012).

De acuerdo con la composición de especies, se comparó la similitud que guardan el presente estudio con tres trabajos: el realizado en el PNCRB (Rivera-Hernández, 2015), en la reserva Bicentenario en Zongolica (Castillo-Hernández y Flores-Olvera, 2017) y el realizado en Coatepec (García-Franco *et al.*, 2008), por ser trabajos dentro del área de estudio, en la región y en el estado, respectivamente. De esto podemos observar que, de las 517 especies que suman el presente trabajo y lo que se reporta para el BMM en el PNCRB, se comparten 235; para el caso de la reserva en Zongolica, de las 605 de la sumatoria, en ambos listados aparecen 167; mientras que, para Coatepec, sólo se da el caso de 52 especies registradas en ambos proyectos. Cabe mencionar que únicamente 20 especies se comparten entre los cuatro estudios en cuestión.

Las familias botánicas Orchidaceae y Bromeliaceae (que albergan en su gran mayoría especies con hábitos epífitos) resultaron ser de las más ricas en especies, coincidiendo con las características del BMM de presentar una abundancia en epífitas. De igual manera se presenta la tendencia de la riqueza superior de las Orchidaceae superando a las Asteraceae y Fabaceae -familias más diversas a nivel nacional-, tal como lo reporta Rzedowski (1996) para los bosques mesófilos del país. De las familias que se localizan preferentemente en el BMM, el 45.46 % se registraron para el municipio de Huiloapan, de ellas, Orchidaceae, Lauraceae y Begoniaceae están bien representadas. También se reporta el 38.46 % de las familias cuyos representantes mexicanos prosperan exclusiva o casi exclusivamente en el BMM tales como Brunelliaceae, Chloranthaceae y Sabiaceae (Rzedowski, 1996). Con respecto a los géneros de árboles cuantitativamente importantes en el BMM de México, en el presente trabajo se reporta el 66.67 % de los que menciona Rzedowski (1996), algunos de ellos son: *Carya*, *Liquidambar*, *Oreomunnea*, *Symplocos* y *Styrax*.

En cuanto a las formas de vida se refiere, las hierbas fueron las mejor representadas, debido a su ciclo de vida, ya que la mayoría de ellas se encuentran en

etapa reproductiva al ser anuales, mientras que algunos árboles no se encontraron con partes reproductivas (flor o fruto).

Cabe mencionar la ausencia de géneros de árboles como *Alfaroa*, *Magnolia*, *Podocarpus* y *Phyllonoma*, géneros que se han reportado de la región pero que no se lograron registrar en el presente estudio. También es importante mencionar las especies que fueron introducidas por el hombre y que se han adaptado exitosamente al medio, entre ellas están la berenjena (*Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendtn.), el chino (*Impatiens balsamina* L.), la higuera (*Ricinus communis* L.), el níspero (*Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl.) y la pomarrosa (*Syzygium jambos* (L.) Alston) por mencionar algunas.

6.2 Endemismo y categorías de riesgo de las especies vegetales

De acuerdo con lo reportado por Rzedowski (1996) y Villaseñor (2010), el BMM es rico en especies endémicas de México, reportando el 30 % y 20.3 %, respectivamente, de la flora total de nuestro país. En este sentido, las 67 especies endémicas de México y una más restringida al estado de Veracruz (*Bouvardia castilloi* Borhidi et García Gonz.) registradas en este estudio manifiestan una cifra baja, ya que representan el 2.88 % de las especies endémicas a nivel nacional exclusivas del BMM y el 7.89 % de las especies endémicas asociadas al BMM que se reportan para el estado de Veracruz (Villaseñor, 2010).

Cabe destacar la presencia de *Manfreda verhoekiae* García-Mend. y de la orquídea *Goodyera brachyceras* (A. Rich. et Galeotti) Garay et G.A. Romero, las cuales representan nuevos registros para la flora de Veracruz. Otro registro importante es *Dioscorea orizabensis* Uline, la cual significa un redescubrimiento para la flora de Veracruz, ya que sus únicas colectas se remontan a 1853 por parte de Frederick Müller y en 1892 por Eugene Bourgeau y no se había vuelto a coleccionar en este estado (Gómez-Pompa et al., 2010).

Las 111 especies que se encuentran bajo algún estatus de protección, representan el 26.75 % del total de especies reportadas, esto sin considerar la categoría Preocupación Menor en las Listas Rojas tanto de la IUCN como la de los árboles del bosque de niebla mexicano, ya que no es considerada una categoría de riesgo. De las 14 especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, ocho se encuentran en la categoría Amenazada, cuatro se ubican como especies Sujetas a Protección Especial y dos de ellas se catalogan como especies En Peligro de Extinción (*Mortoniiodendron guatemalense* Standl. et Steyerm. y *Tilia americana* var. *mexicana* (Schltdl.) Hardin). Los Apéndices de CITES enlistan un total de 50 especies aquí reportadas, todas ellas en el Apéndice II, en el cual se incluyen las especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia. Para el caso de la Lista Roja de la IUCN, cuatro se consideran especies Vulnerables, una aparece como Casi Amenazada y una más presenta Datos Insuficientes para ser catalogada en la Lista (*Dioscorea orizabensis* Uline). Por último, dentro de las especies protegidas en la Lista Roja de los árboles del bosque de niebla mexicano, se ubican a 16 en la categoría Casi Amenazada, 22 como Vulnerables, 13 en Peligro y una en Peligro Crítico (*Quercus pinnativenulosa* C.H. Mull.).

Algunas de las especies que se destacan por encontrarse en dos categorías de protección son: *Cornus florida* var. *urbiniana* (Rose) Wangerin, como Vulnerable para la Lista Roja de los árboles del bosque de niebla mexicano y Sujeta a Protección Especial según la NOM-059-SEMARNAT-2010; *Rhynchosstele rossii* (Lindl.) Soto Arenas et Salazar, catalogada Amenazada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en el Apéndice II de CITES; *Tilia americana* var. *mexicana* (Schltdl.) Hardin, en Peligro de extinción para la NOM-059-SEMARNAT-2010 y Vulnerable en la Lista Roja de árboles mexicanos del bosque nuboso; y *Cupressus lusitanica* var. *benthamii* (Endl.) Carrière, la cual aparece en la Lista Roja de la IUCN como Casi Amenazada y como especie Sujeta a Protección Especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Figura 6).



Figura 6. Especies en algún estatus de protección. Izquierda: *Rhynchosstele rossii*, orquídea catalogada como Amenazada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en el Apéndice II de CITES; Derecha: *Tilia americana* var. *mexicana*, árbol en Peligro de extinción para la NOM-059-SEMARNAT-2010 y Vulnerable en la Lista Roja de árboles mexicanos del bosque nuboso

7. CONCLUSIONES

Los relictos del bosque mesófilo de montaña localizados en el municipio de Huiloapan de Cuauhtémoc presentan una gran diversidad florística, reportando 415 especies de espermatofitas, pertenecientes a 294 géneros y estos a su vez incluidos en 112 familias botánicas. El número de especies representa el 6.73 % de lo reportado para el país y el 10.07 % de las especies que se estiman para el estado de Veracruz en este tipo de vegetación. De las 415 especies de plantas productoras de semillas (espermatofitas) que se reportan en este estudio, 207 correspondieron a especies leñosas (árboles, arbustos y lianas) y de éstas, 138 fueron reconocidas en los muestreos, por lo que el complemento de los muestreos sistemáticos con el inventario florístico permitió obtener un reconocimiento más completo de la flora del sitio de estudio.

El área de estudio representa una zona de refugio para un gran número de especies que peligran en su supervivencia, ya que de las 415 aquí reportadas, 111 se encuentran en algún estatus de protección tanto por normas mexicanas como por acuerdos internacionales, por lo que el presente estudio significa un motivo más para que el Parque Nacional Cañón del Río Blanco mantenga su estatus de Área Natural Protegida. El nivel de endemismo resultó ser relativamente bajo, ya que solamente 67 especies son exclusivas del territorio mexicano y una más se restringe al estado de Veracruz. Se reporta la presencia de *Manfreda verhoekiae* García-Mend. y de la orquídea *Goodyera brachyceras* (A. Rich. et Galeotti) Garay et G.A. Romero como nuevos registros para la flora de Veracruz y el redescubrimiento de *Dioscorea orizabensis* Uline, la cual no se colectaba desde 1892 en el estado de Veracruz.

A pesar que el periodo de colecta se llevó a cabo durante un año completo -con el fin de abarcar la fenología reproductiva de la mayor cantidad de especies- no se puede considerar un listado terminado en su totalidad, ya que lo accidentado de la topografía hacen que el acceso sea difícil en todas las porciones del cerro donde se realizó la investigación de campo, sin embargo, el presente inventario florístico contribuye al conocimiento de la biodiversidad de la región, sentando las bases para futuras investigaciones, así como para la toma de decisiones en pro de la conservación del bosque mesófilo de montaña y del ambiente en general.

8. RECOMENDACIONES

A sabiendas que el presente trabajo es solo una pequeña contribución en el conocimiento de la flora que alberga el BMM en la región de las altas montañas, me permito hacer unas recomendaciones para los trabajos futuros, que tengo la seguridad serán en pro de la conservación y buen manejo de este importante bosque:

- Se sugiere continuar con los trabajos florísticos en los bosques mesófilos en la región de las altas montañas, ya que aún existen otras zonas poco o nada exploradas como Huatusco y Tezonapa.
- Los inventarios florísticos y los muestreos sistemáticos deben ser complementos para una descripción lo más fiel a la realidad de la vegetación en cuestión.
- De acuerdo a lo observado en campo, se sugiere a las autoridades competentes que los programas de reforestación en el cerro de San Cristóbal se realicen considerando especies propias del BMM.



LITERATURA CITADA

- Alcántara-Ayala, O. e I. Luna-Vega. (1997). Florística y análisis biogeográfico del bosque mesófilo de montaña de Tenango de Doria, Hidalgo, México. *Anales del Instituto de Biología. Serie Botánica* 68(2): 57-106.
- Alcántara-Ayala, O. e I. Luna-Vega. (2001). Análisis florístico de dos áreas con bosque mesófilo de montaña en el estado de Hidalgo, México: Eloxochitlán y Tlahuelompa. *Acta Botánica Mexicana* 54: 51-87.
- Alcántara, O., I. Luna y A. Velázquez. (2002). Altitudinal distribution patterns of Mexican cloud forests based upon preferential characteristic genera. *Plant Ecology* 161: 167–174.
- APG IV. (2016). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society* 181: 1-20.
- Arellanes-Cancino, Y. (2000). Análisis estructural de un bosque mesófilo de montaña de *Ticodendron incognitum* en la Sierra Norte de Oaxaca, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 83 pp.
- Ávila-Sánchez, P., A. Sánchez-González y C. Catalán-Everástico. (2010). Estructura y composición de la vegetación del Cañón del Zopilote, Guerrero, México. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 16(2): 119-138.
- Bermeo-Estrella, D.F. (2010). Determinación y caracterización de tipos funcionales de plantas (TFPs) en bosques secundarios dentro de un gradiente altitudinal y su relación con variables bioclimáticas. Tesis de Maestría. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 126 pp.
- Boyle, B.L. (1996). Changes on altitudinal and latitudinal gradients in neotropical montane forests. Tesis de Doctorado. Universidad de Washington. San Luis, Estados Unidos de América. 275 pp.

- Briones, O.L. (1991). Sobre la flora, vegetación y fitogeografía de la Sierra de San Carlos, Tamaulipas. *Acta Botánica Mexicana* 16: 15-43.
- Campos-Villanueva A. y J.L. Villaseñor. (1995). Estudio florístico de la porción central del municipio de San Jerónimo Coatlán, Distrito de Miahuatlán (Oaxaca). *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 56: 95-120.
- Cartujano, S., S. Zamudio, O. Alcántara e I. Luna. (2002). El bosque mesófilo de montaña en el municipio de Landa de Matamoros, Querétaro, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 70: 13-43.
- Castillo-Campos, G., S. Avendaño-Reyes y M.A. Medina-Abreo. (2011). Flora y vegetación. Pp. 163-179. En: Cruz-Angón, A. (Coord.). *La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana e Instituto de Ecología, A.C. México.
- Castillo-Hernández, L.A. y H. Flores-Olvera (2017). Floristic composition of the cloud forest of the Bicentenario Reserve, Zongolica, Veracruz, México. *Botanical Sciences* 95 (3): 1-25.
- Catalán-Heverástico, C., L. López-Mata y T. Terrazas. (2003). Estructura, composición florística y diversidad de especies leñosas de un bosque mesófilo de montaña de Guerrero, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* 74(2): 209-230.
- CEIEG (Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica del Estado de Veracruz). (2016). Cuadernillos municipales 2016. Huiloapan. (en línea). Consultado el 15 de junio del 2017. Disponible en: <http://ceieg.veracruz.gob.mx/cuadernillos-municipales-2016/>.
- Challenger, A. (1998). *Utilización y Conservación de los Ecosistemas Terrestres de México, Pasado, Presente y Futuro*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México. Pp. 443-518.

- Challenger, A. y R. Dirzo. (2009). Factores de cambio y estado de la biodiversidad. Pp. 37-73. En: Sarukhán, J. (Coord.). *Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México.
- Cházaro, M. (1992). Exploraciones botánicas en Veracruz y estados circunvecinos I. Pisos altitudinales de vegetación en el centro de Veracruz y zonas limítrofes con Puebla. *La Ciencia y el Hombre* 10: 67-115.
- Cid-Mora, O. (2015). Mamíferos medianos y grandes del bosque mesófilo de montaña del Parque Nacional “Cañón del Río Blanco”, Veracruz, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Veracruzana. Córdoba, Veracruz, México. 109 pp.
- CITES. (2017). *Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres*. Apéndices I, II y III. 47 pp.
- Colwell, R.K. (2013). Estimate S: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9 User's Guide and application. Department of Ecology & Evolutionary Biology, University of Connecticut, Storrs, USA. Disponible en: purl.oclc.org/estimates.
- Corral-Rivas, J., O.A. Aguirre-Calderón, J. Jiménez-Pérez y J.J. Návar-Chaidez. (2002). Muestreo de diversidad y observaciones ecológicas del estrato arbóreo del bosque Mesófilo de Montaña El Cielo, Tamaulipas, México. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 8(2): 125-131.
- Diego-Pérez, N., S. Peralta-Gómez y B. Ludlow-Wiechers. (2001). *Estudios florísticos en Guerrero. Número 11. El Jilguero. Bosque Mesófilo de Montaña*. Prensas de Ciencias. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 42 pp.
- Espinosa, D., S. Ocegueda, C. Aguilar, O. Flores y J. Llorente-Bousquets. (2008). El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural. P.p. 33-65. En: Sarukhán, J. (coord.). *Capital natural de México, Vol. I: Conocimiento*

actual de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México.

Estrada-Contreras, I., M. Equihua, G. Castillo-Campos y O. Rojas-Soto. (2015). Climate change and effects on vegetation in Veracruz, Mexico: an approach using ecological niche modelling. *Acta Botánica Mexicana* 112: 73-93.

Fortanelli-Martínez, J., J. García-Pérez y P. Castillo-Lara. (2014). Estructura y composición de la vegetación del bosque de niebla de Copalillos, San Luis Potosí, México. *Acta Botánica Mexicana* 106: 161-186.

García-Franco, J.G., G. Castillo-Campos, K. Mehltreter, M.L. Martínez y G. Vázquez. (2008). Composición florística de un bosque mesófilo del centro de Veracruz, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 83: 37-52.

Gómez-Pompa, A., T. Krömer y R. Castro-Cortés. (Coord.) (2010). *Atlas de la flora de Veracruz. Un patrimonio natural en peligro*. Gobierno del Estado de Veracruz y Universidad Veracruzana. México. 528 pp.

González-Espinosa, M., J.A. Meave, F.G. Lorea-Hernández, G. Ibarra-Manríquez y A. Newton. (2011). *The Red List of Mexican Cloud Forest Trees*. Fauna & Flora International. Cambridge, UK. 149 pp.

González-Zamora, A., M. Esperón-Rodríguez y V.L. Barradas. (2016). Mountain cloud forest and grown-shade coffee plantations: A comparison of tree biodiversity in central Veracruz, México. *Forest Systems* 25(1): 1-11.

Gual-Díaz, M. y F. González-Medrano. (2014). Los bosques mesófilos de montaña en México. P.p. 27-68. En: Gual-Díaz, M. y A. Rendón-Correa (comps.). (2014). *Bosques mesófilos de montaña de México: diversidad, ecología y manejo*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México.

Hernández-Hernández, M. (2004). Estructura y composición florística de un bosque mesófilo de montaña en la Sierra Madre del Sur de Oaxaca. Trabajo de servicio

social, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. México, D.F. 48 pp.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2010). *Compendio de información geográfica municipal 2010. Huiloapan de Cuauhtémoc, Veracruz de Ignacio de la Llave*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 10 pp.

IPNI (2015). The International Plant Names Index. Kew Royal Botanic Gardens, England. (en línea). Consultado el 14 de enero del 2016. Disponible en: <http://www.ipni.org/index.html>.

IUCN. (2016). *The IUCN Red List of Threatened Species*. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. (en línea). Consultado el 1 de diciembre de 2016. Disponible en: <http://www.iucnredlist.org/search>.

Kalwij, J.M., M.P. Robertson y B.J. van Rensburg. (2015). Annual monitoring reveals rapid upward movement of exotic plants in a montane ecosystem. *Biol. Invasions* 17: 3517-3529.

Lieberman, D., M. Lieberman, R. Peralta y G.S. Hartshorn. (1996). Tropical forest structure and composition on a large-scale altitudinal gradient in Costa Rica. *Journal of Ecology* 84:137-152.

López-Pérez, Y., J.D. Tejero-Díez, A.N. Torres-Díaz e I. Luna-Vega. (2011). Flora del bosque mesófilo de montaña y vegetación adyacente en Avándaro, Valle de Bravo, Estado de México, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 88: 35-53.

Lot, A. y F. Chiang. (1986). *Manual de herbario*. Consejo Nacional de la Flora de México. México. 142 pp.

Louman, B., D. Quiroz y M. Nilson. (2001). *Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 265 pp.

- Lozada, L., M.E. León, J. Rojas y R. de Santiago. (2003). *Estudios florísticos en Guerrero. Número 13. Bosque mesófilo de montaña en el Molote*. Prensas de Ciencias. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 35 pp.
- Luna-Vega, I., L. Almeida, L. Villers y L. Lorenzo. (1988). Reconocimiento florístico y consideraciones fitogeográficas del bosque mesófilo de montaña de Teocelo, Veracruz. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 48: 35-63.
- Luna-Vega, I., L. Almeida-Leñero y J. Llorente-Bousquets. (1989). Florística y aspectos fitogeográficos del bosque mesófilo de montaña de las cañadas de Ocuilan, estados de Morelos y México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* 59(1): 63-87.
- Luna-Vega, I., S. Ocegueda-Cruz y O. Alcántara-Ayala. (1994). Florística y notas biogeográficas del bosque mesófilo de montaña del municipio de Tlanchinol, Hidalgo, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* 65(1): 31-62.
- Margalef, R. (1995). *Ecología*. Editorial Omega. Barcelona, España. 951 pp.
- Martínez-Meléndez, J., M.A. Pérez-Farrera y O. Farrera-Sarmiento. (2008). Inventario florístico del Cerro El Cebú y zonas adyacentes en la Reserva de la Biosfera El Triunfo (polígono V), Chiapas, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 82: 21-40.
- Mayorga-Saucedo, R., I. Luna-Vega y O. Alcántara-Ayala. (1998). Florística del bosque mesófilo de montaña de Molocotlán, Molango-Xochicoatlán, Hidalgo, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 63: 101-119.
- Mazzola, M.B., A.G. Kin, E.F. Morici, F.J. Babinec y G. Tamborini. (2008). Efecto del gradiente altitudinal sobre la vegetación de las sierras de Lihue Calel (La Pampa Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 43(1-2): 103-119.

- Meave, J., M.A. Soto, L.M. Calvo-Irabien, H. Paz-Hernández y S. Valencia-Ávalos. (1992). Análisis sinecológico del bosque mesófilo de montaña de Omiltemi, Guerrero. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 52: 31-77.
- Mejía-Domínguez, N.R., J.A. Meave y C.A. Ruiz-Jiménez. (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.
- Méndez, E. (2004). La vegetación de los Altos Andes I. Pisos de vegetación del flanco oriental del Cordón del Plata (Mendoza, Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 39: 227-253.
- Miranda, F. (1947). Estudios sobre la vegetación de México. V. Rasgos de la vegetación en la Cuenca del Río de las Balsas. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 8: 95-114.
- Miranda, F. y E. Hernández X. (1963). Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 28: 29-179.
- Morales-Arias, J.G., R. Cuevas-Guzmán, J.L. Rodríguez-Hernández, L. Guzmán Hernández, N.M. Núñez-López, E.V. Sánchez-Rodríguez, A. Solís-Magallanes y F.J. Santana-Michel. (2016). Flora vascular de Villas de Cacoma, sierra de Cacoma, Jalisco, México. *Botanical Sciences* 94(2): 393-418.
- Moreno, N.P. (1984). *Glosario botánico ilustrado*. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Xalapa, Veracruz, México. 300 pp.
- Moreno, C.E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. Manuales y Tesis SEA, Vol. 1. Zaragoza, España. 84 pp.
- Mueller-Dombois, D. y H. Ellenberg. (1974). *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley & Sons. Nueva York, Estados Unidos de América. 547 pp.
- Muñoz-Mendoza, M.E. (1992). Distribución de especies arbóreas del bosque mesófilo de montaña en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán. Tesis de

Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco 102 pp.

Neyra, L. y L. Durand. (1998). Biodiversidad. P.p. 62-102. En: CONABIO. *La diversidad biológica de México: Estudio de país*. Comisión para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México

ONU (Organización de las Naciones Unidas). (1992). *Convenio sobre la diversidad biológica*. (en línea). Consultado el 02 de febrero del 2018. Disponible en: <https://www.cbd.int/convention/text/>

Ortega-Escalona, F. y G. Castillo-Campos. (1996). El bosque mesófilo de montaña y su importancia forestal. *Ciencias* 43: 32-39.

Pérez-Farrera, M.A., C. Tejeda-Cruz y E. Silva-Rivera. (2010). *Los bosques mesófilos de montaña en Chiapas. Situación actual, diversidad y conservación*. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH). México. 326 pp.

Pérez-Farrera, M.A., R. Martínez-Camilo, N. Martínez-Meléndez, O. Farrera-Sarmiento y S. Maza-Villalobos. (2012). Listado florístico del Cerro El Quetzal (polígono III) de la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas, México. *Botanical Sciences* 90 (2): 113-142.

Pérez-Pacheco, A. (1986). Estudio de vegetación en el municipio de Ixtaczoquitlán, Veracruz. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Veracruzana. Córdoba, Veracruz, México. 209 pp.

Ponce-Vargas, A., I. Luna-Vega, O. Alcántara-Ayala y C.A. Ruiz-Jiménez. (2006). Florística del bosque mesófilo de montaña de Monte Grande, Lolotla, Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 77: 177-190.

Puig, H., R. Bracho y V. Sosa. (1983). Composición florística y estructura del bosque mesófilo de montaña en Gómez Farías, Tamaulipas, México. *Biótica* 8: 339-359.

Puig, H. y R. Bracho. (1987). *El bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas*. Instituto de Ecología. México, D.F. 186 pp.

- Rahbek, C. (1995). The elevation gradient of species richness: a uniform pattern? *Ecography* 18: 200-205.
- Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (comp.). (1998). *Diversidad biológica de México: orígenes y distribución*. Universidad Nacional Autónoma de México. México, DF. 792 pp.
- Ramírez-Marcial, N., S. Ochoa-Gaona, M. González-Espinoza y P.F. Quintana Ascencio. (1998). Análisis florístico y sucesional en la estación biológica Cerro Huitepec, Chiapas, México. *Acta Botánica Mexicana* 44: 59-85.
- Rivera-Hernández, J.E. (2015). Flora, vegetación y priorización de áreas de conservación del Parque Nacional Cañón del Río Blanco, Veracruz, México. Tesis de Doctorado. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Universidad Nacional y Universidad Estatal a Distancia. San Carlos, Costa Rica. 254 pp.
- Ruiz-Jiménez, C.A., J. Meave y J.L. Contreras-Jiménez. (1999). El bosque mesófilo de la región de Puerto Soledad (Oaxaca), México: análisis estructural. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 65: 23-37.
- Ruiz-Jiménez, C.A., O. Téllez-Valdés e I. Luna-Vega. (2012). Clasificación de los bosques mesófilos de montaña de México: afinidades de la flora. *Revista mexicana de Biodiversidad* 83: 1110-1144.
- Rzedowski, J. (1978). *Vegetación de México*. Editorial Limusa. México, DF. 432 pp.
- Rzedowski, J. (1996). Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de montaña de México. *Acta Botánica Mexicana* 35: 25-44.
- Salas-Morales, S.H. y J.A. Meave. (2012). Elevational patterns in the vascular flora of a highly diverse region in southern Mexico. *Plant Ecol.* 213: 1209-1220.
- Salazar, G.A. y E.W. Greenwood. (1993). *Govenia praecox*, a new orchid species from Veracruz. *Orquídea* 13: 113-120.

- Sánchez-Rodríguez, E.V., L. López-Mata, E. García-Moya y R. Cuevas-Guzmán. (2003). *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 73: 17-34.
- Sanders, N.J. y C. Rahbek. (2012). The patterns and causes of elevational diversity gradients. *Ecography* 35: 1-3.
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2010). *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres- Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo*. Diario Oficial de la Federación. Jueves 30 de diciembre de 2010. Segunda Sección. Pp. 1-77.
- Solís-Morales, A. (2011). Estructura y composición de los bosques de Montaña en la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas, México. Tesis de Ingeniería. División de Agronomía, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. 84 pp.
- Sosa, V., B. Schubert y A. Gómez-Pompa. (1987). *Dioscoreaceae. Flora de Veracruz, fascículo 53*. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Xalapa, Ver. México. 36 pp.
- Subsecretaría del Medio Ambiente. (2000). *Área Natural Protegida Cerro del Borrego. Programa de Manejo. Serie "Protejamos Nuestro Medio Ambiente"*. Sistema Estatal de Áreas Naturales Protegidas. Volumen 3. Secretaría de Desarrollo Regional. Gobierno del Estado de Veracruz, México. 79 pp.
- Tanner, E.V.J. (1977). Four montane rain forests of Jamaica: A quantitative characterization of the floristics, the soils and the foliar mineral levels, and a discussion of the interrelations. *Journal of Ecology* 65: 883-918.
- Thuiller, W., S. Lavorel, M.B. Araújo, M.T. Sykes e I.C. Prentice. (2005). Climate change threats to plant diversity in Europe. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 102: 8245-8250.

- Toledo, T. (Ed.). (2010). *El Bosque Mesófilo de Montaña en México: Amenazas y Oportunidades para su Conservación y Manejo Sostenible*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México DF. 197 pp.
- Toledo, T., J.A. Meave, M. González-Espinosa y N. Ramírez-Marcial. (2011). Tropical montane cloud forests: current threats and opportunities for their conservation and sustainable management in Mexico. *Journal of Environmental Management* 92: 974-981.
- Tropicos.org. (2017). *Tropicos.org. Missouri Botanical Garden*. (en línea). Consultado el 23 de junio de 2017. Disponible en: <http://www.tropicos.org>.
- Vázquez-Torres, V. (1977). Contribución al estudio de la región de Zongolica, Veracruz. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología de la Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz, México. 119 pp.
- Vázquez-Torres, V. (2000). Riqueza fanerogámica del municipio de Jilotepec, Veracruz, México. Tesis de Maestría en Ciencias. Instituto de Genética Forestal de la Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz, México. 232 pp.
- Villaseñor, J.L. (2010). *El bosque húmedo de montaña en México y sus plantas vasculares: catálogo florístico-taxonómico*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) - Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México, D.F. 40 pp.
- Villaseñor, J.L. y E. Ortiz. (2014). Biodiversidad de las plantas con flores (División Magnoliophyta) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Supl. 85: 134-142.
- Villaseñor, J.L. y M. Gual-Díaz. (2014). El bosque mesófilo de montaña en México y sus plantas con flores. P.p. 221-236. En: Gual-Díaz, M. y A. Rendón-Correa (comps.). (2014). *Bosques mesófilos de montaña de México: diversidad, ecología y manejo*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México.

- Villaseñor, J.L. (2015). ¿La crisis de la biodiversidad es la crisis de la taxonomía? *Botanical Sciences* 93 (1): 3-14.
- Villaseñor, J.L. (2016). Catálogo de las plantas vasculares nativas de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 87: 559-902.
- Whittaker, R.H., S.W. Buol, W.A. Niering y Y.H. Havens. (1967). A soil and vegetation pattern in the Santa Catalina Mountains, Arizona. *Ecology* 48: 440-450.
- Williams-Linera, G. (1991). Nota sobre la estructura del estrato arbóreo del bosque mesófilo de montaña en los alrededores del campamento “El Triunfo”, Chiapas. *Acta Botánica Mexicana* 13: 1-7.
- Williams-Linera, G., I. Pérez-García y J. Tolome. (1996). El bosque mesófilo de montaña y un gradiente altitudinal en el centro de Veracruz, México. *La Ciencia y el Hombre* 8(23): 149-161.
- Williams-Linera, G. (2002). Tree species richness complementary, disturbance and fragmentation in a Mexican tropical montane cloud forest. *Biodiversity and Conservation* 11: 1825-1843.
- Williams-Linera, G., R.H. Manson y E. Isunza-Vera. (2002). La fragmentación del bosque mesófilo de montaña y patrones de uso del suelo en la región oeste de Xalapa, Veracruz, México. *Madera y Bosques*. 8(1): 73-89.
- Williams-Linera, G. (2007). *El bosque de niebla del centro de Veracruz: ecología, historia y destino en tiempos de fragmentación y cambio climático*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) - Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Veracruz, México. 208 pp.
- Williams-Linera, G., M. Toledo-Garibaldi y C. Gallardo. (2013). How heterogeneous are the cloud forest communities in the mountains of central Veracruz, Mexico?. *Plant Ecol.* 214: 685-701.

Williams-Linera, G. (2015). El bosque mesófilo de montaña, veinte años de investigación ecológica. ¿Qué hemos hecho y hacia dónde vamos?. *Madera y Bosques* 21: 51-61.

Williams-Linera, G. y Q. Vizcaíno-Bravo. (2016). Cloud forests on rock outcrop and volcanic soil differ in indicator tree species in Veracruz, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 87: 1265-1274.

Zamora-Crescencio, P. (2003). Contribución al estudio florístico y descripción de la vegetación del municipio de Tenabo, Campeche, México. *Polibotánica* 15: 1-40.

ANEXOS

Anexo 1. Las 10 principales especies leñosas de cada asociación localizada en los BMM de Huiloapan de acuerdo al Índice de Valor de Importancia.

Grupo 1 (sitios de 1 400 y 1 700 m snm)

Espece	Total de individuos	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Área basal	Dominancia relativa	IVI
<i>Quercus pinnativenulosa</i>	52	4.1667	4.1391	38093.2089	20.0754	9.4604
<i>Rogiera ligustroides</i>	173	13.8622	5.6291	5701.9580	3.0050	7.4988
<i>Carpinus tropicalis</i>	50	4.0064	3.9735	21772.5599	11.4743	6.4847
<i>Hampea integerrima</i>	87	6.9712	4.3046	6889.3856	3.6308	4.9689
<i>Ocotea psychotrioides</i>	78	6.2500	2.9801	4218.6240	2.2232	3.8178
<i>Turpinia insignis</i>	51	4.0865	3.8079	5897.6085	3.1081	3.6675
<i>Juglans pyriformis</i>	20	1.6026	2.3179	9852.4017	5.1923	3.0376
<i>Nectandra salicifolia</i>	45	3.6058	3.1457	3373.4572	1.7778	2.8431
<i>Myriocarpa longipes</i>	39	3.1250	2.4834	1770.0515	0.9328	2.1804
<i>Cornus excelsa</i>	34	2.7244	2.3179	2495.7514	1.3153	2.1192

Grupo 2 (bosque de *Oreomunnea mexicana*)

Espece	Total de individuos	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Área basal	Dominancia relativa	IVI
<i>Oreomunnea mexicana</i>	42	18.8341	10.6383	20078.2679	41.5070	23.6598
<i>Quercus pinnativenulosa</i>	14	6.2780	9.5745	12702.8073	26.2600	14.0375
<i>Gymnanthes longipes</i>	46	20.6278	9.5745	1840.0854	3.8039	11.3354
<i>Cojoba arborea</i>	23	10.3139	8.5106	5505.2944	11.3809	10.0685
<i>Rogiera ligustroides</i>	24	10.7623	9.5745	449.3262	0.9289	7.0886
<i>Prunus brachybotrya</i>	12	5.3812	5.3191	1752.7492	3.6234	4.7746
<i>Trophis mexicana</i>	11	4.9327	6.3830	178.2932	0.3686	3.8948
<i>Dendropanax arboreus</i>	6	2.6906	4.2553	1690.1058	3.4939	3.4799
<i>Arachnothryx buddleioides</i>	7	3.1390	4.2553	90.0694	0.1862	2.5268
<i>Prunus sp.</i>	5	2.2422	4.2553	337.0143	0.6967	2.3981

Grupo 3 (sitios de 2 000 m snm)

Especie	Total de individuos	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Área basal	Dominancia relativa	IVI
<i>Cojoba arborea</i>	47	5.7882	4.3127	22998.1813	12.1093	7.4034
<i>Psychotria</i> sp.	100	12.3153	7.2776	1319.4294	0.6947	6.7625
<i>Saurauia leucocarpa</i>	58	7.1429	5.3908	6772.0707	3.5657	5.3665
<i>Carpinus tropicalis</i>	34	4.1872	3.2345	14896.7616	7.8437	5.0885
<i>Alchornea latifolia</i>	38	4.6798	2.9650	13793.2461	7.2626	4.9691
<i>Clethra macrophylla</i>	27	3.3251	3.7736	14279.7373	7.5188	4.8725
<i>Persea americana</i>	18	2.2167	2.6954	17136.1827	9.0228	4.6450
<i>Turpinia insignis</i>	39	4.8030	5.1213	7539.2082	3.9697	4.6313
<i>Quercus pinnativenulosa</i>	8	0.9852	1.3477	21355.3722	11.2443	4.5258
<i>Senecio andrieuxii</i>	44	5.4187	3.2345	702.6092	0.3699	3.0077

Grupo 4 (bosque perturbado)

Especie	Total de individuos	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Área basal	Dominancia relativa	IVI
<i>Quercus</i> sp.	48	30.9677	12.6582	16836.4277	61.6054	35.0771
<i>Lysiloma divaricatum</i>	28	18.0645	12.6582	4228.5671	15.4725	15.3984
<i>Annona cherimola</i>	15	9.6774	10.1266	1957.4789	7.1625	8.9888
<i>Bunchosia biocellata</i>	7	4.5161	6.3291	503.3616	1.8418	4.2290
<i>Diphyssa floribunda</i>	6	3.8710	6.3291	197.9674	0.7244	3.6415
<i>Myrsine coriacea</i>	8	5.1613	5.0633	145.9269	0.5340	3.5862
<i>Pinus pseudostrobus</i>	3	1.9355	2.5316	1310.0910	4.7937	3.0869
<i>Vernonanthura</i> sp.	4	2.5806	5.0633	114.9666	0.4207	2.6882
<i>Ficus aurea</i>	3	1.9355	3.7975	635.0414	2.3236	2.6855
<i>Eriobotrya japonica</i>	3	1.9355	3.7975	180.1703	0.6593	2.1307

Anexo 2. Lista florística del bosque mesófilo de montaña del municipio de Huiloapan de Cuauhtémoc. Endemismo: Mex = Endémica a México; Ver = Endémica a Veracruz. Categoría de riesgo NOM-059-SEMARNAT-2010 (NOM-059): Pr = Sujetas a Protección Especial, A = Amenazadas, P = En Peligro de Extinción; Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN): CR = Peligro Crítico, EN = En Peligro, VU = Vulnerable, NT = Casi Amenazada, DD= Datos Insuficientes; Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES): I = Apéndice I, II = Apéndice II y III = Apéndice III. Lista roja de los árboles del bosque de niebla mexicano: CA = Casi Amenazado, V = Vulnerable, Pe = En Peligro, PC = Peligro Crítico.

La lista de los nombres completos de los colectores se muestra en el Anexo 4 y los nombres de los herbarios con sus acrónimos se presentan en el Anexo 5. Al ser mayoría, no se especifica el herbario en las colectas que están depositadas en el herbario CORU “Jerzy Rzedowski Rotter” de la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Veracruzana, región Orizaba-Córdoba.

GIMNOSPERMAS

CUPRESSACEAE

Cupressus lusitanica var. *benthamii*
(Endl.) Carrière ^{Pr, NT}

SMJ 193

PINACEAE

Pinus pseudostrobus Lindl.

SMJ 280, 394

ANGIOSPERMAS

CHLORANTHACEAE

Hedyosmum mexicanum C. Cordem. ^{VU}

SMJ 158, 387

MAGNÓLIDAS

LAURACEAE

Litsea aff. *guatemalensis* Mez ^{CA}

JERH 5787; SMJ 194

Damburneya gentlei (Lundell) Trofimov ^V

AFVR 1735

D. salicifolia (Kunth) Trofimov et Rohwer
^{CA}

AFVR 285, 494; SMJ 175

Ocotea helicterifolia (Meisn.) Hemsl. ^V

SMJ 177, 231

O. psychotrioides Kunth ^{Mex, Pe}

AFVR 1596, 1663; SMJ 122, 184, 264, 351

Persea americana Mill. ^{Pe}

AFVR 230, 1501; HOR 1014

P. pallescens (Mez) Lorea-Hern. ^{Pe}

AFVR 1670; SMJ 124, 317, 381

P. schiedeana Nees ^{v, vu}

1737 AFVR

MONIMIACEAE

Mollinedia viridiflora Tul. ^v

AFVR 225, 1684; SMJ 169

PIPERACEAE

Peperomia blanda (Jacq.) Kunth

AFVR 1639

P. bracteata A.W. Hill

AFVR 1640

P. epidendron C. DC. ^{Mex}

HOR s/n

P. obtusifolia (L.) A. Dietr.

AFVR 1409; HOR 758

P. quadrifolia (L.) Kunth

AFVR 1562; HOR 759, 1414

P. tetraphylla Hook. et Arn.

JERH 5596; HOR 755

Piper amalago L.

AFVR 223, 1465; SMJ 346, 353, 355

P. glabrescens (Miq.) C. DC.

AFVR 1675; SMJ 120

P. martensianum C. DC.

AFVR 1512; SMJ 341

MONOCOTILEDÓNEAS

ALSTROEMERIACEAE

Bomarea acutifolia (Link et Otto) Herb.

AFVR 1680, 1693; HOR 1406; ALH 1092 (GH)

B. gloriosa (Schltdl. et Cham.) M. Roem. ^{Mex}

SMJ 374

AMARYLLIDACEAE

Sprekelia formosissima (L.) Herb.

AFVR 1533; JERH 5783

Zephyranthes lindleyana Herb.

JERH 5779

ARACEAE

Anthurium andicola Liebm.

FRF s/n

A. flexile subsp. *muelleri* (J.F. Macbr.) Croat et R.A. Baker

AFVR 1446

A. scandens (Aubl.) Engl.

AFVR 1618

A. schlechtendalii Kunth

AFVR 1506; HOR 1948; TBC 39548 (MO)

Arisaema macrospathum Benth. ^{Mex}

AFVR 1620; JERH 5780; SMJ 205; ALH 1075 (MEXU); TBC 39507 (MO)

Monstera deliciosa Liebm.

JIC 8559 (XAL); TBC 39528 (MO)

Philodendron advena Schott

TBC 39549 (MEXU)

Spathiphyllum cochlearispathum
(Liebm.) Engl.

SMJ 337

Syngonium neglectum Schott

TBC 39550 (MO)

ARECACEAE

Chamaedorea oreophila Mart. ^{Mex, A}

JIC 8594 (XAL); RA 115, 116 (XAL)

Ch. pinnatifrons (Jacq.) Oerst. ^A

SVH 5

Ch. sartorii Liebm. ^A

SVH 7

Ch. schiedeana Mart. ^A

AFVR 224; SVH 6; ALH 1103 (MEXU);
FMG 4853 (MEXU); RA 113, 114 (XAL);
SAR 1067 (XAL)

ASPARAGACEAE

Maianthemum paniculatum (M. Martens
et Galeotti) La Frankie

AFVR 1453

Manfreda verhoekiae García-Mend. ^{Mex}

AFVR 1679

BROMELIACEAE

Catopsis nutans (Sw.) Griseb.

SMJ 398

C. sessiliflora (Ruiz et Pav.) Mez

AFVR 1683; SBR 4; ALH 1108 (MEXU);
FCC 464 (MEXU); NAB 5 (MEXU); TBC
39485 (MO)

Pitcairnia heterophylla (Lindl.) Berr.

AFVR 1535; NAB 3

P. ringens Link, Klotzsch et Otto ^{Mex}

AFVR 1517, 1732; HOR 1125

Tillandsia belloensis W. Weber ^{Mex}

AFVR 287

T. butzii Mez

JRR 12208 (ENCB)

T. deppeana Steud.

SBR 2

T. grandis Schldl.

ARLF 2446 (XAL); EMS 22647 (MEXU);
RH 2087 (MEXU)

T. gymnotrya Baker

Bour 3076 (P)

T. heterophylla E. Morren

JERH 5777; SMJ 301; TBC 39543

T. juncea (Ruiz et Pav.) Poir.

AFVR 1528; NAB 2; JIC 8591 (XAL)

T. kirchhoffiana Wittm. ^{Mex}

SMJ 399

T. lucida E. Morren ex Baker

NAB 4

T. macropetala Wawra ^{Mex}

AFVR 1521; SMJ 208

T. multicaulis Steud.

AFVR 1597; HOR 1405, 1946; Bour 3015 (P)

T. punctulata Schltld. et Cham.

SMJ 221; Bour 3075 (P)

T. schiedeana Steud.

SMJ 241

T. tricolor Schltld. et Cham. ^A

AFVR 1537; JERH 5762

T. usneoides (L.) L.

AFVR 1564

T. viridiflora (Beer) Baker

AFVR 1688

CANNACEAE

Canna indica L.

SMJ 201

COMMELINACEAE

Tinantia standleyi Steyerem.

SAR 1059 (XAL)

Tradescantia soconuscana Matuda

DJS 899 (MEXU)

T. zanonía (L.) Sw.

AFVR 229, 1412; JERH 5573, 5755;
DHL 4846 (MEXU); RR 1588 (XAL);
TBC 39487 (MO)

CYPERACEAE

Carex polystachya Sw. ex Wahlenb.

Bour 3191 (US)

Rhynchospora aristata Boeckeler

Bour 3191 (US); SAR 1054 (XAL)

R. radicans (Schltld. et Cham.) H. Pfeiff.

AFVR 1584; TBC 49470 (MEXU)

DIOSCOREACEAE

Dioscorea convolvulacea Schltld. et Cham.

AFVR 1411, 1690, 1696; SMJ 361

D. mexicana Scheidw.

AFVR 1733

D. orizabensis Uline ^{Mex, DD}

AFVR 1710; Mull s.n. (F); Bour 3020 (B)

HELICONIACEAE

Heliconia adflexa (Griggs) Standl.

AFVR 1434

H. schiedeana Klotzsch

JERH 5774

HYPOXIDACEAE

Hypoxis decumbens L.

AFVR 1505; JERH 5800

IRIDACEAE

Sisyrinchium angustissimum (B.L. Rob. et Greenm.) Greenm. et C.H. Thomps. ^{Mex}

AFVR 1525

S. micranthum Cav.

SMJ 309

S. serrulatum (E.P. Bicknell) Espejo et López-Ferr. ^{Mex}

ALH 1074 (XAL)

Tigridia pavonia (L. f.) DC.

AFVR 1682

ORCHIDACEAE

Aulosepalum pyramidale (Lindl.) M.A.
Dix et M.W. Dix^{''}

AFVR 1527

Bletia purpurea (Lam.) DC.^{''}

AFVR 1534; HOR 897; JERH 5574,
5759

B. purpurata A. Rich. et Galeotti^{''}

SMJ 364

Calanthe calanthoides (A. Rich. et
Galeotti) Hamer et Garay^{''}

AFVR 1631

Campylocentrum schiedei (Rchb. f.)
Benth. ex Hemsl.^{''}

AFVR 1685

Chysis laevis Lindl.^{''}

AFVR 1586, 1619

Coelia macrostachya Lindl.^{''}

AFVR 1677

Cyclopogon luteo-albus (A. Rich. et
Galeotti) Schltr.^{Mex, ''}

SMJ 161

C. violaceus (A. Rich. et Galeotti) Schltr.
^{''}

AFVR 1507

Dichaea aff. *intermedia* Ames et Correll^{''}

AFVR 1423

D. neglecta Schltr.^{''}

AFVR 1510

Domingoa purpurea (Lindl.) Van den
Berg et Soto Arenas^{''}

AFVR 1566

Encyclia candollei (Lindl.) Schltr.^{''}

AFVR 1560

Epidendrum longipetalum A. Rich. et
Galeotti^{Mex, ''}

AFVR 1554, 1635

E. parkinsonianum Hook.^{''}

AFVR 1568

E. polyanthum Lindl.^{''}

AFVR 1565, 1622

E. propinquum A. Rich. et Galeotti^{''}

JRR 12166 (ENCB)

E. radicans Pav. ex Lindl.^{''}

AFVR 274, 983, 1408; JERH 5793; JIC
8577 (XAL); MCB 4163 (XAL); Mull 8
(NY)

E. repens Cogn.^{''}

Bour 3104 (US); Hah 3104 (P)

E. tuxtense Hágsater, García-Cruz et L.
Sánchez^{Mex, ''}

GSC 4792 (AMO)

E. veroscriptum Hágsater^{''}

AFVR 172; JERH 5206; SMJ 206; Bour
3010 (K); JRR 12162 (ENCB); TBC
39516 (MO)

Gongora galeata (Lindl.) Rchb. f.^{''}

AFVR 1621, 1691

Goodyera brachyceras (A. Rich. et Galeotti) Garay et G.A. Romero^{Mex, II}

AFVR 1676

Govenia mutica Rchb. f. "

SMJ 376

G. praecox Salazar et E.W. Greenw.^{Mex, II}

AFVR 1515

Habenaria odontopetala Rchb. f. "

JERH 5576

Hexaletris grandiflora (A. Rich. et Galeotti) L.O. Williams "

AFVR 1655

Isochilus major Schldl. et Cham. "

SMJ 335

Leochilus carinatus (Knowles et Westc.) Lindl. "

AFVR 1657; JERH 5781; SMJ 369

L. oncidioides Knowles et Westc. "

HOR 1020; SMJ 207

Malaxis excavata (Lindl.) Kuntze "

AFVR 1630

M. histionantha (Link, Klotzsch et Otto) Garay et Dunst. "

SMJ 359

M. maianthemifolia Schldl. et Cham. "

AFVR 1656

M. wercklei (Schltr.) Ames "

AFVR 1654

Maxillaria densa Lindl. "

AFVR 990, 1728

Oestlundia luteorosea (A. Rich. et Galeotti) W.E. Higgins "

AFVR 1542

Ponthieva tuerckheimii Schltr. "

AFVR 1623

Prescottia stachyodes (Sw.) Lindl. "

AFVR 1418

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

SMJ 362

P. ochracea (Lindl.) W.E. Higgins "

AFVR 1417; HOR 1408

P. pygmaea (Hook.) W.E. Higgins "

AFVR 1486

P. varicosa (Bateman ex Lindl.) W.E. Higgins "

AFVR 1480, 1516

P. vitellina (Lindl.) W.E. Higgins^{II, Pr}

AFVR 1552

Rhynchostele rossii (Lindl.) Soto Arenas et Salazar^{II, A}

AFVR 1470

Sarcoglottis schaffneri (Rchb. f.) Ames "

AFVR 1570

Sobralia macrantha Lindl. "

AFVR 1730

Stenorrhynchos glicensteinii Christenson
II

AFVR 1416

Trichocentrum pachyphyllum (Hook.) R.
Jiménez et Carnevali ^{Mex, II}

SMJ 212, 236

POACEAE

Arundinella berteroniana (Schult.)
Hitchc. et Chase

JERH 5581

Leersia ligularis Trin.

HOR 780

Panicum parviglume Hack.

Bour 3197 (ENCB)

SMILACACEAE

Smilax bona-nox L.

AFVR 1652

S. domingensis Willd.

AFVR 1455, 1526, 1644

S. mollis Humb. et Bonpl. ex Willd.

AFVR 1508, 1529

EUDICOTILEDÓNEAS

ACANTHACEAE

Aphelandra schiedeana Schltld. et
Cham.

AFVR 1694; SMJ 132

Chileranthemum trifidum Oerst. ^{Mex}

AFVR 991, 1451, 1588

Hypoestes phyllostachya Baker

AFVR 1436

Odontonema callistachyum Schltld. et
Cham.) Kuntze

AFVR 1499

Thunbergia alata Bojer ex Sims

JERH 5608

ACTINIDIACEAE

Saurauia leucocarpa Schltld. ^{VU, V}

AFVR 1645; JERH 5795; SMJ 189, 261,
327

S. pedunculata Hook ^{Mex, V}

SMJ 286

S. scabrida Hemsl. ^{CA}

AFVR 1673; SMJ 340

S. yasicae Loes.

AFVR 1592

ADOXACEAE

Sambucus canadensis L.

SMJ 315

ALTINGIACEAE

Liquidambar styraciflua L.

AFVR 1000, 1492; JERH 5594

AMARANTHACEAE

Achyranthes aspera L.

AFVR 5609

Chamissoa altissima (Jacq.) Kunth

AFVR 1726

Iresine arbuscula Uline et W.L. Bray

SMJ 282

ANACARDIACEAE

Rhus terebinthifolia Schltld. et Cham.

AFVR 980, 1485

Toxicodendron radicans (L.) Kuntze

AFVR 1488

ANNONACEAE

Annona cherimola Mill.

SMJ 281

APIACEAE

Cyclosporum leptophyllum (Pers.)
Sprague ex Britton et P. Wilson

AFVR 1502

Sanicula liberta Cham. et Schltld.

AFVR 994; SMJ 165

APOCYNACEAE

Mandevilla subsagittata (Ruiz et Pav.)
Woodson

AFVR 1649; SMJ 347

Matelea crassifolia Woodson^{Mex}

AFVR 1572; JERH 5586

Vallesia aurantiaca (M. Martens et
Galeotti) J.F. Morales^{CA}

AFVR 286; JERH 5766; SMJ 259

ARALIACEAE

Dendropanax arboreus (L.) Decne. et
Planch.

AFVR 1577; JERH 5757

Hydrocotyle mexicana Schltld. et Cham.

AFVR 1642; SMJ 167

Oreopanax capitatus (Jacq.) Decne. et
Planch.^{CA}

SMJ 234

O. echinops (Schltld. et Cham.) Decne.
et Planch.^{VU, V}

SMJ 326

O. guatemalensis (Lem. ex Bosse)
Decne. et Planch.^{CA}

JERH 6124

O. liebmannii Marchal^V

SMJ 176

O. xalapensis (Kunth) Decne. et Planch.
^{CA}

AFVR 279; HOR 1965; JERH 6138;
SMJ 174

ASTERACEAE

Acmella repens (Walter) Rich.

AFVR 277

Acourtia veracruzana B.L. Turner^{Mex}

AFVR 1463, 1721; JERH 6121; JLVR
1808; JIC 8586 (XAL)

Ageratina ligustrina (DC.) R.M. King et
H. Rob.

AFVR 1454

Ageratina mairetiana (DC.) R.M. King et
H. Rob.

AFVR 1001

Alloispermum integrifolium (DC.) H. Rob.

JERH 5590, 5786

Bartlettina sordida (Less.) R.M. King et
H. Rob.

AFVR 993, 1469

Calea urticifolia (Mill.) DC.

SMJ 242

Cirsium mexicanum DC.

AFVR 288

Dahlia coccinea Cav.

SMJ 377

Elephantopus mollis Kunth

AFVR 1707

Erigeron karvinskianus DC.

AFVR 1530; JERH 5792; SMJ 217

Fleischmanniopsis leucocephala
(Benth.) R.M. King et H. Rob.

AFVR 281, 986

Lagascea helianthifolia Kunth

SMJ 222

Leiboldia serrata (D. Don) Gleason^{Mex}

AFVR 984; JERH 5577; SMJ 127

Lepidaploa tortuosa (L.) H. Rob.

AFVR 985, 1410; JLVR 1807

Neomirandea araliifolia (Less.) R.M.
King et H. Rob.

AFVR 1500

Peteravenia schultzii (Schnittsp.) R.M.
King et H. Rob.

AFVR 982; JLVR 1804

Pinaropappus roseus (Less.) Less.

AFVR 1558

Roldana barba-johannis (DC.) H. Rob. et
Brettell

AFVR 496

R. schaffneri (Sch. Bip. ex Klatt) H. Rob.
et Brettell

JERH 6140

Schistocarpha bicolor Less.

AFVR 493

Senecio deppeanus Hemsl.

AFVR 1543

Sinclairia discolor Hook. et Arn.

AFVR 1479; HOR 1013

Telanthophora grandifolia (Less.) H.
Rob. et Brettell

AFVR 226; SMJ 171

Tetrachyron manicatum Schltldl.^{Mex}

AFVR 483, 1403; JERH 5593, 6122;
JLVR 1806

Tithonia tubiformis (Jacq.) Cass.

AFVR 1407

Viguiera cordata (Hook. et Arn.) D'Arcy

JERH 6137

BALSAMINACEAE

Impatiens balsamina L.

SMJ 304

BEGONIACEAE

Begonia barkeri Knowles et Wescott^{Mex}

DHL 4848 (MEXU); ALH 1106 (MEXU);
FMG 4845 (MEXU); TBC 39544 (MO)

B. caroliniifolia Regel

AFVR 1442

B. fusca Liebm.

AFVR 1704; FMG 4854 (MEXU)

B. heracleifolia Schltld. et Cham.

AFVR 1723

B. incarnata Link et Otto

AFVR 1443, 1692; FMG 4849 (MEXU);
JRR 12204 (ENCB)

B. manicata Brongn. ex F. Cels

AFVR 995, 1430; JERH 5600; SMJ 170;
DJS 898 (MO)

B. nelumbonifolia Schltld. et Cham.

AFVR 1429

BERBERIDACEAE

Berberis lanceolata Benth. ^{Mex}

SMJ 269

BETULACEAE

Alnus acuminata Kunth

AFVR 487, 1497; SMJ 229

Carpinus tropicalis (Donn. Sm.) Lundell
^{A, CA}

AFVR 999, 1660; HOR 1017, 1131,
1968; SMJ 263, 272, 320; Man 53765
(MEXU); AJS 46142 (MEXU)

Ostrya virginiana (Mill.) K. Koch ^{Pr, CA}

AFVR 1658

BIGNONIACEAE

Tecoma stans (L.) Juss. ex Kunth

SMJ 291

BORAGINACEAE

Cordia ambigua Schltld. et Cham. ^{Mex}

TBC 39520 (MO)

C. spinescens L.

TBC 39493 (MO)

Lithospermum rzedowskii J.I. Cohen ^{Mex}

AFVR 1555

Tournefortia hirsutissima L.

SMJ 270

BRASSICACEAE

Brassica rapa L.

SMJ 216

BRUNELLIACEAE

Brunellia mexicana Standl.

SMJ 159, 329

CACTACEAE

Disocactus ackermannii (Haw.) Ralf
Bauer ^{Mex, I}

SMJ 312

Rhipsalis baccifera (Sol.) Stearn ^{II}

AFVR 1561

CALCEOLARIACEAE

Calceolaria tripartita Ruiz et Pav.

AFVR 1447

CAMPANULACEAE

Lobelia laxiflora Kunth

AFVR 275, 1464; JIC 8569; LP 430

Lobelia sartorii Vatke

AFVR 1461

Triodanis perfoliata (L.) Nieuwl.

SMJ 308

CANNABACEAE

Celtis laevigata Willd.

SMJ 344

Trema micrantha (L.) Blume

SMJ 228

CAPRIFOLIACEAE

Valeriana scandens L. var. *scandens*

SMJ 383

Valeriana scandens var. *candolleana*
(Gardner) C.A. Mull.

AFVR 1431

CARYOPHYLLACEAE

Drymaria glandulosa Bartl.

AFVR 1448

CELASTRACEAE

Wimmeria bartlettii Lundell

SMJ 250

CLEOMACEAE

Cleome pilosa Benth.

AFVR 1633

CLETHRACEAE

Clethra macrophylla M. Martens et
Galeotti

AFVR 1593; SMJ 288

C. mexicana DC.

JERH 5595; SMJ 388

CLUSIACEAE

Clusia guatemalensis Hemsl. ^{Pe}

AFVR 1668; SMJ 134; LP 398 (XAL);
Mull s/n (NY); SAR 1068 (XAL); TBC
39480, 39511 (MO)

CONVOLVULACEAE

Dichondra sericea Sw.

AFVR 1359, 1711; EM 2273 (XAL)

Ipomoea funis Schltdl. et Cham. ^{Mex}

AFVR 1701; SMJ 199; ALH 1107 (XAL)

I. mairetii Choisy

AFVR 1511

CORNACEAE

Cornus excelsa Kunth

JERH 6123; HOR 1401; SMJ 285

C. florida var. *urbiniana* (Rose)
Wangerin ^{Mex, Pr, V}

AFVR 1491; HOR 990, 1403; SMJ 297

CRASSULACEAE

Bryophyllum pinnatum (Lam.) Oken

SMJ 215

Echeveria nuda Lindl.

AFVR 1473; HOR 1402

Sedum botterii Hemsl. ^{Mex}

AFVR 1520

S. praealtum A. DC.

AFVR 1483

CUCURBITACEAE

Cyclanthera ribiflora (Schltdl.) Cogn.

AFVR 1449; FCC 458 (MEXU)

Hanburia mexicana Seem. ^{Mex}

AFVR 1601

Melothria pendula L.

AFVR 1538

DIPENTODONTACEAE

Perrottetia longistylis Rose

SMJ 262, 325

ERICACEAE

Arbutus xalapensis Kunth

SMJ 191

Gaultheria acuminata Schltdl. et Cham.

AFVR 276; JERH 5756; SMJ 267

Lyonia squamulosa M. Martens et
Galeotti ^{CA}

SMJ 192

Macleania insignis M. Martens et
Galeotti

AFVR 1522; SMJ 209

EUPHORBIACEAE

Alchornea latifolia Sw.

AFVR 1738

Cnidoscolus multilobus (Pax) I.M.
Johnst.

SMJ 300

Croton xalapensis Kunth

AFVR 485; SMJ 247

Euphorbia cyathophora Murray

AFVR 1536

E. xalapensis Kunth

JERH 5585

Gymnanthes longipes Müll. Arg. ^{Mex, V}

AFVR 1575; SMJ 260

Ricinus communis L.

SMJ 195

Sapium glandulosum (L.) Morong

JERH 6120

FABACEAE

Acacia angustissima (Mill.) Kuntze

SMJ 332

A. pennatula (Schltdl. et Cham.) Benth.

JERH 5763; SMJ 185, 367

Brongniartia intermedia Moric. ex Ser.
^{Mex}

AFVR 1648

Calliandra houstoniana (Mill.) Standl.

AFVR 1571

Cojoba arborea (L.) Britton et Rose ^{CA}

AFVR 1493; JERH 5789; SMJ 266

Desmodium orbiculare Schltdl.

SMJ 128

Diphysa floribunda Peyr. ^{CA}

AFVR 989, 1719

Erythrina americana Mill.

SMJ 136

Inga acrocephala Steud. ^{CA}

JERH 6130

I. inicuil Schltdl. et Cham. ex G. Don

SMJ 371

I. sapindoides Willd.

AFVR 1739

I. vera Willd.

AFVR 1740

Lysiloma divaricatum (Jacq.) J.F. Macbr.

SMJ 135, 257

Machaerium arboreum (Jacq.) Benth.

AFVR 1686, 1695; JERH 6134

Mimosa albida Humb. et Bonpl. ex Willd.

SMJ 213; DMRB 5-A (XAL)

Mucuna argyrophylla Standl.

AFVR 1600

Phaseolus coccineus L.

AFVR 1659

Zapoteca portoricensis (Jacq.) H.M. Hern.

JERH 5764; SMJ 197, 385, 392

FAGACEAE

Quercus affinis Scheidw. ^{Mex, V}

AFVR 1741

Q. candicans Née ^V

JERH 5603; SMJ 226

Q. glabrescens Benth. ^{Mex, V}

JERH 6127; SMJ 289

Q. pinnativenulosa C.H. Mull. ^{Mex, PC}

AFVR 1583, 1595; JERH 5602

Q. polymorpha Schltdl. et Cham. ^{Pe}

AFVR 282; SMJ 187, 246, 251, 276, 358; ALH 1086 (MO)

Q. rugosa Née

AFVR 1742

Q. sartorii Liebm. ^{Mex, Pe}

AFVR 280, 997; JERH 5592, 5604; SMJ 227, 252

GARRYACEAE

Garrya laurifolia Hartw. ex Benth. ^V

SMJ 178; JIC 8576 (XAL)

GERANIACEAE

Geranium seemannii Peyr.

AFVR 1445; HOR 771

GESNERIACEAE

Achimenes erecta (Lam.) H.P. Fuchs

AFVR 1736

A. grandiflora (Schltdl.) DC.

SMJ 365

Columnnea schiedeana Schltdl. ^{Mex}

AFVR 1513

Moussonia deppeana (Schltdl. et Cham.) Hanst.

AFVR 233, 273, 1002, 1441; ALH 1077 (MO)

HYPERICACEAE

Hypericum hypericoides (L.) Crantz

AFVR 1357

Vismia camparaguey Sprague et L.
Riley

EHX 1181 (MEXU)

JUGLANDACEAE

Carya ovata var. *mexicana* (Engelm.)
W.E. Manning^{Mex, CA}

JERH 5775; SMJ 230, 296

Juglans pyriformis Liebm.^{Mex, A, Pe}

JERH 5598; SMJ 277; DES 1119, 1120,
1125, 1126 (DUKE); HNV 80, 110 (XAL)

Oreomunnea mexicana (Standl.) J.-F.
Leroy^{Pe}

AFVR 1715; SMJ 166; AJS 46135
(MEXU); DES 2118, 2119, 2120, 2121,
2122, 2123, 2124 (DUKE); HNV 82, 146,
108 (XAL); Man 53775 (DUKE)

LAMIACEAE

Clinopodium macrostemum (Moc. et
Sessé ex Benth.) Kuntze^{Mex}

AFVR 1553

Cornutia pyramidata L.

SMJ 330, 380

Hyptis urticoides Kunth

AFVR 1706; SMJ 155

Salvia elegans Vahl^{Mex}

AFVR 1477

S. involucrata Cav.^{Mex}

AFVR 1401, 1703

S. mocinoi Benth.

AFVR 1402

Scutellaria dumetorum Schltldl.

AFVR 1650

Stachys lindenii Benth.

AFVR 1478

LENTIBULARIACEAE

Pinguicula moranensis Kunth

AFVR 1471; JERH 5796

LOGANIACEAE

Spigelia longiflora M. Martens et Galeotti
^{Mex}

AFVR 1641

LORANTHACEAE

Psittacanthus ramiflorus (DC.) G. Don

HOR 1412

Struthanthus quercicola (Schltldl. et
Cham.) Blume

HOR 1413, 1953; TBC 39490 (MO)

LYTHRACEAE

Cuphea cyanea DC.

AFVR 1462

C. hookeriana Walp.

SMJ 225

C. nitidula Kunth^{Mex}

AFVR 1539; HOR 1410; SMJ 200

Lythrum gracile Benth.

SMJ 313; JIC 8636 (XAL)

MALPIGHIACEAE

Bunchosia biocellata Schltld.

SMJ 146, 275, 333, 363

Tetrapterys schiedeana Schltld. et Cham.

AFVR 1504, 1590; TBC 39519

MALVACEAE

Anoda cristata (L.) Schltld.

AFVR 1435

Hampea integerrima Schltld. ^{Mex, CA}

JERH 5770; SMJ 138, Her 1168 (MEXU); TBC 39517 (MO)

Heliocarpus americanus L.

SMJ 123, 126, 140

Malvaviscus arboreus Cav.

SMJ 198

Mortoni dendron guatemalense Standl. et Steyerl. ^P

AFVR 1702; SMJ 142, 334

Pavonia schiedeana Steud.

AFVR 481, 1587

Robinsonella lindeniana (Turcz.) Rose et Baker f.

SMJ 131

Sida glabra Mill.

AFVR 1437, 1544; JERH 5768

S. spinosa L.

SMJ 366

Tilia americana var. *mexicana* (Schltld.) Hardin ^{Mex, P, V}

HOR 1961; JERH 5773; SMJ 284

Triumfetta bogotensis DC.

SMJ 310

T. semitriloba Jacq.

AFVR 1413

MELASTOMATACEAE

Conostegia arborea Steud. ^{Mex, Pe}

SMJ 153

Heterocentron axillare Naudin ^{Mex}

SMJ 368

Leandra cornoides (Schltld. et Cham.) Cogn.

AFVR 1585

Monochaetum floribundum (Schltld.) Naudin

SMJ 162

Tibouchina urvilleana (DC.) Cogn.

SMJ 379

MELIACEAE

Trichilia havanensis Jacq.

AFVR 1665; SMJ 196

MENISPERMACEAE

Cissampelos pareira L.

AFVR 484; SMJ 232

MORACEAE

Ficus aurea Nutt.

SMJ 235

F. crocata (Miq.) Miq.

SMJ 295

F. pertusa L. f.

SMJ 401

Trophis mexicana (Liebm.) Bureau

AFVR 491, 998, 1647; HOR 1122, 1404,
1964; SMJ 168, 274

MYRICACEAE

Morella cerifera (L.) Small

AFVR 1496

MYRTACEAE

Eugenia acapulcensis Steud.

SMJ 121, 211

E. capuli (Schltdl. et Cham.) Hook. et
Arn.

SMJ 253

E. symphoricarpos McVaugh ^{Mex}

AFVR 1579; HOR 1418; SMJ 298, 342

Psidium guajava L.

SMJ 311; JIC 8638 (XAL)

Syzygium jambos (L.) Alston

AFVR 1734

OLEACEAE

Fraxinus uhdei (Wenz.) Lingelsh.

SMJ 292

ONAGRACEAE

Fuchsia arborescens Sims

SMJ 180

Lopezia racemosa Cav.

AFVR 1450

Oenothera rosea L'Hér. ex Aiton

SMJ 307

OROBANCHACEAE

Castilleja hirsuta A. Gray ^{Ver}

JERH 5761

C. scorzonerifolia Kunth ^{Mex}

AFVR 478; JERH 5589

Conopholis alpina Liebm.

AFVR 1556; GSC 1012; JERH 5591

PAPAVERACEAE

Bocconia frutescens L.

AFVR 1428

PASSIFLORACEAE

Passiflora adenopoda DC.

AFVR 1419

P. konzattiana Killip ^{Mex}

AFVR 1532

P. hahnii (E. Fourn.) Mast.

AFVR 1559

PENTAPHYLACACEAE

Ternstroemia sylvatica Schltdl. et Cham.
^v

AFVR 1362, 1627, 1667

PHYTOLACCACEAE

Phytolacca rivinoides Kunth et C.D.
Bouché

AFVR 1466

Rivina humilis L.

SMJ 204

PICRAMNIACEAE

Picramnia antidesma Sw.

AFVR 1672; SMJ 129; JIC 8639 (XAL);
FCC 459 (F); ALH 1082 (MEXU)

PLANTAGINACEAE

Plantago australis subsp. *hirtella* (Kunth)
Rahn

AFVR 1489; JERH 5583; JIC 8628
(XAL)

Russelia equisetiformis Schltld. et
Cham.

AFVR 1540; TBC 39522 (MO)

POLEMONIACEAE

Cobaea scandens Cav.

AFVR 1474

Loeselia glandulosa (Cav.) G. Don

SMJ 210, 239

POLYGALACEAE

Monnina xalapensis Kunth

AFVR 1467

Polygala berlandieri S. Watson

AFVR 1425

POLYGONACEAE

Coccoloba humboldtii Meisn.

SMJ 302

Muehlenbeckia tamnifolia (Kunth) Meisn.

AFVR 1468

Persicaria punctata (Elliott) Small

SMJ 314

PRIMULACEAE

Ardisia nigrescens Oerst.

AFVR 1582, 1714; JERH 5580, 5788,
6129; SMJ 144, 336

Myrsine coriacea (Sw.) R. Br. ex Roem.
et Schult.

JERH 5765; SMJ 220

Parathesis melanosticta (Schltld.)
Hemsl. ^{Mex, V}

AFVR 1674, 1729; SMJ 323

PROTEACEAE

Roupala montana Aubl. ^{CA}

Bour 3128 (K)

RANUNCULACEAE

Anemone mexicana Kunth

AFVR 1456; MCB 772

Clematis grossa Benth.

AFVR 1438; JERH 5607; ALH 1091
(MO)

Thalictrum pubigerum Benth. ^{Mex}

AFVR 1637

RHAMNACEAE

Frangula capreifolia (Schltld.) Grubov
^{Mex}

AFVR 488, 490, 492, 1498, 1666; JERH
5754, 6131; SMJ 265, 278, 350

ROSACEAE

Cercocarpus macrophyllus C.K.
Schneid. ^{Mex}

SMJ 190

Duchesnea indica (Andrews) Teschem.

AFVR 1625

Eriobotrya japonica (Thunb.) Lindl.

SMJ 357

Prunus brachybotrya Zucc.

AFVR 221; SMJ 283

Rubus eriocarpus Liebm.

SMJ 244

R. schiedeanus Steud.

JERH 5798

R. verae-crucis Rydb. ^{Mex}

AFVR 1743

RUBIACEAE

Arachnothryx buddleioides (Benth.)
Planch. ^V

AFVR 929, 1576, 1669; SMJ 145

A. capitellata (Hemsl.) Borhidi ^{Mex, Pe}

SMJ 147, 148

Bouvardia castilloi Borhidi et García
Gonz. ^{Ver}

AFVR 1569; JERH 5801

B. ternifolia (Cav.) Schltldl.

AFVR 1426, 1545

Chiococca alba (L.) Hitchc.

AFVR 495

Deppea grandiflora Schltldl. ^V

AFVR 1664; SMJ 183, 258

Hamelia patens Jacq.

DMRB 9

Hoffmannia excelsa (Kunth) K. Schum.

AFVR 227, 1420, 1643; JERH 5784;
HOR 773; SMJ 395; DHL 4839 (MEXU)

Oldenlandia microtheca (Schltldl. et
Cham.) DC. ^{Mex}

AFVR 482, 1439; TBC 39540 (MO)

Palicourea padifolia (Willd. ex Schult.)
C.M. Taylor et Lorence

AFVR 1457; JERH 5575, 5799, 6141;
SMJ 133

Randia xalapensis M. Martens et
Galeotti ^{Mex}

AFVR 1720

Rogiera ligustroides (Hemsl.) Borhidi ^{Mex}

AFVR 1574, JERH 6126; SMJ 154, 182,
219, 279; TBC 39496 (MO); DHL 4834
(MO)

RUTACEAE

Casimiroa edulis La Llave

SMJ 293

Stauranthus perforatus Liebm. ^V

AFVR 1700; SMJ 354

Zanthoxylum melanostictum Schltldl. et
Cham.

AFVR 1594, 1708

SABIACEAE

Meliosma alba (Schltldl.) Walp. ^{Pe}

AFVR 284, 1487; JERH 5599

SALICACEAE

Salix paradoxa Kunth ^{Mex}

SMJ 287

Xylosma flexuosa (Kunth) Hemsl.

AFVR 486, 489; HOR 778; SMJ 248;
Mull 1561 (NY)

SANTALACEAE

Phoradendron nervosum Oliv.

SMJ 141

SAPINDACEAE

Cupania dentata DC.

SMJ 130

SAPOTACEAE

Sideroxylon persimile (Hemsl.) T.D.
Penn.

AFVR 1602; SMJ 316

SCROPHULARIACEAE

Buddleja cordata Kunth

AFVR 1717; Mull 629 (NY)

B. parviflora Kunth ^{Mex}

SMJ 290

SOLANACEAE

Cestrum elegans (Brongn.) Schltldl.

HOR 775, 1126; Walk 337 (F)

C. nocturnum L.

SMJ 393

C. tomentosum L. f.

AFVR 220, 1718

Cyphomandra betacea (Cav.) Sendtn.

SMJ 299

Solanum aphyodendron S. Knapp

SMJ 233, 373

S. schlechtendalianum Walp.

AFVR 1662, 1671, 1731

S. umbellatum Mill.

SMJ 375; Man 53762 (GH)

STAPHYLEACEAE

Turpinia insignis (Kunth) Tul. ^{Pe}

AFVR 930, 981, 1494; HOR 1015, 1966;
JERH 5772, 6136; SMJ 186

STYRACACEAE

Styrax glabrescens Benth. ^V

SMJ 273

SYMPLOCACEAE

Symplocos limoncillo Bonpl. ^V

SMJ 172, 328

ULMACEAE

Ulmus mexicana (Liebm.) Planch. ^{Pe}

JERH 5578; SMJ 254

URTICACEAE

Boehmeria caudata Sw.

SMJ 151

B. ulmifolia Wedd.

AFVR 1713; SMJ 356

Discocnide mexicana (Liebm.) Chew

JERH 5778

Myriocarpa longipes Liebm.

AFVR 232, 992; JERH 5605, 6135; SMJ
137

Pilea microphylla (L.) Liebm.

AFVR 1422

P. pubescens Liebm.

AFVR 1514

Urera caracasana (Jacq.) Gaudich. ex
Griseb.

SMJ 331

VERBENACEAE

Citharexylum mocinnoi D. Don

HOR 1124; SMJ 255

Lantana camara L.

EMP 2

L. hirta Graham

SMJ 303

Lippia myriocephala Schltld. et Cham.

SMJ 125, 237; ALH 1090 (F); FMG 750,
4872 (MEXU)

VIOLACEAE

Hybanthus attenuatus (Humb. et Bonpl.
ex Willd.) Schulze-Menz

AFVR 1440

VITACEAE

Vitis tiliifolia Humb. et Bonpl. ex Schult.

AFVR 1531, 1578; SMJ 384; TBC 39503
(MO)

Anexo 3. Listado de colectores en el BMM del municipio de Huiloapan de Cuauhtémoc

Abreviatura	Nombre	Abreviatura	Nombre
AFVR	A.F. Vargas-Rueda	HOR	H. Oliva-Rivera
AJS	A.J. Sharp	JERH	J.E. Rivera-Hernández
ALH	A. Lot-Helgueras	JIC	J.I. Calzada
ARLF	A.R. López-Ferrari	JLVR	J.L. Villaseñor-Ríos
Bour	E. Bourgeau	JRR	J. Rzedowski-Rotter
DES	D.E Stone	LP	L. Pacheco
DHL	D.H. Lorence	Man	Manning
DJS	D. Jimeno-Sevilla	MCB	M. Cházaro-Basañez
DMRB	D.M. Ramos-B	Mull	Müller
EHX	E. Hernández- Xolocotzin	NAB	N.A. Bustamante
EM	E. Matuda	RA	R. Aguilar
EMP	E. Martínez P.	RH	R. Hernández
EMS	E. Martínez-Salas	RR	R. Riba
FCC	F. Chiang-Cabrera	SAR	S. Avendaño-Reyes
FMG	F. Miranda-González	SBR	S. Bermúdez R.
FRF	F. Ramón-Farías	SCVH	S.C. Valadez H.
GSC	G. Salazar-Chávez	SMJ	S. Morales-Juan
HNV	H. Narave-Flores	TBC	T.B. Croat
Hah	Hahn	Urb	Urbina
Her	Hernández	Walk	Walker

Anexo 4. Herbarios donde se encuentran depositadas las colectas reportadas en el presente estudio.

Acrónimo	Nombre	Localización
AMO	Herbario de la Asociación Mexicana de Orquideología	México. Ciudad de México
B	Herbario del Jardín Botánico y Museo Botánico de Berlín-Dahlem	Alemania. Berlín
DUKE	Herbario de la Universidad de Duke	E.U.A. Carolina del Norte. Durham
ENCB	Herbario de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional	México. Ciudad de México
F	Herbario del Museo de Historia Natural	E.U.A. Illinois. Chicago
GH	Herbario Gray de la Universidad de Harvard	E.U.A. Massachusetts. Cambridge
IEB	Herbario del Centro Regional del Bajío, Instituto de Ecología, A.C.	México. Michoacán. Pátzcuaro
K	Herbario del Real Jardín Botánico de Kew	Reino Unido. Inglaterra. Kew
MEXU	Herbario Nacional de México, UNAM	México. Ciudad de México
MO	Herbario del Jardín Botánico de Missouri	E.U.A. Missouri. San Luis
NY	Herbario del Jardín Botánico de Nueva York	E.U.A. Nueva York. Bronx
P	Herbario del Museo Nacional de Historia Natural	Francia. París
US	Herbario del Instituto Smithsonian	E.U.A. Washington
XAL	Herbario del Instituto de Ecología, A.C.	México. Veracruz. Xalapa