



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

COMPARACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DEL BOSQUE  
DE *Abies religiosa* EN EL PARQUE NACIONAL ZOQUIAPAN.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

BIÓLOGA

P R E S E N T A

MARÍA DEL PILAR ORTIZ RAMOS

DIRECTOR DE TESIS

M. en C. GERMÁN CALVA VÁSQUEZ

CIENCIAS AMBIENTALES

LABORATORIO DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA



MÉXICO, D.F.

AGOSTO, 2013



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

# DEDICATORIA

A mis padres: Policarpo Eduardo Ortiz Ramos y Anita Ramos Cabello, porqué gracias a su apoyo y confianza logré terminar una de mis metas.  
¡Un millón de gracias por creer siempre en mí!

A mis hermanas, Yeni, Dulce y Belém, porque siempre he sentido su apoyo, por hacerme reír y enojar. A pesar de no expresarlo con palabras,  
¡Sé que me quieren 😊 !

A mis sobrinos Yael, Fernando y Dario, aunque aún son muy pequeños han alegrado mi vida con sus inquietudes. Nunca pierdan esa curiosidad por conocer todo lo que hay en este mundo y por lo que existe más allá.

A mis cuñados Demetrio y Eduardo, porque sé que puedo contar con ustedes en cualquier momento y porque cuidan a las personas más valiosas de mi vida.

Y finalmente (no por ser menos importante), dedico este gran esfuerzo a mi esposo Saúl Eduardo Portillo Mejía, sin ti este camino se hubiera hecho más largo y pesado. Gracias por cada momento, cada sonrisa, cada palabra, eres el único que me hace reír y enojar como no tienes idea, por eso ¡¡TE AMO MUCHO!!

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México y en especial a la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza por permitirme formar parte de esta gran institución.

Al M. en C. Germán Calva Vásquez, por compartir su conocimiento, experiencias, consejos y por todo el apoyo que me brindó durante mi estancia en el Laboratorio de Contaminación Atmosférica. Gracias por no ser solo un profesor, sino también un amigo, por hacernos saber que siempre podremos contar con usted.

A la Maestra María de los Ángeles Galván Villanueva, por ser una de las mejores maestras de la Facultad, por su dedicación a la educación y por escuchar siempre a sus alumnos. Nunca olvidaré sus consejos.

A mis sinodales: Bió. Elvia García Santos, Bió. Marisela Arteaga Mejía y al M. en C. Jorge A. Gutiérrez Gallegos, por el tiempo invertido en la revisión de este trabajo y por las observaciones realizadas para mejorarlo. Cada detalle significó mucho.

Agradecimiento especial a la Bió. Isaura Escalante Vargas, por ser el enlace entre el M. en C. Jorge A. Gutiérrez Gallegos y yo, para la realización de los trámites, disculpe tantas molestias.

A la M. en C. Angélica Ramírez Rosas del Herbario Nacional de México (MEXU) del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, por su asesoría en la determinación y cotejo de ejemplares.

A las personas que caminaron a mi lado desde el primer día de clases, y a las que se unieron conforme transcurrió mi estancia en esta hermosa Facultad: María, Lulú, Mayra, Ross, Mariel, Nadi, Lety, Arely, Inés, Iván, cada plática, cada momento en los salones de clase y en las prácticas de campo quedarán por siempre en mi memoria.

Agradezco especialmente a Lulis y a May, por todo su apoyo, consejos y ánimos, por ser parte importante de mi vida y porque nunca me han dejado sola. ¡Gracias por apoyarme también en la revisión y culminación de este escrito!

A mis amigas de UNIVERSUM: Karina, Ale, MaJo, Paola, Edith, Lupe, Alejandra, gracias por compartir tantas experiencias, por enseñarme siempre algo nuevo y por ayudarme en esta importante labor que es la divulgación de la ciencia.

A las niñas que siempre han estado conmigo, aún en la distancia, porqué a pesar de que pasan los años seguimos siendo las mismas, ¡Gracias por su sincera amistad, Socorro, Lety, Pau, Bere, Lorena y Carmen!

Finalmente gracias a ti, por no rendirte, por continuar siempre adelante a pesar de los obstáculos, por sacar fuerzas aún cuando te sentías débil...

Por saber que después de este final hay un nuevo comienzo...



**“Por mi raza hablará el espíritu”**



## CONTENIDO

	<b>Págs</b>
<b>RESUMEN</b>	
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	1
<b>II. MARCO TEÓRICO.....</b>	2
2.1 Diversidad biológica.....	2
2.1.1.1 Índices de Diversidad.....	3
2.1.1.2 Índice de Margalef (riqueza específica).....	3
2.1.1.3 Índice de Simpson (dominancia).....	3
2.1.1.4 Índice de Shannon-Wiener (equidad).....	3
2.1.1.5 Índice de Jaccard (similitud).....	3
2.1.2 Valor de importancia.....	4
2.2 Indicadores de presión en biodiversidad.....	4
2.2.1 Cambio de uso de suelo.....	4
2.2.2 Incendios forestales.....	5
2.2.3 Especies invasoras.....	5
2.3 Bosque de <i>Abies religiosa</i> .....	6
2.3.1 Distribución.....	8
2.3.2 Composición del bosque de oyamel.....	9
2.4 Descripción de <i>Abies religiosa</i> .....	10
2.4.1 Fenología.....	11
<b>III. ANTECEDENTES.....</b>	12
<b>IV. PROBLEMÁTICA.....</b>	17
<b>V. OBJETIVOS.....</b>	18
5.1 General.....	18
5.1.1 Específicos.....	18
<b>VI. MÉTODO.....</b>	19
6.1 Zona de estudio: Parque Nacional Zoquiapan.....	19
6.1.1 Clima.....	20
6.1.2 Geología.....	20
6.1.3 Suelo.....	20





6.1.4	Vegetación.....	21
6.1.5	Demografía.....	21
6.2	Fase de gabinete.....	22
6.3	Fase de campo.....	22
6.4	Fase de laboratorio.....	24
<b>VII.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>28</b>
7.1	Localidades: Cañada del Quesero, Vuelta Oscura y Huilapan.....	29
7.1.1	Cañada del Quesero.....	31
7.1.1.1	Diversidad relativa de familias.....	32
7.1.1.2	Coberturas de familias y especies.....	32
7.1.1.3	Densidad de especies.....	35
7.1.2	Vuelta Oscura.....	36
7.1.2.1	Diversidad relativa de familias.....	37
7.1.2.2	Coberturas de familias y especies.....	38
7.1.2.3	Densidad de especies.....	40
7.1.3	Huilapan.....	41
7.1.3.1	Diversidad relativa de familias.....	42
7.1.3.2	Coberturas de familias y especies.....	43
7.1.3.3	Densidad de especies.....	45
7.2	Comparación de especies en Cañada del Quesero, Vuelta Oscura y Huilapan .....	46
7.2.1	Índices de diversidad.....	50
7.2.2	Similitud de las localidades.....	51
7.3	Riqueza total.....	56
7.3.1	Estrato herbáceo.....	57
7.3.1.1	Diversidad relativa de familias.....	58
7.3.1.2	Cobertura de familias y especies.....	59
7.3.1.3	Valor de importancia.....	64
7.3.2	Estrato arbustivo.....	66
7.3.2.1	Diversidad relativa de familias.....	66
7.3.2.2	Cobertura de familias y especies.....	67





7.3.2.3	Valor de importancia.....	70
7.3.3	Diversidad del estrato herbáceo y arbustivo.....	71
7.3.3.1	Riqueza específica.....	71
7.3.3.2	Índice de dominancia.....	72
7.3.3.3	Índice de equidad.....	72
7.3.4	Características de las especies.....	73
7.3.5	Fenología de las especies.....	77
7.4	Flora del bosque de oyamel registradas de 1967 -2012, por diversos autores.....	80
7.5	Indicadores de presión, estado y respuesta, registrados en el bosque de oyamel del Parque Nacional Zoquiapan.....	87
7.5.1	Indicadores de presión.....	87
7.5.2	Indicadores de estado.....	88
7.5.3	Indicadores de respuesta.....	89
<b>VIII.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>90</b>
<b>IX.</b>	<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>92</b>
<b>X.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>100</b>
	Anexo 1.....	100
	Anexo 2.....	101
	Anexo 3.....	102







### CUADROS

<b>Núm.</b>		<b>Pág.</b>
1	Estratos de la vegetación del bosque de <i>Abies religiosa</i> .....	9
2	Descripción de los tres sitios de estudio: Vuelta Obscura, Cañada del Quesero y Huilapan.....	47
3	Valores de los Índices de diversidad para las tres localidades en el Parque Nacional Zoquiapan.....	50
4	Similitud de las localidades Vuelta Obscura, Cañada del Quesero y Huilapan.....	52
5	Total de especies encontradas en el bosque de oyamel, y su distribución en las tres localidades.....	53
6	Familias presentes en el bosque de oyamel del Parque Nacional Zoquiapan.....	56
7	Valores de los Índices de diversidad del estrato herbáceo y arbustivo del bosque de oyamel del Parque Nacional Zoquiapan.....	71
8	Listado de especies encontradas en el bosque de oyamel del Parque Nacional Zoquiapan.....	75
9	Período de floración de las especies herbáceas y arbustivas del bosque de oyamel del Parque Nacional Zoquiapan.....	78
10	Especies herbáceas y arbustivas del bosque de <i>Abies religiosa</i> registradas desde 1967 hasta el 2013.....	83





## FIGURAS

Núm.	Págs.
1 Bosque de <i>Abies religiosa</i> .....	7
2 Distribución de <i>Abies religiosa</i> en México.....	8
3 <i>Abies religiosa</i> y conos femeninos en la parte superior de la copa.....	11
4 Ubicación del Parque Nacional Zoquiapan.....	19
5 Método de muestreo por conglomerados.....	23
6 Toma de datos del estrato herbáceo y arbustivo.....	23
7 Diagrama de flujo para la presentación de resultados del estrato herbáceo y arbustivo.....	28
8 Ubicación de las localidades Cañada del Quesero, Vuelta Obscura y Huilapan en el Parque Nacional Zoquiapan.....	30
9 Entrada de luz en el sotobosque.....	31
10 Diversidad de familias del bosque de oyamel en la localidad Cañada del Quesero.....	32
11 Cobertura de familias del bosque de oyamel en la localidad Cañada del Quesero.....	33
12 Especies con mayor y menor cobertura del estrato herbáceo en el bosque de oyamel de la zona Cañada del Quesero.....	33
13 Cobertura de especies del estrato herbáceo del bosque de oyamel en la localidad Cañada del Quesero.....	34
14 Especies con mayor y menor cobertura del estrato arbustivo en el bosque de Oyamel en Cañada del Quesero.....	34
15 Cobertura de especies del estrato arbustivo del bosque de oyamel en la localidad Cañada del Quesero.....	35
16 Densidad de especies del bosque de oyamel en la localidad Cañada del Quesero.....	35
17 Individuo de oyamel derribado en la localidad Vuelta obscura en el Parque Nacional Zoquiapan.....	36
18 Vuelta Obscura .....	37
19 Diversidad de familias del bosque de oyamel en la localidad Vuelta Obscura.....	37
20 Cobertura de familias del bosque de oyamel en la localidad Vuelta Obscura.....	38
21 Cobertura de especies del estrato herbáceo del bosque de oyamel en la localidad Vuelta Obscura.....	39





22	Cobertura de especies del estrato arbustivo bosque de oyamel en la localidad Vuelta Obscura.....	39
23	Densidad de especies del bosque de oyamel en la localidad Vuelta Obscura.....	40
24	Individuo de oyamel con raíces expuestas.....	41
25	Zona abierta del bosque de oyamel en Huilapan, se puede observar una dominancia de pasto en el estrato herbáceo.....	42
26	Diversidad de familias del bosque de oyamel en la localidad Huilapan.....	43
27	Cobertura de familias del bosque de oyamel en la localidad Huilapan.....	43
28	Cobertura de especies del estrato herbáceo del bosque de oyamel en la localidad Huilapan.....	44
29	Cobertura de especies del estrato arbustivo del bosque de oyamel en la localidad Huilapan.....	44
30	Densidad de especies del bosque de oyamel en la localidad Huilapan.....	45
31	Pérdida de follaje en varios individuos de oyamel.....	48
32	<i>Barkleyanthus salicifolius</i> , en un claro del bosque de oyamel de la localidad Huilapan.....	55
33	Diversidad relativa de familias del estrato herbáceo del bosque de oyamel del Parque Nacional Zoquiapan.....	58
34	Cobertura de familias del estrato herbáceo del bosque de oyamel del Parque Nacional Zoquiapan.....	59
35	Presencia de gramíneas en el bosque de oyamel.....	60
36	Cobertura de especies del estrato herbáceo del bosque de oyamel en el Parque Nacional Zoquiapan.....	61
37	Densidad de especies del bosque de oyamel del Parque Nacional Zoquiapan.....	63
38	Valor de importancia (V.I.) del estrato herbáceo del bosque de oyamel del Parque Nacional Zoquiapan.....	65
39	Diversidad relativa de familias del estrato arbustivo del bosque de oyamel del Parque Nacional Zoquiapan.....	67
40	Cobertura de familias del estrato arbustivo del bosque de oyamel del Parque Nacional Zoquiapan.....	68
41	Cobertura de especies del estrato arbustivo del bosque de oyamel del Parque Nacional Zoquiapan.....	68





42	Densidad de especies del estrato arbustivo bosque de oyamel en el Parque Nacional Zoquiapan.....	69
43	Valor de importancia del estrato arbustivo del bosque de oyamel del Parque Nacional Zoquiapan.....	70
44	Musgo presente en el bosque de oyamel del Parque Nacional Zoquiapan.....	74
45	Indicadores de presión presentes en el bosque de oyamel del Parque Nacional Zoquiapan.....	87
46	Vegetación de la Cuenca de México y superficie ocupada por el bosque de oyamel conservado y perturbado.....	89





## RESUMEN

El estudio registró y comparó la composición florística del bosque de *Abies religiosa* en tres localidades del Parque Nacional Zoquiapan: Cañada del Quesero, Vuelta Obscura y Huilapan, y comparó los resultados obtenidos con estudios publicados en los últimos 45 años (1967-2012), para conocer las condiciones actuales y los factores que intervienen en el establecimiento de las especies herbáceas y arbustivas. Para ello se muestreo una superficie total de 2.3 ha y se utilizó el método por conglomerados (Sierra *et al.*, 1988; Labaú, 1993), se registró la altura y diámetro (N-S y E-O) del estrato herbáceo y arbustivo, y se recolectaron ejemplares para su posterior determinación. Se calcularon los índices de diversidad, riqueza, abundancia, valor de importancia y la cobertura de cada familia y especie, así como la similitud entre localidades. Posteriormente se consultó si las especies eran endémicas, invasoras, medicinales o si existía alguna asociación con *Abies religiosa*, al igual que su fenología. Finalmente se realizó la comparación de los listados florísticos del bosque de oyamel de las zonas cercanas al Parque Nacional Zoquiapan y se identificaron los indicadores de presión, estado y respuesta.

Como resultados se registró un total de 13 familias, 27 géneros y 37 especies, de las cuales 27 son herbáceas y 10 arbustivas. Cañada del Quesero fue la zona más diversa y con más riqueza de especies (25), seguido de Vuelta Obscura (24) y finalmente Huilapan (17). Los sitios más similares en cuanto a especies son Cañada del Quesero y Vuelta Obscura. La familia Compositae fue la más diversa del estrato herbáceo y arbustivo, con 12 especies. Las familias Gramineae y Compositae fueron las de mayor cobertura en el estrato herbáceo y *Festuca amplissima* fue la especie con el mayor valor de importancia. En el estrato arbustivo, Compositae y Rosaceae son las de mayor cobertura y *Acaena elongata* la más importante.

De las especies registradas *Geranium latum* es endémica, *Barkleyanthus salicifolius*, *Roldana angulifolia*, *R. barba-johannis* y *Acaena elongata* están asociadas a *Abies religiosa*, 17 especies son indicadores de perturbación, tres se consideran vegetación secundaria y 21 especies son medicinales. Se observó un cambio en la composición florística del bosque de oyamel en los últimos 45 años, principalmente un aumento de aquellas que indican perturbación. Finalmente se registraron plagas y enfermedades, tala clandestina y cortas de saneamiento como indicadores de presión y como indicadores de respuesta los programas de reforestación con dos especies de *Pinus*.

La diversidad del bosque de *Abies religiosa* se encuentra en un nivel intermedio, debido al bajo número de especies que se registraron, sin embargo aproximadamente el 50 % es característica de lugares perturbados, concluyendo que la composición florística de este bosque depende del tipo de perturbación a la que se encuentra sometido.





## I. INTRODUCCIÓN

Los bosques de *Abies*, con mayor extensión se encuentran en el centro de la República Mexicana, principalmente en el Eje Neovolcánico Transversal. Son considerados comunidades vegetales con baja riqueza y diversidad de especies en condiciones naturales, y la especie arbórea dominante es *Abies religiosa* (H.B.K.) Schl. et Cham, (Manzanilla, 1974; Rzedowski, 1978).

La composición florística, diversidad y cobertura de los estratos herbáceo y arbustivo puede aumentar o disminuir dependiendo de la perturbación, ya sea natural (incendios, plagas, enfermedades) o antropogénica (aprovechamientos forestales, tala clandestina, pastoreo), esta serie de factores impide tener una idea precisa de las condiciones de la vegetación en su forma original (Manzanilla, 1974; Rzedowski, 1978; Velázquez, 1994; Challenger, 1998; Alvarado y Hernández, 2002; Sánchez *et al.*, 2005). Los cambios en la composición florística pueden ser monitoreados a través de la descripción y el análisis de la fisonomía, composición, estructura y relaciones numéricas inter e intracomunitarias de la vegetación (Rangel y Velázquez, 1997).

En el Parque Nacional Zoquiapan son pocas las investigaciones que caracterizan la composición florística del bosque de oyamel y se limitan a localidades cercanas, como la Estación Forestal Experimental Zoquiapan de la Universidad Autónoma Chapingo (EFEZ), Sierra Nevada y cerro Tláloc. Determinar la diversidad vegetal y detectar las especies indicadoras de perturbación ó que pertenecen de manera natural a este tipo de vegetación, nos brinda una mayor información para conocer el estado actual del bosque y así tomar decisiones en el manejo y conservación de nuestros recursos forestales. Por ello, el presente estudio registró la composición florística del bosque de *Abies religiosa* en tres localidades del Parque Nacional Zoquiapan y comparó los resultados obtenidos con estudios publicados en los últimos diez años, para conocer si existe un cambio en la vegetación y los factores que intervienen en el establecimiento de especies herbáceas y arbustivas.





## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 DIVERSIDAD BIOLÓGICA

La biodiversidad o diversidad biológica se refiere a la variedad de especies de organismos vivos presentes en el planeta, incluyendo los procesos ecológicos y evolutivos que se dan a nivel de genes, especies y ecosistemas (Moreno, 2001). Para comprender los cambios de la biodiversidad con relación a la estructura del paisaje, la separación de los componentes alfa, beta y gamma puede ser de gran utilidad, principalmente para medir y monitorear los efectos de las actividades humanas.

La diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea, la diversidad beta es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje y la diversidad gama es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje, resultante de la diversidad alfa y la diversidad beta. La gran mayoría de los métodos propuestos para evaluar la diversidad de especies se refieren a la diversidad dentro de las comunidades (alfa), (Moreno, 2001).

El objetivo de medir la diversidad biológica es contar con parámetros que nos permitan tomar decisiones o emitir recomendaciones en favor de la conservación de taxa o áreas amenazadas, o monitorear el efecto de las perturbaciones en el ambiente. Medir la abundancia relativa de cada especie permite identificar aquellas especies que por su escasa representatividad en la comunidad son más sensibles a las perturbaciones ambientales. Además, identificar un cambio en la diversidad, ya sea en el número de especies, en la distribución de la abundancia de las especies o en la dominancia, nos alerta acerca de procesos empobrecedores (Magurran, 1988). Diversos estudios han demostrado una correlación entre la degradación ambiental y algunos indicadores biológicos, como la riqueza, la composición y la abundancia de especies de las comunidades vegetales (Hill y Harmer, 1998).





## 2.1.1 ÍNDICES DE DIVERSIDAD

**2.1.1.1 ÍNDICE DE MARGALEF (RIQUEZA ESPECÍFICA):** se basa en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies obtenido por un censo o monitoreo de la comunidad (Moreno, 2001).

**2.1.1.2 ÍNDICE DE SIMPSON (DOMINANCIA):** toman en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies (Moreno, 2001). Está influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988; Peet, 1974).

**2.1.1.3 ÍNDICE DE SHANNON- WIENER (EQUIDAD):** se refiere a que tan uniformemente están distribuidos los individuos entre las especies (Newman, 2003). Este índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies) y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia), (Magurran, 1988).

**2.1.1.4 ÍNDICE DE JACCARD (SIMILITUD):** Los índices de similitud expresan el grado en el que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas, por lo que son una medida inversa de la diversidad beta, se refiere al cambio de especies entre dos muestras (Moreno, 2001).







### 2.1.2 VALOR DE IMPORTANCIA

El valor de importancia es un estimador clave para comprender los mecanismos o causas que subyacen a la estructura de una comunidad vegetal, este valor contribuye a brindar un panorama previo en el análisis de la diversidad biológica ya que, además de aportar conocimientos a la teoría ecológica, permite contar con parámetros que son útiles en la toma de decisiones o acciones encaminadas a la conservación o monitoreo de las especies de las comunidades vegetales afectadas por perturbaciones en el ambiente (Escutia, 2004).

## 2.2 INDICADORES DE PRESIÓN EN BIODIVERSIDAD

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2005) señala que el desarrollo de las actividades humanas y su inherente necesidad de generar bienes y servicios ha ejercido una importante presión sobre los ecosistemas terrestres. Algunos indicadores de presión sobre los ecosistemas que menciona esta institución son los siguientes:

### 2.2.1 CAMBIO DE USO DE SUELO

Es el factor más importante que amenaza la integridad y permanencia de los ecosistemas terrestres y de su biodiversidad en México y el mundo (Vitousek *et al.*, 1997; Walker y Steffen, 1997; Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 1998; SEMARNAT, 2003).

Promueve la degradación del ambiente debido al deterioro de las propiedades y características del suelo, así como por las modificaciones de las condiciones de temperatura, humedad y luz, que en algunos casos pueden impedir la regeneración de la vegetación natural (CONABIO, 1998; World Resources Institute (WRI), 2000).





## 2.2.2 INCENDIOS FORESTALES

Los incendios forestales ocurren de manera natural y constituyen un factor importante para la dinámica de muchos ecosistemas forestales del mundo. Sin embargo en la actualidad y debido en gran parte a las actividades humanas, los patrones naturales de ocurrencia se han modificado (Secretariat of the Convention on Biological Diversity (SCBD), 2001; Castillo *et al.*, 2003).

Entre los efectos sobresale la remoción de la biomasa vegetal, junto con los renuevos de las poblaciones de las especies arbóreas, retrasa o interrumpe la regeneración natural, además de que propicia la invasión de plagas y enfermedades forestales (Matthews *et al.*, 2000; Castillo *et al.*, 2003).

La interacción del fuego con el proceso sucesional se denota cuando las especies de pino, encino y otras plantas son recicladas por el fuego durante varias generaciones, sin ser las especies clímax del sitio. Al incrementar la frecuencia o intensidad del fuego, una especie determinada puede ser remplazada por otra más dependiente del fuego, siendo en perjuicio o beneficio, ya que se puede guiar o mantener el desarrollo sucesional en la fase más conveniente de acuerdo con las especies y el uso que se les quiera dar (Daubenmire, 1979; Spurr y Barnes, 1982).

## 2.2.3 ESPECIES INVASORAS

Las especies invasoras son aquellas que pueden catalogarse como nuevas en una región y que pueden tener un impacto negativo, ya sea ecológico, social o económico (Mooney, 2001). Las invasiones biológicas son consideradas como la segunda causa más importante en la extinción de especies nativas, es una de las más serias amenazas para la biodiversidad (). Causan rápido remplazo local y erradicación de especies nativas (Vitousek *et al.*, 1997, Lonsdale, 1999; Espinosa, 2003; Drake *et al.* 1989; Callaway *et al.* 1999).





Así mismo comienza a generarse la competencia entre especies, que es la interacción entre plantas vecinas por recursos vitales: luz, nutrientes, agua o espacio (Odum, 1972; Grime, 1982; Spurr y Barnes, 1982; Hocker Jr., 1984). Durante las primeras etapas del proceso de colonización por la vegetación de un hábitat fértil perturbado, ocurren interacciones competitivas entre los brotes de las plantas que intentan establecerse, primero bajo la superficie del suelo (radical), y luego por arriba, conforme la vegetación se desarrolle y el dosel se cierre.

Las especies vegetales comúnmente se asocian a ciertos tipos de suelos, en zonas específicas climáticas o geográficas, puede predecirse su aparición tras una perturbación, en particular en un bosque bajo manejo y en estrecha relación con otras especies (Chadwick y Larson, 1990 citado por García, 2000).

Se reconocen dos tipos de competencia, la intraespecífica, que no afecta la composición vegetal ni la sucesión, y la interespecífica, que tiene una clara incidencia sobre la composición y por ende en la sucesión (Hocker Jr., 1984).

### 2.3 BOSQUE DE *Abies religiosa*

*Abies religiosa* forma bosques monoespecíficos, que presentan problemas de regeneración natural y elevada mortalidad de individuos adultos (Alvarado y Hernández, 2002). Ocupan un lugar especial en la vegetación de México por sus características fisonómicas, ya que no interrumpe sus actividades de fotosíntesis, absorción y transpiración (a excepción de las épocas más frías y secas del año, en las que presentan una disminución), florísticas (el periodo de maduración de los conos corresponde a los meses de diciembre, enero y febrero) y ecológicas (Rzedowski, 1978).





La superficie que ocupan en nuestro país no es muy grande (193,717 ha con masas puras y mezcladas de *Pinus* spp. y *Quercus* spp), sin embargo, sobresale entre el conjunto de comunidades vegetales conocidas por coníferas, frecuentes en zonas de clima templado y frío del Hemisferio Norte.

Se encuentra a una altitud entre 2,400 y 3,600 m, en climas ligeramente húmedos, con una temperatura entre 7 y 15°C, nevadas moderadas, escasas o ausentes y una precipitación media anual de 1,000 mm (Granados *et al.*, 2007). Los bosques maduros de oyamel son densos, de 20 a 40 m de alto, poco tolerantes a la presencia de arbustos y plantas herbáceas (Fig. 1).

En ocasiones, por razones de topografía, intervención humana u otras causas, toleran diversas especies arbóreas, arbustivas y herbáceas (Challenger, 1998; Sánchez y López, 2003). Los desmontes, la tala inmoderada y su bajo porcentaje de germinación, afectan seriamente al bosque de *Abies*, ya que los sitios que se deforestan, no fácilmente se pueden recuperar, pues los árboles jóvenes requieren de la protección contra la insolación intensa que les proporcionan los adultos.



Figura 1.- Bosque de *Abies religiosa*.





### 2.3.1 DISTRIBUCIÓN

En México se distribuyen nueve especies de *Abies*, de las cuales *Abies religiosa* es la más abundante, se le conoce comúnmente con los nombres de oyamel, pinabete, y huallame en Coahuila, en náhuatl como “ocxoatl” y/o xalócotl; los Otomíes lo llaman “Bansú”, en inglés como “Sacred fir” y en Alemán como “Heiligetanne” (Ángeles, 1998).

El bosque de oyamel abarca las zonas montañosas del Distrito Federal así como los estados de Hidalgo, Puebla, Veracruz, Michoacán, Jalisco, Morelos, México, Guerrero y Tlaxcala (Fig. 2). Se encuentra entre los 17° 30' y 21° 00' latitud Norte y entre los 97°-104° 00' longitud oeste (Manzanilla, 1974).



Figura 2.- Distribución de *Abies religiosa* en México, Basado en Manzanilla (1974), modificado por Rodríguez (2013).

Con respecto a su distribución en el centro de México, los bosques de *Abies* se encuentran en la Faja Volcánica Transmexicana (FVT), formando masas puras ó bien asociadas a especies de *Pinus* (*P. montezumae*, *P. pseudostrobus*, *P. hartwegii*, *P. ayacahuite* var. *veitchii*) y algunas latifoliadas como *Alnus glabrata*, *A. firmifolia*, *Arbutus xalapensis* y *Quercus* spp.





Son considerados como comunidades clímax (Rzedowski, 1978) y para el caso específico de la Cuenca de México, dominan las partes altas de las montañas que rodean a esta y su conservación es indispensable para la calidad de vida del área metropolitana de la Ciudad de México (Nieto, 1995).

### 2.3.2 COMPOSICIÓN DEL BOSQUE DE OYAMEL

De acuerdo a la clasificación de Madrigal (1967) y Manzanilla (1974) el bosque de *Abies religiosa* está constituido principalmente por cuatro o cinco estratos verticales, desde el rasante hasta el dosel superior (cuadro 1). Esta estructura que presenta el bosque, dispuesto en cinco estratos, corresponde a una comunidad con un estado de desarrollo pleno, característico de la Cuenca de México (Nieto, 1995).

Cuadro 1.- Estratos de la vegetación del bosque de *Abies religiosa*.

ESTRATO	ALTURA	CARACTERÍSTICAS
<b>I Rasante</b>	0.01 a 0.29 m	Representado por la abundancia de musgos, compuestas, solanáceas y algunos macromicetos.
<b>II Herbáceo</b>	0.30 a 0.90 m	Comprende cerca del 80 % de las especies.
<b>III Arbustivo</b>	0.91 a 1.5 m	Tiende a presentar una distribución irregular ya que en algunos sitios presenta altas coberturas mientras que en otros muy bajas.
<b>IV Arbóreo inferior</b>	3 a 15 m	Es escaso, con ejemplares de oyamel de fustes delgados (15 a 25 cm de diámetro normal. DAP).
<b>V Arbóreo superior</b>	16 a 35 m	Al igual que el estrato inferior es escaso, los ejemplares de oyamel presentan fustes medios (45 cm DAP) y coberturas más amplias que las del estrato inferior.





El estrato herbáceo no sobrepasa el 10 %, presenta una cobertura menor y la especie representativa es *Alchemilla procumbens*. Solo en algunos sitios se encuentra al estrato rasante, de musgos principalmente, con coberturas menores de 15 %. El estrato arbustivo está bien representado y aporta coberturas del 30 %, en ocasiones puede ser muy denso, probablemente por perturbación (Ávila, 2002).

Este bosque está compuesto por especies como *Abies religiosa*, *Senecio angulifolius* (*Barkleyanthus salicifolius*), *S. barba-johannis* (*Roldana barba-johannis*), *Eupatorium pazcuarensis*, *Thuidium delicatulum*, *Salvia elegans* y *S. concolor*. La especie dominante es *Abies religiosa* en el estrato arbóreo, con coberturas que van de 40 hasta 90%.

#### 2.4 DESCRIPCIÓN DE *Abies religiosa*.

Árbol monoico, perennifolio (nativo de México). 35 a 40 m de alto, en ocasiones hasta 60 m y 1.80 m de diámetro. Ramas extendidas o ligeramente ascendentes y verticiladas, que se acortan gradualmente hasta formar una copa cónica, se encuentran colgantes, opuestas en cruz y de color que varía del castaño oscuro al moreno violáceo. Las hojas son alternas y dispuestas en espiral, lineares, derechas o algo falcadas, subdísticas, torcidas en la base, de 20 a 30 mm de largo por 1.5 mm de ancho.

El ápice es agudo y córneo, color verde oscuro en el haz y glaucas en el envés. La corteza externa es de color café-rojizo o grisáceo, con placas irregulares y de 1-7 mm de grosor. La corteza interna es de color rojizo y de 6-7 mm de grosor. (Fig. 3a)

Conos femeninos subcilíndricos, de 7 cm de largo, con brácteas rojizas de margen rasgado, se concentran en la parte superior de la copa y su desarrollo es muy rápido (Fig. 3b). Los conos masculinos son oblongos y de color violáceo, miden de 12 a 14 mm de largo por 5 mm de ancho, al principio protegidos por mucha resina, se encuentran en las ramillas laterales.





Figura 3.- a) *Abies religiosa*  
b) Conos femeninos en la parte superior de la copa de *A. religiosa*.

La semilla es cuneado-oblonga, ovoide u oblonga, aguda en la base, comprimida, resinosa, 9-10 mm por 5 mm de ancho, color castaño brillante (Rzedowski, 2001). La edad a la que florece y fructifica oscila entre los 23 y 27 años. La maduración de los conos se da en diciembre, llegando a la fecundación en marzo-abril del siguiente año.

Fue clasificado por Humboldt y Bonpland y su nombre actual fue dado por Schelectendahl y Chamizo en 1830. La denominación que recibe actualmente se debe a que las ramas son empleadas como adorno en ceremonias religiosas (Manzanilla, 1974).

#### 2.4.1 FENOLOGÍA

Los conos fecundados maduran en Noviembre y en Diciembre del mismo año se da la diseminación. En general la reproducción inicia a los 25 años, viéndose afectada por la densidad (Madrigal, 1964).







### III. ANTECEDENTES

Diversos estudios (Madrigal, 1967; Manzanilla, 1974; Sierra *et al.*, 1988; Nieto, 1995; Sánchez y López, 2003, Sánchez *et al.*, 2005 y 2006; y Encina *et al.*, 2008) han analizado la estructura y diversidad del bosque de oyamel (*Abies religiosa*) y pocos de ellos se han realizado en el Parque Nacional Zoquiapan, como es el caso de los realizados en la Estación Forestal Experimental Zoquiapan de la Universidad Autónoma Chapingo (EFEZ), Sierra Nevada y cerro Tlalóc (Sánchez *et al.*, 2006).

Madrigal (1967), realizó un estudio en los bosques de *Abies religiosa* y tomó en cuenta factores climáticos, edáficos y bióticos, incluyendo factores como fenología, estratificación, composición florística, factores principales y especies indicadoras de disturbio, relaciones fitogeográficas y la distribución de estos bosques. Reportó como especies indicadoras de disturbio a *Salix cana*, *Symphoricarpos microphyllus*, *Alchemilla procumbens*, *Arbutus glandulosa*, *A. xalapensis*, *Baccharis conferta*, *Penstemon gentianoides*, *Acaena elongata*, *Castilleja tenuiflora*, *Senecio cinerarioides* (*Barkleyanthus salicifolius*), *Stipa sp.* y *Muhlenbergia spp.*

Manzanilla (1974), comparó la estructura poblacional y la diversidad vegetal del bosque de oyamel, en las faldas del volcán Iztaccíhuatl, Popocatepetl, Nevado de Colima, y el volcán de Colima, clasificándolos en bosque virgen (rodales sin alteraciones humanas aparentes); bosque natural (rodales alterados por el hombre por medio de incendios y explotaciones ilegales) y bosque de explotación (rodales explotados), analizó 50 sitios con una superficie de 10.35 has, mediante muestreos dasométricos. Obtuvo como resultado, un mayor número de árboles en el bosque natural, mayor área basal en el bosque virgen y mayores alturas y coberturas en el bosque virgen y de explotación. Respecto a la diversidad vegetal registró 50 especies, las cuales se desarrollan preferentemente en los sitios donde la intensidad de luz es mayor.





Anaya *et al.*, (1980), estudiaron la vegetación y los suelos en un transecto altitudinal del volcán Iztaccíhuatl, realizó veinte muestreos con una duración de un día, identificando cinco asociaciones para la vegetación: Asociación de *Quercus laurina- Quercus rugosa*, *Pinus leiophylla*, *Pinus montezumae*, *Abies religiosa* y finalmente *Pinus hartwegii*. Para cada una de estas asociaciones se registraron características como: calidad, altitud, posición topográfica, grado y orientación de la pendiente, microrrelieve, entre otras observaciones. Como resultados obtuvo que el bosque de *Abies religiosa* se localizó entre los 3,270 y 3,300 msnm, y que presentó un estrato rasante o muscinal que no está presente en las demás comunidades, además de ser la que obtuvo la menor cobertura del estrato arbustivo (12 a 16 %, comparado con *Pinus leiophylla* con el 50 %). También registró especies como *Acaena elongata*, *Alchemilla procumbens*, *Stipa virescens*, *Didymaea mexicana*, *Eragostris spp.*, *Geranium potentillifolium*, *Galium aschenbornii*, *Senecio patanifolius*, *Senecio callosus* y *Eupatorium pazcuarensis* y señaló que la mayoría de estas especies son de localización aislada.

Sierra *et al.*, (1988), estudiaron la estructura y dinámica del bosque de oyamel afectado por la declinación forestal en el Desierto de los Leones del Distrito Federal, utilizaron el muestreo por conglomerados, con una superficie de 1.8409 ha, constó de cinco unidades secundarias circulares, con una superficie de 1,000 m<sup>2</sup> y dos más concéntricas a estas unidades con una superficie de 10 y 100 m<sup>2</sup>. Como resultado obtuvieron que la especie con mayor valor de importancia es *Abies religiosa*, al presentar las mayores densidades, frecuencias y dominancias relativas, seguido de *Garrya laurifolia*, *Quercus spp.*, *Pinus patula*, *Salix spp.*, *Pinus serotina*, *Pinus hartwegii*, entre otros e indicaron que *Garrya laurifolia* y *Quercus spp.* aprovechan el espacio liberado por la muerte de oyameles para su establecimiento.

Nieto en 1995 realizó un levantamiento fitoecológico en el bosque de oyamel en la Cañada de Contreras, Delegación Magdalena Contreras al suroeste del Distrito Federal. Caracterizó la





composición florística, forestal y edáfica de la comunidad, obtuvo como resultados en el estrato rasante (de 0.01 a 0.29 m de altura) la presencia de musgos, compuestas y solanáceas y algunos macromicetos. El estrato herbáceo (0.30- 0.90 m de altura) fue el más abundante y comprendió al 80% de las especies identificadas. La especie dominante por cobertura fue *Alchemilla procumbens*. En el estrato arbustivo (6.91 - 1.5 m de altura) encontró una distribución irregular, y las especies predominantes fueron *Senecio rhombifolius* y *Symphoricarpos microphyllus*. La misma autora en colaboración con otros autores en el año 2003, investigaron el efecto de la vegetación del sotobosque sobre el crecimiento y desarrollo de *Abies religiosa*. Para ello realizaron un experimento en el invernadero del Vivero Forestal de la Universidad Autónoma Chapingo, con tres tratamientos de sombra (0, 35 y 70 %), dos tipos de sustrato (bosque abierto y bosque cerrado) y dos controles de vegetación (con y sin vegetación). Identificaron 34 especies, de las cuales la familia Compositae fue la que predominó, *Abies religiosa* presentó una mayor supervivencia bajo el 70 % de sombra, con sustrato de bosque cerrado y con la misma proporción de presencia y ausencia de vegetación.

Sánchez y López (2003) analizaron la vegetación y los factores que influyen en la estructura y distribución de la vegetación a lo largo de un gradiente altitudinal en el norte de la Sierra Nevada, demostrando que existe un patrón en la estructura y distribución de las comunidades vegetales, definido principalmente por el gradiente de altitud (temperatura y precipitación) y por las propiedades del suelo: materia orgánica, cationes y punto de marchitez permanente en el horizonte A2, así como los nutrimentos y la profundidad del horizonte O, y la pendiente del terreno.

Sánchez *et al.*, en el 2005 estudiaron la semejanza florística entre los bosques de *Abies religiosa* de la Faja Volcánica Transmexicana, obteniendo los datos a partir de la revisión bibliográfica en 12 localidades. Con esta información se estimó la semejanza florística entre los sitios mediante métodos de clasificación y ordenación, teniendo como resultado 76 familias, 222 géneros y 510 especies. Detectaron patrones en la composición y estructura de los bosques de oyamel





importantes para su manejo y conservación, ya que un bajo porcentaje de las familias más comunes contiene una proporción muy alta de los géneros y las especies; un bajo porcentaje de los géneros más constantes contienen cerca del 50% de las especies; un porcentaje escaso de las especies es común a los bosques de oyamel y son estas especies las que definen su estructura básica. En el 2006 determinaron la composición y patrones de distribución geográfica de la flora del bosque de oyamel del cerro Tláloc, en México y registraron 44 familias, 94 géneros y 137 especies, de las cuales tres cuartas partes pertenecen sólo a 15 familias, destacando Compositae, Gramineae, Scrophulariaceae, Geraniaceae, Onagraceae y Pinaceae.

Santibañez en el 2009 realizó un estudio para conocer la composición y estructura del bosque de *Abies religiosa* en función de la heterogeneidad ambiental y de esta forma determinar su grado de conservación en la Cuenca del Río Magdalena, en el Distrito Federal. Determinó unidades de paisaje y dentro de las mismas estableció parcelas en las que describió la estructura cuantitativa del estrato arbóreo a partir de variables estructurales (densidad, cobertura, área basal y altura), cálculo el valor de importancia de las especies arbóreas y realizó una comparación en relación a su diversidad. Posteriormente realizó un análisis de la heterogeneidad ambiental y el efecto que tienen los factores abióticos sobre el valor de importancia de las especies arbóreas. Por último se estimó el grado de conservación de las unidades de paisaje. Los resultados mostraron que existen diferencias en la estructura arbórea entre las unidades de paisaje, al igual que en las parcelas. En cuanto a la heterogeneidad ambiental comprobó que existe una correlación en los valores de estructura y los factores ambientales. Finalmente se identificaron las zonas del bosque de *Abies religiosa* que requieren de una mayor atención para idear estrategias y acciones de manejo o restauración.

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), en el 2005 publicó el manual de “Indicadores básicos del desempeño ambiental de México” a fin de describir el estado de un ecosistema, mediante indicadores que nos permiten evaluar las condiciones ambientales,





desarrollando indicadores de presión (describen los efectos que ejercen las actividades humanas sobre el ambiente), estado (se refieren a las condiciones en las que se encuentra el ambiente) y respuesta (presenta los programas que realiza la sociedad, instituciones o gobierno, orientados a la reducción o mitigación de la degradación del medio ambiente), permitiendo conocer y evaluar su estado actual. Agrupa estos indicadores en ocho temas: atmósfera, agua, suelo, residuos sólidos municipales, residuos peligrosos, biodiversidad, recursos forestales y recursos pesqueros. Para la biodiversidad señalan como indicadores de presión: cambio de uso de suelo, crecimiento demográfico, crecimiento de la infraestructura carretera, incendios forestales, especies invasoras. En cuanto a indicadores de estado mencionan la extensión de los ecosistemas terrestres y las especies terrestres mexicanas en riesgo. Los indicadores de respuesta sugieren la creación de áreas naturales protegidas federales terrestres y programas para el uso sustentable de la biodiversidad. Mientras que para los recursos forestales los indicadores de presión son: extracción de productos forestales maderables y no maderables, incendios forestales, plagas forestales, tala ilegal, al igual que el cambio de uso de suelo; los indicadores de estado: extensión y existencia de madera de bosques y selvas; y finalmente los indicadores de respuesta: plantaciones forestales comerciales, manejo forestal sustentable, tratamiento de plagas forestales, reforestación e inspecciones forestales.





#### **IV. PROBLEMÁTICA**

En la Cuenca de México, la cobertura actual del bosque de oyamel parece no haber disminuido tan drásticamente en relación a la superficie original, como ha ocurrido con los bosques de pino y encino, sin embargo presenta distintos grados de perturbación, originando pérdida de cobertura vegetal, aumento de especies oportunistas y disminución de servicios ambientales (Santibáñez, 2009).

La transformación y fragmentación de los bosques en la Cuenca de México, se debe a la poca efectividad de las prácticas silvícolas para hacer sustentable el recurso forestal. Otro aspecto relevante es la poca información que se tiene sobre los ecosistemas boscosos de la cuenca, como las acciones adecuadas que se deben realizar para su restauración o conservación.

Para restaurar un ecosistema se debe tener un conocimiento profundo de su función y estructura, pero al no conocer la composición de especies, su interacción y estabilidad bio-ecológica, complica saber las causas de la pérdida o aumento de esa diversidad y como poder recuperarla (Gallego, 2002; Myers *et al.*, 2000, Valladares, 2003; Silva *et al.*, 2005).

Lomas *et al.*, (2005), mencionan que el Parque Nacional Zoquiapan presenta una fuerte presión de la zona urbana, se suma la contaminación del aire, suelo y agua (Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), 1998; Comisión de Recursos Naturales (CORENADER), 2003), lo que ocasiona pérdida de especies ó aumento de especies oportunistas y la disminución de la vegetación arbórea, esto permite la entrada de luz y la modificación de las condiciones microclimáticas del bosque, lo que afecta principalmente la regeneración natural de *Abies religiosa* al ser una especie que requiere de condiciones específicas de luz y sombra (Villers y Trejo, 1997).





## V. OBJETIVOS

### 5.1 GENERAL

- ❖ Determinar el cambio en la composición florística del bosque de *Abies religiosa* (H.B.K.) Schl. et Cham del Parque Nacional Zoquiapan en los últimos diez años y comparar la riqueza y diversidad en tres áreas de la misma zona.

#### 5.1.1 ESPECÍFICOS

- ❖ Determinar la diversidad y riqueza de familias, géneros y especies del estrato herbáceo y arbustivo del bosque de oyamel en tres localidades.
- ❖ Calcular la cobertura de las especies y familias, así como los índices de diversidad.
- ❖ Estimar la especie con el mayor valor de importancia del estrato herbáceo y arbustivo.
- ❖ Conocer las especies endémicas, invasoras, con propiedades medicinales y las que se encuentran asociadas a *Abies religiosa*.
- ❖ Analizar la fenología de las especies.
- ❖ Identificar los indicadores de presión, estado y respuesta del bosque de oyamel del Parque Nacional Zoquiapan.





## VI. MÉTODO

### 6.1 ZONA DE ESTUDIO

#### Parque Nacional Zoquiapan.

El Parque Nacional Zoquiapan forma parte del Parque Nacional Izta-Popo, Zoquiapan y Anexas. Se localiza en la región montañosa conocida como Sierra Nevada, presenta una superficie de 20,454 ha, está ubicado en los límites del Estado de México y Puebla, comprende parte de los municipios de Texcoco, Ixtapaluca y Tlamanalco. Abarca la Zona Protectora Forestal Montes de las Haciendas de Zoquiapan, Río Frío e Ixtlahuacan, se encuentra entre  $19^{\circ} 13' 10''$  y  $19^{\circ} 18' 45''$  latitud Norte y entre  $98^{\circ} 37' 39''$  y  $98^{\circ} 51' 58''$  longitud Oeste (Vargas, 1997) (Fig. 4).

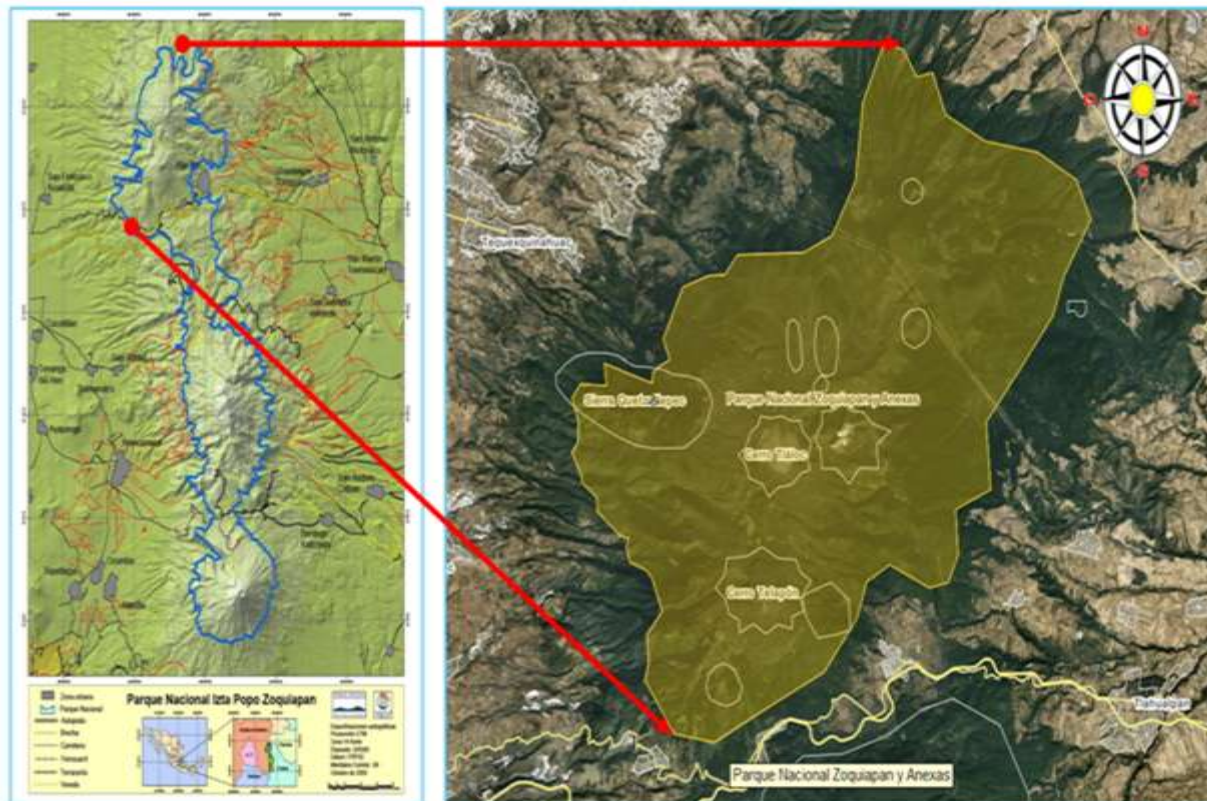


Figura 4.- Ubicación del Parque Nacional Zoquiapan.  
Mapa tomado de <http://www.conanp.gob.mx> y Fotografía satelital disponible en <http://wikimapia.org>







### 6.1.1 CLIMA

Por su latitud, la zona se encuentra comprendida en el área de influencia de los vientos alisios, predominando circulaciones de tipo convectivo locales; que permite gran estabilidad meteorológica durante la mayor parte del año. Sin embargo, las condiciones climáticas de la zona pueden ser alteradas por los nortes que afectan al país durante el invierno, principalmente en el mes de enero (Melo y Oropeza, 1982).

Debido a la situación geográfica del parque, se presentan dos tipos de climas

- Semifrío húmedo, entre los 2,750 y 3,000 m, temperatura media anual entre 11 y 13°C, precipitación media anual entre 1,000 y 1,200 mm distribuidos en siete meses.
- Frío húmedo, entre los 3,000 y 3,500 m, con temperatura media anual de 9 a 11°C y precipitación igual al primero, por lo tanto el régimen de lluvias es de verano en toda el área (Oropeza, 1980).

### 6.1.2 GEOLOGÍA

El material litológico está formado por andesitas, dacitas, arenas y cenizas volcánicas. En el extremo occidente del parque se ubican los aluviales que forman lomeríos de topografía llana (Vargas, 1997).

### 6.1.3 SUELO

Son Andosoles mólicos (Food and Agriculture Organization- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (FAO-UNESCO), 1994), el relieve que presenta esta fuertemente inclinado con pendiente de 25 a 50 %, su drenaje es moderado a bien drenado y su profundidad va hasta 100cm sin impedimento para las raíces. Son de desarrollo pedogenético incipiente, con un adecuado nivel de fertilidad y con susceptibilidad a la erosión.





#### 6.1.4 VEGETACIÓN

El Parque presenta diferentes tipos de vegetación. El bosque de oyamel (*Abies religiosa*) constituye la parte dominante del estrato arbóreo. Se encuentra de los 3240 m a los 3289 m, limitando en su parte baja con la asociación aile-pino y en su parte alta con la asociación aile. Son arboles de 27 a 30 m de altura, con un follaje denso, manteniendo una humedad alta (Oropeza, 1980).

En el estrato arbóreo predominan especies de distribución boreal de Norte América y Eurasia, como: *Abies religiosa*, *Arbutus glandulosa*, *A. xalapensis*, *Alnus firmifolia*, *Salix cana*, *Salix paradoxa*. En el estrato arbustivo y herbáceo confluyen plantas con afinidades geográficas diferentes, como: *Acaena elongata*, *Symphoricarpos microphyla*, *Pernettya ciliata*, *P.ciliaris*, *Baccharis conferta*, *Eupatorium glabratum*, *Ribes rugosum*, *Buddleia sessiliflora*, *Roldaba barba-johannis*, *R. angulifolia*, para el estrato arbustivo, mientras que para el estrato herbáceo son: *Fragaria indica*, *Asplenium monanthes*, *Alchemilla procumbens*, *Salvia elegans*, *Salvia sp.*, *Galium aschenbornii*, *Eupatorium patzcuarensis*, *Cirsium pinetrom*, entre otros (Melo y Oropeza, 1982).

#### 6.1.5 DEMOGRAFÍA

Existen cuatro asentamientos humanos dentro del parque, con una población total de 14,083 habitantes, las localidades de mayor población son: Río Frío de Juárez (36.41 %), San Jerónimo Cuatro Vientos (30.04 %), y General Manuel Ávila Camacho (19.86 %), (Censo Nacional de Población, 2000 en Lomas *et al.*, 2005). En la zona aledaña existen siete asentamientos humanos: San Martín Cuautlalpan con 12,560 habitantes, Santa María Huexoculco (11,932), San Marcos Huixtoco (10,093), San Gregorio Cuautenco, San Francisco Acautla (21,220) y Coatepec (7,612).





## 6.2 FASE DE GABINETE

Se realizó la búsqueda bibliográfica acerca de los estudios previos que se han hecho en algunas zonas del Parque Nacional Zoquiapan en los últimos diez años, específicamente en el bosque de oyamel, para conocer y comparar su composición florística.

## 6.3 FASE DE CAMPO

Se realizaron 4 muestreos en la zona de estudio, en los meses de septiembre-noviembre del 2011 y febrero-marzo del 2012, eligiendo tres localidades (Cañada del Quesero, Vuelta Obscura y Huilapan) que presentaran dominancia de *Abies religiosa* y se incluyeron los datos generados en los meses de septiembre y noviembre del 2010 y febrero- abril del 2011 por los alumnos del Laboratorio de Contaminación Atmosférica de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM.

Para la toma de datos se eligieron las parcelas de manera aleatoria, se tomaron las coordenadas de la zona de estudio con ayuda de un geoposicionador marca Magellan, modelo Sportrack Map, se procedió a realizar el muestreo de la vegetación mediante el método de conglomerados (Sierra, 1988; Labaú, 1993), el cual consiste en una unidad primaria de muestreo y cuatro unidades circulares secundarias, con un radio de 17.8 m, cubriendo una superficie de 1,000 m<sup>2</sup>, abarcando un área aproximada de 4,000 m<sup>2</sup> por muestreo, obteniendo como superficie final 2.3 ha. Estos círculos se dividieron en cuatro partes y a cada sección se le asignó un número romano progresivo conforme al sentido de las manecillas del reloj (I, II, III y IV) (Fig. 5a).

Se realizó la caracterización ecológica de cada localidad (Anexo 1) así como la toma de datos para el estrato herbáceo (1.5 m) y arbustivo (3 m) (Figura 5b). Se tomó la altura y el diámetro (N-S y E-O) de cada individuo (Fig. 6), se registró si las especies estaban en floración y se anotaron los datos en el formato correspondiente (Anexo 2). Finalmente se recolectaron tres ejemplares de cada especies y se prensaron para transportarlas al laboratorio.



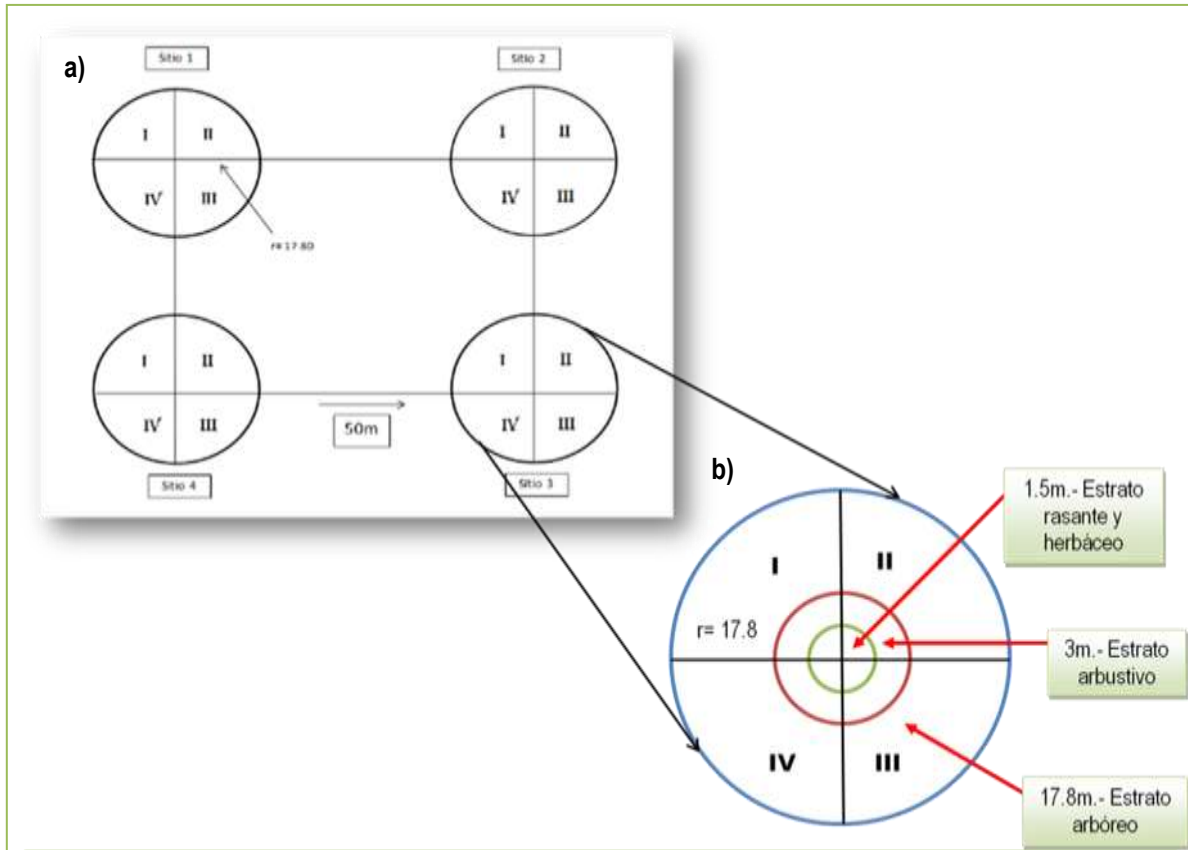


Figura 5.- a) Muestreo de conglomerados  
b) Unidad secundaria para el muestreo de especies rasantes, herbáceas, arbustivas y arbóreas



Figura 6. Toma de datos del estrato herbáceo y arbustivo.  
a) Medición de altura  
b) Medición de diámetro (N-S y E-O).



## 6.4 FASE DE LABORATORIO

Los ejemplares recolectados en campo fueron herborizados utilizando las técnicas convencionales (secado y montaje). Las especies se identificaron y determinaron con ayuda de las claves taxonómicas: La Flora del Valle de México (Sánchez, 1974) y Flora Fanerogámica del Valle de México (Rzedowski *et al.*, 2001), como apoyo se utilizaron los catálogos florísticos: Guía botánica del Parque Nacional Malinche, Tlaxcala-Puebla (Villers, 2006) y Árboles y flores del Ajusco (Benítez, 1986). Posteriormente las especies fueron cotejadas en el Herbario Nacional de México (MEXU) del Instituto de Biología.

Los datos obtenidos en campo se transcribieron a una base de datos con ayuda del programa de Microsoft Excel (2007), en donde se identificaron por nombre científico, densidad y cobertura. Para las tres zonas se calculó la cobertura de cada familia y especie, al igual que los índices de diversidad (Índice de Margalef, Simpson, Shanon-Wiener, Berger-Parker y Jacard). Posteriormente se realizó lo mismo con el estrato herbáceo y arbustivo, incluyendo el valor de importancia, para así obtener los resultados generales del Parque Nacional Zoquiapan. Se comparó la vegetación del bosque de oyamel de las localidades Cañada del Quesero, Vuelta Obscura y Huilapan, para establecer las zonas que presentan una mayor similitud (Índice de Jaccard).

Para calcular la cobertura de cada especie se utilizó la siguiente fórmula:

$$C = [(d_1 + d_2)/4]^2 \pi$$

Dónde:

**C**= Cobertura

**d1**= Primer diámetro de cobertura de la copa (N-S)

**d2**= Segundo diámetro de la copa (E-O)





El valor de importancia relativa (VIR) de cada especie, se determinó con la fórmula:

$$\text{VIR} = \text{densidad relativa} + \text{frecuencia relativa} + \text{cobertura}$$

Dónde:

**Densidad relativa**= número de individuos por especie / total de individuos de las especies X 100

**Frecuencia relativa**= número de veces que se encontró una especie en el muestreo / total de veces que se encontraron las especies en el muestreo X 100.

**Cobertura relativa**= área de cada especie / área total de especies X 100.

Se obtuvo la riqueza de especies utilizando el Índice de Margalef, el cual se calculó con la siguiente fórmula:

$$D_{Mg} = \frac{S - 1}{\ln N}$$

Dónde:

**D<sub>Mg</sub>**= Riqueza específica de Margalef

**S**= Número de especies presentes

**N**= Número total de individuos encontrados (pertenecientes a todas las especies)

**ln**= Logaritmo

Para conocer el índice de dominancia se usó el Índice de Simpson

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

Dónde:

**p<sub>i</sub>** = 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 Shannon-Wiener se empleó para calcular el índice de equidad

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

Dónde:

$H'$  = Diversidad de especies

$p_i$  = Proporción del número de individuos de la especie  $i$  con respecto a  $N$ . Obteniendo  $p_i$  de la división del número total de individuos de una especie con la sumatoria del número total de individuos de todas las especies; realizando la misma operación para cada una de las especies.

$\ln$  = Logaritmo natural de  $p_i$

Para estimar la especie más abundante se calculó el índice de Berger-Parker:

$$D = \frac{N_{\max}}{N}$$

Dónde:

$D$  = especie más abundante

$N_{\max}$  = número de individuos en la especie más abundante

$N$  = número total de individuos de todas las especies

La similitud entre las localidades se calculó utilizando el índice de Jaccard:

$$I_j = \frac{c}{a + b - c}$$

Dónde:

$a$  = número de especies presentes en el sitio A

$b$  = número de especies presentes en el sitio B

$c$  = número de especies presentes en ambos sitios A y B





Con base en la literatura se identificó si las especies encontradas eran endémicas, invasoras, medicinales o si se encontraban asociadas con *Abies religiosa*, al igual que su fenología. Sin embargo para algunas especies no se encontró registro de la época de floración, por lo que nos basamos en los datos obtenidos en campo.

Se realizó una comparación del listado florístico obtenido en el presente trabajo con el publicado por Nieto *et al.*, (2003) realizado en el Vivero Forestal de la Universidad Autónoma Chapingo, así como por los listados publicados por Sánchez (2004) en el cerro Tláloc y la Faja Volcánica Transmexicana, para detectar si existían cambios en la composición florística del bosque de *Abies religiosa*.

Finalmente se decidió realizar un pequeño catálogo con las especies registradas en este trabajo (Anexo 3), la descripción de cada especie se realizó de acuerdo a lo publicado por diversos autores (Benítez, 1986; Rzedowski *et al.*, 2001 y Villers *et al.*, 2006).







## VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la presentación de los resultados se presenta una ruta, que muestra su interacción y facilita la interpretación de la diversidad de especies en cada una de las localidades, así como en el estrato herbáceo y arbustivo de (Fig. 7). Al interpretar la diversidad, riqueza y abundancia de especies podremos entender los factores causales de la declinación del bosque de *Abies religiosa* y/o su declinación en la Cuenca de México.

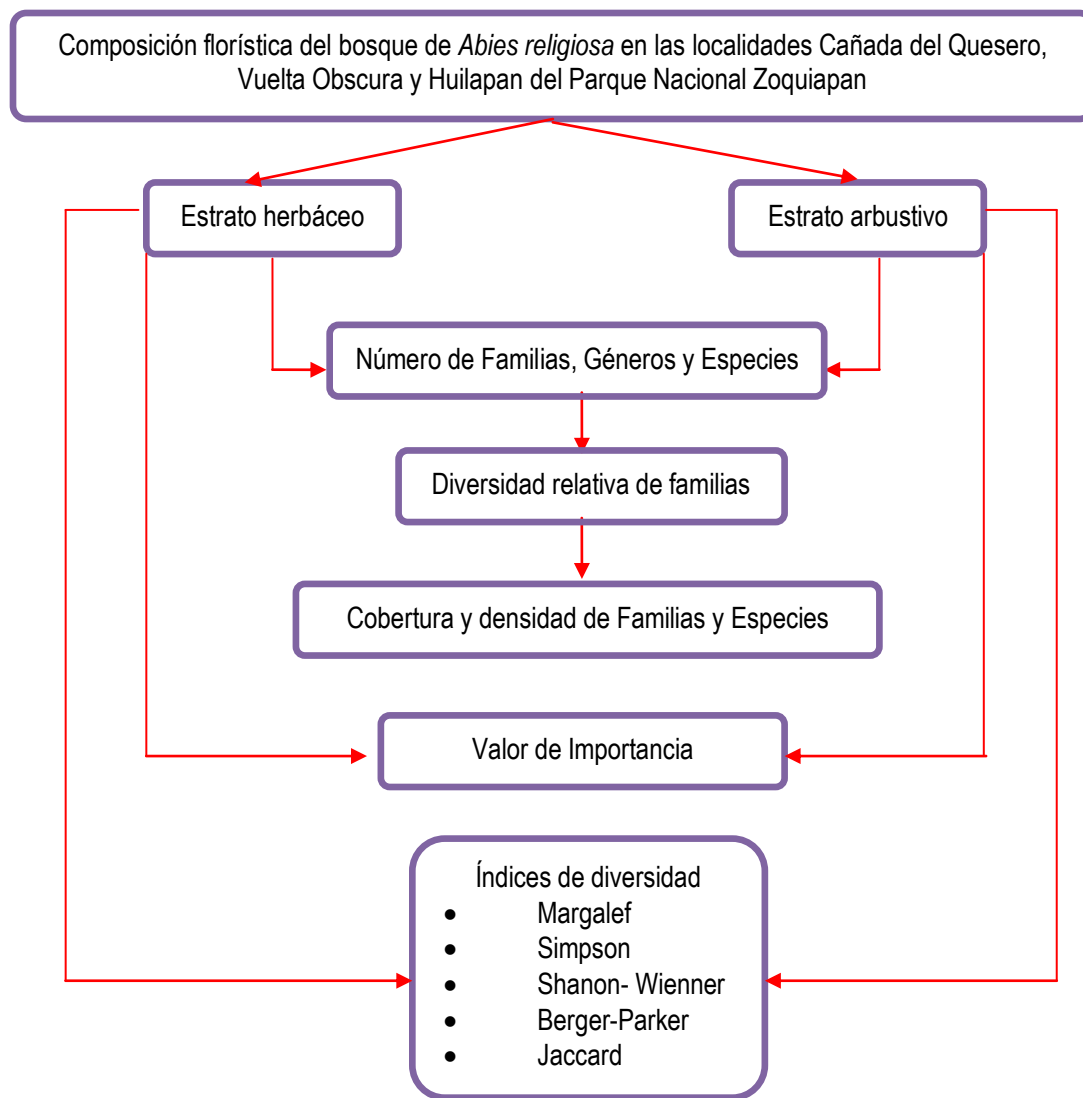


Figura 7.- Diagrama de flujo para la presentación de resultados del estrato herbáceo y arbustivo, al igual que las localidades Cañada del Quesero, Vuelta Obscura y Huilapan.





En los tres sitios de muestreo Cañada del Quesero, Vuelta oscura y Huilapan, se presentó dominancia de *Abies religiosa* en el estrato arbóreo. Sólo en la primera localidad se observó la presencia de los géneros *Alnus* y *Quercus*.

El presente estudio se enfocó a la vegetación herbácea y arbustiva por lo que se consideraron 4,000 m<sup>2</sup> por muestreo, destinando poco más de 400 m<sup>2</sup> a las especies de estos estratos. De acuerdo con Ávila (2002) y Santibañez (2009) el área utilizada en bosques templados para especies arbóreas es de 625 m<sup>2</sup>, y dentro de este mismo cuadrante se destinan 36 m<sup>2</sup> para herbáceas y arbustivas.

#### 7.1 LOCALIDADES: Cañada del Quesero, Vuelta Oscura y Huilapan.

A continuación se presentan los resultados de diversidad, cobertura de familias, especies, densidad, e índices de diversidad para cada una de las localidades y la descripción de las mismas. Los resultados se proporcionan por estratos (herbáceo y arbustivo) a excepción de la densidad y los índices de diversidad, donde se muestran de manera general. Posteriormente, en la comparación de las zonas de estudio se incluye la discusión de dicha información.

En la figura 8 se observa la ubicación en la que se encuentra cada una de estas zonas, para tener una idea más clara de su distribución. Los tres sitios se localizan entre los 3,400 y 3,550 msnm, en la parte Noroeste del Parque Nacional Zoquiapan, el municipio más cercano a esta zona es Ixtapaluca.



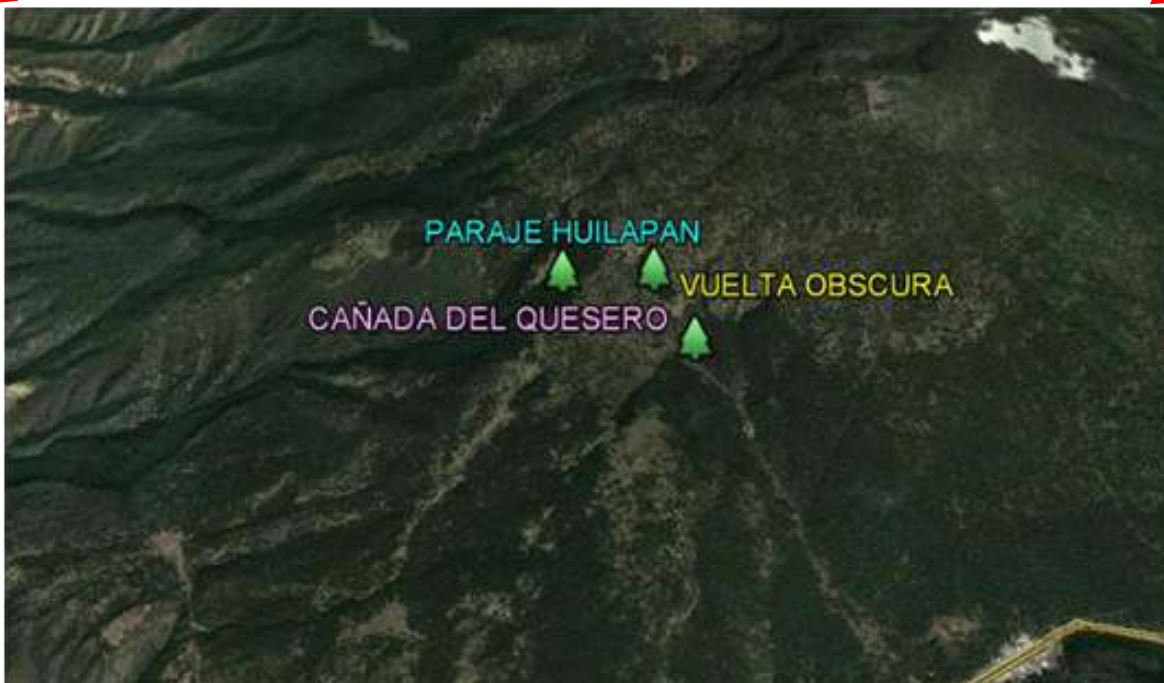
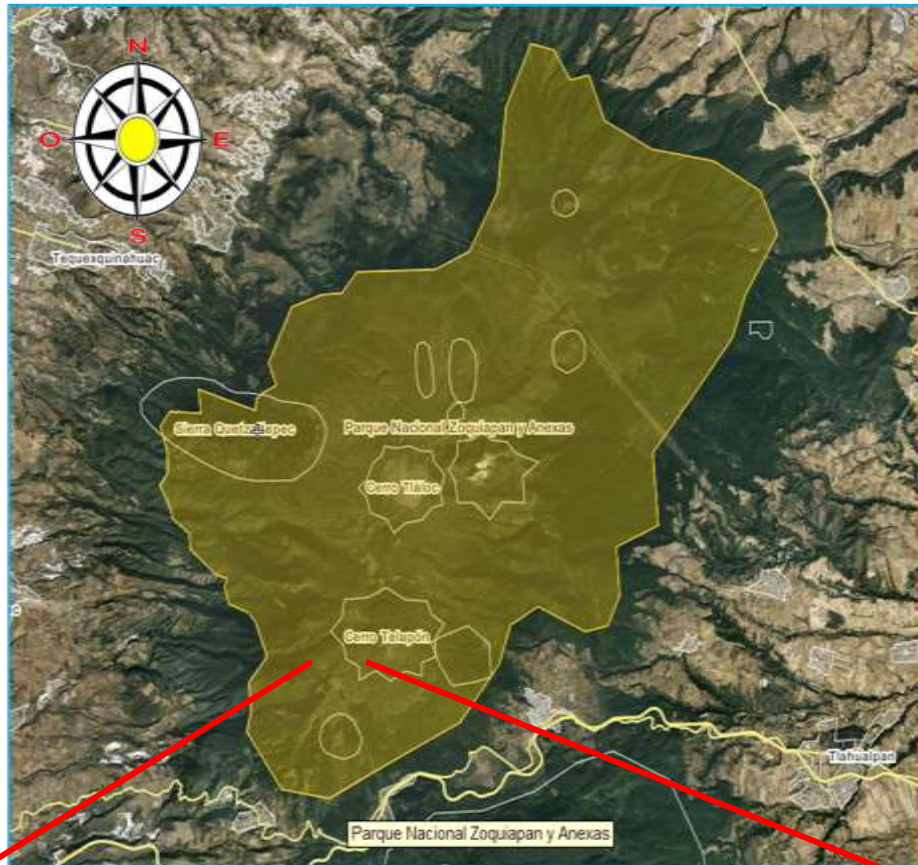


Figura 8.- Ubicación de las localidades “Cañada del Quesero”, “Vuelta Oscura” y “Huilapan” en el Parque Nacional Zoquiapan. (Disponible en <http://wikimapia.org>, y Google Earth, 2012).





### 7.1.1 Cañada del Quesero

Este paraje se ubicó en las coordenadas 19°21'27'' N y 98°44'28'' O, a una altitud de 3,443 msnm. Es una cañada con un microrelieve irregular, y una pendiente de 30°. La erosión era nula, y se registraron actividades antropogénicas como tala clandestina. Presentó 3 estratos: arbóreo con 70 % de cobertura, dominado por *Abies religiosa*, y codominancia de *Alnus* y *Quercus*, el estrato arbustivo con 10 % y finalmente el herbáceo con 20 %. Se observó daño en la vegetación arbórea: individuos resinados, plagados, despuntados y tocones, además la mayoría de los individuos de oyamel presentaron aproximadamente el 50 % de retención de copa y se observaron árboles de una altura hasta de 40 m. Los espacios que carecen de árboles y donde la retención de copa es escasa, permite la entrada directa de luz al sotobosque y el establecimiento de especies herbáceas y arbustivas (Fig. 9).



Figura 9.- Entrada de luz en el sotobosque, se aprecian las plantas herbáceas y arbustivas que aprovechan estas condiciones para su establecimiento.





### 7.1.1.1 DIVERSIDAD RELATIVA DE FAMILIAS

Se registró un total de 11 familias, 21 géneros y 25 especies. La familia con una mayor diversidad de especies es Compositae, con 36 % del total (9 especies), seguida por Geraniaceae (12 % y 3 especies), posteriormente Gramineae, Labiatae, Rosaceae y Scrophulariaceae con el 8 % (2 especies), el resto de las familias contiene solo el 4 % respectivamente (1 especie) (Fig. 10). Respecto a los géneros *Geranium* es el mejor representado con 3 especies (*G. latum*, *G. potentillifolium* y *G. seemannii*).

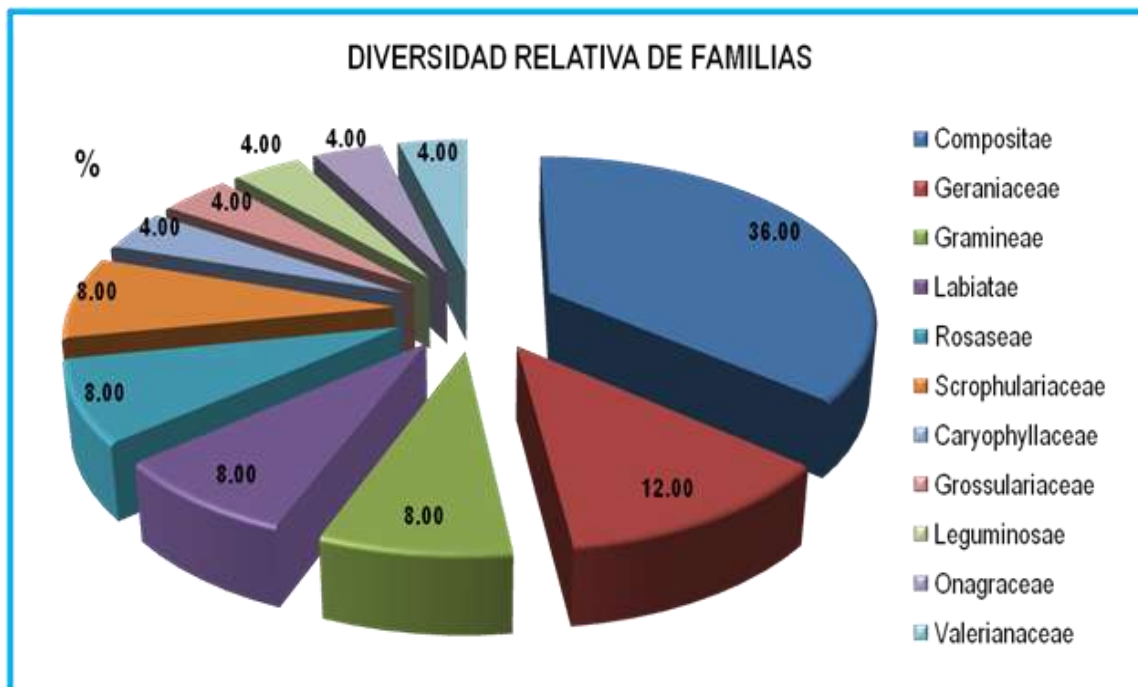


Figura 10.- Diversidad de familias del bosque de oyamel en la localidad Cañada del Quesero

### 7.1.1.2 COBERTURAS DE FAMILIAS Y ESPECIES

De las 11 familias Compositae es la que ocupa una mayor cobertura en esta localidad (2,700 m<sup>2</sup>), y en segundo lugar se encuentra Gramineae (2,440 m<sup>2</sup>), en la figura 11 se puede observar una gran diferencia en la cobertura de las dos familias anteriores respecto al resto de las familias, ya que sus coberturas son menores a los 550 m<sup>2</sup>. Scrophulariaceae fue la familia con menor cobertura (49 m<sup>2</sup>).



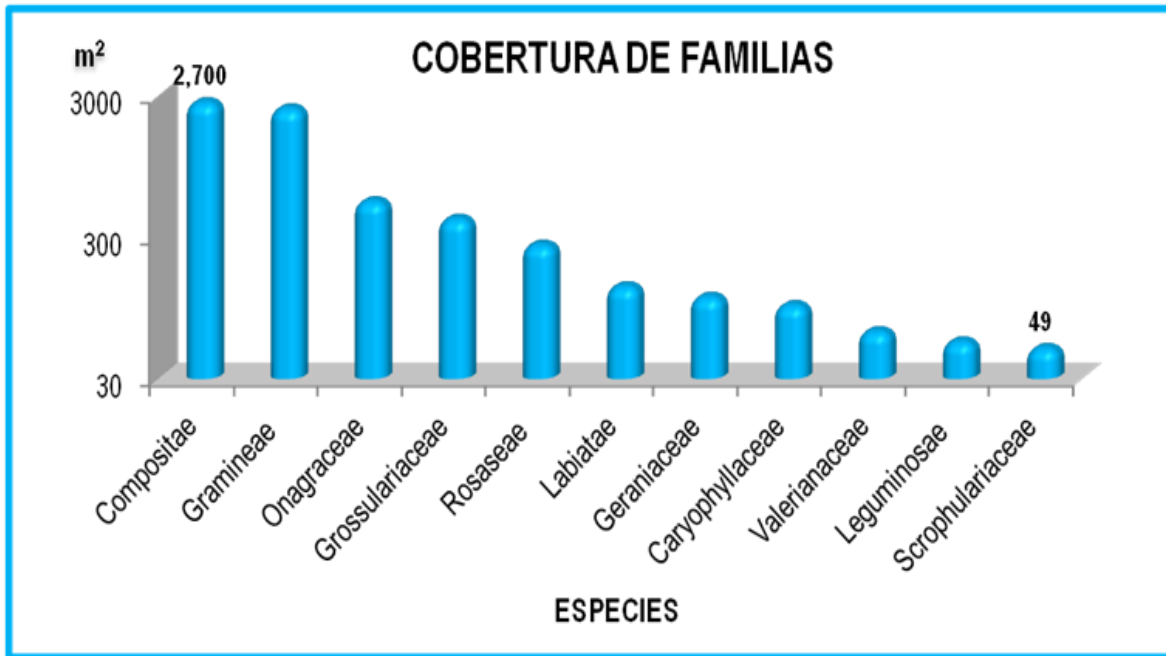


Figura 11.- Cobertura de familias del bosque de oyamel en la localidad Cañada del Quesero

En el estrato herbáceo *Festuca amplissima* (Fig. 12a) fue la especie con mayor cobertura (2,325 m<sup>2</sup>), seguida por *Eupatorium pazcuarensis* (197 m<sup>2</sup>), *Salvia elegans* (133 m<sup>2</sup>) y *Stipa ichu* (115 m<sup>2</sup>). *Achillea millefolium* y *Salvia prunelloides* (Fig. 12b) fueron las especies con las coberturas más bajas, 1.92 y 1.77 m<sup>2</sup> respectivamente (Fig.13).



Figura 12.- Especies con mayor y menor cobertura del estrato herbáceo en el bosque de oyamel de la zona Cañada del Quesero. a) *Festuca amplissima* b) *Salvia prunelloides*



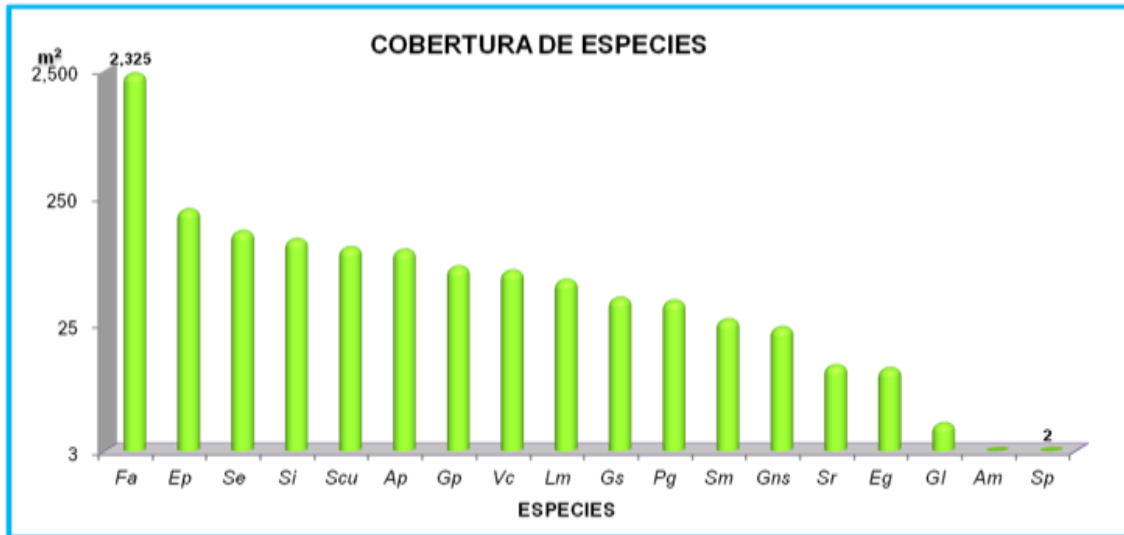


Figura 13.- Cobertura de especies del estrato herbáceo del bosque de oyamel en la localidad Cañada del Quesero. *Festuca amplissima* (Fa), *Eupatorium pazcuarensis* (Ep), *Salvia elegans* (Se), *Stipa ichu* (Si), *Stellaria cuspidata* (Scu), *Alchemilla procumbens* (Ap), *Geranium potentillifolium* (Gp), *Valeriana clematidis* (Vc), *Lupinus montanus* (Lm), *Geranium seemannii* (Gs), *Penstemon gentianoides* (Pg), *Stevia monardifolia* (Sm), *Gnaphalium semiamplexicaule* (Gns), *Sibthorpia repens* (Sr), *Erigeron galeottii* (Eg), *Geranium latum* (Gl), *Achillea millefolium* (Am), *Salvia prunelloides* (Sp).

En el estrato arbustivo *Barkleyanthus salicifolius* (Fig. 14a) es la especie con una cobertura más amplia (1656 m<sup>2</sup>), posteriormente se encuentran *Fuchsia thymifolia* (538 m<sup>2</sup>), *Ribes ciliatum* (404 m<sup>2</sup>), *Roldana lineolata* (335 m<sup>2</sup>) y *Baccharis conferta* (290 m<sup>2</sup>), mientras que *Acaena elongata* y *Roldana angulifolia* (Fig. 14b) tuvieron coberturas menores a 2 m<sup>2</sup> (Fig. 15).



Figura 14.- Especies con mayor y menor cobertura del estrato arbustivo en el Bosque de Oyamel en Cañada del Quesero. a) *Barkleyanthus salicifolius* y b) *Roldana angulifolia*.

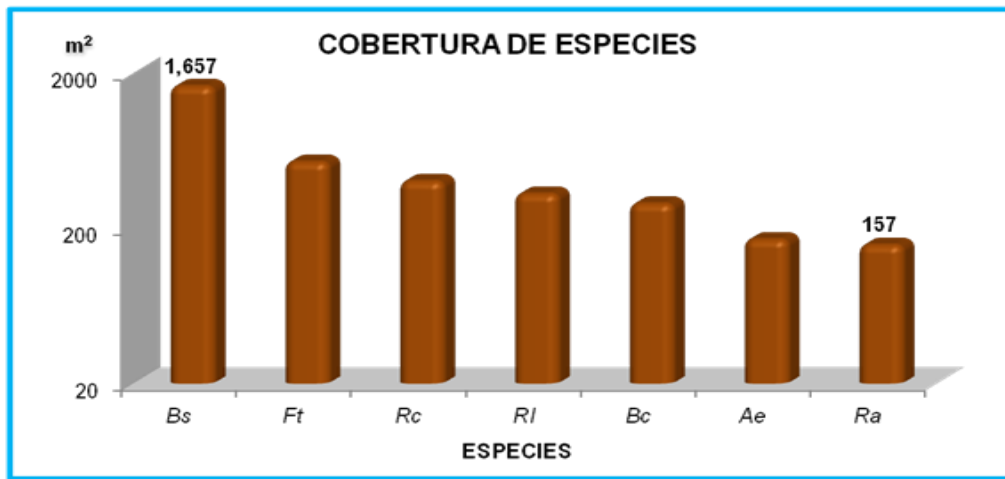


Figura 15.- Cobertura de especies del estrato arbustivo del bosque de oyamel en la localidad Cañada del Quesero. *Barkleyanthus salicifolius* (Bs), *Fuchsia thymifolia* (Ft), *Ribes ciliatum* (Rc), *Roldana lineolata* (RI), *Baccharis conferta* (Bc), *Acaena elongata* (Ae), *Roldana angulifolia* (Ra).

### 7.1.1.3 DENSIDAD DE ESPECIES

Respecto a la densidad, la especie mejor representada es *Salvia elegans* ya que de los 353 individuos registrados, 46 pertenecen a esta especie, *Alchemilla procumbens* (42) y *Festuca amplissima* (37) también fueron las más frecuentes, cabe señalar que estas tres especies son de hábito herbáceo, en contraste *Baccharis conferta*, *Salvia prunelloides* y *Sibthorpia repens* fueron las menos frecuentes con 2 individuos cada una (Fig. 16).

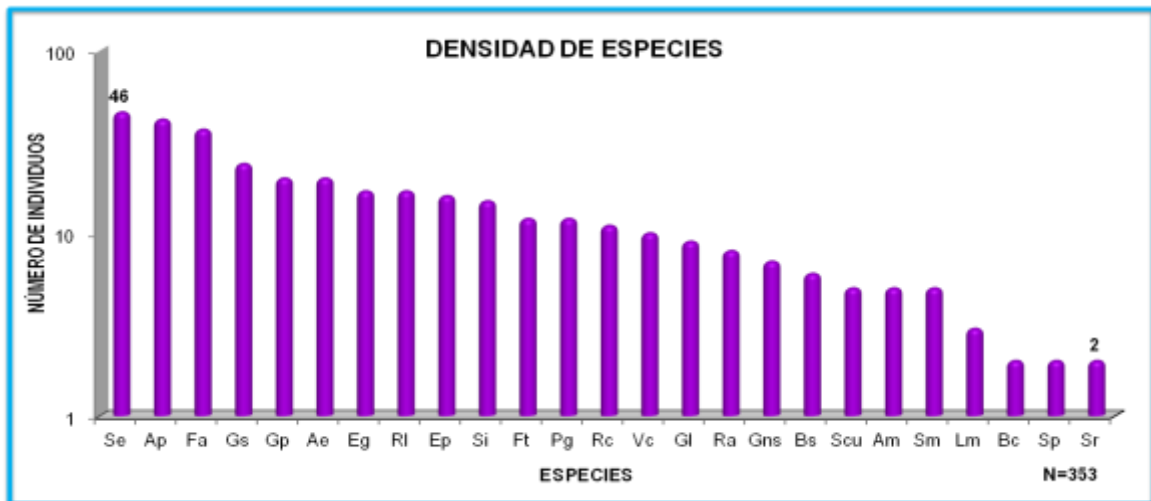


Figura 16.- Densidad de especies del bosque de oyamel en la localidad Cañada del Quesero. *Salvia elegans* (Se), *Alchemilla procumbens* (Ap), *Festuca amplissima* (Fa), *Geranium seemannii* (Gs), *Geranium potentillifolium* (Gp), *Acaena elongata* (Ae), *Erigeron galeottii* (Eg), *Roldana lineolata* (RI), *Eupatorium pazcuarensis* (Ep), *Stipa ichu* (Si), *Fuchsia thymifolia* (Ft), *Penstemon gentianoides* (Pg), *Ribes ciliatum* (Rc), *Valeriana clematitidis* (Vc), *Geranium latum* (GI), *Roldana angulifolia* (Ra), *Gnaphalium semiamplexicaule* (Gns), *Barkleyanthus salicifolius* (Bs), *Stellaria cuspidata* (Scu), *Achillea millefolium* (Am), *Stevia monardifolia* (Sm), *Lupinus montanus* (Lm), *Baccharis conferta* (Bc), *Salvia prunelloides* (Sp), *Sibthorpia repens* (Sr).







### 7.1.2 Vuelta Oscura

Esta zona se ubicó entre los 19°21'27" N y 98°44'28" O, a una altitud de 3,524 msnm con una pendiente de 20 a 40°. El tipo de geoforma pertenece a una cañada y ladera, presentó un microrrelieve irregular. La erosión del suelo es nula. En cuanto a la cobertura de la vegetación se distinguieron tres estratos: arbóreo con una cobertura del 75 %, arbustivo 15% y herbáceo con un 10%. Así mismo, se notó un daño en la vegetación arbórea como individuos ocoteados, quemados, derribados, presencia de tocones y árboles despuntados (Fig. 17).



Figura 17.- Individuo de oyamel derribado en la localidad Vuelta Oscura en el Parque Nacional Zoquiapan.

Se encontraron evidencias de un ligero incendio que solo afectó la hojarasca, en cuanto a la regeneración natural existe presencia de *Abies*, *Quercus* y *Alnus*, al igual que zonas reforestadas con *Pinus*. Se observaron pocos conos de *Abies* en la zona y un área desnuda del 5% (sin presencia de vegetación). La retención de la copa de los árboles varía entre el 25 y 75 %, lo que hace que existan zonas con poca luz y otras en las que existen claros (Fig. 18).





Figura 18.- Vuelta Obscura se logra observar la poca entrada de luz en el sotobosque, y el daño que presentan algunos individuos en la copa.

### 7.1.2.1 DIVERSIDAD RELATIVA DE FAMILIAS

Se registraron 10 familias, 21 géneros y 24 especies, la familia Compositae es la que presenta una mayor diversidad de especies (33.33 % y 8 especies del total), el resto de las familias Caryophyllaceae, Ericaceae, Geraniaceae, Gramineae, Rosaceae y Scrophulariaceae presentaron el 8.33 % de la diversidad, contando con solo 2 especies cada una, las familias menos diversas son Labiatae y Leguminosae con 1 especie (Fig. 19). Los géneros *Geranium* y *Roldana* son los más representados con 2 especies cada uno (*Geranium. latum*, *G. potentillifolium*, *Roldana angulifolia* y *R. lineolata*).

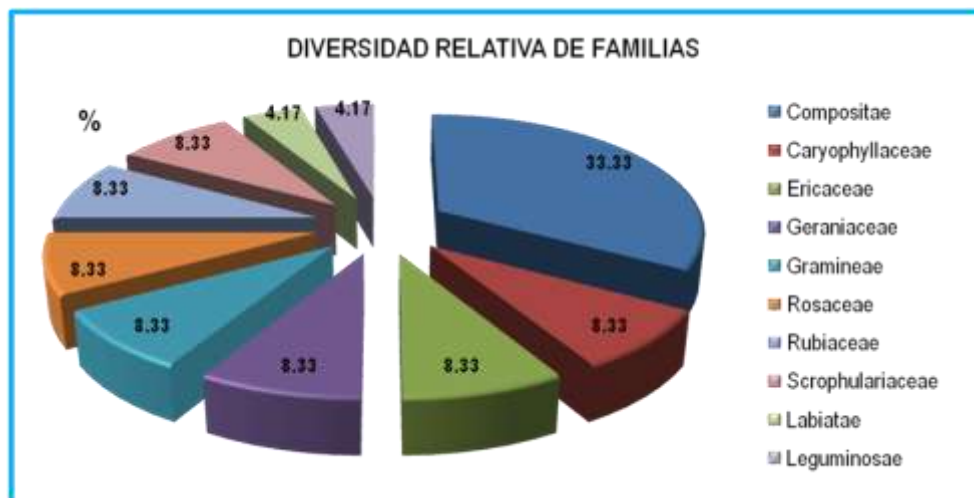


Figura 19.- Diversidad de familias del bosque de oyamel en la localidad Vuelta Obscura.





### 7.1.2.2 COBERTURAS DE FAMILIAS Y ESPECIES

De las 10 familias Compositae (2,433 m<sup>2</sup>), Rosaceae (8,891 m<sup>2</sup>) y Ericaceae (318 m<sup>2</sup>) son las que presentan las mayores coberturas, el resto de las familias tienen coberturas menores a los 80 m<sup>2</sup> (Fig. 20). Los valores de estas coberturas se deben a que la mayoría de las especies que se encuentran en la familia Compositae son de hábito arbustivo, al igual que las de la familia Ericaceae y Rosaceae.

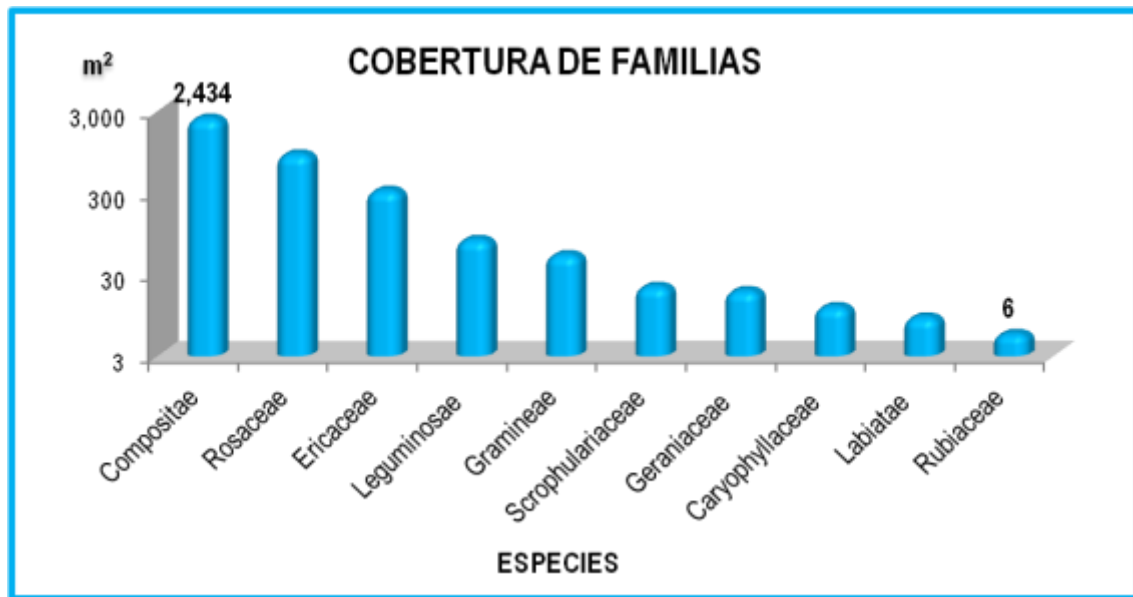


Figura 20.- Cobertura de familias del bosque de oyamel en la localidad Vuelta Oscura.

En la figura 21 se puede apreciar la cobertura de las especies del estrato herbáceo de la localidad Vuelta oscura, las especies con la cobertura más amplia son *Eupatorium pazcuarensis* (407 m<sup>2</sup>) y *Stevia monardifolia* (240 m<sup>2</sup>), el resto de las especies herbáceas presentan valores menores a los 40 m<sup>2</sup>.



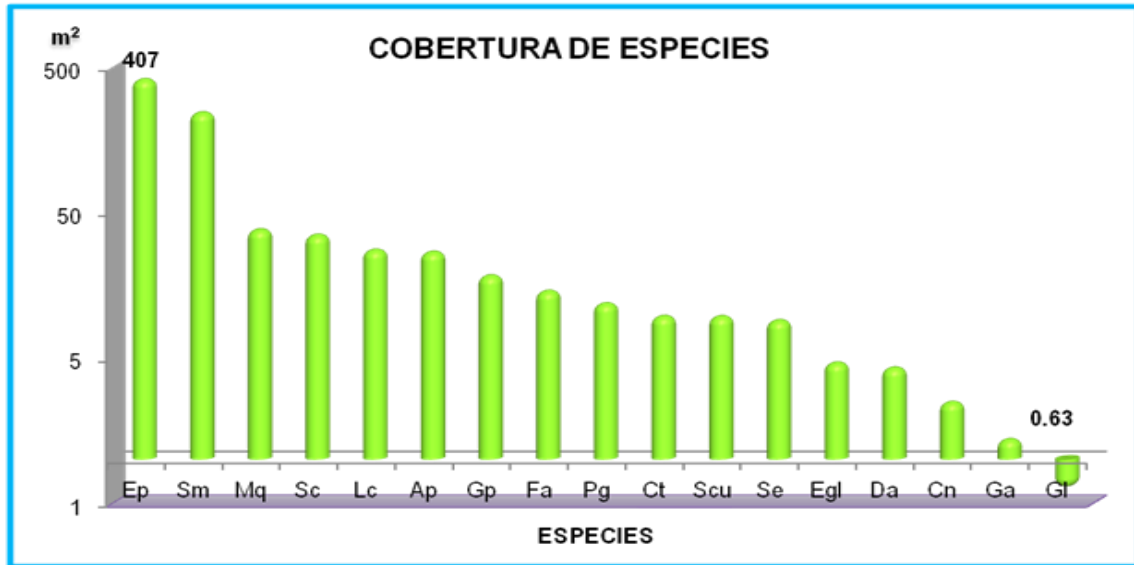


Figura 21.- Cobertura de especies del estrato herbáceo del bosque de oyamel en la localidad Vuelta Oscura. *Eupatorium pazcuarense* (Ep), *Stevia monardifolia* (Sm), *Muhlenbergia quadridentata* (Mq), *Senecio callosus* (Sc), *Lupinus campestris* (Lc), *Alchemilla procumbens* (Ap), *Geranium potentillaefolium* (Gp), *Festuca amplissima* (Fa), *Penstemon gentianoides* (Pg), *Castilleja tenuiflora* (Ct), *Stellaria cuspidata* (Scu), *Salvia elegans* (Se), *Eupatorium glabratum* (Egl), *Didymaea alsinoides* (Da), *Cerastium nutans* (Cn), *Galium aschenbornii* (Ga), *Geranium latum* (Gl).

Para el estrato arbustivo *Roldana angulifolia* (1,012 m²) y *Acaena elongata* (862 m²) son las que presentaron las coberturas más amplias. *Baccharis conferta* fue la de menor cobertura con 21 m² (Fig. 22).

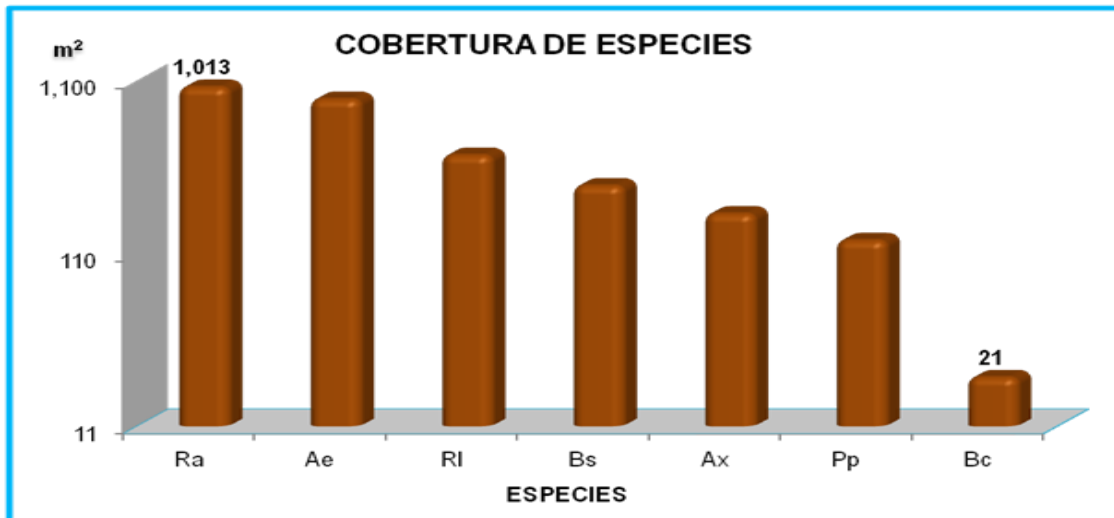


Figura 22.- Cobertura de especies del estrato arbustivo bosque de oyamel en la localidad Vuelta Oscura. *Roldana angulifolia* (Ra), *Acaena elongata* (Ae), *Roldana lineolata* (RI), *Barkleyanthus salicifolius* (Bs), *Arbutus xalapensis* (Ax), *Pernettya prostrata* (Pp), *Baccharis conferta* (Bc).





### 7.1.2.3 DENSIDAD DE ESPECIES

En esta zona se registro un número mayor de individuos (848) a comparación de la localidad Cañada del Quesero (343). Las especies con una mayor frecuencia también son distintas en ambas zonas. *Acaena elongata* presento la frecuencia más alta con 372 ejemplares, posteriormente se encuentra *Stevia monardifolia* (103), mientras que solo se encontró un individuo de *Geranium latum* (Fig. 23).

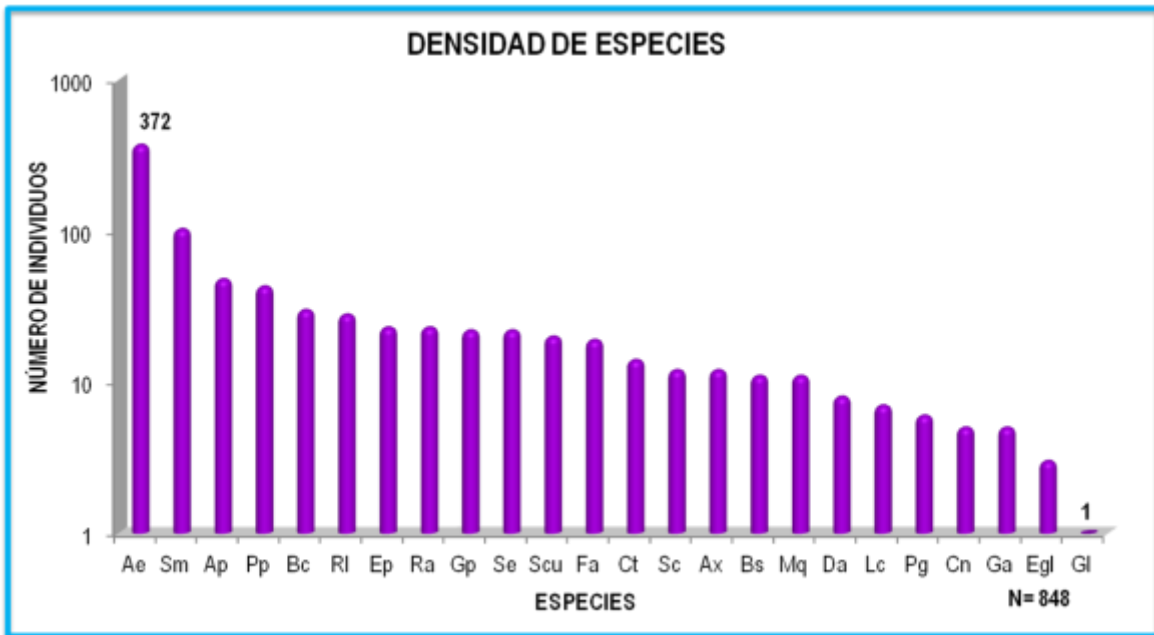


Figura 23.- Densidad de especies del bosque de oyamel en la localidad Vuelta Obscura. *Acaena elongata* (Ae), *Stevia monardifolia* (Sm), *Alchemilla procumbens* (Ap), *Pernettya prostrata* (Pp), *Baccharis conferta* (Bc), *Roldana lineolata* (Rl), *Eupatorium pazcuarensis* (Ep), *Roldana angulifolia* (Ra), *Geranium potentillaefolium* (Gp), *Salvia elegans* (Se), *Stellaria cuspidata* (Scu), *Festuca amplissima* (Fa), *Castilleja tenuiflora* (Ct), *Senecio callosus* (Sc), *Arbutus xalapensis* (Ax), *Barkleyanthus salicifolius* (Bs), *Muhlenbergia quadridentata* (Mq), *Didymaea alsinoides* (Da), *Lupinus campestris* (Lc), *Penstemon gentianoides* (Pg), , *Cerastium nutans* (Cn), *Galium aschenbornii* (Ga), *Eupatorium glabratum* (Egl), *Geranium latum* (Gl).





### 7.1.3 HUILAPAN

Esta zona se ubicó en los 19°21'29'' N y 98°44'22'' O, a los 3,538 msnm, se diferencia de las dos anteriores por estar fragmentada por un camino, una parte de la zona presenta una pendiente de 17°, mientras que la otra es casi plana, la erosión es nula debido a que presenta una amplia cobertura de vegetación, la cual se divide en tres estratos: arbóreo con una cobertura del 75%, arbustivo (10 %) y herbáceo (15 %, aunque puede aumentar en zonas abiertas). Se observó daño en la vegetación arbórea, principalmente individuos derribados, resinados, podridos, con raíces expuestas y tocones (Fig. 24).



Figura 24.- Individuo de oyamel con raíces expuestas.

La presencia de conos es poca, lo que indica que se encuentran en un estado de reproducción bajo. Se observa regeneración natural de *Pinus* y *Abies*. La mayoría de los árboles de este bosque presentan alrededor del 25 y 75 % de retención de copa, lo que permite la entrada de luz (Fig. 25).





Figura 25.- Zona abierta del bosque de oyamel en Huilapan, se puede observar una dominancia de pasto en el estrato herbáceo.

### 7.1.3.1 DIVERSIDAD RELATIVA DE FAMILIAS

Huilapan fue la zona que presentó un menor número de familias y especies, registrándose 8 familias, 16 géneros y 17 especies. Al igual que en Vuelta Obscura y Cañada del Quesero, la familia Compositae fue la de mayor diversidad de especies (41.18 %) conteniendo 7 de las 17 especies presentes en esta zona. Las familias Gramineae y Rosaceae tuvieron el 11.76 % del total de la diversidad (2 especies por familia).

Las 5 familias restantes son monoespecíficas (5.88 %). En cuanto a género, *Roldana* fue el mejor representado, al igual que en la localidad Vuelta obscura, con 2 especies (*Roldana angulifolia* y *R. barba-johannis*) (Fig. 26).



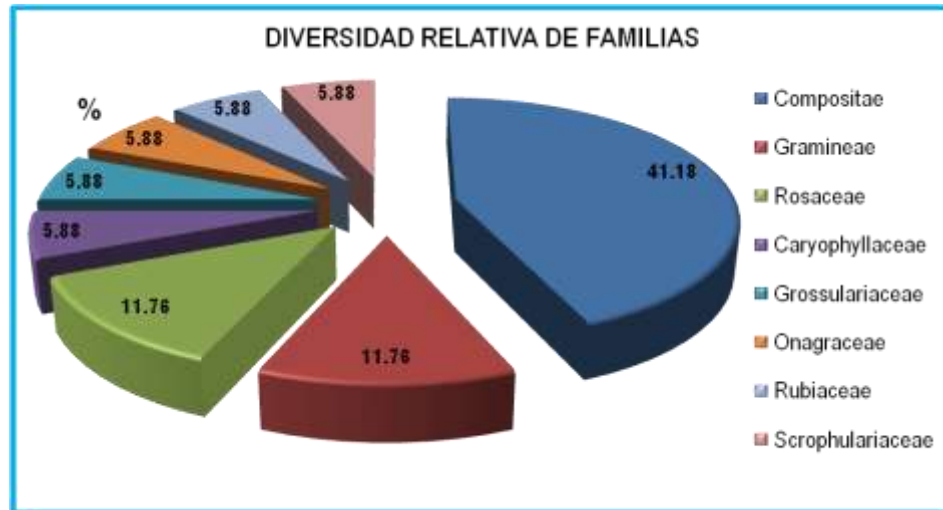


Figura 26.- Diversidad de familias del bosque de oyamel en la localidad Huilapan.

### 7.1.3.2 COBERTURAS DE FAMILIAS Y ESPECIES

A pesar de que la familia Rosaceae cuenta únicamente con 2 especies es la que presenta una mayor cobertura (2,623 m<sup>2</sup>), seguida por la familia Compositae (2,129 m<sup>2</sup>), Grossulariaceae (1,306 m<sup>2</sup>) y Gramineae (963 m<sup>2</sup>). La cobertura de las familias restantes es menor a los 70 m<sup>2</sup> (Fig. 27).

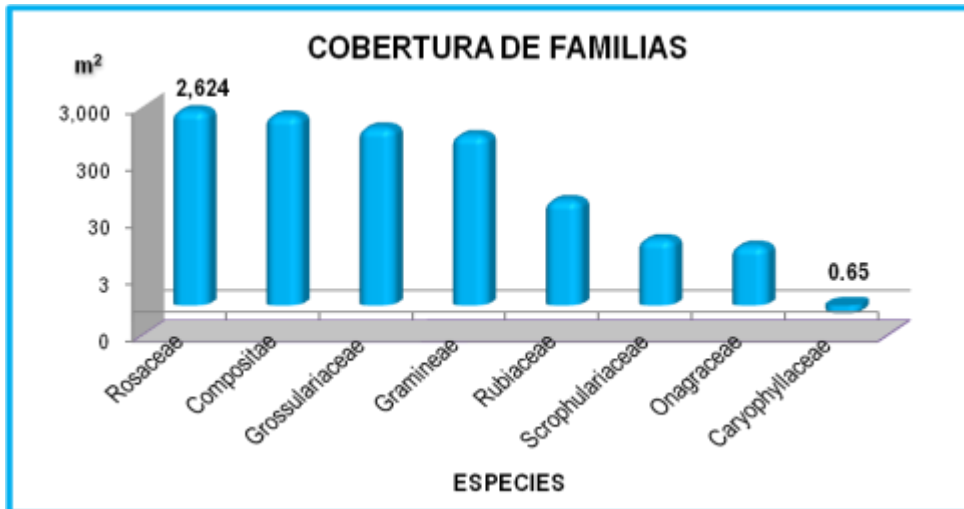


Figura 27.- Cobertura de familias del bosque de oyamel en la localidad Huilapan.

Las especies con las coberturas más amplias son 7, de las cuales 5 son de hábito arbustivo, y 2 son herbáceas. Del estrato herbáceo *Alchemilla procumbens* presento la cobertura más amplia (1,010 m<sup>2</sup>), seguida por *Muhlenbergia quadridentata* (935 m<sup>2</sup>) y *Senecio callosus* (140 m<sup>2</sup>) (Fig. 28).





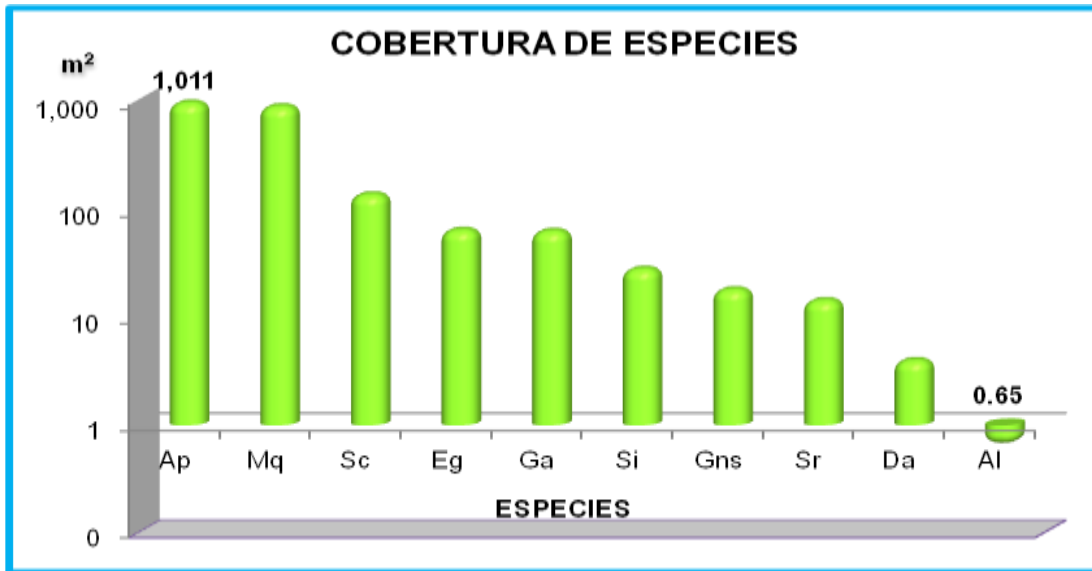


Figura 28.- Cobertura de especies del estrato herbáceo del bosque de oyamel en la localidad Huilapan. *Alchemilla procumbens* (Ap), *Muhlenbergia quadridentata* (Mq), *Senecio callosus* (Sc), *Erigeron galeottii* (Eg), *Galium aschenbornii* (Ga), *Stipa ichu* (Si), *Gnaphalium semiamplexicaule* (Gns), *Sibthorpia repens* (Sr), *Didymaea alsinoides* (Da), *Arenaria lycopodioides* (Al).

De las especies arbustivas *Acaena elongata* es la que abarca una mayor superficie (1,613 m²), posteriormente se encuentra *Ribes ciliatum* (1,306 m²), *Roldana angulifolia* (957 m²), *Roldana barba-johannis* (617 m²) y *Barkleyanthus salicifolius* (324 m²), las tres últimas pertenecientes a la familia Compositae (Fig. 29).



Figura 29.- Cobertura de especies del estrato arbustivo del bosque de oyamel en la localidad Huilapan. *Acaena elongata* (Ae), *Ribes ciliatum* (Rc), *Roldana angulifolia* (Ra), *Roldana barba-johannis* (Rb), *Barkleyanthus salicifolius* (Bs), *Fuchsia thymifolia* (Ft), *Baccharis conferta* (Bc).





### 7.1.3.3 DENSIDAD DE ESPECIES

Se registró un total de 754 individuos, a pesar de ser la zona en la que se reportaron menos especies, sin embargo en la figura 44 se logra apreciar que *Acaena elongata* presenta más de la mitad de los individuos, seguida por *Senecio callosus* (80), *Roldana angulifolia* (66) y *Muhlenbergia quadridentata* (65). Las especies con una mayor frecuencia pertenecen al estrato herbáceo, mientras que las del estrato arbustivo presentan frecuencias menores a 30, a excepción de *Roldana angulifolia* (Fig. 30).



Figura 30.- Densidad de especies del bosque de oyamel en la localidad Huilapan. *Acaena elongata* (Ae), *Senecio callosus* (Sc), *Roldana angulifolia* (Ra), *Muhlenbergia quadridentata* (Mq), *Ribes ciliatum* (Rc), *Gnaphalium semiamplexicaule* (Gns), *Roldaba barba-johannis* (Rb), *Erigeron galeottii* (Eg), *Sibthorpia repens* (Sr), *Barkleyanthus salicifolius* (Bs), *Baccharis conferta* (Bc), *Stipa ichu* (Si), *Arenaria lycopodioides* (Al), *Fuchsia thymifolia* (Ft), *Alchemilla procumbens* (Ap), *Didymaea alsinoides* (Da), *Galium aschenbornii* (Ga).





## 7.2 COMPARACIÓN DE ESPECIES EN LAS LOCALIDADES CAÑADA DEL QUESERO, VUELTA OSCURA Y HUILAPAN.

A pesar de que los tres sitios presentan características similares, el número de especies registradas fue distinto para cada localidad (Cañada del Quesero 25; Vuelta Oscura 24 y Huilapan 17 especies), esto se debe a que algunas especies herbáceas y arbustivas se encuentran restringidas a ciertas condiciones y gradientes altitudinales.

Sánchez (2004), señala que la riqueza y diversidad de especies en los estratos de la vegetación es elevada a una altitud media 2,900- 3,200 m; intermedia a altitudes menores a 2,900 m; baja entre 3,100- 3,500 m y muy bajas a altitudes superiores a los 3,500 m, esto explica la disminución de especies conforme aumenta la altitud en las zonas de estudio: Cañada del Quesero 3,443 msnm; Vuelta Oscura 3,524 msnm y Huilapan 3,538 msnm.

En el cuadro 2 se encuentran de manera general la descripción de cada zona, logrando apreciar que presentan porcentajes muy similares de cobertura en los distintos estratos, variando sólo el de Cañada del Quesero, donde el herbáceo es más extenso (20%) y el arbóreo disminuye en un 5 %. En los tres sitios se observó actividad antropogénica, como tala clandestina, pastoreo, incendios y cortas de saneamiento, al igual que una escasa regeneración natural del oyamel y un número pequeño de individuos juveniles.

Estas zonas presentan bosques naturales, es decir, aquellos con intervención humana o perturbaciones y que cuentan con aproximadamente 556 árboles/ha (Manzanilla, 1974), siendo Huilapan el más cercano a esta cantidad de individuos (505), mientras que Vuelta Oscura (166) y Cañada del Quesero (80) se encontraron por debajo de este valor, esta última localidad registró una cobertura del estrato arbóreo similar a las otras dos localidades (70%), sin embargo presentó un mayor número de individuos de los géneros *Quercus sp.* y *Alnus sp.*





Cuadro 2.- Descripción de los tres sitios de estudio: Vuelta Obscura, Cañada del Quesero y Huilapan.

CARACTERÍSTICAS	Cañada del Quesero	Vuelta Obscura	Huilapan
Coordenadas	19°05'00''N y 98°40'51'' O	19°19'51''N y 98°43'14'' O	19°21'28''N y 98°44'26'' O
Altitud	3,443 msnm	3,524 msnm	3,538 msnm
Pendiente	30°	40°	17° y 30°
Geoforma	Cañada	Cañada y ladera	Ladera
Relieve	Irregular	Irregular	Cóncavo
Cobertura de vegetación	Arbóreo: 70% Arbustivo: 10% Herbáceo: 20%	Arbóreo: 75% Arbustivo: 15% Herbáceo: 10%	Arbóreo: 75% Arbustivo: 10% Herbáceo: 15%
Diversidad de especies vegetales	11 familias 21 géneros 25 especies	10 familias 21 géneros 24 especies	8 familias 16 géneros 17 especies
Retención de copa de los árboles	50, 75 y 100 %	25 y 75 %	25 y 75 %
Número de árboles	80	166	505
Número de brinzales	38	48	100
Regeneración	Regeneración natural de <i>Abies</i> y plantación de <i>Pinus</i> .	Regeneración natural de <i>Abies</i> y plantación de <i>Pinus</i> .	Regeneración natural de <i>Abies</i> y plantación de <i>Pinus</i> .
Actividades antropogénicas	Tala clandestina, prácticas silvícolas.	Tala clandestina, cortas de saneamiento, incendios.	Tala clandestina, pastoreo, cortas de saneamiento.

Huilapan presentó una mayor regeneración de oyamel, pues se contabilizaron 100 brinzales, mientras que Vuelta Obscura y Cañada del Quesero registraron 48 y 38 respectivamente. Los brinzales se encontraban preferentemente en los lugares donde la penetración de luz era menor y donde la humedad era mayor. Sin embargo al existir daño y porcentajes de retención de copa escasos entre el 25 y 75 % (en base a los datos obtenidos por Rodríguez, 2013), los árboles adultos y seniles no logran brindar las condiciones microclimáticas necesarias para las plántulas de oyamel (Fig. 31), lo que dificulta la regeneración natural del bosque y permite el establecimiento de especies tolerantes a la luz, como es el caso de *Pinus*.





Figura 31.- Pérdida de follaje en varios individuos de oyamel. La pérdida de copa ocasiona una mayor entrada de luz al sotobosque, lo que provoca que las condiciones microclimáticas cambien, aumentando la temperatura y disminuyendo la humedad.

De acuerdo con Manzanilla (1974), la regeneración del oyamel está ligada con la correcta dosificación de la luz, ya que en los rodales muy poblados no hay suficiente luz para la regeneración, mientras que en los fuertemente iluminados existe competencia con el sotobosque, impidiendo incluso la distribución de las semillas.

Además de la regeneración natural del oyamel se encontraron zonas reforestadas con *Pinus* sp., lo que implica una mayor competencia de recursos para *Abies religiosa*, ya que no solo compete con las especies herbáceas y arbustivas sino también con los individuos de esta especie, la cual puede crecer en condiciones tanto de sombra como de luz, siempre y cuando presente condiciones favorables de humedad, siendo el bosque de oyamel el que proporciona esta última característica (May, 2001; Chavarria, 2007). El oyamel tiene una capacidad lumínica mínima de 1-3 %, contrario al pino que es de 10 y 30 %, esta es una de las razones por las cuales el bosque de oyamel presenta una baja diversidad de especies herbáceas y arbustivas (Calva, 2012).





De acuerdo con el Programa de Manejo del Parque Nacional Iztaccíhuatl - Popocatepetl, a partir del 2005, en el Parque Nacional Zoquiapan se comenzaron a reforestar las zonas más afectadas por la tala clandestina, incendios y plagas forestales, con las especies de *Pinus ayacahuite* y *Pinus montezumae* (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), 2013)

*Abies religiosa* es una especie tolerante a la sombra durante la etapa de germinación y establecimiento, sin embargo, posteriormente las plántulas requieren la apertura gradual del dosel para propiciar su crecimiento y protección a la especie (favoreciendo adecuados niveles de humedad y temperatura) durante sus primeras etapas de crecimiento (González, 1985 citado por May, 2001). La regeneración de un bosque es una de las etapas más críticas, dado que durante esta fase existe una gran competencia por nutrientes y espacio con la vegetación herbácea, los brinzales adyacentes y en ocasiones con el arbolado adulto. Entre las limitantes que intervienen, están las de tipo climático, calidad del sitio (exposición a la luz y altura sobre el nivel del mar), vegetación herbácea, así como la presencia de microorganismos nocivos y algunos animales como roedores y aves, hace que la viabilidad de la regeneración encuentre serias restricciones (Islas, 1987; Daniel *et al.*, 1982).

Respecto a la diversidad Compositae fue la familia más diversa y con una mayor cobertura en los tres sitios, posteriormente se encontraron Gramineae y Rosaceae. Muchas especies herbáceas de la familia Compositae y Gramineae son anuales, de crecimiento rápido y sus ciclos biológicos son muy breves, con una importante demanda de recursos. Esta vegetación puede alcanzar alturas muy destacadas con respecto a las plántulas de los árboles, debido a su vigoroso sistema radical, por ubicarse en un sustrato húmedo-no saturado, como son los suelos forestales (Cronquist, 1977, citado por Nieto *et al.*, 2003). Además la cobertura de los individuos arbóreos es muy reducida hasta el momento de rebasar el estrato herbáceo, en este periodo inicial se eleva la mortalidad de los brinzales (Nieto *et al.*, 2003).





### 7.2.1 ÍNDICES DE DIVERSIDAD

En el cuadro 3 se pueden apreciar los valores obtenidos de los índices de diversidad para las tres zonas. Comparando cada uno de los índices podemos observar que Cañada del Quesero es la que presenta el índice de riqueza más alto (2.38), seguido por Vuelta Obscura (2.07) y finalmente Huilapan (1.20), esto se refleja en la cantidad de especies que se reportó para cada una de las localidades (25, 24 y 17 especies respectivamente) y se relaciona con el número de árboles registrados para cada una de estas zonas: Huilapan, 505, Vuelta Obscura, 166 y Cañada del Quesero, 80, ya que al existir menor cobertura arbórea, las especies herbáceas y arbustivas aprovechan los espacios liberados para establecerse. De acuerdo con el índice de Margalef, valores inferiores a 2.0 son relacionados con zonas de baja diversidad y valores superiores a 5.0 se consideran como indicativos de alta biodiversidad (Margaleff, 1995).

Cuadro 3.- Valores de los Índices de diversidad para las tres localidades en el Parque Nacional Zoquiapan.

Índices \ Localidad	Cañada del Quesero	Vuelta Obscura	Huilapan
Margalef (Riqueza).	2.38	2.07	1.20
Simpson (Dominancia).	0.06	0.22	0.35
Shannon- Wiener (Equidad).	2.90	2.22	1.57

Respecto al índice de Simpson (cuadro 3), Cañada del Quesero fue la que obtuvo el valor más bajo (0.06), posteriormente se encuentra Vuelta Obscura (0.22) y por último Huilapan (1.20). Cabe recordar que el índice de Simpson mide la dominancia que puede haber en la zona de estudio, valores cercanos a 1 indican que la diversidad es baja y cercanos a 0 muestran una diversidad alta (Lamprecht, 1962), por lo tanto Cañada del Quesero al presentar un valor cercano a 0 muestra que





la dominancia de las especies es baja y por lo tanto hay una mayor diversidad, no obstante las otras dos localidades muestran de igual manera valores bajos, sin embargo al calcular el índice de Berger-Parker notamos que *Acaena elongata* presenta una mayor dominancia en ambas localidades con valores de 0.57 (Huilapan) y 0.43 (Vuelta obscura), mientras que en Cañada del Quesero, *Salvia elegans* es la especie más dominante (0.13).

Para el índice de Shannon-Wiener, Cañada del Quesero presentó el valor más alto (2.90), esto indica que existe una igualdad en el número de individuos de cada especie, en contraste Vuelta Obscura y Huilapan muestran valores un poco más bajos (2.22 y 1.57 respectivamente) debido a que existen especies que concentran el mayor número de individuos, como es el caso de *Acaena elongata*, lo que impide que exista equidad.

Los valores de este índice varían desde cero, cuando los individuos pertenecen a una sola especie, hasta un valor máximo cuando cada individuo pertenece a una especie diferente (Margalef, 1995).

### 7.2.2 SIMILITUD DE LAS LOCALIDADES

El índice de Jaccard (similitud), se calculó en base a la ausencia y presencia del total de especies registradas, obteniendo como resultado que las localidades más semejantes entre sí son Cañada del Quesero y Vuelta Obscura con un valor de 0.371, posteriormente se encuentran Huilapan y Cañada del Quesero con 0.367, y las menos similares son Vuelta Obscura y Huilapan (0.281), (Cuadro 4). Los sitios respecto a la diversidad, no son muy similares entre sí, dado los resultados tan bajos del índice de similitud ( $<0.40$ ), sin embargo existen algunas especies herbáceas y arbustivas que comparten.







Los valores del índice de Jaccard van de 0 cuando no hay especies compartidas entre los sitios y hasta 1 cuando los sitios tienen la misma composición de especies (Moreno, 2001).

Cuadro 4.- Similitud de las localidades Vuelta Oscura, Cañada del Quesero y Huilapan.

LOCALIDADES	Vuelta Oscura	Cañada del Quesero	Huilapan
Vuelta Oscura	1.00	0.371	0.281
Cañada del Quesero	0.371	1.00	0.367
Huilapan	0.281	0.367	1.00

En el cuadro 5 se muestra el listado de las especies encontradas en las tres zonas de estudio. Únicamente cinco especies *Baccharis conferta*, *Barkleyanthus salicifolius*, *Roldana angulifolia* (familia Compositae), *Acaena elongata* y *Alchemilla procumbens* (familia Rosaceae) están presentes en las tres localidades. Dieciocho especies se presentan en dos localidades ya sea Cañada del Quesero- Vuelta Oscura, Vuelta Oscura-Huilapan ó Huilapan-Vuelta-Oscura, sin embargo Cañada del Quesero y Vuelta Oscura son las que comparten un mayor número de especies (13), y finalmente 14 especies se encuentran solo en alguna de las tres zonas.

Madrigal (1967), menciona que de las especies registradas para el bosque de *Abies religiosa*, sólo una, *Roldana angulifolia*, presenta constancia del 100%, sin embargo Sánchez *et al.*, (2005) menciona que actualmente solo *Alchemilla procumbens* presenta el 100 % de frecuencia en los bosques de oyamel de la Faja Volcánica Transmexicana, mientras que especies como *Acaena elongata*, *Didymaea alsinoides*, *Roldana angulifolius*, *Roldana barba-johannis*, se encuentran en un 92 % de las localidades. *Arbutus xalapensis*, *Castilleja tenuiflora*, *Eupatorium glabratum*, *Galium aschenbornii*, *Pernettya postrata*, *Salvia elegans* y *Stellaria cuspidata* con 83% y finalmente *Arenaria lanuginosa*, *Eupatorium pazcuarensis*, *Geranium seemannii* y *Penstemon gentianoides* con 75%.





Cuadro 5.- Total de especies encontradas en el bosque de oyamel, y su distribución en las tres localidades. C.Q. = Cañada del Quesero V.O.= Vuelta Obscura H= Huilapan

Familia	ESPECIE	C. Q.	V.O.	H
Caryophyllaceae	<i>Arenaria lycopodioides</i> Willd. ex Schlecht.			X
	<i>Cerastium nutans</i> Raf.		X	
	<i>Stellaria cuspidata</i> Willd.	X	X	
Compositae	<i>Achillea millefolium</i> L.	X		
	<i>Baccharis conferta</i> H.B.K.	X	X	X
	<i>Barkleyanthus salicifolius</i> (H.B.K.) Rob. & Brettell	X	X	X
	<i>Erigeron galeottii</i> (A. Grey.) Greene	X		X
	<i>Eupatorium glabratum</i> H.B.K.		X	
	<i>Eupatorium pazcuarensis</i> H.B.K.	X	X	
	<i>Gnaphalium semiamplexicaule</i> DC.	X		X
	<i>Roldana angulifolia</i> (DC.) H.Rob. & Brettell	X	X	X
	<i>Roldana barba-johannis</i> (DC.) Rob. & Brettell			X
	<i>Roldana lineolata</i> Rob. & Brettell	X	X	
	<i>Senecio callosus</i> Sch. Bip.		X	X
	<i>Stevia monardifolia</i> H.B.K.	X	X	
Ericaceae	<i>Arbutus xalapensis</i> H.B.K.		X	
	<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) DC.		X	
Geraniaceae	<i>Geranium latum</i> Small.	X	X	
	<i>Geranium potentillifolium</i> DC.	X	X	
	<i>Geranium seemannii</i> Peyr.	X		
Gramineae	<i>Festuca amplissima</i> Rupr. ex Fourm.	X	X	
	<i>Muhlenbergia quadridentata</i> (H.B.K.) Kunth		X	X
	<i>Stipa ichu</i> (Ruiz & Pavón) Kunth.	X		X
Grossulariaceae	<i>Ribes ciliatum</i> Humb. & Bonpl.	X		X
Labiatae	<i>Salvia elegans</i> Vahl.	X	X	
	<i>Salvia prunelloides</i> H.B.K.	X		
Leguminosae	<i>Lupinus campestris</i> Cham. & Schlecht.		X	
	<i>Lupinus montanus</i> H.B.K.	X		
Onagraceae	<i>Fuchsia thymifolia</i> H.B.K.	X		X
Rosaceae	<i>Acaena elongata</i> L.	X	X	X
	<i>Alchemilla procumbens</i> Rose.	X	X	X
Rubiaceae	<i>Didymaea alsinoides</i> (Schlecht. & Cham.) Standl.		X	X
	<i>Galium aschenbornii</i> Schauer		X	X
Scrophulariaceae	<i>Castilleja tenuiflora</i> Benth.		X	
	<i>Penstemon gentianoides</i> (H.B.K.) Poir.		X	
	<i>Sibthorpia repens</i> (Mutis ex L. f.) O. Kuntze	X		X
Valerianaceae	<i>Valeriana clematidis</i> H.B.K.	X		





*Alchemilla procumbens* y *Roldana angulifolia* son consideradas especies de repartición localizada en el bosque de *Abies religiosa*, es decir, que solo se encuentra en algunas condiciones de la comunidad, mientras que *Senecio callosus*, *Eupatorium pazcuarense* y *Valeriana clematitidis* son de repartición aislada (se encuentran en cualquier parte de la comunidad) (Anaya *et al.*, 1980).

La distribución de las especies en las distintas zonas del bosque de oyamel depende de las distancias geográficas, clima, temperatura, humedad, tipo de suelo, y de las condiciones en las que se encuentre el bosque, ya que existen especies que son indicadoras de perturbación, o de sucesión.

Madrigal (1964), describe que la cadena sucesional del bosque de oyamel inicia con una fase de gramíneas como *Festuca*, *Stipa*, *Muhlenbergia*, además de *Cuphaea* y *Potentilla*. Posteriormente pueden darse dos vías para llegar finalmente al establecimiento de *Abies religiosa*:

- a) Presencia de *Quercus* arbustivo, *Arbutus xalapensis*, *A. glandulosa*, *Arctostaphylus orguta* y *Salix cana*. Posteriormente, tras una perturbación se da una invasión de *Juniperus monticola*, *Acaena elongata*, *Bacharis conferta* y por fuego *Barkleyanthus salicifolius*. Esto genera las condiciones propicias para la aparición del *Quercus* arbóreo, seguido por *Alnus firmifolia* y finalmente *Abies religiosa*.

Ó bien:

- b) Aparición de *Pinus montezumae*, *P. rudis* y *P. teocote*, llegando a la fase de *Abies religiosa*, esta secuencia de pinos, corresponde en altitud a una asociación de *A. religiosa* en condiciones climáticas y edáficas favorables.

Con base a las especies encontradas en Cañada del Quesero y Vuelta Obscura, podemos indicar que el bosque de oyamel se encuentra en una segunda fase de sucesión, ya que además de las especies arbustivas encontradas (*Acaena elongata*, *Bacharis conferta* y *Barkleyanthus*





*salicifolius*), también se observaron individuos arbóreos de los géneros *Quercus* y *Alnus*, en ambas localidades.

Por otro lado, la localidad Huilapan, es la que presenta un menor número de especies (17), y no hay presencia de *Quercus* ni *Alnus*, pero si una gran cobertura de *Muhlenbergia quadridentata* y *Stipa ichu*, al igual que una extensa área donde se desarrolla *Barkleyanthus salicifolius* (Fig. 32), por lo que podemos inferir que esta localidad probablemente se encuentre en una primera etapa de sucesión. Rosas y Ruíz (2006) señalan que si se desea tener éxito en la reforestación con *Abies*, se deben seguir los pasos de la sucesión o por lo menos algunos de ellos.



Figura 32.- Lugar donde se desarrolla *Barkleyanthus salicifolius*, en un claro del bosque de oyamel de la localidad Huilapan. Se logra apreciar el crecimiento de pasto y la erosión del suelo donde no existe vegetación.





### 7.3 RIQUEZA TOTAL.

En total se registraron 13 familias, 27 géneros y 37 especies, de las cuales 27 presentan hábito herbáceo y 10 arbustivo. La familia más diversa en cuanto a número de especies fue Compositae (12), mientras que Caryophyllaceae, Geraniaceae, Gramineae y Scrophulariaceae presentaron el mismo número de especies (3), posteriormente se encuentran las familias Ericaceae, Labiatae, Leguminosae, Rosaceae y Rubiaceae con 2 especies respectivamente, y finalmente las familias Grossulariaceae, Onagraceae y Valerianaceae con 1 especie cada una (Cuadro 6). El listado de especies se puede consultar en el cuadro 5.

Cuadro 6.- Familias presentes en el bosque de oyamel del Parque Nacional Zoquiapan.

FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE
Compositae	9	12
Caryophyllaceae	2	3
Geraniaceae	1	3
Gramineae	3	3
Scrophulariaceae	3	3
Ericaceae	2	2
Labiatae	1	2
Leguminosae	1	2
Rubiaceae	1	2
Rosaceae	2	2
Grossulariaceae	1	1
Onagraceae	1	1
Valerianaceae	1	1
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>37</b>





Los resultados obtenidos en cuanto a riqueza de especies concuerdan con los reportados por Madrigal (1967), quién registró 43 especies de plantas herbáceas y arbustivas para los bosques de *Abies religiosa* en la Cuenca de México, mientras que Manzanilla (1974) reportó 50 especies para los bosques de oyamel del Parque Nacional Iztaccíhuatl- Popocatepetl.

Anaya *et al.*, (1980) para el bosque de oyamel del volcán Iztaccíhuatl obtuvo una riqueza de 23 especies. Nieto *et al.*, (2003) publicaron para un bosque de oyamel de la Estación Experimental Forestal Zoquiapan de la Universidad Autónoma Chapingo, 34 especies distribuidas en 16 familias, de las cuales 10 son monoespecíficas y la mayoría pertenecen al estrato herbáceo, siendo la familia Compositae la más representativa en cuanto a número de especies.

Sin embargo el número de especies registrado en esta investigación es muy bajo comparado con lo obtenido por Sánchez *et al.*, en el 2006, ya que ellos registraron 44 familias, 94 géneros y 137 especies para el bosque de oyamel del Cerro Tlalóc, no obstante son muy similares respecto a la diversidad de familias, coincidiendo en que la familia Compositae es la que contiene un mayor número de especies (38), seguida por Gramineae y que la forma de crecimiento más abundante es la herbácea.

### 7.3.1 ESTRATO HERBÁCEO

El estrato herbáceo del bosque de oyamel del Parque Nacional Zoquiapan presentó un total de 10 familias, 20 géneros y 27 especies. Este estrato ocupa aproximadamente del 20 al 30 % de la superficie total del bosque y las especies que abarcan una mayor cobertura son principalmente pastos (*Festuca amplissima* y *Muhlenbergia quadridentata*).





### 7.3.1.1 DIVERSIDAD RELATIVA DE FAMILIAS

La familia Compositae fue la más abundante con el 28 %, lo que indica que contiene el mayor número de especies (12), las familias menos abundantes fueron Rosaceae, Scrophulariaceae y Valerianaceae con el 4 % (Figura 33). La diversidad relativa de las familias expresa la relación porcentual entre el número de especies de una determinada familia y el número de todas las especies de la muestra. Obteniendo de esta forma un porcentaje de diversidad para cada familia respecto al 100 % dentro de la parcela o localidad (Orellana, 2009).

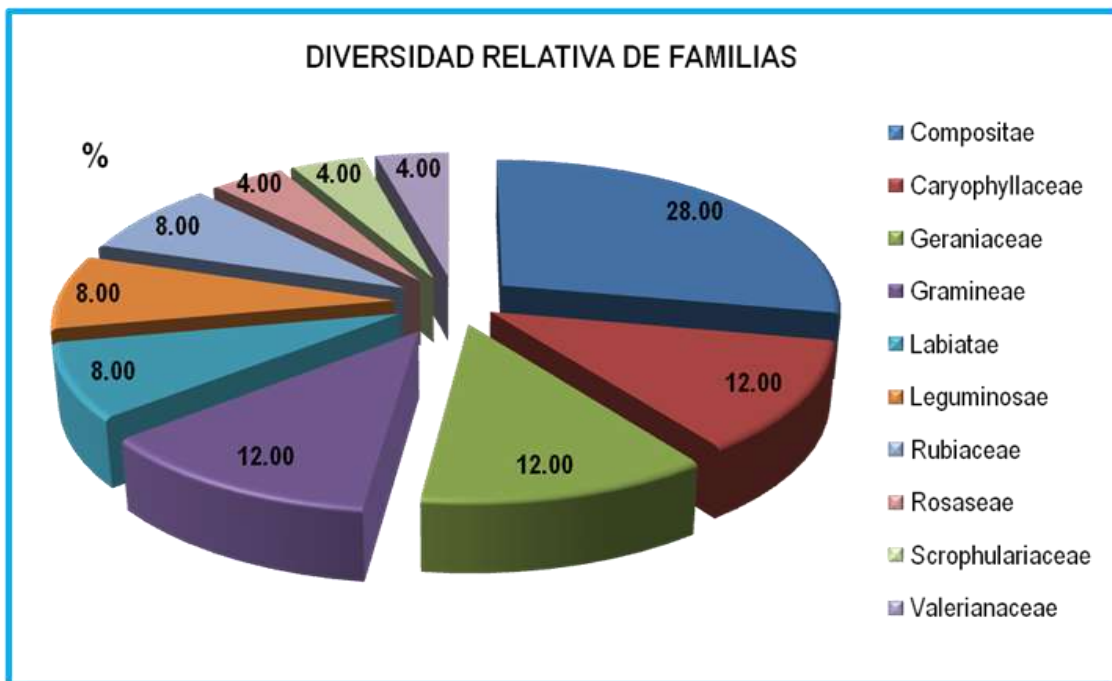


Figura 33.- Diversidad relativa de familias del estrato herbáceo del bosque de oyamel del Parque Nacional Zoquiapan.

Rzedowski (1978) determinó que la familia Compositae es la más diversa en regiones templadas de México, donde representan entre 15 y 20 % de la flora genérica, de igual manera la frecuencia de pocas familias con varias especies es común en bosques templados. En el bosque de oyamel la frecuencia de especies de la familia Compositae es mayor a la de gramíneas, Nieto (1995) lo atribuye a la presencia de un ambiente húmedo y con poca luz que se filtra hacia el suelo.





### 7.3.1.2 COBERTURAS DE FAMILIAS Y ESPECIES

Las familias Gramineae, Compositae y Rosaceae presentaron mayor cobertura en el estrato herbáceo: 3,455, 1,171 y 1,132 m<sup>2</sup>, respectivamente. Mientras que las familias Leguminosae, Rubiaceae, Scrophulariaceae y Valerianaceae presentaron una cobertura menor de 200 m<sup>2</sup> (Fig. 34).

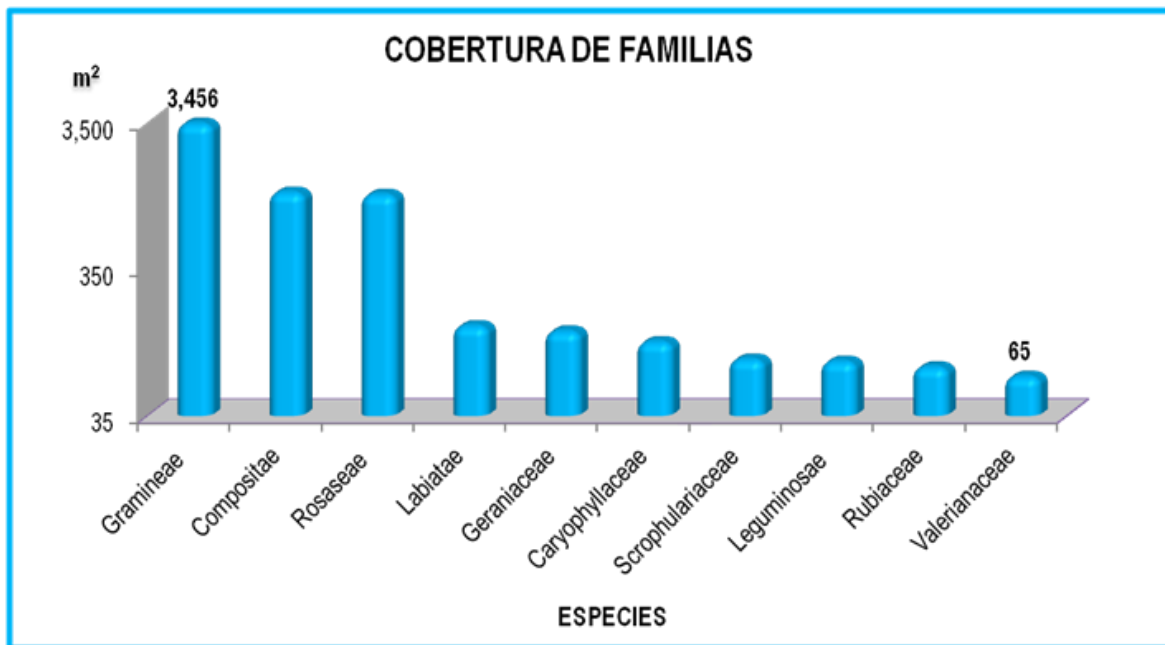


Figura 34.- Cobertura de familias del estrato herbáceo del bosque de oyamel del Parque Nacional Zoquiapan.

El registro elevado en la cobertura de los pastos es debido a los diámetros de los macollos que forman, además de encontrarse en zonas abiertas las cuales fueron liberadas al morir *A. religiosa* (Fig. 35). Rzedowski (1978) determinó que los pastizales mexicanos se caracterizan por ser comunidades determinadas esencialmente por la altitud, el clima y muchas son favorecidas, en parte, por las condiciones del suelo o por el disturbio ocasionado por el hombre y sus animales domésticos.







Figura 35.- Presencia de gramíneas en el bosque de oyamel.

La disponibilidad de los elementos biogénos está relacionado con la diversidad de especies herbáceas y arbustivas, debido a los ciclos cortos de vida que estas presentan, pues aceleran el almacenamiento de elementos para ciclos posteriores, como es el caso de la mayoría de las leguminosas, que fijan nitrógeno atmosférico al suelo por medio de una relación simbiótica que mantienen con ciertos microorganismos que viven en sus raíces (Pritchett, 1986; Nepote *et al.*, 2010).

Las especies que presentaron una mayor cobertura fueron *Festuca amplissima* (2,339 m<sup>2</sup>), *Alchemilla procumbens* (1132 m<sup>2</sup>), *Muhlenbergia quadridentata* (972 m<sup>2</sup>) y *Eupatorium pazcuarensis* (604 m<sup>2</sup>), por el contrario *Geranium latum*, *Eupatorium glabratum*, *Arenaria lycopodioides*, *Achillea millefolium*, *Salvia prunelloides* y *Cerastium nutans* presentaron coberturas menores a los 5 m<sup>2</sup> (Fig. 36).



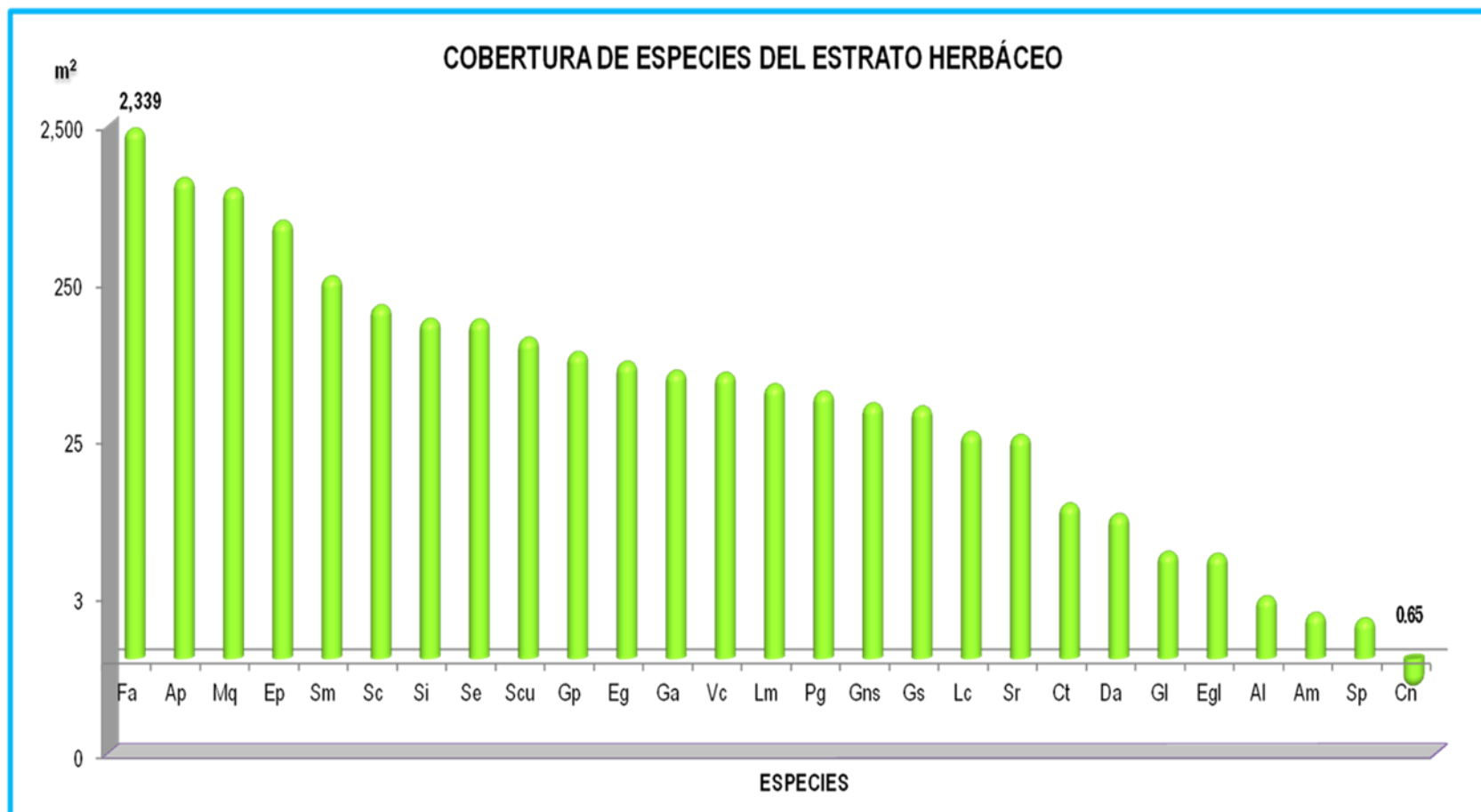


Figura 36. Cobertura de especies del estrato herbáceo del bosque de oyamel del Parque Nacional Zoquiapan. *Festuca amplissima* (Fa), *Alchemilla procumbens* (Ap), *Muhlenbergia quadridentata* (Mq), *Eupatorium pazcuarense* (Ep), *Stevia monardifolia* (Sm), *Senecio callosus* (Sc), *Stipa ichu* (Si), *Salvia elegans* (Se), *Stellaria cuspidata* (Scu), *Geranium potentillifolium* (Gp), *Erigeron galeottii* (Eg), *Galium aschenbornii* (Ga), *Valeriana clematidis* (Vc), *Lupinus montanus* (Lm), *Penstemon gentianoides* (Pg), *Gnaphalium semiamplexicaule* (Gns), *Geranium seemannii* (Gs), *Lupinus campestris* (Lc), *Sibthorpia repens* (Sr), *Castilleja tenuiflora* (Ct), *Didymaea alsinoides* (Da), *Geranium latum* (Gl), *Eupatorium glabratum* (Eg), *Arenaria lycopodioides* (Al), *Achillea millefolium* (Am), *Salvia prunelloides* (Sp), *Cerastium nutans* (Cn).



Lo anterior se deriva de la superficie que ocupa cada una de estas especies, incluyendo su densidad, por ejemplo en el caso de *Festuca amplissima* y *Muhlenbergia quadridentata* a pesar de no estar presentes en todos los muestreos, sus coberturas son bastante amplias, mientras que *Alchemilla procumbens*, *Eupatorium pazcuarense* y *Stevia monardifolia* presentan una mayor dominancia, provocando que a pesar de tener diámetros menores, al haber un mayor número de individuos en un solo lugar ocupen coberturas mayores.

De acuerdo con Harold y Hocker (1979) se debe tener en cuenta que el ambiente de una localidad no es uniforme y que presenta cambios graduales y abruptos, dando como resultado que la vegetación responda a la presión del ambiente, modificando su forma o alterando su abundancia y frecuencia, con el fin de ganar hábitats o nichos. La amplitud de nichos postula las adecuaciones de los organismos vegetales a las condiciones específicas del ambiente físico (suelo, temperatura, humedad, radiación y luz).

Respecto a la densidad *Stevia monardifolia* presentó el mayor número de individuos (108), seguido por *Senecio callosus* (92), *Alchemilla procumbens* (91), *Muhlenbergia quadridentata* (76), *Salvia elegans* (68) y *Festuca amplissima* (56), mientras que el resto de las especies presentan menos de 50 individuos (Fig. 37). Estos resultados son similares a los reportados por Sánchez *et al.*, (2006) dónde las especies dominantes del estrato herbáceo en el bosque de oyamel del Cerro Tláloc son *Alchemilla procumbens*, *Didymaea alsinoides*, *Erigeron galeottii*, *Eupatorium pazcuarense*, *Festuca amplissima*, *Galium aschenbornii*, *Senecio callosus* y *Stevia monardifolia*.

Cabe señalar que la distribución altitudinal de las especies herbáceas no solo responde a las condiciones físicas del ambiente, sino también a las biológicas y ecológicas. La disminución de la comunidad arbórea (oyamel, encino, aile, etc.), permite la liberación de espacios que son aprovechados por la colonización vertical y lateral de las herbáceas en el menor tiempo posible, modificando las condiciones ambientales (Nieto *et al.*, 2003).



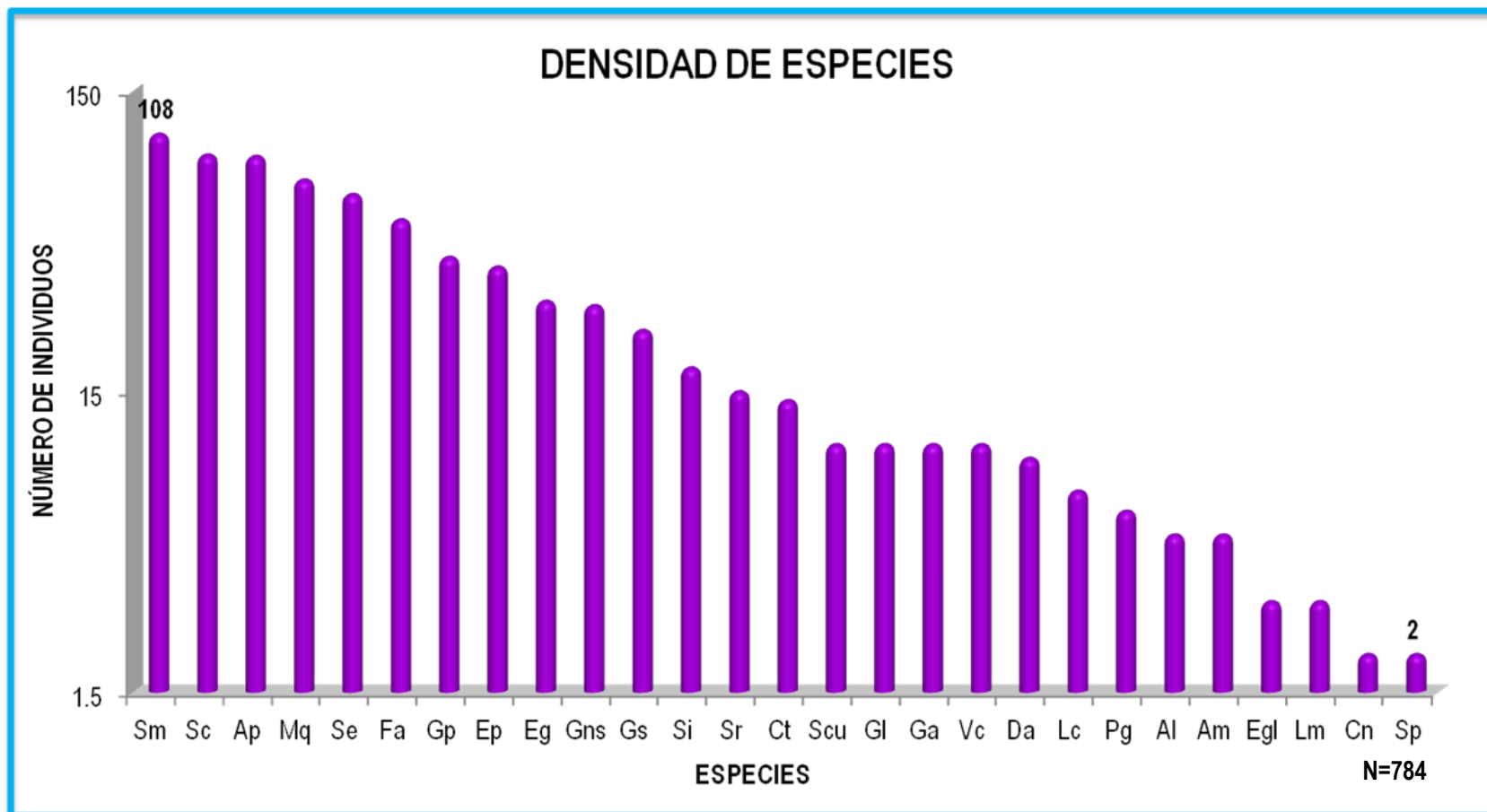


Figura 37.- Densidad de especies del bosque de oyamel del Parque Nacional Zoquiapan. *Stevia monardifolia* (Sm), *Senecio callosus* (Sc), *Alchemilla procumbens* (Ap), *Muhlenbergia quadridentata* (Mq), *Salvia elegans* (Se), *Festuca amplissima* (Fa), *Geranium potentillifolium* (Gp), *Eupatorium pazcuarensis* (Ep), *Erigeron galeottii* (Eg), *Gnaphalium semiamplexicaule* (Gns), *Geranium seemannii* (Gs), *Stipa ichu* (Si), *Sibthorpia repens* (Sr), *Castilleja tenuiflora* (Ct), *Stellaria cuspidata* (Scu), *Geranium latum* (Gl), *Galium aschenbornii* (Ga), *Valeriana clematitidis* (Vc), *Didymaea alsinoides* (Da), *Lupinus campestris* (Lc), *Penstemon gentianoides* (Pg), *Arenaria lycopodioides* (Al), *Achillea millefolium* (Am), *Eupatorium glabratum* (Eg), *Lupinus montanus* (Lm), *Cerastium nutans* (Cn), *Salvia prunelloides* (Sp).



### 7.3.1.3 VALOR DE IMPORTANCIA.

Este índice estima el aporte o significación ecológica de cada especie en la comunidad, para calcularlo se tomo la cobertura, frecuencia y densidad relativa de cada especie. En este estrato, *Festuca amplissima* destaca como la especie con el mayor valor de importancia (47.30), mismo que es resultado de su amplia cobertura, ya que su frecuencia y densidad son muy bajas, menores al 2% del total.

En orden decreciente al valor de importancia se encontró *Alchemilla procumbens* (38.94), *Muhlenbergia quadridentata* (30.64), *Senecio callosus* (24.25), *Stevia monardifolia* (23.80), *Eupatorium pazcuarensis* (18.25), *Salvia elegans* (14.79) y *Geranium potentillifolium* (12.60), mientras que las especies restantes presentan valores inferiores a 10, debido a su baja cobertura y densidad, sin embargo su frecuencia fue alta, ocupando la mayor parte del valor de importancia (Fig. 38).

Los resultados obtenidos son similares a lo descrito por Sánchez y López (2003), dónde las especies más importantes del estrato herbáceo del bosque de oyamel son: *Alchemilla procumbens*, *Festuca amplissima*, *Erigeron galeottii*, *Eupatorium pazcuarensis*, *Senecio callosus*, *Didymaea alsinoides*, *Stellaria cuspidata* y *Stevia monardifolia*.

Al ser *Festuca amplissima* y *Muhlenbergia quadridentata* las especies con el mayor valor de importancia, se puede interpretar que las zonas de pastizales que se encuentran alrededor del bosque ocupan grandes superficies, las cuales anteriormente fueron ocupadas por *Abies religiosa*, pero que al dejarlas libres, otras especies (principalmente herbáceas) pueden aprovechar las condiciones y el espacio para establecerse, teniendo como ventaja un crecimiento y desarrollo más rápido, en contraste a los brinzales de oyamel que tardan más tiempo en crecer y alcanzar una altura considerable.



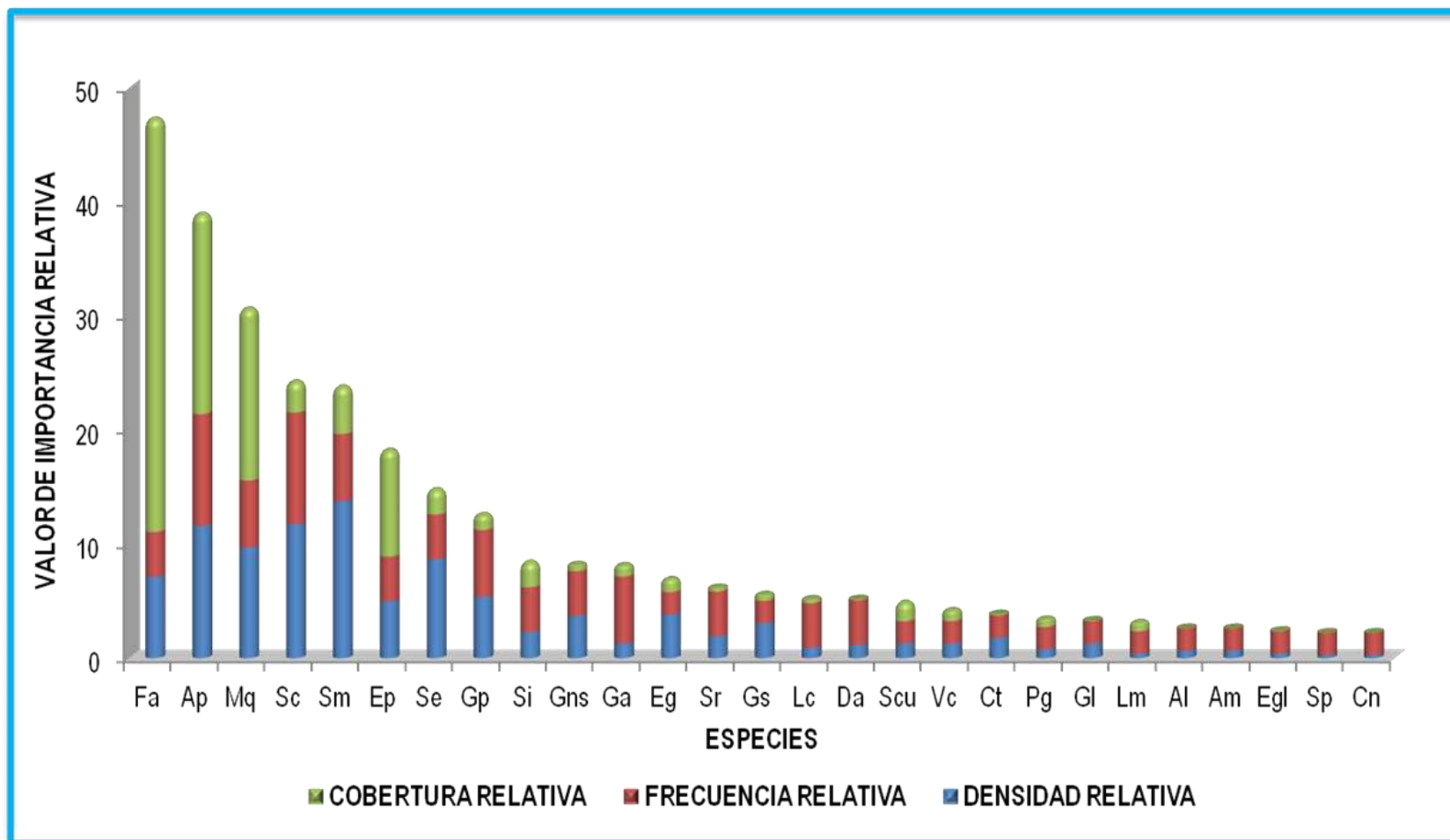


Figura 38.- Valor de importancia (V.I.) del estrato herbáceo del bosque de oyamel del Parque Nacional Zoquiapan. *Festuca amplissima* (Fa), *Alchemilla procumbens* (Ap), *Muhlenbergia quadridentata* (Mq), *Senecio callosus* (Sc), *Stevia monardifolia* (Sm), *Eupatorium pazcuarense* (Ep), *Salvia elegans* (Se), *Geranium potentillifolium* (Gp), *Stipa ichu* (Si), *Gnaphalium semiamplexicaule* (Gns), *Galium aschenbornii* (Ga), *Erigeron galeottii* (Eg), *Sibthorpia repens* (Sr), *Geranium seemannii* (Gs), *Lupinus campestris* (Lc), *Didymaea alsinoides* (Da), *Stellaria cuspidata* (Scu), *Valeriana clematitidis* (Vc), *Castilleja tenuiflora* (Ct), *Penstemon gentianoides* (Pg), *Geranium latum* (Gl), *Lupinus montanus* (Lm), *Arenaria lycopodioides* (Al), *Achillea millefolium* (Am), *Eupatorium glabratum* (Eg), *Salvia prunelloides* (Sp), *Cerastium nutans* (Cn).



Los pastos compiten con los árboles y restringen su crecimiento, debido a que el agua es un recurso muy demandado por las plántulas del sotobosque y al mismo tiempo por las plántulas forestales (Nieto *et al.*, 2003). Aunado a esto, el pastoreo que se práctica en la zona de manera clandestina afecta considerablemente la regeneración de los árboles, pues sus plántulas pueden ser eliminadas por el ganado al igual que las yemas de crecimiento. El peso y el continuo apisonamiento del suelo lo endurecen, dificultando así la oxigenación de las raíces y el establecimiento de plántulas (Carrillo y Carmona, 1985). Sin embargo, a pesar de que los pastizales presentes en el bosque de oyamel son producto de una perturbación, también forman parte del proceso de sucesión secundaria del bosque de *Abies religiosa*.

### 7.3.2 ESTRATO ARBUSTIVO.

El estrato arbustivo fue menos diverso en comparación con el estrato herbáceo, presentó un total de 5 familias, 8 géneros y 10 especies. Ocupa una superficie aproximada del 10 al 15 % del bosque de oyamel, y la especie más representativa de este estrato es *Acaena elongata*.

#### 7.3.2.1 DIVERSIDAD RELATIVA DE FAMILIAS.

La familia más diversa fue Compositae con el 50%, seguida por Ericaceae (20 %). Grossulariaceae, Onagraceae y Rosaceae presentaron solo el 10% cada una (Fig. 39). A diferencia del estrato herbáceo, el estrato arbustivo presentó un menor número de familias y de especies.

Sánchez *et al.* (2005) reporta que en los bosques de oyamel de la Faja Volcánica Transmexicana la familia Compositae concentra el 17 % de los géneros y el 23 % de las especies.



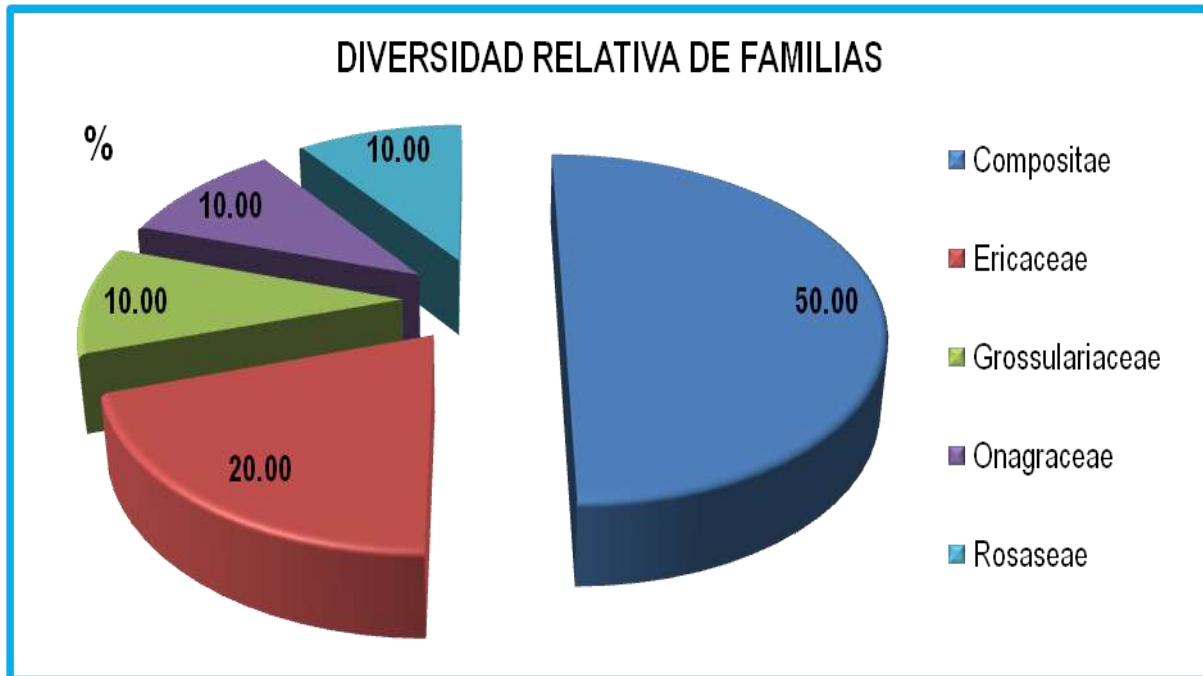


Figura 39.- Diversidad relativa de familias del estrato arbustivo del bosque de oyamel del Parque Nacional Zoquiapan

Villaseñor (2004) menciona que de los géneros reportados para plantas vasculares de la flora de México, la mayoría son especies de crecimiento herbáceo, seguido en importancia el arbustivo con el 42% de la riqueza genérica, siendo la familia Compositae y Rosaceae las más importantes en esta forma de crecimiento.

### 7.3.2.2 COBERTURAS DE FAMILIAS Y ESPECIES.

La familia Compositae además de ser la más diversa, también registró una mayor cobertura en el bosque de oyamel con 6,059 m<sup>2</sup>, seguida por la familia Rosaceae (2,646 m<sup>2</sup>) y Grossulariaceae (1,711 m<sup>2</sup>), por el contrario la cobertura de las familias Onagraceae y Ericaceae fue bastante baja (< 500 m<sup>2</sup>) (Fig. 40).





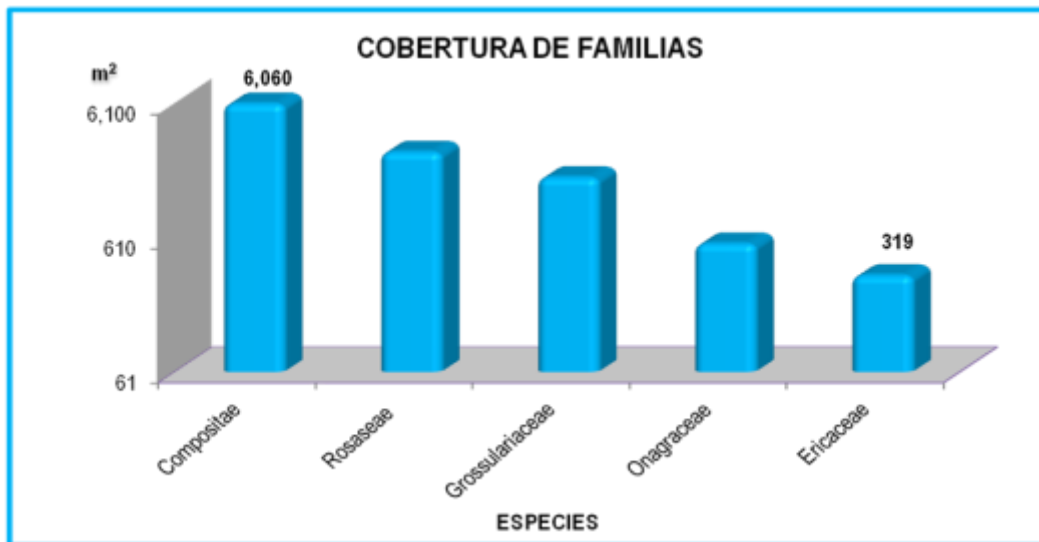


Figura 40.- Cobertura de familias del estrato arbustivo del bosque de oyamel del Parque Nacional Zoquiapan

En cuanto a las especies *Acaena elongata* es la que presenta una mayor cobertura en el estrato arbustivo con (2,646 m<sup>2</sup>), posteriormente se puede observar a *Barkleyanthus salicifolius* (2,252 m<sup>2</sup>), *Roldana angulifolia* (2,126 m<sup>2</sup>) y *Ribes ciliatum* (1,711 m<sup>2</sup>). *Baccharis conferta*, *Arbutus xalapensis* y *Pernettya prostrata* presentaron coberturas menores a los 500 m<sup>2</sup> (Fig. 41), esto se debe al número de individuos que se encontraron en cada una de las localidades.

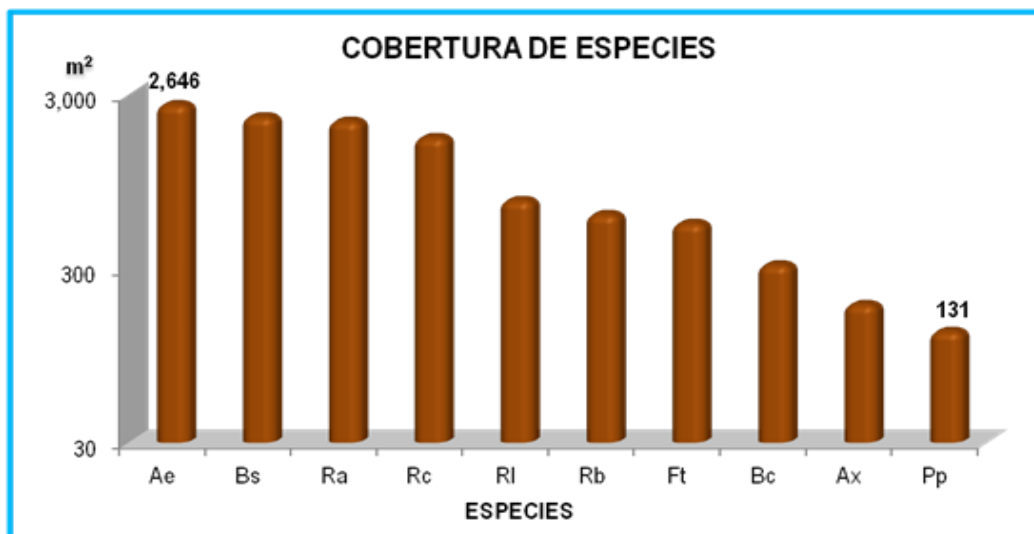


Figura 41.- Cobertura de especies del estrato arbustivo del bosque de oyamel del Parque Nacional Zoquiapan. *Acaena elongata* (Ae), *Barkleyanthus salicifolius* (Bs), *Roldana angulifolia* (Ra), *Ribes ciliatum* (Rc), *Roldana lineolata* (RI), *Roldaba barba-johannis* (Rb), *Fuchsia thymifolia* (Ft), *Baccharis conferta* (Bc), *Arbutus xalapensis* (Ax), *Pernettya prostrata* (Pp).





Cabe recordar que la familia Compositae cuenta con un mayor número de especies y una mayor densidad lo que la hace tener una cobertura amplia, sin embargo a pesar de que la familia Rosaceae tiene únicamente una especie de hábito arbustivo (*Acaena elongata*) la densidad de la misma en los distintos muestreos y sus diámetros la ayudan a ser la especie más abundante y con una mayor cobertura.

En la figura 42 se puede observar que *Acaena elongata* es la especie con un mayor número de individuos (823), seguido por *Roldana angulifolia* (97), *R. lineolata* (45) y *Pernettya prostrata* (43), *Ribes ciliatum* (40), *Baccharis conferta* (37) y *Barkleyanthus salicifolius* (33), estos resultados son similares a los reportados por Sánchez *et. al.*, (2006), donde menciona que el estrato arbustivo del bosque de oyamel del Cerro Tláloc está dominado por *Acaena elongata*, *Buddleia parviflora*, *Comarostaphylis discolor*, *Fuchsia microphylla*, *F. thymifolia*, *Ribes ciliatum*, *Roldana barba-johannis*, *R. angulifolia*, *Barkleyanthus salicifolius* y *Symphoricarpos microphyllus*.



Figura 42.- Frecuencia de especies del estrato arbustivo bosque de oyamel en el Parque Nacional Zoquiapan. *Acaena elongata* (Ae), *Roldana angulifolia* (Ra), *Roldana lineolata* (RI), *Pernettya prostrata* (Pp), *Ribes ciliatum* (Rc), *Baccharis conferta* (Bc), *Barkleyanthus salicifolius* (Bs), *Roldana barba-johannis* (Rb), *Fuchsia thymifolia* (Ft), *Arbutus xalapensis* (Ax).





### 7.3.2.3 VALOR DE IMPORTANCIA

*Acaena elongata* fue la especie que presentó el valor de importancia más alto (118.51), ya que además de ser la especie con la cobertura más amplia, también fue la de mayor densidad, le sigue *Roldana angulifolia* (39.22) con una cobertura y abundancia alta, *Barkleyanthus salicifolius* (52.11) y *Ribes ciliatum* (34.61), con una frecuencia alta. Por otro lado *Roldana lineolata*, *Baccharis conferta*, *Roldana barba-johannis*, *Fuchsia thymifolia*, *Pernettya prostrata*, y *Arbutus xalapensis* obtuvieron valores menores a 20, con frecuencias, coberturas y densidades bajas (Fig. 43).

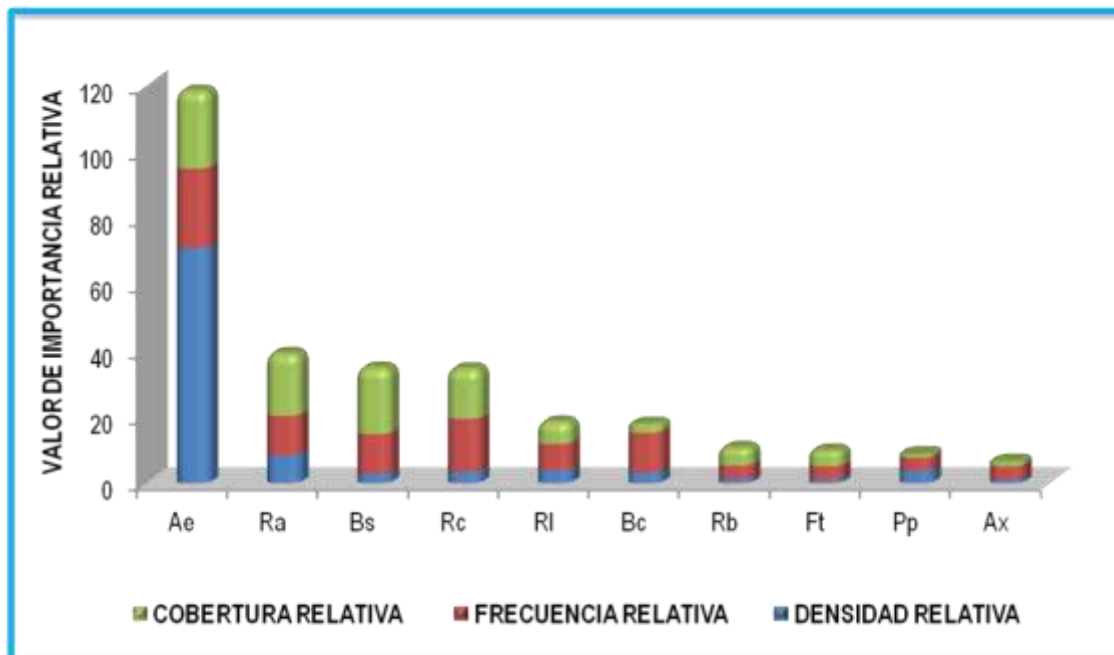


Figura 43.- Valor de importancia del estrato arbustivo del bosque de oyamel del Parque Nacional Zoquiapan. *Acaena elongata* (Ae), *Roldana angulifolia* (Ra), *Barkleyanthus salicifolius* (Bs), *Ribes ciliatum* (Rc), *Roldana lineolata* (RI), *Baccharis conferta* (Bc), *Roldana barba-johannis* (Rb), *Fuchsia thymifolia* (Ft), *Pernettya prostrata* (Pp), *Arbutus xalapensis* (Ax).

Las especies más importantes para el estrato arbustivo del bosque de oyamel de la Faja Volcánica Transmexicana son *Acaena elongata*, *Fuchsia thymifolia*, *Ribes ciliatum*, *Roldana barba-johannis*, *Roldana angulifolia* y *Barkleyanthus salicifolius* (Sánchez y López, 2003).





### 7.3.3 DIVERSIDAD DEL ESTRATO HERBÁCEO Y ARBUSTIVO

Los valores para el índice de riqueza específica, dominancia y equidad se pueden apreciar en el siguiente cuadro.

Cuadro 7.- Valores de los Índices de diversidad del estrato herbáceo y arbustivo del bosque de oyamel del Parque Nacional Zoquiapan.

ÍNDICES DE DIVERSIDAD	HERBÁCEO	ARBUSTIVO
Índice de Margalef (Riqueza específica).	2.25	0.70
Índice de Simpson (Índice de dominancia).	0.079	0.51
Índice de Shannon-Wiener (Índice de equidad).	2.78	1.18

#### 7.3.3.1 Riqueza específica.

El valor para la riqueza específica de acuerdo con el Índice de Margalef fue de 2.25 para el estrato herbáceo y de 0.70 para el estrato arbustivo, de acuerdo a este índice valores inferiores a 2.0 son relacionados con zonas de baja diversidad y valores superiores a 5.0 se consideran como indicativos de alta biodiversidad (Margaleff, 1995).

De acuerdo a nuestros valores, la riqueza de especies herbáceas presentes en el bosque de oyamel es baja, sin embargo es muy alta en comparación con las registradas en el estrato arbustivo. Cabe recordar que el estrato herbáceo registró 23 especies, mientras que el arbustivo únicamente 10.





### 7.3.3.2 Índice de dominancia.

La dominancia se midió en base al Índice de Simpson el cual indica que un sistema es más diverso cuanto menos dominancia hay y la distribución es más equitativa. El valor obtenido para el bosque de oyamel del Parque Nacional Zoquiapan respecto al estrato herbáceo fue de 0.079, esto nos indica que la diversidad es demasiado alta, a pesar de que la riqueza sea baja.

A medida que el índice se incrementa, la diversidad decrece. Los valores para este índice van de 0 a 1, si la dominancia es alta será cercano a 1 y la diversidad será baja (Lamprecht, 1962).

El valor de dominancia de algunas especies fue alto como por ejemplo *Stevia monardifolia* (0.13) y *Alchemilla procumbens* (0.11), que se consideran las más dominantes en el estrato herbáceo, en contraste con el valor de *Salvia prunelloides* (0.002), lo anterior de acuerdo con el índice de Berger-Parker, el cuál expresa la importancia proporcional de las especies más abundantes y adquiere valores comprendidos entre 0 y 1, cuánto más se acerca a 1 significa que mayor es la dominancia y menor la diversidad (Magurran, 1988).

Para el estrato arbustivo el índice de Simpson mostró un valor de 0.51, indicando que la diversidad del estrato arbustivo se encuentra en un nivel intermedio, sin embargo existe una especie con un alto índice de dominancia, y nos referimos a *Acaena elongata* con un valor de 0.71 (en base al índice de Berger- Parker), en contraste con la menos dominante (*Roldana lineolata* con el 0.03).

### 7.3.3.3 Índice de Equidad

Para calcular la equidad del estrato herbáceo del bosque de oyamel se utilizó el índice de Shannon-Wiener, este índice se basa principalmente en el concepto de equidad (es decir la uniformidad de los valores de importancia de todas las especies). En la práctica, para comunidades biológicas, este índice no parece exceder de 5.0 (Magurran, 1988).





El valor obtenido para el estrato herbáceo del bosque de oyamel fue de 2.78 indicando que la equidad es relativamente alta, mientras que el estrato arbustivo presentó el 1.18 reflejando que la mayoría de los individuos pertenecen solo a algunas especies, como *Acaena elongata* que presenta el mayor número de individuos (823) en contraste con *Arbutus xalapensis* con solo 12 individuos, lo que muestra que la equidad es demasiado baja.

Los valores de este índice varían desde cero, cuando los individuos pertenecen a una sola especie, hasta un valor máximo, si cada individuo pertenece a una especie diferente (Margalef, 1995).

#### 7.3.4 CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES

En el cuadro 8 podemos observar algunas características de las especies encontradas en el bosque de oyamel del Parque Nacional Zoquiapan, estas características corresponden a sí las especies son endémicas, se encuentran asociadas a *Abies religiosa*, son características de lugares perturbados o si tienen algún uso medicinal, entre otros.

De las 37 especies registradas para el Parque Nacional Zoquiapan sólo *Geranium latum* se considera como endémica y 4 se reportan como asociadas a *Abies religiosa*: *Barkleyanthus salicifolius*, *Roldana angulifolia*, *R. barba-johannis* y *Acaena elongata*; dos de estas asociaciones se consideran indicadoras de perturbación: *Barkleyanthus salicifolius* y *Acaena elongata*.

Silva *et al.* (1999) reporta cinco asociaciones para este tipo de bosque (*Roldana angulifolia*, *R. barba-johannis*, *Alnus* spp., Musgos (Fig. 44) y *Pinus* spp.), y Nava (2003) reporta dos asociaciones más (*Barkleyanthus salicifolius* y *Acaena elongata*).





Figura 44.- Musgo presente en el bosque de oyamel del Parque Nacional Zoquiapan. Se considera asociado a *Abies religiosa*.

Se observa que 17 de las 37 especies son consideradas como indicadoras de lugares perturbados o se encuentran en claros del bosque de oyamel. Las especies más comunes que ocupan sitios abiertos donde la iluminación es mayor, o donde ha habido disturbio en la vegetación por pequeño que sea, son *Alchemilla procumbens*, *Acaena elongata* y *Salvia elegans*, mientras que *Arbutus xalapensis*, *A. glandulosa* y dos especies de *Muhlenbergia* son indicadoras de perturbación por fuego (Madrigal, 1967).

Las perturbaciones tienen un profundo efecto sobre el establecimiento y desarrollo del bosque, ya que por ellas, parte de la vegetación muere, abriendo un espacio que puede ser ocupado por otras especies vegetales. Las perturbaciones de tipo natural son muy comunes. La frecuencia y tipo de perturbación característica de una región depende básicamente del clima, suelo, flora, fauna y otros factores.





Cuadro 8.- Listado de especies encontradas en el bosque de oyamel del Parque Nacional Zoquiapan.

1.- Endémica. 2.- Asociación con *Abies religiosa* 3.- Frecuente en lugares perturbados y claros.  
4.- Vegetación secundaria en bosques de oyamel. 5.- Uso medicinal

Familia	ESPECIE	1	2	3	4	5
<b>Caryophyllaceae</b>	<i>Arenaria lycopodioides</i>			X	X	X
	<i>Cerastium nutans</i>			X		
	<i>Stellaria cuspidata</i>			X		
<b>Compositae</b>	<i>Achillea millefolium</i>			X		X
	<i>Baccharis conferta</i>			X	X	X
	<i>Barkleyanthus salicifolius</i>		X	X		X
	<i>Erigeron galeottii</i>			X	X	
	<i>Eupatorium glabratum</i>					
	<i>Eupatorium pazcuarensis</i>					X
	<i>Gnaphalium semiamplexicaule</i>			X		X
	<i>Roldana angulifolia</i>		X			X
	<i>Roldana barba-johannis</i>		X			X
	<i>Roldana lineolata</i>			X		
	<i>Senecio callosus.</i>					X
	<i>Stevia monardifolia</i>					
	<b>Ericaceae</b>	<i>Arbutus xalapensis</i>				
<i>Pernettya prostrata</i>						
<b>Geraniaceae</b>	<i>Geranium latum</i>	X				X
	<i>Geranium potentillifolium</i>			X		X
	<i>Geranium seemannii</i>			X		X
<b>Gramineae</b>	<i>Festuca amplissima</i>					
	<i>Muhlenbergia quadridentata</i>					
	<i>Stipa ichu</i>			X		
<b>Grossulariaceae</b>	<i>Ribes ciliatum</i>					X
<b>Labiatae</b>	<i>Salvia elegans</i>					X
	<i>Salvia prunelloides</i>					X
<b>Leguminosae</b>	<i>Lupinus campestris</i>			X		
	<i>Lupinus montanus</i>					X
<b>Onagraceae</b>	<i>Fuchsia thymifolia</i>					X
<b>Rosaceae</b>	<i>Acaena elongata</i>		X	X		
	<i>Alchemilla procumbens</i>			X		X
<b>Rubiaceae</b>	<i>Didymaea alsinoides</i>					X
	<i>Galium aschenbornii</i>					
<b>Scrophulariaceae</b>	<i>Castilleja tenuiflora</i>					X
	<i>Penstemon gentianoides</i>			X		
	<i>Sibthorpia repens</i>					
<b>Valerianaceae</b>	<i>Valeriana clematitis</i>			X		X







Los incendios, vientos, tormentas, entre otras, tienen un comportamiento específico y requieren de ciertas condiciones para su aparición. Sin embargo, las perturbaciones producidas por el hombre, como los aprovechamientos silvícolas, las quemas prescritas y el cambio de uso de suelo, enmascaran y minimizan los efectos de las naturales, ya que son mucho más frecuentes, y sus efectos sobre el ambiente pueden permanecer por largos periodos de tiempo (Chadwick y Larson, 1990).

*Arenaria lycopodioides*, *Baccharis conferta* y *Erigeron galeottii* son consideradas como vegetación secundaria, es decir, están presentes donde existe sustitución total o parcial de la comunidad original (primaria), ya sea por algún cambio de uso del suelo o por causas naturales o inducidas donde actualmente es evidente la recuperación de la comunidad vegetal, en alguna de las etapas sucesionales (Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2004).

A 21 especies se le atribuyen propiedades medicinales, lo que las hace importantes en el ámbito cultural, debido a su probable uso en las comunidades cercanas al Parque Nacional Zoquiapan, sin embargo esto puede afectar la diversidad del bosque de oyamel, ya que la recolección de estas especies puede ayudar a la propagación de las semillas, permitiéndoles ocupar lugares más alejados. El municipio de Ixtapaluca, Estado de México es el que presenta un mayor número de localidades dentro del parque, siendo Río Frío de Juárez, San Jerónimo Cuatro Vientos y General Manuel Ávila Camacho las de mayor población, con un total de 51,369 habitantes (INEGI, 2010).

Las actividades antropogénicas que se desarrollan en la zona, provocan el crecimiento desordenado de las áreas urbanas y rurales, como la disminución de áreas agrícolas (0.96 %/año), que en consecuencia al ser abandonados traen consigo otro tipo de ocupación como pastizales (-1.38 %/año), bosques mixtos (-4.03 %/año), bosques perturbados (-1.05 %/año) y una mayor tasa de





crecimiento de las zonas sin vegetación (-3.08 %/año), este proceso de degradación del parque tiende a convertirse en zonas de desarrollo urbano-rural e improductivas (Lomas *et al.*, 2005).

Por otro lado Pérez (2013) hace una importante aportación al registrar por primera vez colonización micorrízica arbuscular en algunas especies de las familias Compositae (*Alchillea millefolium*, *Baccharis conferta*, *Roldana angulifolius*, *Senecio callosus*), Gramineae (*Festuca amplissima*, *Stipa ichu*), Geraniaceae (*Geranium potentillifolium*), Labiatae (*Salvia elegans*), Rosaceae (*Alchemilla proumbens*) y Scrophulariaceae (*Castilleja tenuiflora*, *Penstemon gentianoides*). Cabe resaltar que las especies anteriores (a excepción de *Festuca amplissima* y *Penstemon gentianoides*), presentan propiedades medicinales.

Las micorrizas arbusculares se caracterizan por colonizar células corticales de las raíces de las plantas, esta simbiosis permite una captación eficaz de nutrientes y algunos micronutrientes esenciales para la planta que se encuentran con poca disponibilidad, así como la asimilación de fósforo, nitrógeno, calcio, magnesio y zinc, al mismo tiempo que aumenta la capacidad de crecimiento de las plantas (Kula *et. al.*, 2005, citado por Pérez, 2013), lo que explica el éxito en el establecimiento de algunas de estas especies (principalmente en su cobertura) en el bosque de *Abies religiosa*.

### 7.3.5 FENOLOGÍA DE LAS ESPECIES

La época de floración se determinó con base a la literatura, sin embargo no se encontró registro para *Arbutus xalapensis*, *Pernettya prostrata*, *Muhlenbergia quadridentata* y *Stipa ichu*, no obstante durante el muestreo se logró observar a estas especies en floración, por lo que nos basamos en ello para el registró de su fenología (Cuadro 9).





Cuadro 9.- Fenología de las especies herbáceas y arbustivas del bosque de oyamel del Parque Nacional Zoquiapan.

FAMILIA	ESPECIE	ENERO	FEB.	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	
Caryophyllaceae	<i>Arenaria lycopodioides</i>													
	<i>Cerastium nutans</i>													
	<i>Stellaria cuspidata</i>													
Compositae	<i>Achillea millefolium</i>													
	<i>Baccharis conferta</i>													
	<i>Barkleyanthus salicifolius</i>													
	<i>Erigeron galeottii</i>													
	<i>Eupatorium glabratum</i>													
	<i>Eupatorium pazcuarensis</i>													
	<i>Gnaphalium semiamplexicaule</i>													
	<i>Roldana angulifolia</i>													
	<i>Roldana barba-johannis</i>													
	<i>Roldana lineolata</i>													
	<i>Senecio callosus</i>													
	<i>Stevia monardifolia</i>													
	Ericaceae	* <i>Arbutus xalapensis</i>												
		* <i>Pernettya prostrata</i>												
Geraniaceae	<i>Geranium latum</i>													
	<i>Geranium potentillifolium</i>													
	<i>Geranium seemannii</i>													
Gramineae	<i>Festuca amplissima</i>													
	* <i>Muhlenbergia quadridentata</i>													
	* <i>Stipa ichu</i>													
Grossulariaceae	<i>Ribes ciliatum</i>													
Labiatae	<i>Salvia elegans</i>													
	<i>Salvia prunelloides</i>													
Leguminosae	<i>Lupinus campestris</i>													
	<i>Lupinus montanus</i>													
Onagraceae	<i>Fuchsia thymifolia</i>													
Rosaceae	<i>Acaena elongata</i>													
	<i>Alchemilla procumbens</i>													
Rubiaceae	<i>Didymaea alsinoides</i>													
	<i>Galium aschenbornii</i>													
Scrophulariaceae	<i>Castilleja tenuiflora</i>													
	<i>Penstemon gentianoides</i>													
	<i>Sibthorpia repens</i>													
Valerianaceae	<i>Valeriana clematitidis</i>													





La mayoría de las plantas herbáceas comienzan esta etapa entre junio y agosto, concluyendo en noviembre, estos meses se caracterizan por la presencia de lluvias. Las especies arbustivas florecen a partir del mes de noviembre extendiendo esta etapa hasta el mes de marzo, solo *Acaena elongata* inicia con esta etapa en el mes de mayo terminando en diciembre

Con base al estudio realizado por Madrigal (1967), la floración de las especies herbáceas del bosque de oyamel abarca de julio a octubre, mientras que en los arbustos inicia en diciembre prolongándose hasta el mes de marzo del año siguiente. El mismo autor señala que los ciclos fenológicos de las especies dependen de los factores climáticos y otros del ambiente, así como de los intrínsecos de la misma planta.

En los resultados obtenidos se puede apreciar un cambio en el período de floración, esto puede atribuirse (aunque no completamente) al cambio en los niveles de precipitación y temperatura de los últimos años. Madrigal señala que para el año de 1967 en los bosques de oyamel se tenía una precipitación promedio anual de 1,199.1 mm mientras que en la Ciudad de México era de 650 mm, iniciando el periodo de lluvias a finales del mes de mayo y concluyendo en octubre, siendo de julio a septiembre los meses con mayor precipitación. La temperatura máxima promedio anual fue de 19.7°C, mientras que la mínima promedio fue de 7°C. Estos datos se basan en los obtenidos de la estación meteorológica de Huixquilucan, Estado de México, ya que para el autor es una de las más representativas por encontrarse cerca de un bosque de oyamel.

De los datos obtenidos de la estación meteorológica de Río Frío (la cual es la más cercana a nuestra zona de estudio) la precipitación promedio anual para el mismo año (1967) fue de 893.4 mm, la temperatura máxima promedio fue de 18.5°C y la mínima de 1.1°C. Actualmente la precipitación anual promedio en el Parque Nacional Zoquiapan es de 964.1 mm, siendo los meses más lluviosos junio y julio; el período de menor precipitación es de noviembre a marzo. La oscilación térmica anual varía entre los 5.0°C y los 18.0°C, siendo el mes más caluroso junio. La temperatura media del mes





más frío varía entre 3.0°C y los 18°C y del mes más caliente entre los 6.5°C y 20.0°C y la temperatura media anual es de 11.1°C, registrándose los valores más bajos en enero, febrero y diciembre, y los más altos en abril, mayo, junio, julio y agosto; la temperatura del mes más caliente es de 22.0°C. Las heladas se presentan de noviembre a febrero (Aguilar y Plateros, 2003).

#### **7.4 FLORA DEL BOSQUE DE OYAMEL REGISTRADA DE 1967 -2012, POR DIVERSOS AUTORES.**

Uno de los objetivos de este estudio fue investigar si existía un cambio en la composición florística del bosque de *Abies religiosa* en los últimos 10 años, para ello se realizaría una búsqueda de información principalmente de dos autores Nieto *et al.*, (2003) y Sánchez (2004), sin embargo una limitante fue el método utilizado, área muestreada, altitud, número y tiempo de muestreos realizados, en estos estudios, por lo que únicamente se consultaron los listados florísticos publicados y se decidió a comparar con investigaciones de años anteriores (1967-2012).

Para ello nos basamos en las especies registradas por Madrigal (1967), Manzanilla (1974), Anaya *et al.*, (1980), Nieto *et al.*, (2003), Sánchez *et al.*, (2006), y las obtenidas en el presente trabajo.

Las investigaciones de dichos autores se realizaron dentro del Parque Nacional Zoquiapan o en sitios cercanos a éste (Sierra Nevada, Iztaccíhuatl y Popocatepétl, Declive occidental del volcán Iztaccíhuatl, Estación Experimental Forestal Zoquiapan y Cerro Tláloc, respectivamente).

En el cuadro 10 se muestran las especies registradas por cada uno de estos autores, pero solo se muestran las familias y especies que son reportadas por dos o más de ellos.





Cuadro 10.- Especies herbáceas y arbustivas del bosque de *Abies religiosa* registradas desde 1967 hasta el 2013.

FAMILIA	ESPECIE	Madrigal (1967)	Manzanilla (1974)	Anaya et al., (1980)	Nieto et al., (2003)	Sánchez et al., (2006)	Ortiz (2013)
Caryophyllaceae	<i>Arenaria lycopodioides</i> Willd. ex Schlecht.		x	x			x
	<i>Cerastium nutans</i> Raf.						x
	<i>Stellaria cuspidata</i> Willd.					x	x
Compositae	<i>Achillea millefolium</i> L.					x	x
	<i>Baccharis conferta</i> H.B.K.	x			x	x	x
	<i>Baccharis multiflora</i> H.B.K.	x				x	
	<i>Barkleyanthus salicifolius</i> (H.B.K.) Rob. & Brettell		x		x	x	x
	<i>Erigeron galeottii</i> (A. Grey.) Greene					x	x
	<i>Eupatorium glabratum</i> H.B.K.					x	x
	<i>Eupatorium mairetianum</i> D.C.	x	x	x			
	<i>Eupatorium pazcuarensis</i> H.B.K.				x	x	x
	<i>Eupatorium rhomboideum</i> Kunth	x				x	
	<i>Gnaphalium semiamplexicaule</i> DC.						x
	<i>Roldana angulifolia</i> (DC.) H. Rob. & Brettell					x	x
	<i>Roldana barba-johannis</i> (DC.) Rob. & Brettell	x			x	x	x
	<i>Roldana lineolata</i> Rob. & Brettell					x	x
	<i>Senecio callosus</i> Sch. Bip.				x	x	x
	<i>Senecio platanifolius</i> Benth.			x	x	x	
	<i>Sigesbeckia jorullensis</i> Kunth				x	x	
	<i>Stevia monardifolia</i> H.B.K.			x	x	x	x
<i>Verbesina oncophora</i> B. L. Rob. et Seaton	x	x			x		
Ericaceae	<i>Arbutus xalapensis</i> H.B.K.	x				x	x
	<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) DC.	x				x	x
Geraniaceae	<i>Geranium latum</i> Small.					x	x
	<i>Geranium potentillifolium</i> DC.		x		x	x	x





Comparación de la composición florística del bosque de *Abies religiosa* en el Parque Nacional Zoquiapan



	<i>Geranium seemannii</i> Peyr.					X	X
Gramineae	<i>Cinna poiformis</i> (Kunth) Scribn. et Merr.		X	X	X	X	X
	<i>Festuca amplissima</i> Rupr. ex Fourn.				X	X	X
	<i>Festuca tolucensis</i> Kunth				X	X	
	<i>Muhlenbergia quadridentata</i> (H.B.K.) Kunth				X	X	X
	<i>Stipa ichu</i> (Ruiz & Pavón) Kunth.				X	X	X
	<i>Trisetum virletii</i> E. Fourn.	X			X	X	
Grossulariaceae	<i>Ribes ciliatum</i> Humb. & Bonpl.	X	X	X	X	X	X
Labiatae	<i>Salvia elegans</i> Vahl.	X	X	X			X
	<i>Salvia fulgens</i> Cav.			X	X		
	<i>Salvia prunelloides</i> H.B.K.						X
Leguminosae	<i>Lupinus campestris</i> Cham. & Schlecht.					X	X
	<i>Lupinus montanus</i> H.B.K.					X	X
Loganiaceae	<i>Buddleia parviflora</i> H.B.K.			X	X		
Onagraceae	<i>Fuchsia microphylla</i> H.B.K.	X				X	
	<i>Fuchsia thymifolia</i> H.B.K.					X	X
	<i>Solanum</i> cf. <i>Cardiophyllum</i> Lindl.					X	
	<i>Solanum stoloniferum</i> Schldl. Et Bouché.			X	X		
Rosaceae	<i>Acaena elongata</i> L.			X	X	X	X
	<i>Alchemilla procumbens</i> Rose.		X	X	X	X	X
Rubiaceae	<i>Didymaea alsinoides</i> (Schlecht. & Cham.) Standl.			X		X	X
	<i>Galium aschenbornii</i> Schauer			X		X	X
Scrophulariaceae	<i>Castilleja tenuiflora</i> Benth.		X		X	X	X
	<i>Penstemon gentianoides</i> (H.B.K.) Poir.	X				X	X
	<i>Sibthorpia repens</i> (Mutis ex L. f.) O. Kuntze			X		X	X
Valerianaceae	<i>Valeriana clematitis</i> H.B.K.		X			X	X





De las especies registradas por Madrigal (1967), Manzanilla (1974) y Anaya *et al.*, (1980) solo 19 coinciden con las reportadas para el 2012 (*Acaena elongata*, *Alchemilla procumbens*, *Arbutus xalapensis*, *Arenaria lycopodioides*, *Baccharis conferta*, *Barkleyanthus salicifolius*, *Castilleja tenuiflora*, *Didymaea alsinoides*, *Fuchsia microphylla*, *Galium aschenbornii*, *Geranium potentillifolium*, *Penstemon gentianoides*, *Pernettya prostrata*, *Roldana barba-johannis*, *Ribes ciliatum*, *Stevia monardifolia*, *Salvia elegans*, *Sibthorpia repens* y *Valeriana clematidis*). Mientras que con lo reportado por Nieto *et al.*, (2003), concuerdan 16 de las especies antes mencionadas y finalmente con Sánchez *et al.*, (2006) se comparte la gran mayoría de las especies (32).

En los bosques de oyamel se aprecia el aumento de las especies registradas en los últimos 45 años (1967-2012), Sánchez *et al.*, (2006), reportan una mayor composición florística para estos bosques con 44 familias, 94 géneros y 137 especies. Se logra observar que existen algunas especies que ya no se reportan a partir de 1980, como es el caso de *Eupatorium mairetianum*, la cual fue registrada por Madrigal, Manzanilla y Anaya *et al.*, así mismo a partir de 1980 se comienza a reportar un mayor número de especies herbáceas y arbustivas características de lugares perturbados.

El aumento en estas especies podría estar relacionado con el crecimiento de la población de los alrededores del parque (en el municipio de Ixtapaluca la población se incrementó de 180 mil habitantes en 1990, a cerca de 500 mil habitantes en el 2005 (INEGI, 2005)), y con la explotación de los recursos naturales, principalmente la tala de árboles, ya que en el año de 1947 el presidente Miguel Alemán emite un decreto a favor de la fábrica de papel San Rafael y Anexas, permitiendo crear una Unidad Industrial de explotación Forestal, en las áreas arboladas de la Sierra Nevada (cumbre del Popocatepétl e Iztaccíhuatl, Cerro Tláloc, Telapón, y en diversos municipios de los Estados de México, Puebla y Morelos (Diario oficial, 1948 en , Hernández y Granados, 2006)), para lo cual se modificó la cota del Parque Nacional Izta-Popo a los 3,600 msnm (lo que redujo la







superficie de conservación en menos de la mitad del territorio original), mientras que Zoquiapan mantuvo la cota de 3,000 msnm.

Éste programa de explotación intensiva no mantuvo un equilibrio entre la madera extraída y la regeneración del bosque, pues produjo una fuerte presión sobre la diversidad de herbáceas y arbustivas de los bosques de estas zonas, esto ha inducido el aumento en la intensidad de los procesos erosivos del suelo y la pérdida de la cobertura vegetal de los estratos inferiores (Hernández y Granados, 2006), y en nuestro caso, el aumento de especies características de lugares perturbados en el bosque de oyamel.

Las perturbaciones ya sean naturales o antropogénicas (retención de la copa del árbol, troncos caídos, árboles muertos en pie ó dañados) influyen fuertemente en la estructura del bosque, cambiando la estructura, lo que crea espacios en el dosel, suelos desnudos y proporciona oportunidades tanto para los árboles suprimidos o para la sucesión temprana de hierbas y arbustos, modificando la estructura y diversidad de especies dentro del bosque (Miles y Swanson, 1986; Spies *et al.*, 1988; Morrison y Swanson, 1990, en Hansel *et al.*, 2013). Al dañar o talar los árboles del bosque de *Abies* se abren claros donde invaden otras especies como *Baccharis conferta* y varias especies de gramíneas como *Festuca amplissima*, *Stipa ichu* y *Muhlenbergia sp.* (Rosas y Ruíz, 2006).





## 7.5 INDICADORES DE PRESIÓN, ESTADO Y RESPUESTA REGISTRADOS EN EL BOSQUE DE OYAMEL DEL PARQUE NACIONAL ZOQUIAPAN.

Respecto a los indicadores de presión, estado y respuesta que plantea SEMARNAT (2005), se lograron observar los siguientes:

### 7.5.1 INDICADORES DE PRESIÓN

Existe presión por parte de la zona urbana cercana al Parque Nacional Zoquiapan, debido a la extracción de recursos maderables (tala clandestina), aunque también existen las cortas de saneamiento forestal, que son llevadas a cabo por los responsables del parque, estas se realizan para eliminar los árboles que han sido atacados o que se hallan en peligro eminente al ataque de plagas y enfermedades, con el fin de impedir que estas se extiendan a otros árboles, de las plagas observadas se encontró principalmente el muérdago en individuos de oyamel (Fig. 45).



Figura 45.- Indicadores de presión presentes en el bosque de oyamel del Parque Nacional Zoquiapan. a) Cortas de saneamiento, b) Tala clandestina y c) Plagas, como el muérdago en individuos de oyamel.





Otro indicador de presión es el cambio de uso de suelo que se ha generado en los últimos años, pues parte se ha destinado a la agricultura y al pastoreo, además una parte del parque se destina a actividades recreativas. También se logra apreciar la incidencia de incendios, tanto naturales como provocados, lo que deja espacios libres y permite el rápido establecimiento de especies herbáceas y arbustivas.

### 7.5.2 INDICADORES DE ESTADO

Respecto a estos indicadores mencionan el conocimiento en cuanto a la extensión de bosques y al volumen de madera con el que cuenta un país, además de la extensión de los ecosistemas terrestres y de las especies que se encuentran en riesgo, para ello se han realizado diversos inventarios forestales, además de informes medio ambientales por parte de las diversas organizaciones nacionales e internacionales (SEMARNAT, INEGI, Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), FAO, entre otras).

De acuerdo con La Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales (Forest Resources Assessment (FRA), 2010) en el año de 1993 los bosques de oyamel presentaban 147,519.74 hectáreas en la superficie total del país y en el 2007 disminuyó a 144,144.27 ha.

En la Cuenca de México el bosque de oyamel conservado ocupa una superficie de 31,992.29 ha, el 1.93 % del total de la vegetación, mientras que el bosque perturbado ocupa 1,181.70 ha (0.07 %). El bosque mixto de pino-oyamel representa 24,193 ha (1.5 %), aquí el oyamel ocupa la parte media de las montañas, y en las partes altas y bajas existen diferentes especies de pino, por lo que el bosque mixto entre ambos géneros ocurre en las zonas de transición de ambos ecosistemas. Finalmente el bosque de pino-oyamel perturbado representa un área de 2,724.24 ha (0.16) (Fig. 46) (SEMARNAT, 2009).



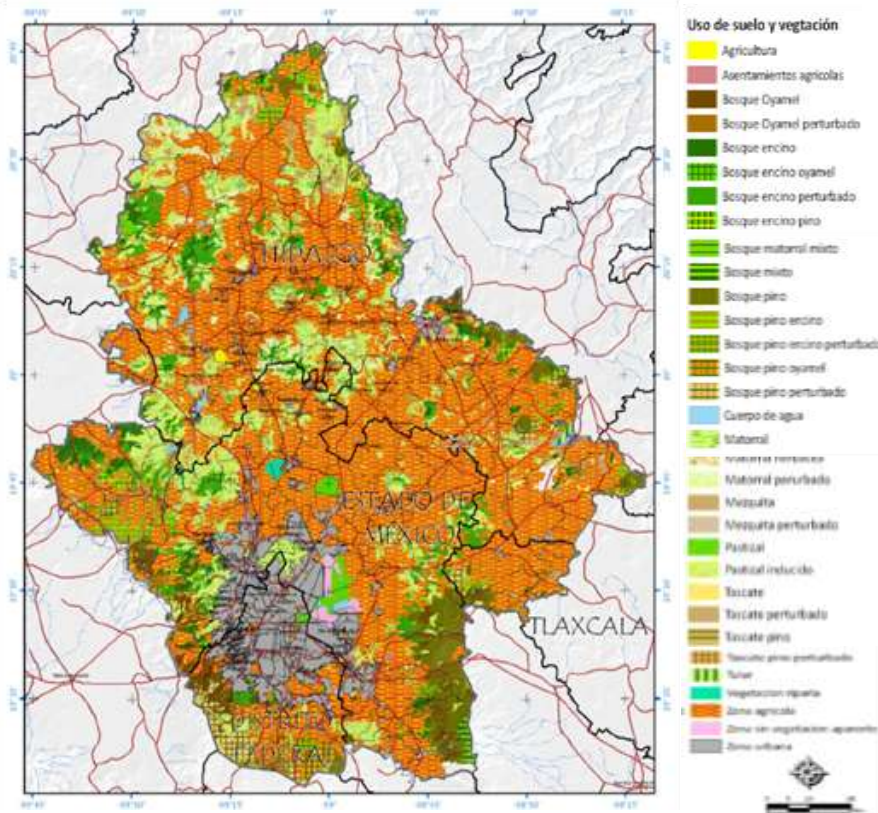


Figura 46.- Vegetación de la Cuenca de México y superficie ocupada por el bosque de oyamel conservado y perturbado. Tomado de SEMARNAT (2009).

### 7.5.3 INDICADORES DE RESPUESTA

En cuanto a estos indicadores se observó el tratamiento de plagas y enfermedades mediante las cortas de saneamiento, así como la reforestación realizada por el Programa de Manejo del Parque Nacional Iztaccíhuatl - Popocatepetl, a partir del 2005, reforestando las zonas más afectadas por la tala clandestina, incendios y plagas forestales, con las especies de *Pinus ayacahuite* y *Pinus montezumae* (CONANP, 2013).

Se sugiere complementar estas acciones con la reforestación de *Abies religiosa*, siguiendo algunos o todos los pasos de la sucesión del bosque de oyamel para un establecimiento exitoso, además de eliminar mediante incendios controlados el colchón de materia orgánica generado por el sotobosque (Manzanilla, 1974; Rosas y Ruíz, 2006) y así conservar el bosque de *Abies religiosa*.





## VIII. CONCLUSIONES

- Se registraron 13 familias, 27 géneros y 37 especies en el Parque Nacional Zoquiapan.
- Del total de especies se determinaron 10 arbustivas y 27 herbáceas. Siendo el estrato herbáceo el más diverso en comparación al arbustivo.
- En cuanto a la diversidad y cobertura la familia Compositae fue la más diversa en el estrato herbáceo y arbustivo, con 12 y 5 especies respectivamente. En el estrato herbáceo Gramineae y Compositae fueron las familias de mayor cobertura con 3,500 m<sup>2</sup> aproximadamente, mientras que en el arbustivo predominó Compositae y Rosaceae con 6,000 m<sup>2</sup>.
- *Festuca amplissima* fue la especie con el mayor valor de importancia del estrato herbáceo, mientras que en el arbustivo se encontró *Acaena elongata*.
- Cañada del Quesero fue la zona más diversa y con mayor riqueza de especies (25), seguido de Vuelta Obscura (24) y finalmente el menos diverso y de menor riqueza fue Huilapan con solo 17 especies.
- La familia Compositae fue la más diversa en las tres localidades y la de mayor cobertura en Cañada del Quesero y Vuelta Obscura, mientras que para Huilapan la familia Rosaceae fue la más dominante.
- Los sitios que comparten un mayor número de especies son Cañada del Quesero y Vuelta Obscura, con un índice de similitud de 0.371.
- De las 37 especies registradas, *Geranium latum* es endémica, *Barkleyanthus salicifolius*, *Roldana angulifolia*, *R. barba-johannis* y *Acaena elongata* están asociadas a *Abies religiosa*, 17 son indicadoras de perturbación, tres representan vegetación secundaria y 21 especies tienen propiedades medicinales.





- La fenología de las especies herbáceas se presenta principalmente entre los meses de junio y noviembre, los cuales son característicos de la época de lluvias, mientras que las arbustivas comienzan en noviembre prolongándose hasta marzo del siguiente año.
- Existe un aumento en el número de especies y en su densidad a partir de 1967 al 2012, principalmente de *Alchemilla procumbens*, *Acaena elongata*, *Salvia elegans* y *Muhlenbergia sp.*, relacionado con las perturbaciones que ocurren en el hábitat.
- Los indicadores de presión observados en el bosque de oyamel son las plagas y enfermedades, incendios, tala clandestina y cortas de saneamiento.
- Los indicadores de respuesta que se llevan a cabo en el Parque Nacional Zoquiapan son la reforestación con *Pinus ayacahuite* y *Pinus montezumae*, se sugiere complementar estas acciones con la reforestación de *Abies religiosa*, siguiendo los pasos de la sucesión de este bosque para un establecimiento exitoso.





## IX. LITERATURA CITADA

- Aguilar, V. y Plateros, A. (2003). *Monitoreo de Vegetación y Fauna en la Estación Forestal Experimental Zoquiapan*. Memoria de la XIX Presentación de Trabajos de Investigación, Producción y Servicio de la Universidad Autónoma Chapingo. Dirección General de Investigación y Posgrado. Chapingo, México.
- Alvarado, D. R. y Hernández, T. T. (2002). Decline of Sacred Fire in the Desierto de los Leones National Park. en Fenn, M. E., L. I. Bauer y T. Hernández Tejeda (eds.), *Urban air pollution and forest. Resources at risk in the México City air basin* (pp. 243-260). Ecological Studies. Springer-Verlag, New York.
- Anaya, L. A. L., Hernández S. R., Madrigal, S. X. (1980). La vegetación y los suelos de un transecto altitudinal del declive occidental del Iztaccíhuatl (México). *Boletín Técnico Instituto Nacional de Investigaciones Forestales*. 65, 7-79.
- Ángeles, C. E. R. (1998). *Bases para la restauración del estrato arbóreo de los bosques mixtos templados*. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ávila, V. D. A. (2002). *La vegetación de la Cuenca Alta del Río Magdalena: Un enfoque florístico, fitosociológico y estructural*. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Benítez, G. B. (1986). *Árboles y flores del Ajusco*. Instituto de Ecología. México.
- Biblioteca de la Medicina Tradicional Mexicana (2009). *Achillea millefolium* L. México. Disponible en [http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=Achillea\\_millefolium&id=77](http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=Achillea_millefolium&id=77)  
16
- Biblioteca de la Medicina Tradicional Mexicana (2009). *Baccharis conferta* Kunth. México. Obtenido el 20 de julio de 2013 en <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=&id=7522>
- Callaway, M. R., De Luca, T. H. y Belliveau M. W. (1999). Biological Control herbivores may increase competitive ability of the Noxious weed *Centaurea maculosa*. *Ecology*. 80, 1196-1201
- Calva, V. G. (2012). *Dendroquímica en estudios ecológicos y ambientales: El caso de los bosques templados de pino-oyamel en la Cuenca del Valle de México*. Editorial Académica Española. Alemania.
- Carrillo, G. F. y Carmona, G. C. (1985). Carga animal y frecuencia del pastoreo en pasto Guinea (*Panicum maximum* Jacq.). Establecido en dos sistemas de siembra dentro del bosque de pino. *Boletín Técnico 132. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, SARH*. México.
- Castillo, M., Pedernera, P. y Peña, E. (2003). Incendios forestales y medio ambiente: una síntesis global. *Revista Ambiente y Desarrollo de CIPMA*. 19(3 y 4), 44-53.
- Chadwick, D. O. y Larson .B. C. (1990). *Forest stand dynamics*. Mc. Graw Hill. New York.





- Challenger, A. (1998). *Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México: pasado, presente y futuro*. Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad, Instituto de Biología de la UNAM y Agrupación Sierra Madre S.C, México.
- Chavarria, V. P. (2007). *Registro de los indicadores de salud del bosque de oyamel, monitoreados (1997-2004) de la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Izta-Popocatepetl*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (1998). *La biodiversidad biológica de México: Estudio de país*. México.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (2008). Mapa topográfico del Parque Nacional Izta-Popo Zoquiapan. Obtenido el 21 de Junio 2012 en <http://www.conanp.gob.mx>
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (2013). *Programa de Manejo del Parque Nacional Iztaccíhuatl Popocatepetl*. Diario Oficial de la Federación. Obtenido el 01 de Mayo 2013 en [http://www.conanp.gob.mx/que\\_hacemos/pdf/programas\\_manejo/2013/PN\\_IZTACCIHUATL\\_POPOCATEPETL.pdf](http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/pdf/programas_manejo/2013/PN_IZTACCIHUATL_POPOCATEPETL.pdf)
- Comisión de Recursos Naturales. (2003). Inventario de las áreas verdes urbanas del Distrito Federal. Obtenida el 20 de Junio de 2011 en <http://www.sma.df.gob.mx>
- Cornejo, T. G. (2009). *Didymaea alsinoides* (Schlechtendal & Cham.) Standley (Fotografía). Obtenido el 28 de Noviembre 2012 en <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=&id=7676>
- Cronquist, A. (1977). *Introducción a la botánica*. C.E.C.S.A. México.
- Daniel, T. W., Helms V. E. y Baker F. S. (1982). *Principios de silvicultura*. McGraw-Hill. México.
- Daubenmire, R. T. (1979). *Ecología vegetal. Tratado de autoecología de plantas*. 3ª edición. Limusa. México.
- Diario Oficial de la Federación 11 de Febrero de 1948.
- Drake, J.A., Mooney, H. A., di Castri, F., Groves, R.H., Kruger, F.J., M. Rejmánek y Williamson, M. (editores). (1989). *Biological Invasions. A Global perspective*. John Wiley & Sons, New York, U.S.A.
- Encina, J. D., Encina, F. D., Mata, E. R. y Valdés, R. (2008). Aspectos estructurales, composición florística y caracterización ecológica del bosque de oyamel de la Sierra de Zapalinamé, Coahuila, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 83, 13-24.
- Escutia, J. A. (2004). *Análisis estructural del Bosque mésofilo de montaña de Monte Grande de Lolotla, Hidalgo, México*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Espinosa, G. F. (2003). *Malezas introducidas en México. (Informe final del Proyecto U024)*. Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Investigaciones en Ecosistemas. México, D.F.







- Food and Agriculture Organization- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (1994). *World referente base for soil resources*. Wagenengen. Roma.
- Forest Resources Assessment. (2010). *Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales*. Informe Nacional. México.
- Gallego, B. (2002). *Estructura y composición de un paisaje fragmentado y su relación con especies arbóreas indicadoras en una zona de bosque muy húmedo tropical, de Costa Rica*. Tesis Maestría, CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- García, G. R. (2000). *Comportamiento de la dinámica sucesional de Abies religiosa (HBK) SCHL. et. CHAM., y Pinus Hartwegii LINDL., en la Estación Forestal Experimental Zoquiapan, Estado de México*. Tesis de Licenciatura. División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo.
- González G. M. de J. (1985). *Comportamiento de la germinación y crecimiento inicial de Abies religiosa (HBK) Schl et Cham., en diferentes aperturas de dosel, preparaciones de suelo y variantes de siembra en Zoquiapan, México*. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. México.
- Google Earth. (2012). *Imagen satelital del Parque Nacional Zoquiapan*.
- Granados, D. S., López, R. G. F. y Hernández, M. A. G. (2007). Ecología y silvicultura en bosques templados. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*. 13(1), 67-83.
- Grime, J. P. (1982). *Estrategias de adaptación de las plantas*. Limusa. México.
- Hansen, A. J., Spies T. A., Swanson F. J. y Ohmann J. L. (2013). Conserving Biodiversity in Managed Forest. *BioScience*. 41(6), 382-392.
- Harold, W. y Hocker Jr. (1979). *Introducción a la biología forestal*. A.G.T. Editor, S. A. México.
- Hernández, G. M. A. y Granados, S. D. (2006). El Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepétl-Zoquiapan y el impacto ecológico-social de su deterioro. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. 12(2), 101-109.
- Hill, J. K. y K. C. Hamer. (1998). Using species abundance models as indicators of hábitat disturbance in tropical forest. *Journal of Applied Ecology*. 35, 458-460.
- Hocker Jr., H. W. (1984). *Introducción a la biología forestal*. AGT Editor, S.A. México. 446 p.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2004). *Carta de Uso del Suelo y Vegetación Serie II*. Aguascalientes, Aguascalientes, México
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2005). *Censo Nacional de población y vivienda 2005*. Obtenido el 25 de Abril 2013 en <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/TabuladosBasicos/Default.aspx?c=10398&s=est>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2010). *Censo Nacional de población y vivienda 2010*. Obtenido el 25 de Abril 2013 en <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?src=487&e=15>





- Islas, G. F. (1987). *Un modelo de regeneración y mortalidad para Pinus arizonica Engelm.* Tesis de maestría. Colegio de Posgraduados. Montecillos, México.
- Kleiman R., (2007). *Cerastium nutans* Raf. (Fotografía). Obtenida el 20 de Julio de 2013 en [http://www.wnmu.edu/academic/nspages/gilaflo/cerastium\\_nutans.jpg](http://www.wnmu.edu/academic/nspages/gilaflo/cerastium_nutans.jpg)
- Kula, A. A. R., Hartnett, D. C. y Wilson, G. W. T. (2005). Effects of mycorrhizal symbiosis on tallgrass prairie plant-herbivore interactions. *Ecology Letters*, 8, 61-69.
- Lamprecht, H. (1962). Ensayo sobre unos métodos para el análisis estructural de los bosques tropicales. *Acta Científica Venezolana*. 13(2), 57 – 65 pp.
- Labaú, V.J. (1993). Regional monitoring with plot networks. *Environmental Monitoring and Assessment*. 26, 283-294.
- Lomas C. T. B., Terrazas S. D. y Tchikoué H. M. (2005). Propuesta de Ordenamiento Ecológico territorial para el Parque Nacional Zoquiapan y Anexas, *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*. 11(1), 57-71
- Lonsdale, W.N. (1999). Global patterns of plant invasions and the concept of invasibility. *Ecology*. 80, 1522-1536.
- Madrigal S. X. (1964). *Contribución al conocimiento de la ecología de bosques de oyamel (Abies religiosa (H.B.K.), SCHL et CHAM.) en el valle de México.* Tesis Licenciatura. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional.
- Madrigal S., X. (1967), Contribución al conocimiento de la ecología de los bosques de oyamel (*Abies religiosa* (H.B.K.) Schl. & Cham.) en el Valle de México, *Boletín Técnico 18*, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, México D.F.
- Magurran, A. E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey.
- Manzanilla, H. (1974). *Investigaciones epidémicas y silvícolas en bosques mexicanos de Abies religiosa.* Dirección General de Información y Relaciones Públicas de la Secretaría de Agricultura y Ganadería. México.
- Margalef, R. (1995). *Ecología*. Omega. Barcelona, España.
- Martínez, M. (1979). *Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas*. Fondo de Cultura Económica. México, D.F.
- Matthews, E., Payne, R., Rohweder, M. y Murray, S. (2000). *Pilot Analysis of Global Ecosystems*. WRI. Washigton, D.C.
- May E. N. G. (2001). *Dinámica de la regeneración de Abies religiosa (HBK) Schl. et. Cham., y Pinus hartwegii Lindl., en la Estación Forestal Experimental Zoquiapan, Estado de México.* Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo.





- Melo, G. C. y Oropeza, O. O. (1982). Bases para la Reestructuración Operativa del Parque Nacional Zoquiapan. *Boletín del instituto de Geografía*. 12, 19-56.
- Miles, D. W. R. y Swanson, F. J. (1986). Vegetation composition on recent landslides in the Cascade Mountains of western Oregon. *Can. J. For. Res.* 16, 739-744.
- Mooney, H. (2001). Invasive alien species- the nature of the problem. En SCBD. *Assessment and management of alien species*. Abstracts of keynote address and posters presented at the sixth meeting of the Subsidiary Body on Scientific, Technical and Technological Advice. Montreal, Canada. SCBD, CBD Technical Paper 1, 1-2
- Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T- Manuales y Tesis SEA. Vol. I. Zaragoza.
- Morrison, P. H., y Swanson, F.J. (1990). *Fire history and Pattern in a Cascade Mountain Landscape*. USDA Forest Service General Technical Report PNW-GTR-254, Portland, OR.
- Museum of Natural History. (2013). *Didymaea alsinoides* (Schlecht. & Cham.) Standl. (Fotografía). Obtenido el 20 de Julio 2013 en <http://fm2.fieldmuseum.org/vrrc/max/RUBI-didy-alsi-mex-1707605.jpg>
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Da Fonseca, G.A. y Kent., J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*. 403, 853-858.
- Nava, M. (2003). *Los bosques de la cuenca alta del río Magdalena, D.F., México. Un estudio de vegetación y fitodiversidad*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Nepote, A. C., Arnulfo B. y Lindig R. C. (2010). Restauración ecológica de ecosistemas degradados. *Revista Ciencia y Desarrollo*, 36 (248), 8-14.
- Newman, M. C. y Unger, M. A. (2003). *Fundamentals of Ecotoxicology*. Lewis Publishers. Estados Unidos.
- Nieto, de P. C. P. (1995). Estudio sinecológico del bosque de oyamel de la cañada de Contreras, Distrito Federal. *Revista Ciencia Forestal en México*. 20, 3-34.
- Nieto, P. de C. P., Musálem, M. A. y Boyás D. J. C. (2003). Efecto de la vegetación asociada al sotobosque sobre el crecimiento y desarrollo inicial de *Abies religiosa* (HBK) Schltdl. et Cham. *Ciencia Forestal en México*. 28 (94), 7-22.
- Orellana, L. J. (2009). *Determinación de Índices de diversidad florística arbórea en las parcelas permanentes de muestreo del Valle Sacta*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Agrícolas Forestales y Veterinarias, Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia.
- Odum, E.P. (1972). *Ecología*. Editorial Interamericana. México.
- Oropeza, O. (1980). *Evaluación de la erosión hídrica (sedimentos en suspensión) en las cuencas de los ríos Texcoco y Chapingo*. Tesis Maestría. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.
- Peet, R. K. (1974). The measurement of species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 5, 285-307.





- Pérez, P. P. J. (2013). *Diversidad de Hongos Micorrízicos Arbusculares en un gradiente altitudinal en el Parque Nacional Izta-Popo*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Pritchett, W.C. 1986. *Suelos forestales: Propiedades, conservación y mejoramiento*. Ed. Limusa. México.
- Rangel J. O. y Velásquez A. (1997). Métodos de estudio de la vegetación, en J.O. Rangel, P.D. Lowey y Aguilar, M. Colombia, *Diversidad Biótica II. Tipos de vegetación en Colombia* (pp. 59-87). Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Rangel, S. J. (2009). *Eupatorium glabratum* Kunth (Fotografía). Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. Fototeca Nacho López. Obtenido el 28 de Noviembre del 2012 en <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=&id=7150>
- Rodríguez, L. C. (2013). *Determinación del estado de la copa de Abies religiosa y su variación en el Parque Nacional Zoquiapan*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Rosas, P. I. y Ruiz, S. G. (2006). *Calidad del aire y la relación ciudad-bosque en la Cuenca Atmosférica del Valle de México*. Reporte final. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Rzedowski J. (1978). *Vegetación de México*. Limusa S.A. México.
- Rzedowski, J. y Calderón R. G. (1995). *Flora del Bajío y regiones adyacentes*. Fascículo 40. Instituto de Ecología. México.
- Rzedowski, G. C., J. Rzedowski y colaboradores. (2001). *Flora fanerogámica del Valle de México*. 2a. ed., 1a reimp., Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro, Michoacán.
- Sánchez G., A. y López, M. L. (2003). Clasificación y ordenación de la vegetación del norte de la Sierra Nevada, a lo largo de un gradiente altitudinal. *Anales del Instituto de Biología, UNAM, Serie Botánica*. 74(1), 47- 71.
- Sánchez, G. A. (2004). *Análisis sinecológico, florístico y biogeográfico de la vegetación del norte de la Sierra Nevada, México*. Tesis de Doctorado, Especialidad en Botánica, Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.
- Sánchez, G. A., López, M. L. y Granados, S. D. (2005). Semejanza florística entre los bosques de *Abies religiosa* (H.B.K) Cham & Schltdl de la Faja Volcánica Transmexicana. *Investigaciones Geográficas. Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*. 56, 62-76
- Sánchez, G. A., López, M. L. y Vibrans H. (2006). Composición y patrones de distribución geográfica de la flora del bosque de oyamel del cerro Tláloc, México, *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, A.C., México. 79, 67-78.
- Sánchez, S.O. (1974). *La flora del Valle de México*. Ed. Herrero. México.





- Santibáñez, G. A. (2009). *Composición y estructura del bosque de Abies religiosa en función de la heterogeneidad ambiental y determinación de su grado de conservación en la cuenca del río Magdalena, México, D.F.* Tesis Maestría, Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Secretariat of the Convention on Biological Diversity. (2001). Impacts of human-caused fires on biodiversity and ecosystem functioning, and their causes in tropical, temperate and boreal forest biomes. *CBD Technical Series No. 5*. Montreal, Canada. 33 pp.
- Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. (1998). *Diagnóstico de la deforestación en México*. Dirección General Forestal, Unidad del Inventario Nacional de Recursos Naturales, México.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2003). Informe de la situación del medio ambiente en México. *Compendio de Estadísticas Ambientales, 2002*.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2005). *Indicadores básicos del desempeño ambiental de México: 2005*. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2009). Estudio para la caracterización y diagnóstico del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio de la Cuenca de México. Obtenido el 10 de Agosto 2013 en [http://www.semarnat.gob.mx/temas/ordenamientoecologico/Documents/bitacora\\_cuenca\\_valle\\_mexico/caracterizacion\\_final\\_30nov.pdf](http://www.semarnat.gob.mx/temas/ordenamientoecologico/Documents/bitacora_cuenca_valle_mexico/caracterizacion_final_30nov.pdf)
- Sierra, A. P., Rodríguez, D. T., Bonilla, V. A., Flores, V R., González, R., Olguín C., Acosta H. D., Ruíz, M H., Valladares, R. M. y Gómez F. S. (1988). *Estructura y dinámica del bosque de oyamel afectado por la declinación forestal en el Desierto de los Leones*. COCODER, D.F.
- Silva, D. M., Fonseca D. M. y Silva, L. (2005). Differences on post-fire regeneration of the pioneer trees *Cecropia glazioui* and *Trema micrantha* in a lowland Brazilian Atlantic Forest. *Rev. Biol. Trop.* 53, 1-4.
- Silva, L.C., Romero, J. F., Velázquez, A. y Almeida, L. L. (1999). La vegetación de la región de montaña sur de la Cuenca de México. En: Velázquez A. y Romero F. J., (eds.) *Biodiversidad de la región de la montaña del Sur de la Cuenca del Valle de México. Bases para el ordenamiento ecológico*.
- Spies, T. A., Franklin J. F. y Thomas. T.B. (1988). Coarse woody debris in Douglas-fir forest of western Oregon and Washington. *Ecology*. 69, 1689-1702.
- Spurr, S.H. y B. V. Barnes. (1982). *Ecología forestal*. 1a. edición en español. AGT Editor, S.A. México, D.F.
- Valladares, F. (2003). Light heterogeneity and plants: from ecophysiology to species coexistence and biodiversity. *Progress in Botany*. 64, 439-471.
- Vargas, F. M. (1997). *Parques Nacionales de México*. Instituto Nacional de Ecología. México.
- Vázquez, J. (2010). *Eupatorium glabratum* H.B.K. (Fotografía). Obtenida el 20 de Julio de 2013 en <http://unibio.unam.mx/irekani/handle/123456789/10873?proyecto=Irekani>





- Velázquez, A. (1994). Multivariate analysis of the vegetation of the volcanoes "Tlaloc" and "Pelado", México. *Phytocoenologia*. 22, 145- 191.
- Vibrans, H. (2012). *Arenaria lycopodioides* Willd. ex Schlecht.(Fotografía).Obtenida el 20 de julio de 2013 en <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/caryophyllaceae/arenaria-lycopodioides/imagenes/habito-parcial1.jpg>
- Vibrans, H. (2012). Malezas de México. Obtenido el 28 de Noviembre del 2012 en <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/home-malezas-mexico.htm>
- Villaseñor, J. L. (2004). Los géneros de plantas vasculares de la flora de México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 75, 105-135.
- Villers, R. L. y Trejo, V. (1997). Assesment of vulnerability of forest ecosystems to climate change in Mexico. *Climate Research*. 9, 87-93.
- Villers, R. L., Rojas G. F., Tenorio L. P. (2006). *Guía botánica del Parque Nacional Malinche, Tlaxcala, Puebla*. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Vitousek M. P., D'Antonio, M. C., Loope, L. L., Rejmánek, M. y Westbrooks R. (1997). Introduced species: a significant component of human-caused global change. *New Zealand Journal of Ecology*. 21(1), 1-16.
- Walker, B. y Steffen W. (1997). An overview of the implications of global change for natural and managed terrestrial ecosystems. *Conservation Ecology*. 1(2), 2.
- Wikimapia. (2012). Imagen satelital del límite del Parque Nacional Zoquiapan. Obtenido el 12 de Septiembre del 2012 en <http://wikimapia.org>
- World Resources Institute. (2000). *Pilot analysis of global ecosystems: Agroecosystems*. World Resources Institute. Washington, DC.





## X. ANEXOS

Anexo 1.- Formato para la caracterización ecológica de cada zona.

Zona: \_\_\_\_\_ Parcela: \_\_\_\_\_ Circulo: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Realizó: \_\_\_\_\_ Punto GPS: \_\_\_\_\_ Ex. Pend: \_\_\_\_\_ ° Pend.: \_\_\_\_\_  
 %Pend.: \_\_\_\_\_ Altitud: \_\_\_\_\_ Coord: \_\_\_\_\_ # Fotografía: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_

EROSION						
Nula (0)	Ligera (1) 0-25% Pérdida de H.A. por escumimiento o viento	Moderada (2) 25-75% Pérdida de H.A.; canchales medianos: 10-12 cm. de prof; LMO color claro	Fuerte (3) 75-100% Pérdida de H.A.; canchales prof; sin MO color muy claro	Poco severa (4) Pérdida de 0-30% de H. B; S/MO	Severa (5) Pérdida de 30-60% de H. B; cárcavas continuas y raíces desnudas	Muy Severa (6) Cauces > 100cm de prof; raíces desnudas; S/MO
Actividades antropogénicas	Colonias		Cultivos	Act. Recreativas	Aprovechamiento forestal	
VEGETACION						
Estratos	Cobertura %	Daño en vegetación arborea				
Arboreo		Nulo	Quemado	Deramado	Corteza	Dembado
Arbustivo		Ocotado	Cinchado	Lacrado	Resinado	Despuntado
Herbáceo		Podrido	Plagado	Raíces exp.	Tocones	
INCENDIO		0 Nulo	1 Ligero; Hojarasca	2 Moderado; >50 y <100 cm.	3 Fuerte > 1m Suelo Desnudo	4 Severo; Arbol maduro y suelo completamente desnudo
Regeneración natural: Al	Nulo P A Q C J	Presencia de conos: Nulo Poco Regular Mucho			(%) de Area desnuda	
Plántulas por m <sup>2</sup>						
GEOFORMAS						
Lomero	Depresion	Planicie	Pie de Monte	Cañada	Ladera	Meseta
						Cima
						Cresta
MICRORELIEVE						
Ondulado	Irregular	Accidentado	Concavo	Convexo	Surtado	Pedregoso
						Plano
						Otro:
PERFIL DE VEGETACION						









Anexo 3.- Descripción de especies del bosque de oyamel del Parque Nacional Zoquiapan.

**CARYOPHYLLACEAE**

*Arenaria lycopodioides* Willd. ex Schlecht.



**FAMILIA:** Caryophyllaceae

**GÉNERO:** Arenaria

**ESPECIE:** *Arenaria lycopodioides*

**NOMBRE COMÚN:** Estrellita, Cuatatapa.

**DESCRIPCIÓN:**

Planta nativa de México, perenne, pequeña, densa a flojamente ramificada, cespitosa, a menudo con rizomas o estolones alargados, puede llegar a medir hasta 20 cm. Florece de

**DISTRIBUCIÓN:**

Habita en superficies abiertas, vegetación secundaria y boscosa de las zonas templadas, ampliamente distribuida a través del Valle de México. Alt. 2300-3500 m, más común entre 2400 y 3000 m (Rzedowski *et al.*, 2001). Encontrado en matorral xerófilo, matorral de *Opuntia*, encinar bajo, pastizal, bosque de *Pinus* y *Quercus*, campos abandonados, vegetación secundaria, bosques de *Abies* y de *Pinus hartwegii*.

**USOS:**

La planta entera se usa para controlar la diarrea y la desinteria. Se reporta uso medicinal contra afectaciones intestinales. Es una planta con potencial para jardines de rocas por su hábito en forma de colchón (Vibrens, 2009).



Tomada de <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/caryophyllaceae/arenaria-lycopodioides/imagenes/habito-parcial1.jpg>





### *Cerastium nutans* Raf.



Kleinman, (2007). Tomada de [http://www.wnmu.edu/academic/nspages/gilaflora/cerastium\\_nutans.jpg](http://www.wnmu.edu/academic/nspages/gilaflora/cerastium_nutans.jpg)

**FAMILIA:** Caryophyllaceae

**GÉNERO:** *Cerastium*

**ESPECIE:** *Cerastium nutans*

**NOMBRE COMÚN:** No se reportan nombres comunes para esta especie.

**DESCRIPCIÓN:**

Herbácea anual, de 15 hasta de 40 cm de altura. Tallos débilmente erectos, ramas y ramillas glabras. Hojas lanceoladas, generalmente delgadas. Inflorescencia en cima, flores pequeñas de color blanco. Florece de Julio a Septiembre.

**DISTRIBUCIÓN:**

Alt. 2450 y 3200 msnm, abunda en los claros y orillas de caminos. Ampliamente distribuido en el Valle de México: de Real del Monte a Tlalpan y Amecameca. En bosques de *Abies*, *Abies* y *Cupressus*, *Pinus* y *Quercus*. Distribuido a través de la mayor parte de las montañas de México y hacia el norte en los Estados Unidos (Rzedowski *et al.*, 2001).

**USOS:**

No se reporta algún uso para esta especie.





*Stellaria cuspidata* Willd.



**FAMILIA:** Caryophyllaceae

**GÉNERO:** *Stellaria*

**ESPECIE:** *Stellaria cuspidata*

**NOMBRE COMÚN:**

“Paletaria”. En inglés Mexican chickweed, Mexican starwort

**DESCRIPCIÓN:**

Hierba probablemente perenne, trepadora y floja de regiones templadas, generalmente algo pegajosa; el tallo es verde y ligeramente cuadrangular, de hasta 70 cm de largo; tiene flores blancas con 5 pétalos profundamente hendidos. Los frutos son pequeñas cápsulas; los sépalos son de 4 a 6 mm de largo; las hojas triangular-ovadas con la base truncada o acorazonada. Florece de Julio a Septiembre.

**DISTRIBUCIÓN:**

Ampliamente distribuida en el Valle de México. Alt. 2400-3200 m. En variados hábitats: matorral, zacatal, frecuentemente trepando y colgando de arbustos en las orillas, también en bordes de parcelas. Bosque de encinos o de coníferas. Texas, México, Centroamérica, oeste de Sudamérica (Rzedowski *et al.*, 2001).



**USOS:**

No se le atribuye ningún uso.





## COMPOSITAE

*Achillea millefolium* L.



**FAMILIA:** Compositae

**GÉNERO:** Achillea

**ESPECIE:** *Achillea millefolium*

**NOMBRE COMÚN:** Cientoenrama, plumajillo, plumajo, en náhuatl Tlalquequetzal, (Martínez, 1979).

### DESCRIPCIÓN:

Planta herbácea perenne, rizomatosa, muy aromática al estrujarse, hasta de 1 m de alto. Tallos más o menos vilosos; hojas hasta de 20 cm de largo, bi a tripinnadamente divididas en segmentos finos. Cabezuelas numerosas, agrupadas en panículas corimbiformes densas. Flores blancas. Florece de Julio a Octubre.

### DISTRIBUCIÓN:

El Chico a Amecameca; Villa N. Romero a Tlalpan y Milpa Alta. Alt. (2250) 2500-3700 m. Frecuente en claros de bosques de encino y de coníferas, en orillas de arroyos; a veces como maleza ruderal o arvense. Ampliamente distribuida en regiones frías y templadas del Hemisferio Norte. Las poblaciones del Valle de México dan la impresión de ser nativas (Rzedowski *et al.*, 2001).

### USOS:

En los estados de México, Hidalgo y Chiapas se utiliza para aliviar el dolor de oídos. Se emplea para el tratamiento de padecimientos gastrointestinales (Biblioteca de la Medicina Tradicional Mexicana, 2009).





*Baccharis conferta* H.B.K



**FAMILIA:** Compositae

**GÉNERO:** Baccharis

**ESPECIE:** *Baccharis conferta*

**NOMBRE COMÚN:** Escobilla, hierba del carbonero, tepopote, azoyate.

**DESCRIPCIÓN:**

Arbusto erecto de 1 hasta de 2.7 m de altura, tallos, ramas y ramillas glabras, hojas romboides hasta de 2.5 cm de longitud. Inflorescencia, flores pequeñas de color blanco a amarillo o verdosas. Florece de Marzo a Junio.

**DISTRIBUCIÓN:**

Este arbusto crece en la cordillera volcánica Transmexicana, entre los 2300 a los 3600 msnm, abunda en los claros, orillas de los caminos y aéreas deforestadas comúnmente localizadas en bosques de pino. Se conoce en San Luis Potosí, Michoacán, Veracruz y Oaxaca (Benítez, 1986; Villers *et al.*, 2006).

**USOS:**

Empleada para tratar el dolor de muelas, trastornos digestivos como diarrea, vómito, indigestión, cólicos. Se recomienda para el catarro, resfriado y dolor en las articulaciones o calambres en las piernas (Biblioteca de la Medicina Tradicional





*Barkleyanthus salicifolius* (H.B.K.) Rob. & Brettell



**FAMILIA:** Compositae

**GÉNERO:** Barkleyanthus

**ESPECIE:** *Barkleyanthus salicifolius*

**NOMBRE COMÚN:** Jarilla blanca, rosa de San Juan, asomiate amarillo, alzumiate, chilca. En inglés Willow ragwort.

**DESCRIPCIÓN:**

Arbusto hasta de 2m de altura bastante ramificado y algo frondoso, tallos quebradizos, hojas lanceoladas hasta de 18 m de longitud, inflorescencia en panícula, flores de color amarillo. Florece de Noviembre a Enero.

**DISTRIBUCIÓN:**

Este arbusto crece en la Cordillera Volcánica Transmexicana entre los 2500 y 3500 msnm, frecuentemente en aéreas abiertas y afectadas por disturbios. Se conoce desde Michoacán, Morelos y Veracruz (Villers *et al.*, 2006).

**USOS:**

Las hojas se utilizan en la medicina vernácula en lavados como remedio contra las fiebres intermitentes, y en baños contra el reumatismo (Rzedowski *et al.*, 2001). De Chiapas se reporta el uso como insecticida en almacenes de maíz, y se reporta actividad de la raíz contra el gorgojo mexicano. Se utiliza como ornamental en el suroeste de E.U.A (Vibrans, 2009).





### *Erigeron galeottii* (A. Grey.) Greene



**FAMILIA:** Compositae

**GÉNERO:** Erigeron

**ESPECIE:** *Erigeron galeottii*

**NOMBRE COMÚN:** No se reportan nombres comunes para esta especie.

**DESCRIPCIÓN:**

Herbácea perenne, de 60 cm de alto; uno o varios tallos, erectos o algo ascendentes, poco ramificados o simples. Hojas elípticas hasta de 10 cm de largo y 1.5 cm de ancho. Inflorescencias compactas, pilosas, con numerosas flores blancas. A mayores altitudes prevalecen por lo general plantas con capítulos más grandes. Florece de Junio a Septiembre.

**DISTRIBUCIÓN:**

Alt. 2650-4000 m. Frecuente en sitios abiertos y vegetación secundaria de bosques de *Abies* y *Pinus*; también en pradera alpina; en ocasiones como ruderal. Abundante en regiones montañosas húmedas. El Chico; Tepotztlán a Tlalpan y Milpa Alta; Coacalco, Texcoco a Amecameca. Chihuahua a Michoacán, Morelos, Veracruz y Oaxaca (Rzedowski *et al.*, 2001).

**USOS:**

No se reportan usos para esta especie.





## *Eupatorium glabratum* H.B.K.



Vázquez (2010). Tomada de <http://unibio.unam.mx/irekani/handle/123456789/10873?proyecto=Ireka ni>

**FAMILIA:** Compositae

**GÉNERO:** *Eupatorium*

**ESPECIE:** *Eupatorium glabratum*

**NOMBRE COMÚN:** hierba ceniza, hierba del golpe jarilla, hilo.

### **DESCRIPCIÓN:**

Arbusto erguido, robusto. Hojas angostas, con las ramas ascendentes, tallos leñosos, cilíndricos. De 1 - 2.5 m de altura. Las flores en cabezuelas de color blanco a rosadas, a veces púrpura. Florece de Febrero a Abril.

### **DISTRIBUCIÓN:**

Crece en bosques mixtos de pino y de oyamel, se han registrado en la Faja Transversal Mexicana, principalmente de Villa N. Romero a Tlalpan y Milpa Alta y de El Chico a Amecameca, entre 2600 y 3500 m de altitud. Se conoce de San Luis Potosí a Oaxaca.

### **USOS:**

No se registra usos para esta especie.



D. R. José Rangel Sánchez (2009).







*Eupatorium pazcuarensis* H.B.K.



**FAMILIA:** Compositae

**GÉNERO:** Eupatorium

**ESPECIE:** *Eupatorium pazcuarensis*

**NOMBRE COMÚN:** Hierba del ángel.

**DESCRIPCIÓN:**

Hierba perenne de 0.5 a 1.5 m de altura; tallo erguido, cilíndrico, muy ramificado, frecuentemente café-rojizo. Hojas opuestas, anchas, con el margen aserrado. Las cabezuelas forman grupos densos en los extremos de las ramas. Flores blancas. Florece de Agosto a Noviembre.

**DISTRIBUCIÓN:**

Alt. 2400 y 3500 m, en sitios con bosque de *Abies*, *Pinus* y *Quercus* y en bosque mesófilo. Se ha colectado de Iturbide a Milpa Alta y de El Chico a Amecameca, Fuera del Valle se conoce de los estados de México y Morelos (Benítez, 1986; Villers *et al.*, 2006).

**USOS:**

En la medicina tradicional, las flores son utilizadas para tratar el reumatismo.





*Gnaphalium semiamplexicaule* DC.



**FAMILIA:** Compositae

**GÉNERO:** Gnaphalium

**ESPECIE:** *Gnaphalium semiamplexicaule*

**NOMBRE COMÚN:** Gordolobo

**DESCRIPCIÓN:**

Hierba de 40 cm a 1.5m de altura con los tallos aterciopelados de color blanquecino. Las hojas son más largas que anchas pero pequeñas. Las flores son amarillentas o blanquecinas y están reunidas en cabezuelas, se ven plateadas con la luz del sol (Benítez, 1986; Villers *et al.*, 2006). Planta originaria de México. Florece de Agosto a Septiembre.

**DISTRIBUCIÓN:**

Habita en clima templado entre los 2000 y los 3700 msnm. Asociada a vegetación perturbada de pastizal, bosques de encino, de pino y mixto.

**USOS:**

Se reporta uso medicinal en relación con la cura de padecimientos respiratorios, como bronquitis, asma e irritación de la garganta, el uso más frecuente que se registra en el centro del país es contra la tos. Asimismo se le ocupa para lavar heridas y granos; y para estimular la circulación sanguínea, en várices y hemorroides. Muchas de las especies *Gnaphalium* contienen terpenos, flavonoides, glucósidos y compuestos poliacetilénicos de ahí sus compuestos medicinales.





*Roldana angulifolia* (DC.) H. Rob. & Brettell



**FAMILIA:** Compositae

**GÉNERO:** Roldana

**ESPECIE:** *Roldana angulifolia*

**NOMBRE COMÚN:**

“Guardalobo”, Papanch

**DESCRIPCIÓN:**

Arbusto de 1 hasta de 3m de altura, poco ramificado y muy aromático, tallos estriados, hojas hasta de 15 cm de longitud, flores pilosas de color amarillo. Florece de Noviembre a Enero.

**DISTRIBUCIÓN:**

Este arbusto crece en la Cordillera Volcánica Transmexicana entre los 2500 a los 3500 msnm. Habita en sitios húmedos de los bosques de oyamel y de pino, se conoce desde Sinaloa, Durango y San Luis Potosí hasta Chiapas (Villers *et al.*, 2006).

**USOS:**

En el estado de Querétaro se utiliza para enfermedades del aparato circulatorio, como por ejemplo varices.





*Roldana barba-johannis* (DC.) Rob. & Brettell



**FAMILIA:** Compositae

**GÉNERO:** Roldana

**ESPECIE:** *Roldana barba-johannis*

**NOMBRE COMÚN:** Barba de San Juan de Dios, en el estado de Hidalgo "Gordolobo".

**DESCRIPCIÓN:**

Arbusto 2 hasta de 3m de altura , tallos estriados y quebradizos pardo -grisáceas, hojas hasta de 20 cm de longitud, margen dentado. Inflorescencias en cima, flores amarillas pequeñas. Florece de Noviembre a Febrero.

**DISTRIBUCIÓN:**

Este arbusto crece en la Cordillera Volcánica Transmexicana entre los 2400 y los 3400 msnm. Abundante en el bosque de oyamel. Se conoce desde Michoacán hasta Guatemala (Villers *et al.*, 2006 y Benítez, 1986).

**USOS:**

Medicinal.





*Roldana lineolata* Rob. & Brettell



**FAMILIA:** Compositae

**GÉNERO:** Roldana

**ESPECIE:** *Roldana lineolata*

**NOMBRE COMÚN:** Hediondilla.

**DESCRIPCIÓN:**

También llamado *Senecio sinuatus*, es una planta herbácea perenne, erecta, de 1 a 2.5 m de alto, tallos estriados- pilosos. Hojas oblongas y anchas, hasta de 26 cm de longitud, margen dentado, haz verde glabro y envés blanco piloso. Inflorescencia cilíndrica, numerosas flores pequeñas de color amarillo. (Villers *et al.* 2006). Florece de Noviembre a Enero.

**DISTRIBUCIÓN:**

El Chico a Amecameca; Coyotepec y Tepetzotlán a Tlalpan. Encontrado de los 2600 los 3500 m. En bosques de *Abies*, *Quercus* y *Pinus*; a menudo en lugares afectados por disturbio. Se conoce desde Jalisco, Guanajuato e Hidalgo a Veracruz y Oaxaca (Rzedowski *et al.*, 2001).

**USOS:**

No se registran usos para esta especie.





*Senecio callosus* Sch. Bip.



**FAMILIA:** Compositae

**GÉNERO:** Senecio

**ESPECIE:** *Senecio callosus*

**NOMBRE COMÚN:** Hoja de flecha.

**DESCRIPCIÓN:**

Herbácea perenne, erecta, de 60 a 1.5m de altura. Tallos estriados y huecos de color púrpura. Hojas basales anchas en rosetas hasta de 30cm de longitud que terminan en una forma de punta de lanza, inflorescencia en panícula, flores de color morado o púrpura. Florece de Septiembre a Enero. Esta es una de las especies más variables y complejas del género; algunos autores han considerado a esta planta como *S. prenanthoides* A. Rich., *S. albiflorus* Sch. Bip., *S. doratophyllus* Benth. o como *Erechthites runcinata* DC., pero estos nombres corresponden a diferentes taxa (Rzedowski *et al.*, 2001).

**DISTRIBUCIÓN:**

Crece en la cordillera Volcánica Transmexicana, entre los 2600 y los 3800 msnm, es muy frecuente en los bosques de oyamel, bosque mésofilo de montaña y zacatonales alpinos. Se conoce desde Jalisco, Guanajuato hasta Guatemala.

**USOS:**

En el estado de Puebla se reporta uso medicinal.





*Stevia monardifolia* H.B.K.



**FAMILIA:** Compositae

**GÉNERO:** Stevia

**ESPECIE:** *Stevia monardifolia*

**NOMBRE COMÚN:** No registrado.

**DESCRIPCIÓN:**

Herbácea perenne, erecta, de 60 hasta de 1.5 m de altura, tallo piloso, hojas opuestas lanceoladas hasta de 12 cm de largo, flores color rosa blanquecino, violeta o morado. Florece de Agosto a Noviembre.

**DISTRIBUCIÓN:**

Esta hierba crece en la Cordillera Volcánica Transmexicana entre los 2450 y 3600 msnm, es frecuente en los bosques de oyamel y de pino. Se conoce desde San Luis Potosí, Jalisco, Guerrero, Oaxaca y Veracruz (Villers *et al.*, 2006).

**USOS:**

No se registran usos para esta especie.





## ERICACEAE

*Arbutus xalapensis* H.B.K.



**FAMILIA:** Ericaceae

**GÉNERO:** Arbutus

**ESPECIE:** *Arbutus xalapensis*

**NOMBRE COMÚN:** Madroño

### DESCRIPCIÓN:

Árbol de 3 a 12 m de altura. Tronco con la corteza rojiza que usualmente se descascara. Hojas elípticas hasta de 11 cm de longitud, de margen entero y liso, su ápice puede ser agudo u obtuso, haz glabro y envés piloso. Inflorescencia en forma de panícula terminal, cada flor con una bráctea y 2 pequeñas bractéolas; flores de 6 a 9 (14) mm de largo, blancas o amarillentas. Fruto esférico menor a 1 cm, de color rojo ha rosado. Florece en Febrero.

### DISTRIBUCIÓN:

Ampliamente distribuido en las zonas montañosas del Valle de México. Alt. 2400-3400 m. En bosque de Quercus, Pinus y ocasionalmente en bosque de Abies. Se conoce desde Nuevo México hasta Nicaragua.

### USOS:

No se reportan usos para esta especie.







*Pernettya prostrata* (Cav.) DC.



**FAMILIA:** Ericaceae

**GÉNERO:** *Pernettya*

**ESPECIE:** *Pernettya prostrata*

**NOMBRE COMÚN:** Capulincillo.

**DESCRIPCIÓN:**

Arbusto postrado y estolonífero a ascendente o erecto, de 1 (3) m de altura, tallos glabros; hojas con peciolos de 1 a 4 mm de longitud, láminas estrecha a ampliamente elípticas, oblongas u ovado-oblongas, de 6 a 40 mm de largo por 4 a 12 mm de ancho. Baya de 4 a 16 mm de diámetro, glabra o cortamente pubescente. Florece en Febrero.

**DISTRIBUCIÓN:**

El Chico, Epazoyucan, Texcoco, Milpa Alta y Amecameca. Alt. 2900-3500 m. En bosques de pino, de oyamel y de encino. Especie polimórfica, distribuida desde el centro de México hasta Argentina.

**USOS:**

No se reportan usos para esta especie.





## GERANIACEAE

*Geranium latum* Small.



**FAMILIA:** Geraniaceae

**GÉNERO:** Geranium

**ESPECIE:** *Geranium latum*

**NOMBRE COMÚN:** Alfilerillo, pata de león, Tlalantapatli.

### DESCRIPCIÓN:

Hierba perenne, de 10 a 80 cm de longitud. Tallo erecto o rastrero, glabro. Hojas con estipulas de 0.5 a 1.2 cm de largo y 4 a 8.5 cm de ancho, con 3 a 5 lóbulos iguales, hendidos y dentados. Flores blancas con venas rosadas. Fruto de 2 a 3.5 cm de longitud. Florece de mayo a noviembre.

### DISTRIBUCIÓN:

Endémica del centro-oriente de México. Querétaro., Hidalgo., Michoacán., México. Cuajimalpa, Chalco y Amecameca. Se encuentra preferentemente en bosque de *Abies*, *Pinus*, *Quercus*, *Cupressus* y de *Alnus*, de 2300 a 3200 m de altitud (Rzedowski y Rzedowski, 1995).

### USOS:

Los tepehuanes aplican la raíz machacada para el dolor de muelas y amacizar las encías.





*Geranium potentillifolium* DC.



**FAMILIA:** Geraniaceae

**GÉNERO:** Geranium

**ESPECIE:** *Geranium potentillifolium*

**NOMBRE COMÚN:** Itamo, Pata de león, Soldadiente.

**DESCRIPCIÓN:**

Herbácea perene hasta de 50 cm de altura, tallo erecto o rastrero piloso, hojas largamente pecioladas hasta de 2.8 cm de longitud. Flores solitarias de color violeta a lila, fruto de 2 a 3 cm de longitud. Florece de Julio a Septiembre.

**DISTRIBUCIÓN:**

Esta hierba crece en la Cordillera Volcánica Transmexicana, entre los 3000-3600 msnm. Especie común en sitios perturbados y abiertos de bosques de oyamel y pino. Se conoce desde Michoacán, Hidalgo y Veracruz (Villers *et al.*, 2006).



**USOS:**

Se usan algunas especies de *Geranium sp.*, para curar granos, heridas y rozaduras.





*Geranium seemannii* DC.



**FAMILIA:** Geraniaceae

**GÉNERO:** Geranium

**ESPECIE:** *Geranium seemannii*

**NOMBRE COMÚN:** Alfilerillo, Geranio de olor, palmita, pata de león. Paralaja-cula, puquiri jautsin (lengua purépecha).

**DESCRIPCIÓN:**

Hierba perenne de 0.15 a 1 m de largo. Tallos erectos, ascendentes. Hojas con estípulas de 0.5 a 1 cm de longitud, lámina partida con lóbulos cuneado-ovados, segmentos oblongo-lanceolados u oblongo-ovados a triangulares. Dos flores por pedúnculo axilar, algunas veces tendiendo a agregarse en cimas flojas. Flores rosadas, moradas, rojizas o blancas, muchas veces con venas de color lila. Fruto de 1.4 a 2.6 cm de longitud. Florece de Julio a Octubre.

**DISTRIBUCIÓN:**

Entre cultivos de temporal, en regiones montañosas. Frecuentemente favorecida por el disturbio. Especie ampliamente distribuida en todo el Valle de México, de preferencia en bosque de *Abies*, *Pinus*, *Quercus* y *Cupressus*. Alt. 2250 a 3300 m. Habita en la República Mexicana y en Guatemala, especialmente en las regiones montañosas y como planta ruderal.

**USOS:**

Cuando es tierna se mezcla con otras hierbas y se utiliza como forraje para conejos. También tiene propiedades medicinales.





## GRAMINEAE

*Festuca amplissima* Rupr.



**FAMILIA:** Gramineae

**GÉNERO:** Festuca

**ESPECIE:** *Festuca amplissima*

**NOMBRE COMÚN:** Zacate de volcán.

### DESCRIPCIÓN:

Herbácea amacollada. Tallos erectos ascendentes hasta de 2.5 m de alto. Sus renuevos nacen fuera de la vaina. Vainas glabras, las viejas presentan fibras. Las hojas son largas y planas hasta de 60 cm. Espiguillas pequeñas con cuatro a siete flores (Villers *et al.*, 2006). Florece de Agosto a Septiembre.

### DISTRIBUCIÓN:

Pachuca, Tepeapulco, Iturbide, Jilotzingo, Cuajimalpa, Contreras; Texcoco a Amecameca. Alt. 2600-3300 m. En bosques de *Abies* y de *Pinus*. Durango y Nuevo León hasta Chiapas y en Centroamérica (Rzedowski *et al.*, 2001).

### USOS:

No se registran usos para esta especie.





*Muhlenbergia quadridentata* (H.B.K.) Kunth



**FAMILIA:** Gramineae

**GÉNERO:** Muhlenbergia

**ESPECIE:** *Muhlenbergia quadridentata*

**NOMBRE COMÚN:** Zacate aparejo, zacate liso

**DESCRIPCIÓN:**

Planta perenne, tallos densamente amacollados, usualmente erectos, escábridos, delgados, de 50 a 70 cm de longitud; vainas sobrepuestas y algunas veces comprimidas en la parte inferior de los tallos, glabras, aplanadas, lígula de 2 (4) mm de longitud. Las espiguillas en pedicelos muy cortos (Rzedowski *et al.*, 2001). Florece de Agosto a Septiembre.

**DISTRIBUCIÓN:**

Zempoala; Coyotepec e Iturbide a Tlalpan; Acolman a Amecameca. Alt. 3000-3900 m. Puede ser dominante en zacatonal alpino, se le encuentra también en áreas boscosas a altitudes más bajas, excepcionalmente en otros tipos de vegetación. Durango y Zacatecas a Guerrero, Distrito Federal y Veracruz; Guatemala.

**USOS:**

Artesanal: elaboración de escobas. Forraje. Industrial: relleno para empaque.





*Stipa ichu* (Ruiz & Pavón) Kunth.



**FAMILIA:** Gramineae  
**GÉNERO:** *Stipa*  
**ESPECIE:** *Stipa ichu*  
**NOMBRE COMÚN:** En inglés  
Peruvian feathergrass.

**DESCRIPCIÓN:**

Herbácea perenne, erecta amacollada. Presenta tallos hasta de 1.3 m de alto. Vaina foliar glabra pero pilosa con pelos blancos en el cuello. Hojas largas y delgadas hasta de 60 cm de longitud. Espiguilla densa blanca a plateada de 15 a 40 cm de longitud (Villers *et al.*, 2006). Florece de Agosto a Septiembre.

**DISTRIBUCIÓN:**

El Chico a Tenango y Amecameca; Atizapán y Coacalco a Tlalpan. Alt. 2300-3400 m. Bosques de *Pinus* y de *Quercus*, sobre todo en claros y lugares perturbados, también en bosque de *Abies* y algunas veces en matorral xerófilo. Se conoce de San Luis Potosí y Veracruz a Costa Rica; también de Colombia a Chile y Argentina.

**USOS:**

Se utiliza para alimentar ganado vacuno y caprino.





## GROSSULARIACEAE

*Ribes ciliatum* Humb. & Bonpl.



**FAMILIA:** Grossulariaceae

**GÉNERO:** Ribes

**ESPECIE:** *Ribes ciliatum*

**NOMBRE COMÚN:** Capulincillo, ciruelillo, membrillo, cuayegaló.

### DESCRIPCIÓN:

Arbusto hasta de 6 m de alto. Esparcidamente ramificado. Hojas ligeramente redondeadas, miden de 3 a 6cm de ancho, con 3 o 5 picos, bordes un poco ondulados y dentados, verdes y en el reverso no muy vellosas. Crece en racimos con 10 flores. Los frutos son globosos y se ven negros cuando están maduros. Florece de noviembre a marzo (junio) (Villers *et al.*, 2006).

### DISTRIBUCIÓN:

Registrada de la región montañosa del sur del Valle de México. Iturbide y Milpa Alta; Texcoco a Amecameca. Alt. 2500 – 4000 m. En matorrales, bosques de encinos o coníferas o en pradera alpina, con frecuencia cerca de los arroyos. Centro y sur de México, hasta Guatemala y Costa Rica.

### USOS:

En el Estado de México, para tratar el dolor del hígado y el dolor de pulmón. Para tratar las reumas.







## LABIATAE

*Salvia elegans* Vahl.



**FAMILIA:** Labiatae

**GÉNERO:** *Salvia*

**ESPECIE:** *Salvia elegans*

**NOMBRE COMÚN:** Hierba del burro, mirto de flor roja, mirto inglés, mirto mocho, salvia, toronjil de monte; Estado de México: jetcho deni (otomí).

### DESCRIPCIÓN:

Herbácea perenne hasta de 2 m de alto. Tallo exfoliante y piloso. Hojas ovadas y agudas en el ápice, hasta de 6 cm de longitud, pilosas en ambas caras. Flor roja de 2 a 3 cm, en forma de tubo que termina formando dos labios (Villers *et al.*, 2006). Florece de Julio a Noviembre.

### DISTRIBUCIÓN:

Ampliamente distribuida en las partes montañosas húmedas del Valle. Alt. 2550-3100 m. Bosques de *Abies*, de *Pinus*, de *Quercus* y mesófilos de montaña. Sonora y Chihuahua a Veracruz y Oaxaca (Rzedowski *et al.*, 2001).

### USOS:

Esta planta tiene uso popular en la zona centro de la República Mexicana. En el Distrito Federal se le emplea contra el dolor de estómago. En el Estado de México, contra el insomnio, para edemas y golpes. En Hidalgo se le ocupa para curar de aire y espanto. En Puebla tiene aplicaciones ginecobstétricas y se le usa para la recaída de señoras, dolores después del parto y para bañar a los niños recién nacidos.





*Salvia prunelloides* H.B.K.



**FAMILIA:** Labiatae

**GÉNERO:** *Salvia*

**ESPECIE:** *Salvia prunelloides*

**NOMBRE COMÚN:** No se reportan nombres para esta especie.

**DESCRIPCIÓN:**

Herbácea perenne de 15 a 40 cm de alto, con tubérculos subterráneos; tallo piloso. Hojas por lo común romboides, a veces rómbico-ovadas, agudas a redondeadas en el ápice, cuneadas en la base, flores azules en forma de tubo con dos labios. Florece de Julio a Septiembre (Rzedowski *et al.*, 2001).

**DISTRIBUCIÓN:**

Común en las porciones montañosas de la parte sur del Valle. Alt. 2400-3600 m. Principalmente en bosques de coníferas y en claros adyacentes. San Luis Potosí a Chiapas.

**USOS:**

Diarrea, disentería y enfermedades venéreas.





## LEGUMINOSAE

*Lupinus campestris* Cham. & Schlecht.



**FAMILIA:** Leguminosae

**GÉNERO:** Lupinus

**ESPECIE:** *Lupinus campestris*

**NOMBRE COMÚN:** Mazorquilla.

### DESCRIPCIÓN:

Herbácea perenne, de 15 a 60 cm de alto. Tallos huecos, erecto, ramificado en la parte superior a manera de arbusto. Hojas compuestas formadas por 6 u 8 folíolos de 4.5 a 8 cm de largo, de 9 a 15 mm de ancho, elíptico a elíptico-oblanceolados. Inflorescencia en racimos densos, hasta de 20 cm, flores esparcidas dispuestas en espiral, de color azul y violeta. El fruto es una legumbre de 4 a 5 cm de largo y de 8 a 9 mm de ancho. Florece en Noviembre (Rzedowski *et al.*, 2001).

### DISTRIBUCIÓN:

Amecameca. Alt. 2600 m. Se localiza en terrenos abandonados y orillas de camino en los estados de Jalisco, Michoacán, México, Morelos, Veracruz y Oaxaca.

### USOS:

Se utiliza como forraje y fertilizante.





*Lupinus montanus* H.B.K.



**FAMILIA:** Leguminosae

**GÉNERO:** Lupinus

**ESPECIE:** *Lupinus montanus*

**NOMBRE COMÚN:** Yoloxochitl (Nahua).

**DESCRIPCIÓN:**

Planta perenne leñosa solo en la base, hasta de 1 m de altura. Tallo hueco y ramificado, las ramas huecas con hojas compuestas de forma palmeada, foliolos 10 a 14, linear – elípticos a oblanceolados, de 5.5 a 14 cm de largo y de 6 a 30 mm de ancho. Las flores de color azul y blanco, dispuestas en racimos largos. Florece de Julio a Septiembre.

**DISTRIBUCIÓN:**

Pachuca, Tlalpan, Tlalmanalco y Amecameca. Alt. 2500-4100 m. Bosques de pino, encino y pradera alpina. Conocida de Chihuahua a Guatemala (Rzedowski *et al.*, 2001).

**USOS:**

Uso medicinal, sirve para las hernias. Puede ser muy tóxica, aunque no está bien estudiada.





## ONAGRACEAE

*Fuchsia thymifolia* H.B.K.



**FAMILIA:** Onagraceae

**GÉNERO:** Fuchsia

**ESPECIE:** *Fuchsia thymifolia*

**NOMBRE COMÚN:** Aretillo de la virgen, perilla, uña de gato. Estado de México: hierba de huahuila, pishto, tlashuihuilan.

### DESCRIPCIÓN:

Arbusto de 1 a 1.5 m de altura. Hojas ovadas, de 1 a 5 cm de largo con borde entero. Las flores son blanco rosado y los frutos son una baya en forma de uva color púrpura. Originario de México.

### DISTRIBUCIÓN:

Habita en clima templado entre los 2500 y los 3900msnm. Asociado a vegetación perturbada de pastizal, bosques de encino, de pino y mixto de pino-encino (Rzedowski *et al.*, 2001).

### USOS:

En el Estado de México su uso medicinal incluye el tratamiento del algodoncillo, los granos en la boca y el escorbuto. En Hidalgo se le utiliza para la diarrea. Otro uso que se le da es en casos de tos.





## ROSACEAE

*Acaena elongata* L.



**FAMILIA:** Rosaceae

**GÉNERO:** Acaena

**ESPECIE:** *Acaena elongata*

**NOMBRE COMÚN:** Cadillo, pegarropa, abrojo. Tlalsometl (Martínez, 1979). Kunchacheka y xukurhi uakasi tirekua (lengua purépecha)

### DESCRIPCIÓN:

Arbusto bajo, a veces planta herbácea, de 25 a 50 cm, en ocasiones hasta de 1 m de alto, con frecuencia las plantas aglomeradas en manchones densos; tallos café o rojizos. Es una especie común que forma poblaciones grandes. A veces domina el estrato herbáceo. Florece de Mayo a Diciembre.

### DISTRIBUCIÓN:

Común en la zona montañosa del Valle de México. Alt. 2400-3950 m. En bosques de encino y de coníferas, de preferencia en bosques de *Abies*, también en el zacatonal alpino, abunda en sitios ligeramente perturbados. Desde el centro de México hasta Colombia (Rzedowski *et al.*, 2001).



### USOS:

Es comido por animales domésticos.





*Alchemilla procumbens* Rose.



**FAMILIA:** Rosaceae

**GÉNERO:** Alchemilla

**ESPECIE:** *Alchemilla procumbens*

**NOMBRE COMÚN:** Enredadera, hierba de carranza, hojase, pimpinillo, Chinilla, pata de león. Estado de México: tlalocoshoshi; Michoacán: karon turhuchi., puki jatsiri y karón turuchi (lengua purépecha).

**DESCRIPCIÓN:**

Planta perenne, herbácea a subfrutescente, rastrera, a veces cespitosa o trepadora. De 10 a 40 cm de largo, tallos ramificados, láminas de 5 a 25 mm de largo por 1 a 4 cm de ancho, tripartidas hasta la base con los lóbulos laterales bifidos. Inflorescencia cimosa, flores sobre pedicelos de 3 a 10 mm de largo. Florece a lo largo del año (Rzedowski *et al.*, 2001).

**DISTRIBUCIÓN:**

Valle de México. Alt. 2500-4000 m. En matorrales, bosque mesófilo, bosque de encino o de coníferas y pradera. Con frecuencia en lugares con disturbio y vegetación secundaria. De México a los Andes sudamericanos.

**USOS:**

La planta se reconoce como forrajera y se emplea en medicina tradicional. Se emplea como antidiarreica y estomacal en el estado de Michoacán. En Hidalgo se utiliza para la inflamación y en el Estado de México para calentura e infección de los riñones.





## RUBIACEAE

*Didymaea alsinoides* (Schlecht. & Cham.) Standl.



Tomado de:  
<http://fm2.fieldmuseum.org/vrrc/max/RUBI-didy-alsi-mex-1707605.jpg>

**FAMILIA:** Rubiaceae

**GÉNERO:** *Didymaea*

**ESPECIE:** *Didymaea alsinoides*

**NOMBRE COMÚN:** Trébol del monte. Estado de México: chicri (otomí), shitsaná (mazahua); Morelos: ocoxochitl (náhuatl).

### DESCRIPCIÓN:

Planta rastrera o a veces trepadora. Hojas un poco alargadas y en el anverso tienen pelitos. Las flores son de color rojizo oscuro y se encuentran en las puntas. Los frutos tienen en la madurez un color negro brillante (Rzedowski *et al.*, 2001).

### DISTRIBUCIÓN:

Habita en clima templado entre los 2240 y los 2750 msnm. Asociada a bosque de junípero y mixto de pino-encino.

### USOS:

El principal uso medicinal de esta planta se reporta en estados del centro del país, para casos de dolor de estómago. Para dolor de cabeza. Con la infusión de toda la planta se llevan a cabo baños como remedio para el aire.



Tomado de:  
<http://fm2.fieldmuseum.org/vrrc/max/RUBI-didy-alsi-mex-1707605.jpg>







### *Galium aschenbornii* Schauer



**FAMILIA:** Rubiaceae

**GÉNERO:** Galium

**ESPECIE:** *Galium aschenbornii*

**NOMBRE COMÚN:** Cuajaleche,  
pegarropa.

#### **DESCRIPCIÓN:**

Planta herbácea perenne, rastrera o trepadora, hasta de 1 m de largo. Tallos erectos y delgados partiendo de la base, muy ramificados. Hojas glabras agrupadas en verticilos de 4. Inflorescencia en forma de cima, flores rojizas o rosadas, pero a veces amarilla, blanca o verdosa. Fruto maduro glabro, carnosos, negro, de 3 a 7 mm de diámetro. Florece de Marzo a Noviembre (Rzedowski *et al.*, 2001).

#### **DISTRIBUCIÓN:**

Ampliamente distribuido en las partes más húmedas del Valle de México. Alt. 2400-3400 m. Bosques de *Quercus* y de coníferas. Conocido de San Luis Potosí y Jalisco a Panamá.

#### **USOS:**

No se registran usos para esta especie.





## SCROPHULARIACEAE

*Castilleja tenuiflora* Benth.



**FAMILIA:** Scrophulariaceae

**GÉNERO:** Castilleja

**ESPECIE:** *Castilleja tenuiflora*

**NOMBRE COMÚN:** Cola de borrego.

### DESCRIPCIÓN:

Planta herbácea perenne o subarborescente; tallos erectos, de 30 cm a 1 m de alto, muy ramificados. Hojas sésiles y al menos levemente auriculadas en la base, linear-lanceoladas, de 1 a 4.5 cm de largo. Inflorescencia racemosa, con numerosas flores de color amarillo o ligeramente anaranjado. Brácteas lanceoladas, de 1.2 a 4 cm de largo. Florece de Agosto a Enero (Rzedowski *et al.*, 2001).

### DISTRIBUCIÓN:

Es una especie común en las orillas de parcelas y caminos de las partes altas y semiáridas de México. Ampliamente distribuida en el Valle de México. Alt. 2300-3300 m. Planta común y abundante, se le localiza en bosque de coníferas y de encino, en matorrales y pastizales, así como en bordes de cultivo y orillas de camino. Fuera del área se le encuentra de Sonora a Coahuila, Veracruz y Oaxaca.



### USOS:

Ornamental y medicinal.





*Penstemon gentianoides* (H.B.K.) Poir.



**FAMILIA:** Scrophulariaceae

**GÉNERO:** Penstemon

**ESPECIE:** *Penstemon gentianoides*

**NOMBRE COMÚN:** Mocuepanixóchitl, jarritos

**DESCRIPCIÓN:**

Herbácea que mide de 1 hasta de 1.5m de altura, tallos erectos, hojas opuestas, lanceoladas y numerosas, hasta de 13 cm de longitud, inflorescencia en panículas, flores de color azul,-violeta a morado. Frutos ovoides color café (Benítez 1986; Villers *et al.*, 2006). Florece en Septiembre.

**DISTRIBUCIÓN:**

Esta hierba crece en la Cordillera Volcánica Transmexicana, de los 3000 a los 3900 msnm, se encuentran en sitios perturbados de bosques de oyamel y pino. Florece de Agosto a Noviembre se conoce desde el estado de México, Hidalgo, Veracruz y Guatemala (Rzedowski *et al.*, 2001).

**USOS:**

No se ha registrado alguno.





*Sibthorpia repens* (Mutis ex L. f.) O. Kuntze



**FAMILIA:** Scrophulariaceae

**GÉNERO:** *Sibthorpia*

**ESPECIE:** *Sibthorpia repens*

**NOMBRE COMÚN:** No Se reportan nombres comunes para esta especie.

**DESCRIPCIÓN:**

Hierba perenne, delicada; tallos delgados, ramificados, hasta de 50 cm de largo postrados o tendidos, enraizando en los nudos o en ocasiones colgantes, pubescentes; hojas alternas, con peciolo de 0.9 a 6 cm de largo. Flores axilares. Florece de Junio a Agosto.

**DISTRIBUCIÓN:**

El Chico; Cuajimalpa a Tlalpan y Milpa Alta; Iztapaluca a Amecameca. Alt. 2650-3800 m. Común en bosques húmedos de pino-encino y oyamel. Centro de México a los Andes sudamericanos (Rzedowski *et al.*, 2001).

**USOS:**

No se registran usos para esta especie.





## VALERIANACEAE

*Valeriana clematitís* H.B.K.



**FAMILIA:** Valerianaceae

**GÉNERO:** Valeriana

**ESPECIE:** *Valeriana clematitís*

**NOMBRE COMÚN:** Uña de gato,  
Nube de campo.

### DESCRIPCIÓN:

Planta herbácea ginodioica o dioica trepadora de tallos blandos con las hojas anchas. Las flores son pequeñas con pétalos blanco-cremosos y están dispuestas en grupos. Florece en Septiembre.

### DISTRIBUCIÓN:

Iturbide a Cuajimalpa y Milpa Alta; Texcoco a Amecameca. Alt. 2500-3500 m. Bosque mesófilo, bosque de *Pinus*, de *Cupressus*, *Quercus* y *Abies*, en matorral secundario, a menudo en cañadas muy húmedas. Fuera del Valle de México se distribuye de Jalisco, Michoacán y Tamaulipas a Ecuador.

### USOS:

Se le atribuyen propiedades medicinales.



Las fotografías mostradas en este catálogo fueron proporcionadas por el equipo de Monitoreo Ecológico del Laboratorio de Contaminación Atmosférica de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, integrado por Castro Luna Mayra, Rodríguez Campos Lourdes y Ortiz Ramos María del Pilar.

