

24

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS



## LA VEGETACIÓN DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO MAGDALENA : UN ENFOQUE FLORÍSTICO, FITOSOCIOLÓGICO Y ESTRUCTURAL

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIOLOGO

P R E S E N T A:  
VICTOR DANIEL AVILA AKERBERG

DIRECTORA DE TESIS:  
DRA. LUCÍA ALMEIDA LEÑERO



FACULTAD DE CIENCIAS  
SECCION ESCOLAR

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

**M. EN C. ELENA DE OTEYZA DE OTEYZA**  
Jefa de la División de Estudios Profesionales de la  
Facultad de Ciencias  
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo escrito:

"La vegetación de la cuenca alta del río Magdalena: un enfoque  
florístico, fitosociológico y estructural"

realizado por Víctor Daniel Avila Akerberg

con número de cuenta 9653273-1, quién cubrió los créditos de la carrera de Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis

Propietario Dra. Lucía Almeida Leñero

Propietario M. en C. María de J. Ordóñez Díaz

Propietario Dra. Irma Trejo Vázquez

Suplente Dr. Paul M. Ramsay

Suplente M. en C. Ma. Concepción García Aguirre

*María de J. Ordóñez Díaz*

*Irma Trejo Vázquez*

*Paul M. Ramsay*

*Ma. Concepción García Aguirre*

FACULTAD DE CIENCIAS  
U.N.A.M.

Consejo Departamental de Biología



Dra. Patricia Ramos Morales

DEPARTAMENTO  
DE BIOLOGÍA

Con mucho cariño y admiración para mis padres, Raúl y Marianne

A Itziar, por su incondicional apoyo y gran amor

A mis hermanos: Martín, Andrés, Oscar, Claudia y Diana

A la Sra. Mary y a la Sra. Amelia

A los bosques de la cuenca alta del río Magdalena

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Dra. Lucía Almeida Leñero, por haberme dirigido, apoyado y dado la oportunidad para la realización de este trabajo.

Al Dr. Paul M. Ramsay, por los consejos y orientación brindada, así como el apoyo en el campo.

A la Dra. Irma Trejo, por la revisión minuciosa de la tesis y la asesoría en la elaboración de los mapas.

A las M. en C. María de Jesús Ordóñez y María Concepción García, por la revisión de la tesis y la aportación de ideas para el mejoramiento de ésta.

A las M. en C. Beatriz Ludlow, Nelly Diego Pérez y la Biol. Beatriz González por haberme ayudado con la determinación del material vegetal colectado en campo.

A la Dra. Amparo García, por sus consejos y apoyo en la escritura de la tesis.

A Héctor, Verónica, Pablo, Diego, José, Paola, Sinué, Silvia, Caroline, Charlotte y Vanessa, que me apoyaron en campo y en el laboratorio.

A todas aquellas personas que directa o indirectamente colaboraron para el desarrollo de esta investigación.

Muchas gracias

**ÍNDICE**

**Página**

**1.- Resumen** ..... 3

**2.- Introducción**

2.1.1 La zona templada subhúmeda de México ..... 5

2.1.2 Principales comunidades vegetales en la zona templada subhúmeda de la cuenca de México ..... 6

2.1.3 Problemática ambiental de la cuenca de México ..... 8

2.1.4 Importancia de la cuenca alta del río Magdalena ..... 10

2.1.5 La fitosociología y la estructura en el estudio de la vegetación ..... 11

2.2 Objetivo ..... 12

**3.- Descripción del área de estudio**

3.1 Localización ..... 13

3.2 Relieve ..... 15

3.3 Geología ..... 16

3.4 Hidrología ..... 17

3.5 Clima ..... 18

3.6 Suelo ..... 19

3.7 Vegetación ..... 19

3.8 Factores antropogénicos ..... 20

**4.- Métodos**

4.1 Delimitación del área de estudio y cartografía ..... 24

4.2 Listado florístico (fitodiversidad) ..... 24

4.3 Trabajo de campo ..... 26

4.4 Definición y descripción de comunidades vegetales ..... 28

4.5 Estructura del estrato arbóreo ..... 29

**5.- Resultados**

5.1 Cartografía temática ..... 30

<b>5.2 Fitodiversidad</b>	
5.2.1 Número de géneros y especies por familia .....	33
5.2.2 Análisis de forma de vida por especie vegetal .....	33
5.2.3 Afinidad geográfica por género .....	34
<b>5.3 Descripción de las comunidades vegetales</b>	
5.3.1 Comunidad de <i>Quercus rugosa-Q. laurina</i> .....	39
5.3.2 Bosque mesófilo de montaña .....	40
5.3.3 Bosque mixto .....	41
5.3.4 Comunidad de <i>Abies religiosa-Senecio angulifolius</i> .....	42
5.3.5 Comunidad de <i>Pinus hartwegii-Trisetum altijugum</i> .....	43
<b>5.4 Estructura del estrato arbóreo</b>	
5.4.1 Densidad por especie y comunidad vegetal .....	45
5.4.2 Cobertura por especie y comunidad vegetal .....	46
5.4.3 Alturas por especie y comunidad vegetal .....	47
5.4.4 Diámetros a la altura del pecho y distribución espacial por especie y comunidad vegetal .....	48
<b>6.- Discusión y conclusiones</b> .....	51
<b>7.- Literatura citada</b> .....	55
<b>8.-Apéndices</b>	
8.1 Listado florístico .....	63
8.2 Relación del número de especies y géneros por familia de plantas en la CARM .....	79
8.3 Levantamientos realizados en la CARM .....	81
8.4 Fitodiversidad por levantamiento realizado en la CARM .....	82
8.5 Foto aérea de la CARM con la distribución de las comunidades vegetales .....	83
8.6 Formato de levantamiento .....	84
8.7 Lista de tablas y figuras .....	86

## Resumen

Este estudio tuvo como objetivo principal reconocer y analizar las comunidades vegetales en la cuenca alta del río Magdalena, al suroeste del valle de México, en la Sierra de las Cruces. Esta zona presenta un intervalo altitudinal de los 2570 a los 3870 m snm y una extensión de 2,925 hectáreas. El área de estudio corresponde a lo decretado en 1932 como "Zona Protectora Forestal Cañada de Contreras" y, siguiendo a Mazari *et al.* (2000), es de las principales áreas de recarga de los mantos acuíferos de la Ciudad de México.

Se estimó la composición florística de las especies de plantas en las diferentes comunidades vegetales del área a través del muestreo en 28 cuadrantes de 25 x 25m (625m<sup>2</sup>). En 12 de éstos se recabó y analizó información estructural del estrato arbóreo.

Se aplicó la metodología de la escuela Zürich-Montpellier con el fin de obtener información sinecológica en campo, misma que se organizó en una tabla fitosociológica. Se corroboró la agrupación de las comunidades obtenidas en la tabla fitosociológica mediante el análisis de similitud por cuadrante con el software PC-Ord 4 (McCune and Mefford, 1999). Se diferenciaron 5 comunidades vegetales: *Quercus rugosa-Q. laurina* (2600-2900 m snm), bosque mesófilo de montaña (2650-2800 m snm), bosque mixto (*Pinus-Quercus-Alnus-Abies*, 2800-3200), *Abies religiosa-Senecio angulifolius* (2900-3500) y *Pinus hartwegii-Trisetum altijugum* (3400-3750). Se hace una descripción de los rasgos de fisonomía, composición, diversidad, afinidad geográfica y ecología encontrados para cada comunidad vegetal, así como su distribución espacial dentro de la cuenca alta del río Magdalena.

A partir de colectas en campo y de una revisión bibliográfica, se elaboró el listado florístico de la cuenca alta del río Magdalena, que incluyó la información de forma de vida por especie y afinidad geográfica a nivel de género. Con base a este listado se estimó que se encuentran en el área 526 especies de plantas fanerógamas pertenecientes a 92 familias y 274 géneros, lo que equivale al 2.3 % del total de la estimación para esta flora en el país o al 25% de la flora superior en la cuenca de México. Las familias mejor representadas son: Compositae 14%, Gramineae 8%, Cruciferae 4% y Leguminosae 4%. Por forma de vida predominan las herbáceas con 361 especies (68%), le siguen los arbustos con 70 spp. registradas (13%), el arbóreo con 55 spp. (10%), rasante 27 spp. (5%), epífita 10 spp. (1.8%) y trepadora 7 spp. (1.3%). Se encontró una predominancia de géneros con

afinidades neotropical, holártica y cosmopolita, siguiéndoles en importancia las afinidades ampliamente templado, ampliamente tropical, austral antártica, endémica y neártica.

Se cartografió el área tomando como base cartas urbanas topográficas de la Tesorería del Distrito Federal (1985) escala 1:10,000 y del INEGI (1990) escala 1:50,000 para su delimitación y la ubicación general de las comunidades vegetales.

## **Introducción**

### **2.1.1 La zona templada subhúmeda de México**

La zona templada subhúmeda del territorio mexicano cubre la mayor parte de las áreas montañosas del país y abarca una superficie cercana a 33 millones de hectáreas en 20 estados (Toledo y Ordóñez, 1993). Comprende varios tipos de vegetación, los cuales se desarrollan en un clima marcadamente estacional, ya que los inviernos son fríos y con lluvias que van de escasas a insignificantes, en tanto que los veranos son cálidos y húmedos (Challenger, 1998). Los tipos de vegetación principales son: bosque de pino, bosque de encino, bosque de oyamel y bosque mixto. Por otro lado, el bosque denominado mesófilo de montaña se distribuye en la zona templada húmeda del país, y representa una transición entre las comunidades tropicales y las templadas.

Constituye un hábitat de enorme importancia biológica y biogeográfica, debido a que se distribuye principalmente a lo largo de las grandes cadenas montañosas del país. Diversos estudios en esta área muestran que es una de las zonas biológicas más importantes, notable por su abundancia de especies y endemismos de plantas vasculares (Rzedowski, 1991 a y b), coníferas (Styles, 1993), vertebrados terrestres en general (Flores y Gerez, 1989), y mamíferos, anfibios y reptiles (Flores, 1993). Rzedowski (1991 a y b) calcula 7000 especies de plantas fanerógamas para los bosques de coníferas y encinos en esta zona, de las cuales son endémicas el 70%. Resulta extraordinario que un país como México, que se caracteriza sobre todo por su clima tropical y semiárido, sea el centro primario mundial de diversidad de los pinos y el centro primario de diversidad del hemisferio occidental de los encinos, dos de los géneros más representativos y económicamente importantes entre los árboles de clima templado (Challenger, 1998). Farjon (1996) registra en México 43 especies del género *Pinus*, que es el que más especies tiene de la familia Pinaceae, número que nos ubica como el país más rico en especies de este género para el mundo. De las 450 especies de encinos que se cree existen en el mundo, en México crecen, por lo menos, de 135 a 150 especies diferentes (Nixon, 1993).

### 2.1.2 Principales comunidades vegetales en la zona templada subhúmeda de la cuenca de México

La cuenca de México se ubica hacia el centro de la República Mexicana entre los meridianos 98°28' y 99°32' de longitud oeste y los paralelos 19°02' y 20°12' de latitud norte y ocupa una extensión aproximada de 7,500 km<sup>2</sup>. Originalmente era una cuenca endorreica de origen volcánico y actualmente es drenada de manera artificial. Esta zona contiene áreas boscosas de filiación templada en las que se desarrollan cerca del 2% de las plantas del planeta (Rzedowski, 2001). Esta cuenca mantiene todavía grandes áreas boscosas que se pueden diferenciar en cuatro tipos principales de vegetación según la denominación de Rzedowski (2001).

#### Bosque de *Quercus*

Los bosques de *Quercus* o encinares son comunidades vegetales características de las zonas montañosas de México y junto con los pinares constituyen la mayor parte de la cubierta vegetal de áreas de clima templado y semihúmedo en México (Rzedowski, 1978). En algunos casos es difícil la separación de un bosque de pino con uno de encino ya que suelen formar bosques mixtos. También se relacionan con los bosques de *Abies* y con el bosque mesófilo de montaña, lo cual es explicable en función de su extensa amplitud ecológica (Rzedowski, 1978). En la cuenca de México se presentan entre 2350 y 3100 m de altitud sobre suelos someros y profundos (Sarukhán y Espinosa, 1997), con frecuencia de dosel bajo (5 a 20 m) y escasa densidad. Su estructura arbórea la integran varias especies, algunas de las cuales pierden el follaje y otras son siempre verdes (Melo y Alfaro, 2000).

Casi todos los bosques de encino en la cuenca han sido eliminados de su hábitat original, y sólo han logrado subsistir algunos manchones dispersos, semiconservados y alterados en las estribaciones bajas de las serranías principales (Melo y Alfaro, 2000). Los asentamientos en la cuenca de México han alcanzado y pasado el límite inferior de la distribución de los encinares, por lo que se ha provocado una disminución de las antiguas áreas de distribución y un alto grado de perturbación, a pesar de que actualmente se utilizan poco como recurso maderable.

### Bosque mesófilo de montaña

En la cuenca de México presenta una distribución fragmentada y restringida a ciertas condiciones de alta humedad ambiental donde la precipitación media anual rebasa los 1000 mm, en el mismo piso altitudinal del encinar, entre los 2500 y los 2800 m snm. Es un bosque perennifolio en general, de 10 a 25 m de alto, denso y con abundantes trepadoras leñosas. Los suelos son profundos, ricos en materia orgánica y húmedos durante todo o casi todo el año. Se caracteriza por el dominio de elementos tropicales de montaña como *Meliosma dentata*, *Symplocos prionophylla*, *Oreopanax xalapensis*, entre otras, aunque también existen árboles de géneros no tropicales como *Garrya*, *Prunus*, *Clethra* e *Ilex* (Rzedowski, 1970). Se encuentra en laderas y fondos de algunas cañadas en los declives interiores de la sierra de las Cruces y del Iztaccihuatl, protegidos de la insolación y el viento. El área total de este bosque en la cuenca no pasa los 2 km<sup>2</sup> (Rzedowski, 2001).

### Bosque de *Abies religiosa*

Estos bosques sobresalen entre el conjunto de las comunidades vegetales dominadas por coníferas, aunque no cubren grandes superficies de terreno. Tal hecho se debe principalmente a las particulares condiciones ecológicas en que se desarrollan y de cuya existencia son indicadores. Destacan asimismo por su majestuosidad y belleza (Rzedowski, 2001).

Las áreas continuas de mayor extensión se localizan en las serranías que rodean a la cuenca en altitudes entre los 2700 y 3500 m donde prevalecen condiciones de relieve accidentado, clima templado y húmedo, generalmente sobre suelos profundos, bien drenados, con alto contenido de materia orgánica y húmedos todo el año (Rzedowski, 1978). Fisonómica, ecológica y florísticamente es una comunidad bien definida, siempre verde, con cobertura densa y alturas de 20 a 40 m (Melo y Alfaro, 2000)

Los bosques de oyamel que se observan en la cuenca de México están confinados a laderas de cerros, a menudo protegidos de la acción de vientos fuertes y de insolación intensa. En muchos sitios se hallan limitados a cañadas o barrancas más o menos profundas que ofrecen un microclima especial. No se desarrollan sobre terrenos planos o poco inclinados, pero tal hecho quizá está en función de la escasez de estos terrenos en la zona montañosa y en parte a la influencia humana (Rzedowski, 1978).

En la cuenca de México, el actual cubrimiento del oyamel parece no diferir de su superficie original como ha ocurrido con los bosques de pino y encino. Su aceptable grado de conservación obedece en cierta medida al hecho de ocupar áreas en los parques nacionales Iztaccíhuatl-Popocatepetl, Cumbres del Ajusco, Desierto de los Leones, El Chico y Los Dinamos (Melo y Alfaro, 2000).

#### Bosque de *Pinus*

La mayoría de los pinos mexicanos poseen una distribución geográfica restringida al territorio mexicano y a algunas áreas vecinas y casi todos constituyen elementos dominantes o codominantes en la vegetación actual (Rzedowski, 2001). Los pinares de la cuenca de México se localizan entre los 2350 y los 4000 m snm, aunque, por especie, las distribuciones altitudinales son más restringidas. Pueden ser bosques puros o que compartan la dominancia con especies del género *Quercus* principalmente. Sobresalen por su amplitud, continuidad y aceptable conservación las masas forestales ubicadas en las sierras Nevada y Río Frío; en contraste, las sierras Chichinautzin, Ajusco, Las Cruces y Monte Alto, han sufrido fuerte acoso antropogénico (Melo y Alfaro, 2000).

*Pinus leiophylla* representa a los pinares entre los 2350 y 2600 m de altitud, en la parte meridional de la cuenca y de acuerdo con Melo y Alfaro (2000), es el bosque de pino que mayor disturbio y pérdida forestal ha resentido en la cuenca de México. Entre los 2500 y 3100 m snm se encuentran con más frecuencia los pinares de *P. montezumae*. De los 2700 a 3000 m de altitud, en las montañas del lado norte y poniente de la cuenca predominan los bosques de *P. rudis*, que representa la comunidad más xerófila de los pinares. El límite de la vegetación arbórea lo representa *P. hartwegii*, entre 2900 y 4000 m snm. En general prosperan en lugares en que llueve entre 700 y 1200 mm anuales. Son escasas las trepadoras y las epífitas y normalmente tienen un sotobosque pobre en arbustos pero muy rico en gramíneas (Sarukhán y Espinosa, 1997).

#### 2.1.3 Problemática ambiental de la cuenca de México

A partir de la segunda mitad del siglo XX se acentuó el deterioro del medio ambiente en la cuenca de México al sobrepasar la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) los 15 millones de habitantes, umbral a partir del cual se hizo evidente la imposibilidad de

neutralizar las emisiones del número creciente de fuentes contaminantes fijas y móviles, cuyo impacto ecológico se vio agravado por las características de la cuenca. Desde ese momento histórico se ha corrido el riesgo de que la región se transforme en un ecosistema no sustentable, esto es, aquel que pierde su capacidad de recuperación natural porque el consumo de recursos naturales es mayor que su producción (Garza, 2000a).

Dentro de los problemas ambientales más críticos en la cuenca de México está el del agua. Desde mediados del siglo XX se estimó que las fuentes de agua disponibles sin arriesgar la sustentabilidad de la cuenca de México eran para una población de 8 millones de habitantes. Dicho límite se sobrepasó en los años sesenta, por lo que se inició la importación de agua de las cuencas de los ríos Lerma y Cutzamala en el Estado de México (Garza, 2000a). La demanda actual de agua en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) es de  $67\text{m}^3/\text{s}$ , de los cuales el 70% proviene de los acuíferos que subyacen la zona urbana y el porcentaje restante se importa de fuentes externas (Merino, 2000).

Una buena parte del área de bosque de la zona sur del Distrito Federal cuenta con protección especial. El 21% de la extensión del D. F. está decretado como áreas protegidas y otro 3% se encuentra propuesto. Entre 1936 y 1939, durante el gobierno del general Lázaro Cárdenas, se decretaron la mayoría de los parques nacionales y de las áreas protegidas de la cuenca de México. En términos de extensión, las Áreas de Protección de Recursos Naturales son las más importantes. En la ZMCM hay 80,083 hectáreas formalmente protegidas, entre preservación, rescate ecológico y agroindustriales (Pisanty, 2000). Entre estas se encuentran la cuenca alta del río Magdalena (3,100 has), el Desierto de los Leones (1,842 has) y las Cumbres del Ajusco Medio (25,465 has).

Sin embargo, el decreto legal de estas zonas como áreas naturales protegidas no ha servido de freno al deterioro ambiental y a la explotación de los bosques, que ha venido incrementándose constantemente desde hace años. La falta de vigilancia, los cambios de uso del suelo y el crecimiento de la mancha urbana, entre otras, han sido las causas principales de este deterioro. El problema es especialmente grave en las laderas y cañadas localizadas en el sur y poniente del valle de México, debido a que en ellas se recargan los mantos acuíferos que abastecen a la propia ciudad, y a que son zonas particularmente ricas en términos biológicos (Bonfil *et al.*, 1997).

#### 2.1.4 Importancia de la cuenca alta del río Magdalena

De acuerdo con Mazari *et al.* (2000) en una tercera parte de la cuenca alta del río Magdalena se presenta un excedente hídrico muy alto (mayor a 323 mm), en otra tercera parte este índice es alto (213-323 mm) y en la tercera parte restante se encuentra un excedente moderado (104-213 mm). Esto define las áreas de recarga de los mantos acuíferos de la Ciudad de México, ya que en estas zonas la precipitación sobrepasa la evapotranspiración, y como se mencionó anteriormente, el 70% del agua que se consume en el Distrito Federal proviene del subsuelo. Para Rzedowski (2001), “en las partes media y alta de las montañas de la cuenca de México, la única garganta de cierta magnitud existente es la cuenca alta del río Magdalena”.

Garza (2000b) enfatiza en la importancia de proteger el área de bosques de la Magdalena Contreras no sólo para preservar su fisonomía, sino para garantizar la sustentabilidad presente y futura de la ZMCM.

Además de lo ya mencionado, los bosques de la cuenca alta del río Magdalena son de gran importancia porque:

- a) Contribuyen a la retención de suelos de esta cuenca, evitando su erosión.
- b) Funcionan como un “amortiguador ambiental” en el que los contaminantes atmosféricos son captados por la vegetación.
- c) Funcionan como áreas de recreación y esparcimiento en las que se desarrollan actividades como: el escalamiento, renta de caballos, deporte al aire libre, gastronomía, ciclismo de montaña, campismo, caminatas, etc.
- d) Proporcionan un sustento económico a muchas familias que obtienen ganancias a partir de la gente que visita el área y del aprovechamiento de productos no maderables.

Por todo esto, el interés principal de esta investigación es el de identificar y analizar las comunidades vegetales en esta área de gran importancia para la cuenca de México, con el objetivo de ampliar la información biológica necesaria para su mayor valoración y manejo adecuado.

### 2.1.5 La fitosociología y la estructura en el estudio de la vegetación

La fitosociología es un método para la descripción de las comunidades vegetales y parte de la base conceptual de que las plantas generalmente ocurren asociadas en grupos que pueden ser descritos por la identidad y forma de crecimiento que convergen en áreas ecológicamente homogéneas. Las comunidades vegetales se conciben como tipos de vegetación determinados por su composición florística. De esta manera se definen agrupaciones de las especies con características particulares de estructura y composición (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974). Paralelamente, el muestreo permite analizar las relaciones entre los componentes bióticos y abióticos del sistema (Westhoff y Van der Maarel, 1978).

La metodología de la fitosociología fue iniciada por J. Braun-Blanquet a mediados del siglo pasado. Las unidades de muestreo utilizadas se conocen como levantamientos fitosociológicos (relevés) en los que se procura tomar áreas representativas y homogéneas de las comunidades a describir, y se estima la cobertura en conjunto y por separado de todas las especies vegetales presentes en una determinada unidad de superficie (Silva, 1998).

Los criterios y características principales de la tendencia de Braun-Blanquet son (Westhoff y van der Maarel, 1978):

- ✓ Las comunidades de plantas se conciben como tipos de vegetación reconocibles por su composición florística.
- ✓ Existen especies más importantes por sus relaciones ecológicas que las hacen indicadoras.
- ✓ Se trata de organizar a las comunidades en una clasificación sistemática, cuya unidad fundamental es la Asociación.

La fitosociología aplicada es una herramienta excelente para el ecólogo de campo y tiene muchas aplicaciones en manejo y conservación. A pesar de la subjetividad en la metodología (Gauch, 1982), este enfoque ha sido considerado apropiado para la evaluación de hábitats de fauna (Moll et al., 1976) y para el desarrollo de planes de manejo y conservación (Van Wijngaarden, 1985 y Hommel, 1987).

En el campo de la conservación, la descripción y análisis de las comunidades de vegetación son la base para medir la heterogeneidad ambiental, la riqueza biológica y detectar unidades de interés particular para salvaguardar las especies contenidas en ellas (Silva et al., 1999). Detectar cambios en la vegetación puede ser indicador de los efectos del manejo, y esto puede jugar un papel muy importante para evaluar el impacto ambiental. Los cambios provocados pueden ser monitoreados y medidos a través de la descripción y análisis de la fisonomía, composición, estructura y relaciones numéricas inter e intra comunitarias de la vegetación (Rangel y Velázquez, 1997). Además, la estructura vertical de los bosques es un patrón de interés para muchas disciplinas y una parte fundamental en el manejo de ecosistemas. La estratificación vertical de las coronas arbóreas es una característica forestal que influye tanto en el crecimiento de los árboles como en la comunidad bajo el dosel. Por lo tanto, debe ser considerado a la hora de tomar decisiones de manejo que afecten la estructura de rodales (Meave, 1983).

## 2.2 Objetivo

Identificar y analizar la composición florística y la estructura de las comunidades vegetales en la cuenca alta del río Magdalena a través del enfoque fitosociológico. Con el propósito de integrar una parte de la información biológica necesaria para realizar proyectos de conservación y restauración ecológica en el área.

### **3.- La cuenca alta del río Magdalena**

#### **3.1 Localización**

El área estudiada ha sido denominada como “Cañada de Contreras”, “Los Dinamos” (la palabra correcta es con acento, pero se ha popularizado sin éste), también como “Zona Protectora Forestal Cañada de Contreras”, o bien, cuenca alta del río Magdalena. Todos los términos, excepto Dinamos, coinciden en extensión. Los Dinamos sólo abarcan una parte de esta área y están en la Delegación Magdalena Contreras. En este estudio se siguió un criterio hidrológico, y como el área se extiende en parte de tres delegaciones políticas del Distrito Federal y un municipio del Estado de México, se prefirió utilizar el término cuenca alta del río Magdalena.

La cuenca alta del río Magdalena se ubica dentro del Eje Volcánico Transmexicano, dentro de la cuenca de México en la vertiente occidental de la sierra de las Cruces, en la región que continúa a la sierra del Chichinautzin, y que constituye el parteaguas de esta cuenca con la del Balsas. La mayor parte del área pertenece al Distrito Federal y una pequeña franja en la zona más alta pertenece al Estado de México. En el Distrito Federal abarca parte de las delegaciones políticas Magdalena Contreras, Álvaro Obregón y Cuajimalpa, mientras que en el Estado de México es la región más al este del municipio Ocoyoacac. Se encuentra entre los paralelos  $19^{\circ} 13' 53''$  y  $19^{\circ} 18' 12''$  de latitud norte y los meridianos  $99^{\circ} 14' 50''$  y  $99^{\circ} 20' 30''$  de longitud oeste. Limita al norte con terrenos de los pueblos de San Bartolo Ameyalco, Santa Rosa y el Desierto de los Leones, entre la cruz de Coloxtitla y el cerro San Miguel, al sur con los montes de la Hacienda de la Esclava y el Ejido San Nicolás Totolapan. Al oriente colinda con el pueblo de San Nicolás Totolapan y al poniente con el municipio de Ocoyoacac en el Estado de México. La extensión total del área es de aproximadamente 2,925 hectáreas (ver Figura 1).

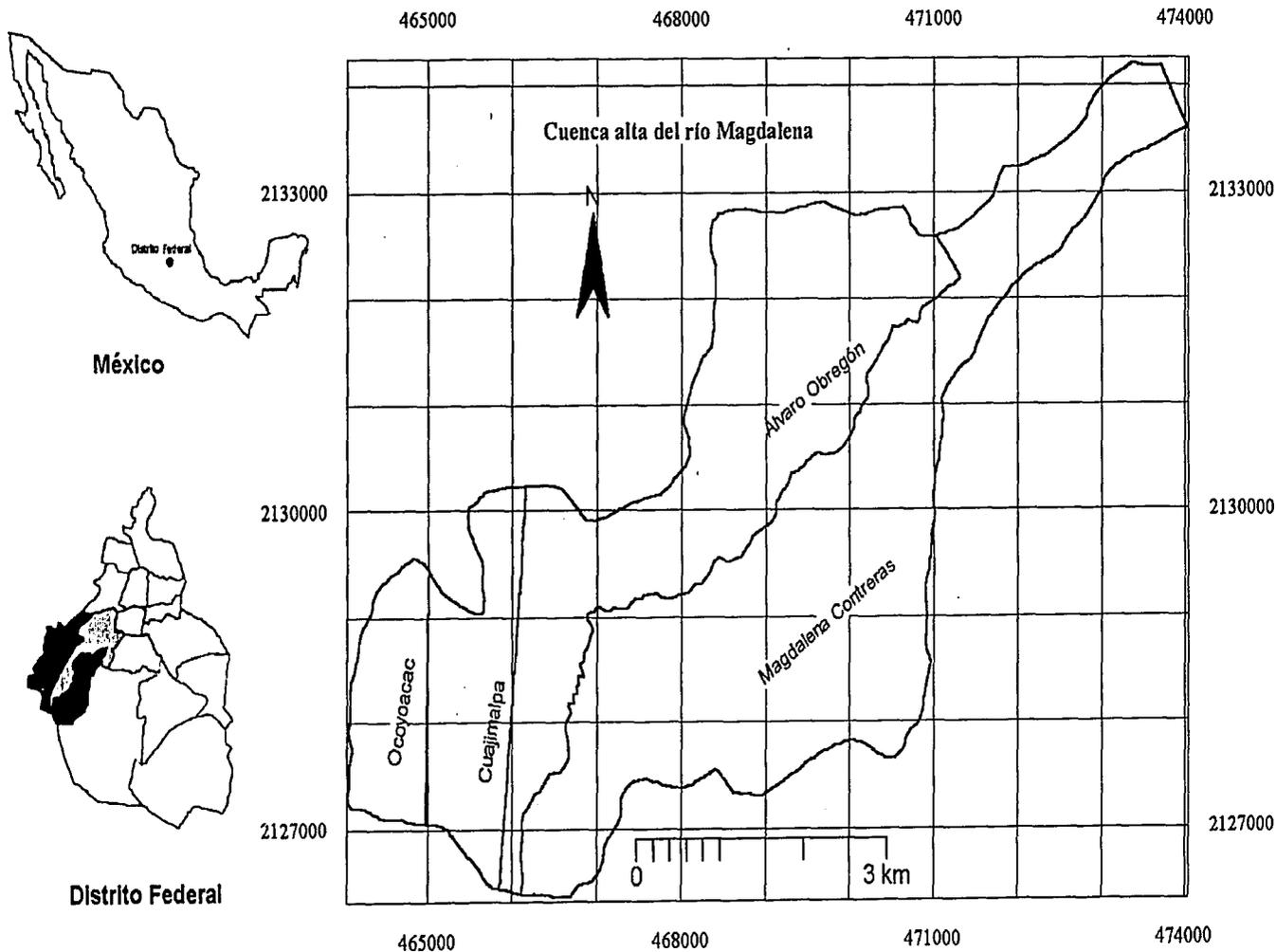


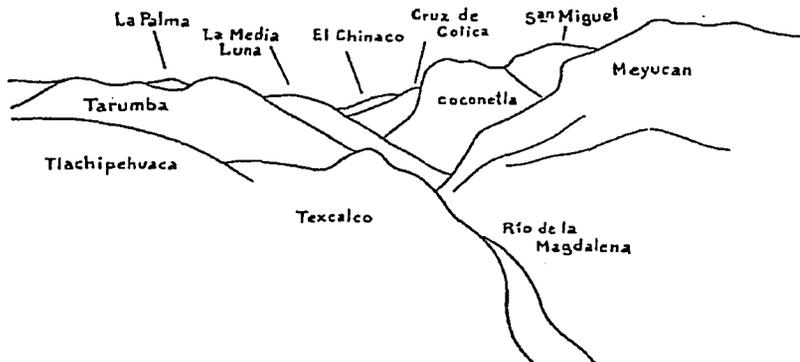
Figura 1.- Localización de la cuenca alta del río Magdalena, México, D. F., con respecto al Distrito Federal y a México.

### 3.2 Relieve

Los bosques de la cuenca alta del río Magdalena se desarrollan en un relieve montañoso. La altitud mínima es de 2570 m en el noreste, en el límite que divide el área ecológica con la urbana. La altitud aumenta en dirección NE a SO, así como hacia ambos lados del río Magdalena. El cerro más alto, con 3850 m de altitud, es el Muñeco, en el extremo SW de la cuenca, dentro del Municipio de Ocoyoacac, Estado de México. El lado oeste de la cuenca lo forman los cerros Meyuca, Zacazontetla, los Cajetes, las Palomas, Sasacapa, la Coconetla, Piedras Encimadas, Tarumba, Piedra del Agua y Nezehuiloya. En el oriente, se localizan los cerros Aguajito, las Canoas y Panza. Asimismo, las geoformas también se componen de diversas cañadas como la de Atzoma, Cainotitas, Tlapuente y Tejocote. En la distribución de los cerros resalta la dirección que guardan el Aguajito y Piedras Encimadas cuya formación es resultado de una misma fractura (Álvarez, 2000).

El extremo noreste de la cuenca constituye la parte más baja con pendientes inclinadas que forman un desnivel de 400 m. Esta parte de la cuenca corresponde al pie de monte de la sierra de las Cruces en su ladera oriental de la porción sur (Álvarez, 2000).

La acción erosiva hídrica, al igual que el resto de los procesos fisicoquímicos han tenido un importante efecto sobre el modelado del relieve montañoso. El desgaste de la corriente del río Magdalena ha formado un valle intermontano longitudinal joven (Álvarez, 2000).



**Figura 2.-** Esquema orográfico de la cuenca alta del río Magdalena, México, D. F., desde el barrio de la Magdalena (Díaz, 1957).

### 3.3 Geología

El basamento de la cuenca del río Magdalena está constituido por macizos de la sierra de las Cruces, cuya edad se registra de principios del Terciario, alcanzando el Terciario Superior (Cervantes, 1969). Las áreas que circunscriben a la cuenca están formadas por la actual sierra de las Cruces.

Esta sierra es uno de los principales focos de actividad del Eje Volcánico Transmexicano y presenta una dirección NE-SO, correspondiendo a la misma orientación de los grandes valles de Toluca, México y Puebla (Demant, 1978). Se formó como consecuencia de una serie de emisiones pacíficas de lavas ácidas, ya que se encuentran bancos piroclásticos que indican una manifestación de erupciones volcánicas importantes. Sin embargo, se observan indicios de algunos conos volcánicos con estructuras muy erosionadas o sepultadas por formaciones posteriores, como los cerros de San Miguel y la Palma. Las emisiones arrojadas por estos conos son principalmente de andesita, horblenda e hiperstena, de principios del Plioceno (Cervantes, 1969).

El cauce del río Magdalena se adapta por completo a la estructura derivada de la falla que condiciona su cuenca alta y cuya manifestación más sobresaliente es la Cañada de Contreras, que es el resultado de un afallamiento en bloques, quedando blancos abruptos "cortados" de forma regular, donde el río se encajona en márgenes estrechos (Cervantes, 1969).

Fenómenos posteriores al tectonismo provocaron cambios en la estructuración de la cuenca y sus alrededores. Las condiciones climáticas semiáridas pero con intensas lluvias arrasaron las formaciones poco consolidadas y llevaron a la depositación de extensos abanicos aluviales en el flanco este de la sierra de las Cruces, cuya constitución se conoce como Formación Tarango. Esta ocupa toda la parte baja de la cuenca a partir de los 2800 m de altitud y sus elementos se forman por importantes series de materiales clásticos y poligénicos, derivados de la destrucción y erosión de los elementos del Terciario medio y superior (Cervantes, 1969).

Durante el Cuaternario se intensificó la actividad volcánica formándose la sierra del Chichinautzin. Esta nueva barrera de 2000 metros de espesor interrumpió por completo el drenaje hacia el sur de esta cuenca, entre la sierra Nevada y la sierra de las Cruces (Ontiveros, 1980).

### 3.4 Hidrología

La cuenca del río Magdalena se localiza en la vertiente que forman las sierras del Ajusco y de las Cruces, en su unión al suroeste de la cuenca del río Eslava y, al noroeste, por las cabeceras de los ríos Mixcoac, Guadalupe y Anzaldo (Arenas y Cravioto, 1969).

El río Magdalena nace cerca de Puerta del Pedregal, a 3640 m de altitud, y recorre la cañada de Cieneguillas. Tiene dos afluentes por su margen izquierdo u occidental y cinco por su margen derecho, entre los que se encuentra el Acopilco, que es el más importante en cuanto a aporte de agua se refiere. Los demás afluentes proceden principalmente del cerro el Chinaco, el cerro de San Miguel y el cerro de la Media Luna (Cuevas, 1962).

El río Magdalena tiene una longitud total de 21,6 km, de los cuales 13 km recorren los bosques de la cuenca alta. Después, el río penetra en la zona urbana hasta llegar a la presa Anzaldo, con un recorrido de 4,000 m. A partir de esta presa el río Magdalena es entubado y dirigido hacia el río Churubusco en un trayecto de 2,000 m. Las aguas continúan su recorrido por el gran canal de desagüe, para salir de la cuenca de México a través de los túneles artificiales de Tequisquiác, donde llega a la cuenca del río Tula (Álvarez, 2000).

El río Magdalena está alimentado por una gran cantidad de manantiales, entre los cuales destacan (ver Figura 6):

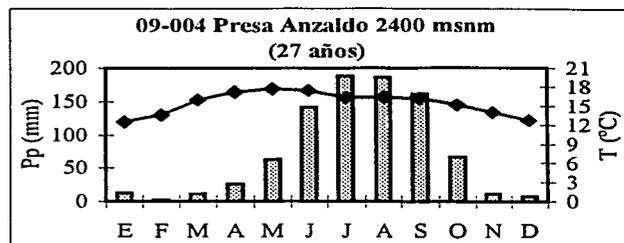
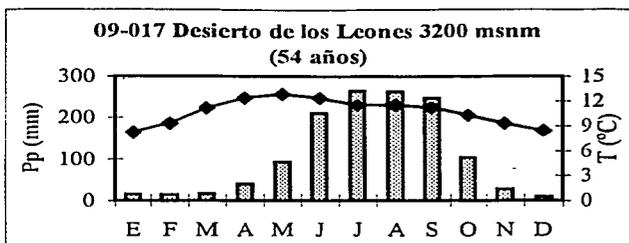
- Los Pericos, al norte del río Magdalena, 400 metros al oeste del tercer Dinamo
- Las Ventanas, en la ladera sur del cerro Pahueyxiót
- San Miguel, al noreste del cerro de la Palma en la margen izquierda de la barranca de San Miguel
- Cieneguillas, al poniente del cerro de la Palma formando el nacimiento del río Magdalena
- Temascalco y San José, dos manantiales que se originan al norte de la presa Aila, los cuales vierten sus contenidos a la altura del cuarto Dinamo

### 3.5 Clima

Conforme al sistema de clasificación de Köppen (1948), modificado por García (1987), en la parte baja de la cuenca alta del río Magdalena comprendida entre los 2400 y 2800 m snm se presenta el subtipo climático C (w<sub>2</sub>) (w) (b) i' g. Las características de este subtipo son: templado subhúmedo, el más húmedo de los subhúmedos, con lluvias en verano y un cociente de P/T mayor de 55.3; templado con verano fresco largo, temperatura media anual entre 12 y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3 y 18°C y la del mes más caliente entre 6.5 y 22°C, con poca oscilación térmica y marcha de la temperatura tipo Ganges. En la parte alta, de los 2800 a los 3500 m snm el clima es Cb' (w<sub>2</sub>) (w) (b') i g. Este subtipo sólo difiere del anterior por tener una temperatura media anual entre 5 y 12°C b', y que la oscilación térmica es menor a 5°C, o sea isotermal (García, 1987). Este clima se localiza desde el tercer Dinamo y hasta las partes más altas de la cuenca.

La temporada lluviosa se presenta en el verano, siendo julio el mes con mayor cantidad de precipitación, alcanzando un valor superior a 250 mm y que coincide con la isoyeta anual de 1200 mm (Figura 3). El porcentaje de lluvia invernal es menor del 5% con respecto a la total anual y los porcentajes altos de lluvia para el período mayo-octubre varían del 80 al 94% de la lluvia total anual, lo cual indica de manera clara que el régimen de lluvia que prevalece en la zona es eminentemente estival (García, 1987).

En esta zona las lluvias son intensas debido al desarrollo de corrientes convectivas que produce la insolación, sumándose el efecto del levantamiento orográfico que hace que estas nubes se eleven a mayor altura dando lugar a aguaceros más frecuentes. El registro de los valores de lluvia dan un promedio de 45-50 mm en 24 horas, mayor que el registrado en la zona este de la sierra Nevada de 35 mm en 24 horas, donde las condiciones de relieve y precipitación son muy similares a la sierra de las Cruces (Ontiveros, 1980). Esto da idea de la disposición hídrica en la zona, lo que ha permitido mantener diversas comunidades vegetales y ser de las principales zonas de recarga de los acuíferos de la Ciudad de México.



**Figura 3.-** Gráficas de temperatura y precipitación para dos estaciones climáticas cercanas a la cuenca alta del río Magdalena, México, D. F. (García, 1988).

### 3.6 Suelo

Los suelos de la cuenca alta del río Magdalena son principalmente Andosoles que se caracterizan por tener una formación a partir de materiales ricos en vidrios volcánicos, generalmente ácidos y se presentan en una topografía accidentada. Además, fijan fosfatos y son muy susceptibles a la erosión hídrica y eólica que forman cárcavas y barrancos profundos. Estos suelos de tierras altas tienen esencialmente una vocación forestal para pináceas y bosque mixto (Cervantes y Alfaro, 2000). Son suelos generalmente jóvenes, resultado de las últimas manifestaciones volcánicas del Cuaternario, por lo cual carecen de perfiles y características bien definidas.

En la parte baja de la cuenca alta se encuentran Andosoles húmicos de textura media limosa a franca arenosa localizándose desde la zona urbana hasta el primer Dinamo. En el segundo y tercer Dinamos los suelos son pobres en materia orgánica, ácidos y nutrientes. En el primer y tercer Dinamos se observan también áreas de Andosol húmico combinado con un Litosol de textura media limosa y con una fase lítica a menos de 50 cm (COCODER, 1988).

### 3.7 Vegetación

El área de estudio está comprendida en la Provincia Florística de las Serranías Meridionales, dentro de la región Mesoamericana de Montaña. Se caracteriza por contener elementos holárticos predominantemente en el estrato arbóreo, así como neotropicales, que son más abundantes en los estratos arbustivo y herbáceo, formando un complejo mosaico con elementos autóctonos. Su distribución es discontinua, ya que comprende a los grandes macizos montañosos del país, incluyendo las elevaciones más altas, además de muchas

áreas montañosas aisladas, cuya presencia propicia el desarrollo de numerosos endemismos (Rzedowski, 1978).

Las comunidades vegetales presentes en la cuenca alta del río Magdalena, de acuerdo con la denominación de Rzedowski (2001) son: bosque de *Abies*, bosque mesófilo de montaña, bosque de *Pinus hartwegii* y bosque de *Quercus*, los cuales se distribuyen a lo largo de un gradiente altitudinal que va de los 2600 hasta los 3750 m de altitud sobre el nivel medio del mar. Debido al gradiente climático y las condiciones de humedad de la zona, la vegetación presenta una disposición en bandas altitudinales más o menos bien definidas, observándose solapamientos entre el bosque mesófilo de montaña, el bosque de *Quercus* y el bosque mixto.

### 3.8 Factores antropogénicos

#### *Uso del suelo*

Se realizan algunas actividades económicas de poca importancia debido a su poco rendimiento económico; la silvicultura es la actividad con cierta planeación, la agricultura, el pastoreo y el turismo se realizan a menor escala (Ontiveros, 1980).

**Tabla I.-** Uso del suelo en las delegaciones del Distrito Federal donde se ubica la cuenca alta del río Magdalena (Ontiveros, 1980).

Delegación	Uso del suelo (ha)						Total
	Forestal	Agrícola	Pecuario	Industrial	Equipo. Urbano	Otros	
A. Obregón	2,273	153	0	69	291	4,931	7,720
Contreras	3,844	366	-	-	96	3,298	7,536
Cuajimalpa	5,040	582	-	-	152	2,310	8,095

En 1897, las aguas del río Magdalena fueron concedidas a la empresa Ángel Sánchez y Compañía, quien construyó los cuatro Dinamos para aprovechar el torrente del río en la generación de electricidad que hasta hace poco tiempo benefició a las fábricas de hilados y tejidos la Alpina, la Magdalena y Santa Teresa.

#### *Tenencia de la tierra*

En el área el régimen de tenencia de la tierra es de tipo comunal y ejidal, que se distribuyen de la siguiente manera (IMEP, 1995, en Fernández, 1997):

**Tabla II.- Tipo de tenencia de la tierra en el área de estudio.**

<b>Predio</b>	<b>Tipo de propiedad</b>
Poblado Magdalena Contreras	comunal
San Nicolás Totolapan	ejidal y comunal
San Bernabé Ocotepec	ejidal
Santa Rosa Xochiac	ejidal

La mayor parte de estas áreas ya fueron regularizadas por la Comisión de Regulación de Tenencia de la Tierra (CORETT). Sin embargo, en Magdalena Contreras existen varios litigios (zonas donde los títulos de propiedad no están bien legalizados) entre ejidatarios, comuneros y propietarios privados.

Dentro de las dificultades en tenencia de la tierra se encuentran:

- Litigio entre la Magdalena y San Nicolás Totolapan.
- Litigio entre la Magdalena y San Lorenzo Acopilco.

Algunas de las situaciones más conflictivas se derivan de la existencia de ejidos y áreas comunales en el poblado de San Nicolás Totolapan. En estas zonas, dado su gran atractivo para integrarse al área metropolitana, periódicamente surgen problemas de invasiones o ventas ilegales por parte de los ejidatarios (Garza, 2000b).

#### *Asentamientos tipo y número de habitantes*

Los asentamientos humanos en la cuenca alta del río Magdalena provienen de parte de la población inmigrante de otros estados de la República, así como de los mismos pobladores de las delegaciones Magdalena Contreras y Álvaro Obregón. Estos se presentan principalmente desde el primero y hasta el tercer Dinamos, mientras que en las partes altas existen pocos asentamientos aislados.

Por tipo de asentamiento los derechos de propiedad dentro del área se manifiestan de la manera siguiente: dueños con títulos de propiedad, familias con permiso de habitar, familias asentadas sin permiso legal y desconocido (Ontiveros, 1980).

En cuanto a población se refiere, la Delegación Álvaro Obregón es la de mayor extensión y la más poblada, y sobre esta se extiende una tercera parte de la cuenca alta del río Magdalena.

**Tabla III.-** Población total y superficie por entidad política en que se distribuye la cuenca alta del río Magdalena hasta el año 2000 (INEGI, 2002):

<b>Delegación o municipio</b>	<b>Población</b>	<b>Superficie deleg. (has)</b>	<b>Sup. CARM (has)</b>
Magdalena Contreras	222,050	6,389	1,400
Álvaro Obregón	687,020	10,504	950
Cuajimalpa	151,222	5,085	350
Ocoyoacac	49,615	1,270	225
<b>Total</b>	<b>1,109,907</b>	<b>23,248</b>	<b>2,925</b>

### *Agricultura*

Es una actividad con poco desarrollo en la cuenca, debido a las pendientes pronunciadas del terreno, además de la cercanía a la ciudad de México, que absorbe casi en su totalidad a la población económicamente activa, disminuyendo el número de personas que se dedican a ella.

La extensión de los suelos agrícolas es baja y se mantiene con base a esfuerzos por parte de los campesinos mediante fertilización. La distribución de estas tierras es irregular y en su mayoría se encuentran cercanos al cauce del río Magdalena.

### *Ganadería*

Depende substancialmente de las áreas forestales, pues se realiza de manera extensiva donde la vegetación herbácea del bosque es la única fuente alimentaria para los rebaños, ya que no se les da complemento alimenticio de ningún tipo y pasan dentro de ellas de 8 meses a un año (Obieta y Sarukhán, 1981). Se desarrolla de manera muy extendida y ha causado graves problemas al desarrollo de la silvicultura ya que se realiza de manera desordenada ocasionando grandes daños a pesar del reducido número de cabezas de ganado. Dentro de la cuenca coexisten tres tipos de ganado: el ovino, el caprino y el vacuno. Al parecer el que causa menos daño y aún es propicio para la zona es el vacuno, que acostumbra consumir la hierba seca que obstruye el crecimiento de los renuevos pero provoca su pisoteo. El ganado

ovino es el más abundante y el que consume el pasto de los espacios abiertos. Finalmente, el ganado más perjudicial es el caprino, ya que consume los renuevos de los tallos evitando el crecimiento normal de los árboles.

### *Posición como Área Natural Protegida*

La principal función de un ANP es la protección y conservación de recursos naturales de importancia especial, ya sean especies de fauna o flora que se encuentran catalogados en algún estatus de riesgo (raras, amenazadas, endémicas, peligro de extinción) o bien de ecosistemas representativos a nivel local, regional, país e incluso internacionalmente.

En la categoría de Área de Protección de Recursos Naturales existen las subcategorías de Reserva Forestal y Zona Protectora Forestal, las cuales incluyen algunas presas, sistemas nacionales de riego, cuencas hidrográficas, algunos arroyos, lagunas y ríos. De acuerdo con el artículo 53 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), modificado en 1996, las Zonas Protectoras Forestales son aquellas destinadas a la preservación y protección del suelo, las cuencas hidrográficas, las aguas y en general los recursos naturales localizados en terrenos forestales. Los criterios y objetivos para la creación de las Zonas Protectoras Forestales tienen como objetivo general la conservación, protección y restauración de los suelos, cuencas hidrográficas, vegetación forestal y fauna silvestre. También, la protección de infraestructura y mejoramiento ambiental de los asentamientos humanos.

La Zona Protectora Forestal de los bosques de la Cañada de Contreras, equivalente al área de la cuenca alta del río Magdalena, está clasificada como área de protección para la ciudad de México y fue decretada el 27 de junio de 1932, con una extensión de 3100 hectáreas aproximadamente (DOF, 1932). Este decreto se realizó en base a un estudio técnico de la Dirección Forestal y de Caza y Pesca en el que se concluyó que "la conservación del arbolado de la cañada de Contreras, D. F., se impone, como una medida de orden benéfica a la salubridad, dada su proximidad relativa a la propia capital de la República y que además del beneficio antes mencionado, dicho arbolado constituye una defensa eficaz y necesaria para sostener la uniformidad del caudal de las aguas del río de la Magdalena, cuya corriente se aprovecha para la producción de fuerza hidroeléctrica en la región, que se conoce también con el nombre de Cañada de los Dinamos" (DOF, 1932).

Sin embargo, a pesar de la importancia del área, su legalidad representa un desorden administrativo en el que no es claro a quién compete su administración o si realmente se le considera un ANP. El decreto de la ZPF Cañada de Contreras fue a nivel Federal, pero actualmente, la SEMARNAT, a través del Instituto Nacional de Ecología (INE.), no la contempla dentro del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

#### **4.- Métodos**

##### **4.1 Delimitación del área de estudio y cartografía**

Para la delimitación de la zona de estudio se siguió el parteaguas de la cuenca del río Magdalena terminando en el límite con el área urbana, que es donde inicia el Área Natural Protegida, por lo que el área representa una división hidrológica y de conservación.

La delimitación se realizó a partir de tres cartas urbanas topográficas de la Tesorería del Departamento del Distrito Federal escala 1:10 000 (E14A39 51 y 52 y E14A49 11, 1985) y dos cartas de INEGI escala 1:50,000 (E14A38, 1993 y E14A48, 1990). Todas las cartas presentan una equidistancia de curvas de nivel cada 10 metros. Se hizo una primer delimitación de la cuenca con fotografías aéreas pancromáticas escala 1:75,000 (1999) y posteriormente sobre las cartas topográficas. Una vez delimitada el área, se digitalizó la información geográfica en el SIG ILWIS 3.0 (Integrated Land and Water Information System). Esta incluyó el límite de la cuenca alta del río Magdalena, todas las curvas de nivel cada diez metros, escurrimientos, el lecho del río Magdalena y las divisiones políticas dentro del área. Con el SIG ILWIS 3.0, a partir de la digitalización del mapa de segmentos se crearon los mapas siguientes: mapa hipsométrico con intervalos altitudinales cada 100 metros y el modelo sombreado del relieve con los escurrimientos principales y el río Magdalena.

El área de estudio coincidió con los límites que estableció el decreto Presidencial de 1932 para la "Zona Protectora Forestal Cañada de Contreras".

##### **4.2 Listado florístico (Fitodiversidad)**

Para conformar el listado florístico se realizó una búsqueda bibliográfica para conjuntar los autores que han estudiado la flora de la cuenca alta del río Magdalena. Las sinonimias y

nomenclatura correcta de los nombres científicos, así como los nombres de las familias se siguieron conforme a Rzedowski, 2001.

Las fuentes consultadas fueron: Madrigal (1967), Sánchez (1969), Luis-Martínez (1989), Nieto de Pascual (1995), Silva *et al.* (1999) y Rzedowski (2001).

La información complementaria por especie se tomó, según el atributo, de las siguientes referencias:

-Afinidad geográfica a nivel de género (Mabberley, 1987, Willis, 1988, Williams, 1951, y Almeida *et al.*, 1999). Los criterios aplicados para definir la afinidad geográfica de las especies se basaron en la tabla IV:

**Tabla IV.-** Áreas de distribución fitogeográficas (Almeida, 1999)

<b>Componentes</b>	<b>Elementos</b>	<b>Áreas de distribución de los elementos</b>
<b>Templado</b>	Ampliamente templado	Templadas y frías de ambos hemisferios
	Holártico	Templadas y frías del hemisferio norte
	Neártico	Templadas y frías de América del Norte
	Austral antártico	Templadas y frías del hemisferio sur
<b>Cosmopolita</b>	Cosmopolita	Templadas y tropicales de ambos hemisferios
<b>Tropical</b>	Ampliamente tropical	Tropicales de América, Asia y África
	Neotropical	Zonas tropicales de América
<b>México</b>	Endémica	México

La forma de vida de cada especie se determinó a partir de las descripciones en la Flora Fanerogámica del Valle de México (Rzedowski, 2001). Las formas de vida encontradas en la lista florística de la cuenca son: arbóreo, arbustivo, herbáceo, rasante, epífita y trepadora.

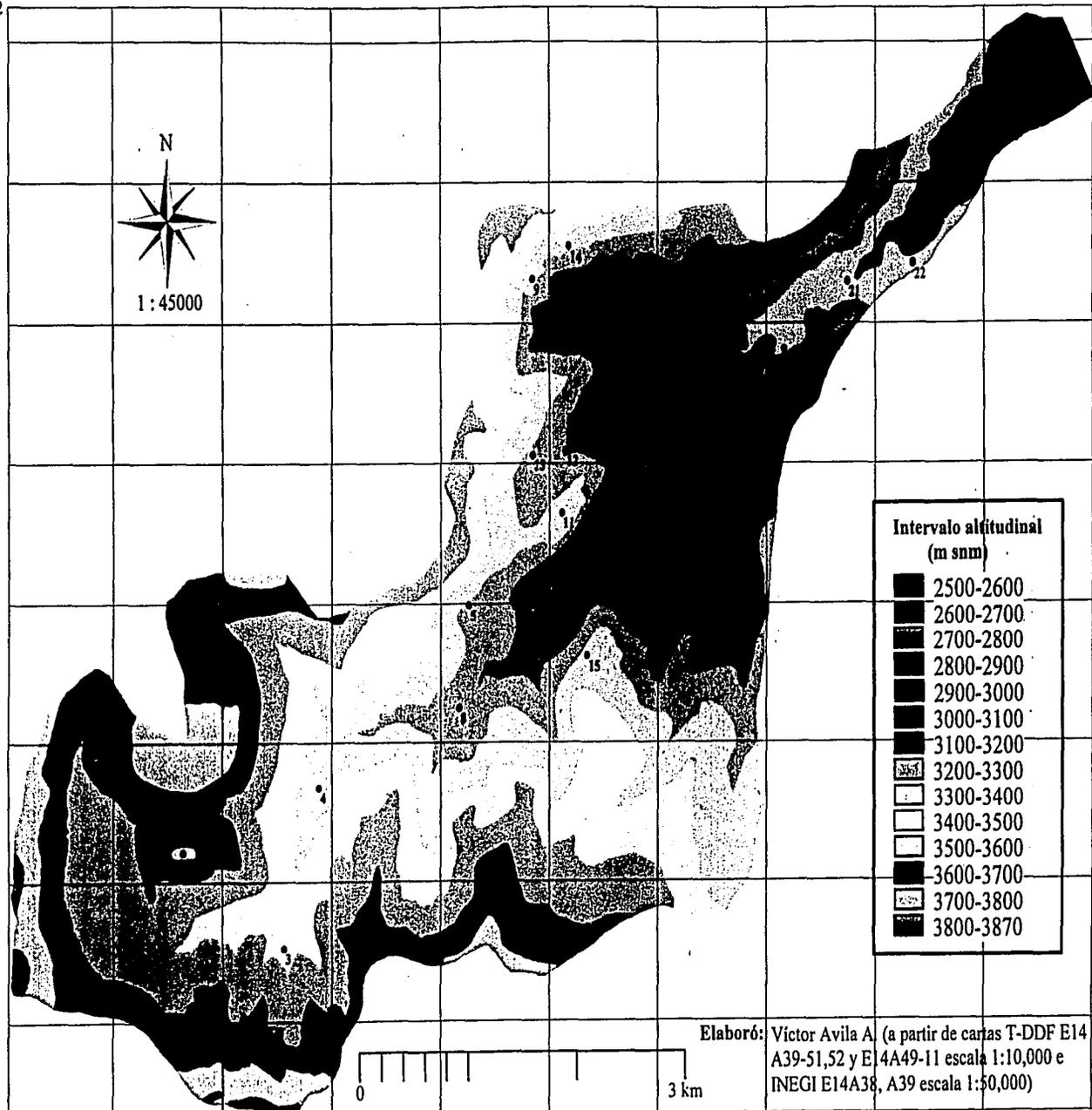
#### 4.3 Trabajo de campo

Para la presente investigación se quiso utilizar un método de muestreo rápido que permitiera llevar a cabo el análisis de la vegetación de un gran número de puntos en toda la cuenca alta del río Magdalena, pero que al mismo tiempo, proporcionara la mayor información posible (en cuanto a composición de especies y factores ambientales).

Se hicieron dos salidas de reconocimiento y doce para hacer el muestreo en 28 levantamientos de 25 x 25 m (625m<sup>2</sup>) siguiendo la metodología de la escuela fitosociológica de Zürich-Montpellier (Braun-Blanquet, 1974; Mueller-Dombois *et al.*, 1974), adaptado para montañas tropicales (Van der Hammen *et al.*, 1989). Además, para complementar los datos obtenidos con la metodología fitosociológica, se tomaron datos de estructura del estrato arbóreo (ver apartado 4.5). Los sitios fueron elegidos de forma preferencial de acuerdo a los criterios de homogeneidad fisonómica y florística, tratando de evitar las zonas con mayor grado de perturbación humana. En cada sitio de muestreo (625m<sup>2</sup>) se recabó la siguiente información (ver apéndice 8.6):

- *Localidad*: utilizando las cartas topográficas se relacionó al sitio de muestreo con algún Dinamo, carretera o cerro específico, además de la entidad política
- *Pendiente*: se tomó en el valor promedio de la pendiente del sitio utilizando un clinómetro
- *Altitud*: GPS Garmin III y reloj barómetro Suunto Vector
- *Coordenadas geográficas*: GPS Garmin III
- *Orientación*: dirección de la pendiente principal, con brújula Suunto Vector

Se estimó el porcentaje de cobertura con respecto al área del cuadrante de piedras, guijarros, plantas muertas, total de la vegetación con respecto al suelo desnudo, de los diferentes estratos y de hojarasca. Asimismo, en escala arbitraria de 0 a 5, se estimó el grado de perturbación humana y/o animal. También se identificó de manera cualitativa la ausencia y presencia de regeneración y reforestación.



Las especies no identificadas en campo, se colectaron, etiquetaron y prensaron para su posterior determinación con ayuda del personal de los Laboratorios de Biogeografía y Plantas Vasculares de la Facultad de Ciencias de la UNAM y siguiendo las descripciones de Rzedowski (2001). El material colectado se depositó en el Laboratorio de Biogeografía.

#### 4.4 Definición y descripción de comunidades vegetales

Se siguió la escuela europea fitosociológica modificada para montañas tropicales de Zürich-Montpellier (Van der Hammen *et al.*, 1989). Los datos de los porcentajes de cobertura por especie vegetal y de caracterización ambiental para cada levantamiento (altitud, orientación, tipo de vegetación, pendiente, porcentaje de cobertura de la vegetación y del suelo desnudo), fueron introducidos a una tabla de datos en el software Excel donde se generó una tabla burda. Estos datos fueron acomodados de izquierda a derecha en orden decreciente de altitud y de arriba abajo en función de la presencia y porcentaje de cobertura de cada especie vegetal por levantamiento.

Posteriormente, para corroborar las comunidades obtenidas a partir de los datos en la tabla fitosociológica burda, haciendo el análisis entre la cobertura y la presencia de las especies de los diferentes levantamientos, se hizo una clasificación por índices de similitud con el programa estadístico PC-Ord 4 (McCune and Mefford, 1999).

**Tabla V.-** Escala para los valores de cobertura introducidos en PC-Ord 4.

<b>Cobertura obtenida en campo (%)</b>	<b>Categoría correspondiente en PC-Ord</b>
0-2	1
2-5	2
5-10	3
10-20	4
>20	5

#### *Índices de diversidad*

Para el análisis de la diversidad vegetal por comunidad vegetal se utilizaron los índices de Shannon y de Simpson. El índice de Shannon expresa la equitatividad de los valores de

importancia de toda la secuencia. Combina dos atributos, la riqueza de las especies de plantas y la igualdad-desigualdad de la distribución de las coberturas de las mismas.

Se calcula con la fórmula siguiente:  $H' = -\sum (P_i \ln P_i)$  siendo  $P_i$  la importancia en cuanto a la probabilidad de tomar al elemento  $i$ .

Por otro lado el índice de Simpson indica la probabilidad de que dos individuos capturados al azar sean de la misma especie. Determina la contribución al total de la muestra por cada especie y depende de la riqueza y su equidad.

Se calcula con la fórmula:  $D = 1/\sum P_i^2$

Estos análisis fueron calculados con el software PcOrd 4 (McCune and Mefford, 1999).

#### 4.5 Estructura del estrato arbóreo

Se realizaron un total de 12 levantamientos estructurales que incluyeron a todas las comunidades boscosas en el área. El tamaño de la parcela fue igual que la utilizada para definir comunidades. Se recabaron los siguientes atributos para todos los individuos del estrato arbóreo.

- a) Especie arbórea (se hizo una lista de todas las especies arbóreas presentes para asignarles una clave que facilitara la captura de datos)
- b) Diámetro a la altura del pecho (con cinta diamétrica o métrica)
- c) Altura total (tomando el ángulo de la punta y la base del árbol con un clinómetro, sumándose ésta si está pendiente abajo o restándose si está pendiente arriba, multiplicado por la distancia en metros a la base del árbol)
- d) Coordenadas X,Y con respecto al cuadrante de 25 x 25 m. El eje X siempre se hizo coincidir con la dirección E-W, mientras que el Y correspondió con S-N
- e) Radio de la copa de cada individuo arbóreo en las direcciones de los 2 ejes del cuadrante

La cobertura de la copa de un individuo arbóreo es la proporción de terreno ocupado por la proyección perpendicular de las partes aéreas del individuo de la especie considerada y se mide como un porcentaje del área de muestra total:

$$= (\text{radio en X}) \times (\text{radio en Y}) \times (3.1416)$$

El área basal es la superficie de una sección transversal del tronco de un árbol a la altura del pecho (1.3 m) y se obtiene con la fórmula siguiente (Meave, 1983):

$$\pi r^2 \text{ siendo } r = \text{DAP}/2$$

Para evaluar la importancia-ecológica de las especies en las comunidades se han usado las siguientes tres variables de manera combinada (Meave, 1983):

- 1.- Densidad, definida como número de individuos por unidad de área
- 2.- Frecuencia, el porcentaje de submuestras en las que aparece una especie
- 3.- Biomasa, estimada a través del área basal o de la cobertura

Sarukhán (1968) hace una crítica a los índices que toman estos parámetros expresados en forma relativa y sumados, por lo que propone uno nuevo que depende de la densidad y área basal de las especies en una comunidad. Lo denominó índice de dominancia y se calcula dividiendo las dos variables:

$$\begin{aligned} \text{Índice de dominancia} &= \text{Densidad} / \text{área basal} \\ \text{tomando densidad} &= \# \text{ de individuos por cuadrante y} \\ \text{área basal} &= \text{suma acumulada de todos los} \\ &\text{individuos de una misma especie en un cuadrante} \end{aligned}$$

## 5.- Resultados

### 5.1 Cartografía temática

Con el propósito de tener una delimitación exacta del área de estudio así como reconocer rasgos geomorfológicos y de clima, se elaboraron los siguientes mapas temáticos: mapa topográfico (Figura 5), altimétrico (Figura 4), hidrológico y sombreado del relieve (Figura 6).

Sirvieron para reconocer la distribución de la cuenca en el Distrito Federal, las divisiones políticas para las tres delegaciones, así como para identificar características geomorfológicas. Es importante señalar que la mayoría de los estudios realizados en el área consideran a esta dentro de la Magdalena Contreras, siendo parte también de Álvaro Obregón, Cuajimalpa y del municipio de Ocoyoacac en el Estado de México.

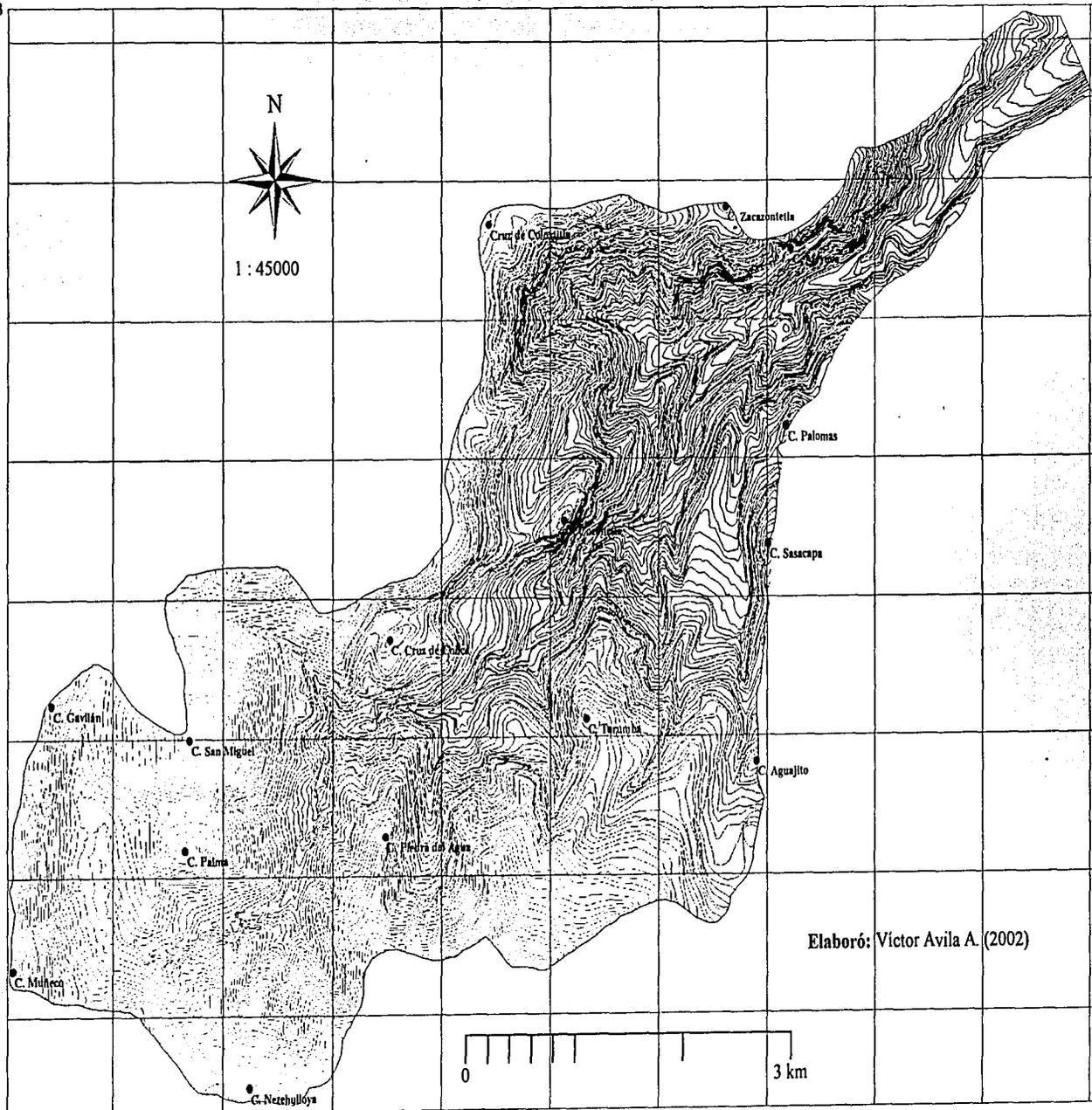


Figura 5.- Mapa topográfico de la cuenca alta del río Magdalena con los cerros principales



## 5.2 Fitodiversidad

Para el área de estudio la lista florística registrada es de 532 especies que pertenecen a 92 familias y 274 géneros. Las familias con mayor número de especies son (ver tabla VI): Compositae 14 %, Gramineae 8%, Cruciferae 4% y Leguminosae 4% y las de mayor número de géneros son: Compositae 18.8% (39), Graminae 7.9% (21), Cruciferae 2.6% (12) y Leguminosae 3.9% (12). Los géneros con más especies en el área son: Eupatorium (13), Senecio (13) y Salvia (12).

**Tabla VI.-** Familias de plantas vasculares mejor representadas en la cuenca alta del río Magdalena, México, D. F.

<b>Familia</b>	<b>Géneros % del total</b>		<b>Especies % del total</b>	
Compositae	39	14.23	100	18.87
Gramineae	21	7.66	42	7.92
Cruciferae	12	4.38	14	2.64
Leguminosae	12	4.38	21	3.96
Labiatae	10	3.65	23	4.34
Rosaceae	10	3.65	16	3.02
Orchidaceae	8	2.92	12	2.26
Ericaceae	7	2.55	8	1.51
Scrophulariaceae	7	2.55	16	3.02
Umbelliferae	7	2.55	12	2.26
Onagraceae	6	2.19	10	1.89
Caryophyllaceae	5	1.82	12	2.26
Cyperaceae	5	1.82	16	3.02
Solanaceae	5	1.82	15	2.83

En la cuenca el estrato herbáceo es el que predomina en el número total de especies con aproximadamente el 68% (361 spp.). Le sigue el arbustivo con 13% (70 spp.), el arbóreo con 10% (55 spp.) y los estratos restantes con 8 % (45 spp.) en conjunto.

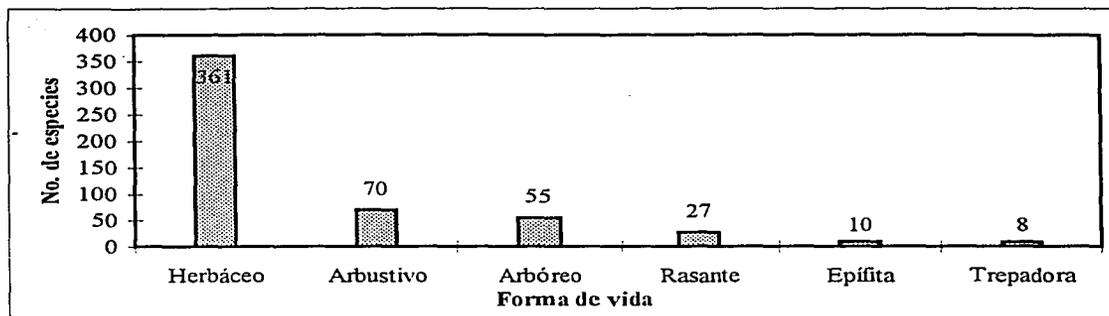


Figura 7.- Número de especies por forma de vida registrada en la lista florística de la cuenca alta del río Magdalena, México, D. F.

En cuanto a la afinidad geográfica se encontró un mayor número de especies para los elementos neotropical, cosmopolita y holártico. Estos tres elementos representan al 70% del total de las plantas presentes en el área. El elemento ampliamente templado constituye el 17% y el ampliamente tropical 9%. Los elementos restantes no pasan del 1.3%. En cuanto a especies endémicas a México el porcentaje en relación al número total de géneros es de 2.5%.

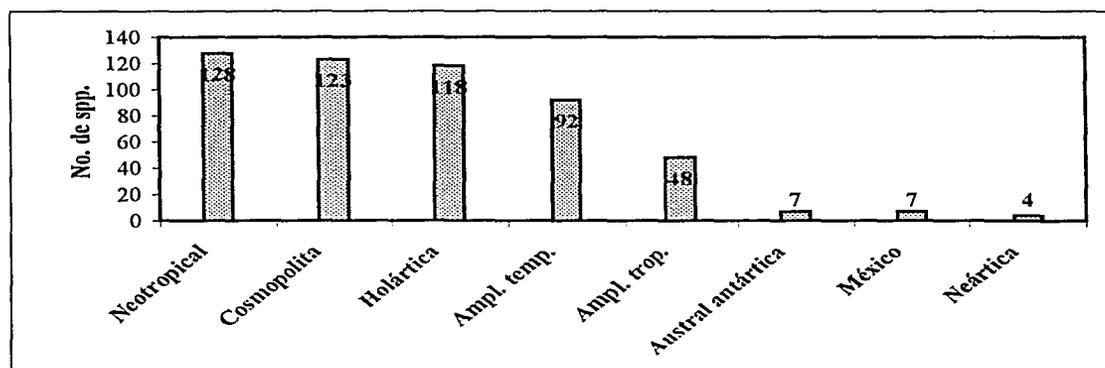
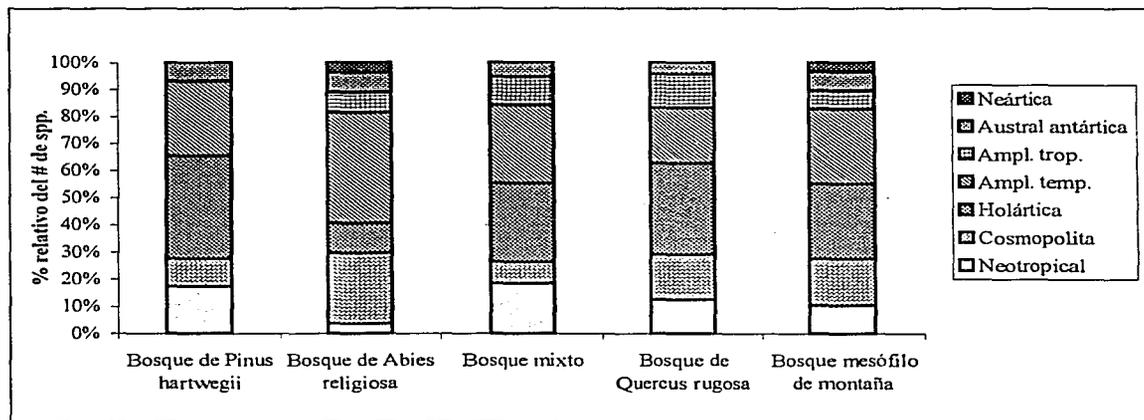


Figura 8.- Afinidad geográfica por género para las especies de plantas vasculares de la cuenca alta del río Magdalena, México, D. F.

Por comunidad vegetal las proporciones de las afinidades geográficas cambian con respecto a la flora total del área (Figura 9). En el bosque de *Pinus hartwegii* predominan los elementos holártico y ampliamente templado, y no se encontraron especies de afinidades

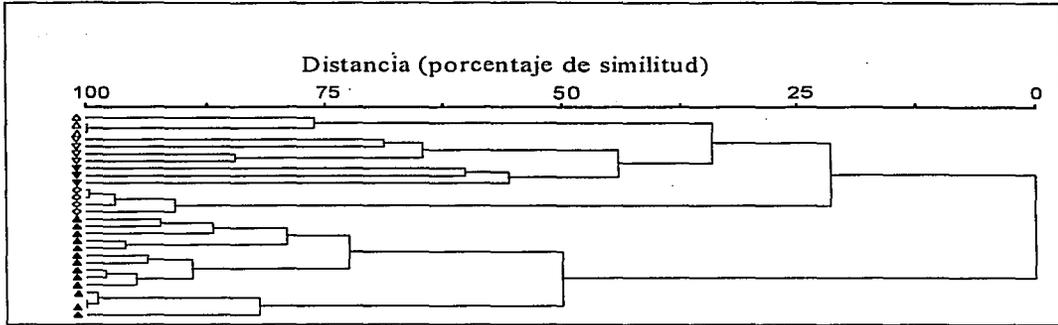
panropical y neártica. En el bosque de *Abies religiosa* se encontró una mayoría de especies con afinidades ampliamente templada y cosmopolita. A pesar de esto, en esta comunidad el elemento que predomina en cobertura es de afinidad holártica. Bajando altitudinalmente, en el bosque mixto se registró una dominancia de los elementos holártico y ampliamente templado como en el caso del bosque de *Pinus hartwegii*, aunque con la presencia de especies de afinidad panropical. Asimismo, tanto en el bosque mesófilo de montaña como en el de *Quercus rugosa* predominan en el número de especies las afinidades ampliamente templada y holártica con una proporción importante de cosmopolitas.



**Figura 9.-** Afinidad geográfica por especie y comunidad vegetal en la cuenca alta del río Magdalena.

### 5.3 Descripción de las comunidades vegetales encontradas

Se distinguieron cinco comunidades vegetales a partir de los datos de cobertura por especie en cada cuadrante conjuntados en la tabla fitosociológica (tabla VII), por lo que se asignó este valor al programa de análisis multivariado PC-Ord 4.0 para agruparlos por índices de similitud de cobertura y especie por cada cuadrante (Figura 10).



**Figura 10.-** Dendrograma de similitud para las coberturas de especies en los 28 levantamientos realizados en la cuenca alta del río Magdalena.  $\triangle$  Bosque de *Pinus hartwegii-Trisetum altijugum*,  $\nabla$  Bosque mesófilo de montaña,  $\blacktriangledown$  Bosque mixto (*Pinus-Alnus-Quercus*),  $\diamond$  Bosque de *Quercus rugosa-Q. laurina* y  $\blacktriangle$  Bosque de *Abies religiosa-Senecio angulifolius*.

Siguiendo un intervalo altitudinal de mayor a menor altitud se reconocieron las siguientes comunidades vegetales (ver tabla VII):



Comunidad de *Pinus hartwegii*-*Trisetum altijugum* (3400-3750 m snm)



Comunidad de *Abies religiosa*-*Senecio angulifolius* (2900-3500 m snm)



Bosque mixto (2800-3200 m snm)



Bosque mesófilo de montaña (2650-2800 m snm)



Comunidad de *Quercus rugosa*-*Q. laurina* (2600-2900 m snm)



### 5.3.1 Comunidad de *Quercus rugosa*-*Q. laurina*

**Fisonomía:** Bosque con 2 estratos principales: arbóreo y herbáceo. Los individuos de este bosque presentan una altura de 8 a 30 m, pero en promedio es de 13 m para los muestreos realizados. La cobertura del estrato arbóreo es moderadamente densa (60%). El estrato herbáceo casi siempre tiene coberturas bajas (<5%) mientras que el arbustivo no pasa del 5% de cobertura.

**Composición:** Entre los 2600 y 2800 m de altitud el estrato arbóreo está dominado por *Quercus rugosa*, con coberturas de hasta 80%. En algunos puntos forma bosquetes puros aunque casi siempre se le encuentra asociado con *Q. laurina* (40% de cobertura) y en menor frecuencia con *Q. crassipes*. Otras especies que comparten con menores coberturas el dosel son *Pinus patula*, *Cupressus lusitanica*, *Clethra mexicana* y *Garrya laurifolia*. Por encima de los 2800 m tiene mayor cobertura el encinar de *Quercus laurina* (50%), y se asocia con *Q. rugosa*, *Furcraea bedinghausii* y *Arbutus xalapensis*.

Las especies de los estratos herbáceo y arbustivo que se encuentran con mayor frecuencia en esta comunidad son: *Baccharis conferta*, *Brickellia nutanticeps*, *Castilleja arvensis*, *Conopholis alpina*, *Solanum cervantesii*, *Phytolacca icosandra*, *Desmodium aparines*, *Eupatorium petiolare*, *Geranium seemanii*, *Clematis dioica*, *Valeriana clematidis*, *Stevia ovata* var. *ovata* y *Senecio barba-johannis*.

**Diversidad:** Se reconocieron un total de doce especies por cuadrante. El análisis de la diversidad alfa para esta comunidad vegetal obtuvo un valor promedio de 1.37 para el índice de Shannon y de 0.67 con el índice de Simpson. Esto nos indica que es la segunda comunidad menos diversa, después del bosque de *Pinus hartwegii*, como se aprecia en la Figura 10.

**Distribución y ecología:** Esta comunidad se localiza entre los 2600 y 3000 m de altitud, aunque entra en ecotono con el bosque mesófilo de montaña y con el mixto entre los 2600 y los 2800 m y con el de *Abies* entre los 2800 y 3000 m. Se desarrolla en pendientes de 20 hasta 60%. El suelo normalmente está cubierto por una capa de 10-15 cm de hojarasca. La regeneración es baja y la reforestación ha sido con cedro blanco principalmente, aunque en

algunos lugares han plantado algunos encinos. Esta comunidad vegetal boscosa abarca la parte baja del área de estudio y ha perdido extensión debido al crecimiento de la mancha urbana. En este bosque se encuentran la mayoría de los asentamientos irregulares del área protegida (ver apéndice V).

### 5.3.2 Bosque mesófilo de montaña

**Fisonomía:** Presenta dos estratos arbóreos, con coberturas que llegan al 70%. El estrato arbustivo es medianamente denso con coberturas del 30% y alturas hasta de 2 m. El herbáceo tiene menor cobertura y es abundante en helechos. El rasante alcanza coberturas de 10% y las epífitas no aportan mucha cobertura pero son abundantes. Es un bosque con la mayoría de sus elementos perennifolios, de 10-25 m de altura, y se desarrolla en terrenos con pendientes de 30 a 60%.

**Composición:** Las especies que componen el estrato arbóreo son: *Buddleia cordata*, *Viburnum stenocalyx*, *Prunus brachybotrya*, *Alnus acuminata* ssp. *arguta*, *Quercus laurina*, *Acer negundo* var. *mexicanum*, *Sambucus nigra* var. *canadensis*, *Clethra mexicana* y *Cornus disciflora*. El estrato arbustivo lo componen: *Eupatorium mairetianum*, *E. lucidum*, *Ilex tolucana*, *Senecio angulifolius*, *Iresine ajuscana*, *Momina ciliolata* y *Montanoa frutescens*. Las herbáceas más representativas son: *Adiantum andicola*, *Asplenium monanthes*, *Bidens ostruthioides*, *Salvia gesnerifolia*, *Bromus dolichocarpus*, *Eupatorium isolepis*, *E. oligocephalum*, *Fragaria mexicana* y *Urtica chamaedryoides*.

Esta comunidad es rica en trepadoras como *Archibaccharis hirtella*, *Clematis dioica*, *Didymaea alsinoides*, *Matelea chrysantha*, *Philadelphus mexicanus*, *Smilax moranensis* y *Solanum appendiculatum*. También se pueden encontrar algunas epífitas como *Peperomia galioides*, *P. quadrifolia*, *Tillandsia andrieuxii* y *T. violacea*.

**Diversidad:** La riqueza máxima encontrada por levantamiento fue de 19 especies y en promedio fue de 13. El índice promedio de Shannon fue 1.782 y de Simpson 0.768. Con estos resultados se puede decir que esta es la segunda comunidad vegetal más diversa en la cuenca alta del río Magdalena.

**Distribución y ecología:** Existe en la zona de estudio como manchones pequeños cerca del primer y segundo Dinamos, entre los 2650 y los 2800 m snm. Se distribuye sobretodo en zonas de alta humedad por las que fluyen pequeños arroyos o cercanas al río Magdalena. Esta comunidad se encuentra altamente alterada, ya que se distribuye en una zona en la que la influencia turística es alta (ver apéndice V).

### 5.3.3 Bosque mixto

**Fisonomía:** Comunidad semiabierta con elementos deciduos y perennes. Presenta dos estratos arbóreos, de 25 y 10 m de altura máximas, con coberturas de 50% y diámetros promedio de 28cm. El estrato arbustivo es abundante, alcanza alturas de 3 m y coberturas del 30%. Las herbáceas son numerosas pero no aportan mucha cobertura a la comunidad (<10%).

**Composición:** Esta comunidad es una mezcla de especies de los géneros *Pinus*, *Quercus*, *Abies* y *Alnus*, principalmente. Entre las especies más frecuentes y con mayor cobertura en el estrato arbóreo están: *Quercus rugosa*, *Q. laurina*, *Alnus jorullensis ssp. jorullensis*, *Pinus montezumae*, *P. patula*, *P. pseudostrobus* y *Abies religiosa*. Otras especies del estrato arbóreo son *Lippia mexicana*, *Symplocos citrea*, *Cestrum anagyris var. anagyris*, *Crataegus pubescens* y *Salix oxylepis*. El estrato arbustivo lo representan las especies *Eupatorium mairretianum*, *Verbesina oncophora*, *Senecio barba-johannis* y *Solanum cervantesii*. Las herbáceas más frecuentes de esta comunidad son *Castilleja tenuiflora*, *Eupatorium pazcuarense* y *Alchemilla procumbens*.

**Diversidad:** En promedio se identificaron un total de 11 especies por cuadrante (625m<sup>2</sup>). Tomando el análisis de diversidad de los índices de Shannon (1.94) y Simpson (0.79), fue ésta la comunidad vegetal más diversa de la cuenca, ya que la equidad y riqueza, en promedio, fueron las más altas. Es decir, no hay dominancia de una sola especie en las coberturas vegetales, sino que la componen varias especies.

**Distribución y ecología:** Se encuentran en la parte media de la cuenca, de los 2800 a los 3200 m de altitud, así como en las partes altas de las laderas del cerro Meyuca, a la altura

del segundo y tercer Dinamos (ver apéndice V). Representa una transición entre el bosque mesófilo de montaña y el bosque de *Quercus* a la comunidad de *Abies religiosa*.

#### 5.3.4 Comunidad de *Abies religiosa*-*Senecio angulifolius*

**Fisonomía:** Bosque perennifolio, alto, medianamente denso en la mayor parte del área, aunque hay zonas muy abiertas. El dosel alcanza 20 a 30 m de altura, rara vez arriba de 30 m. En estrato arbustivo, de 2 a 3 m de alto, está bien representado y aporta coberturas del 30%. El estrato herbáceo presenta numerosos individuos, pero en cobertura nunca sobrepasa el 10%. Sólo en algunos sitios se encuentra al estrato rasante, de musgos principalmente, con coberturas de menos del 15%.

**Composición:** Las especies más frecuentes de esta comunidad son: *Abies religiosa*, *Senecio angulifolius*, *S. barba-johannis*, *Eupatorium pazcuarensis*, *Thuidium delicatulum*, *Acaena elongata*, *Salvia elegans* y *S. concolor*. La especie dominante en el estrato arbóreo, con coberturas que van desde 40 hasta 90%, es *Abies religiosa*. En algunos puntos de la cuenca se presenta un estrato arbóreo inferior compuesto por *Salix paradoxa*, *Sambucus nigra* var. *canadensis*, *Prunus serotina* var. *capulli*, *Pinus hartwegii*, *P. montezumae* y *P. ayacahuite* var. *veiteghii*. El herbáceo tiene una cobertura menor y la especie representativa de éste es *Acaena elongata*. El estrato rasante lo representa el musgo *Thuidium delicatulum* y, a pesar de que la presencia de este estrato es característica en los bosque de oyamel, en la cuenca no se presenta con grandes coberturas.

**Diversidad:** El promedio de la riqueza encontrada por levantamiento en esta comunidad fue de 9 especies y obtuvo valores intermedios para los índices de diversidad. El índice de Shannon fue de 1.63 y el de Simpson de 0.75.

**Distribución y ecología:** Esta comunidad está confinada a altitudes que van de los 2900 hasta los 3500 m snm. En extensión es el bosque más amplio dentro de la cuenca. Arriba del intervalo altitudinal superior, se le puede encontrar en laderas de cerros con orientación norte en transición con individuos de *Pinus hartwegii*. Se presenta en pendientes que van desde planas (2%) hasta inclinadas (50%), pero los rodales más vigorosos se desarrollan en

pendientes de 30%. El estrato arbustivo en ocasiones puede ser muy denso, probablemente por perturbación. Se encontró una gran cantidad de oyameles con daños por el defoliador *Evita hyalinaria* y el descortezador *Dendroctonus adjunctus*. En la zona denominada Cruz de Coloxtitla, en el límite de la cuenca y el Parque Nacional Desierto de los Leones, el predominio es de oyameles muertos a causa de los incendios forestales de 1998 (ver apéndice V).

### 5.3.5 Comunidad de *Pinus hartwegii*-*Trisetum altijugum*

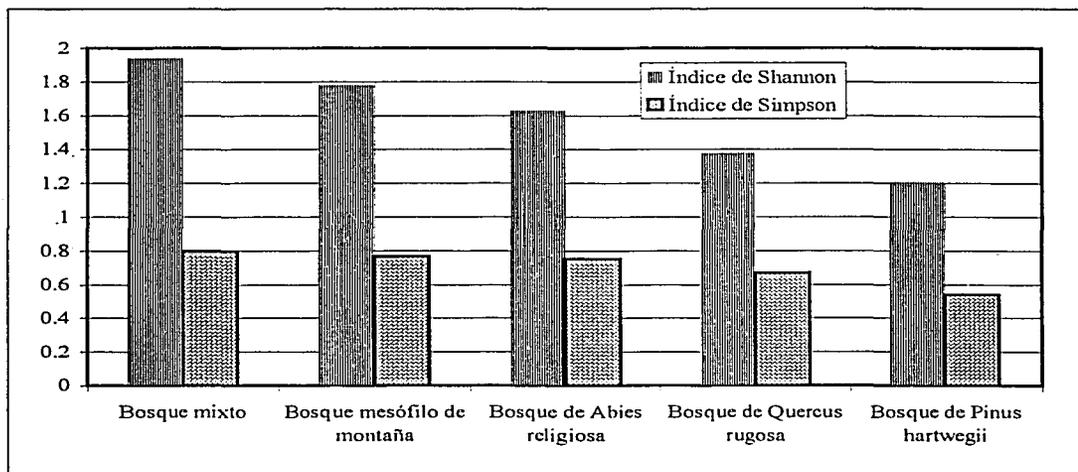
**Fisonomía:** Bosque perennifolio, poco denso, con un promedio de alturas de 4.5 m, aunque hay individuos que llegan a medir 20 m. Los troncos de estos árboles tienen en promedio un DAP de 10 cm y los individuos más altos de 45 cm. Presenta tres estratos de vegetación. El estrato dominante es el arbóreo, que es monoespecífico y abierto, con coberturas que van desde 40 hasta 60%. Le sigue en importancia el estrato herbáceo, con gramíneas principalmente, de alturas de hasta 1 m. El estrato arbustivo está muy poco representado y rara vez presenta coberturas arriba del 5% con alturas de hasta 3 m.

**Composición:** En el estrato arbóreo la única especie que domina es *Pinus hartwegii*. El estrato herbáceo está dominado por las gramíneas: *Trisetum altijugum*, *Muhlenbergia quadridentata* y *Calamagrostis toluensis*. Otras herbáceas características de esta comunidad son *Alchemilla procumbens*, *A. vulcanica*, *Potentilla rubra*, *Geranium potentillifolium* y *Lupinus glabratus*. El estrato arbustivo lo representan *Baccharis conferta* y *Senecio cinerarioides*. Las epífitas son escasas y están representadas por la parásita *Arceuthobium vaginatum*.

**Diversidad:** A pesar de encontrar una riqueza media por cuadrante, ésta es la comunidad con menores valores para los índices de diversidad. En promedio se encontraron un total de 11 especies por levantamiento, el índice de Shannon fue de 1.206 y el de Simpson de 0.53 (ver Figura 10).

**Distribución y ecología:** Se distribuye desde los 3400 hasta los 3750 m snm. Este bosque se ha visto afectado por incendios y en algunos puntos de la cuenca se pueden apreciar

individuos con los troncos oscuros y quemados. Hay zonas en las que la mayoría de los árboles de *Pinus hartwegii* se encuentran parasitados por *Arceuthobium vaginatum*. En algunas cañadas protegidas y con orientación norte, se da un ecotono entre este bosque y el de *Abies religiosa*. y en las partes más altas se asocia con zacatonales alpinos. Las pendientes en las que se desarrolla son por lo general planas (15%) aunque también se encuentra en laderas con pendientes de hasta el 40%.



**Figura 11.-** Comparación de la diversidad por comunidad vegetal de la cuenca alta del río Magdalena.

#### 5.4 Estructura del estrato arbóreo

Se identificaron dieciocho especies del estrato arbóreo que se encuentran con mayor frecuencia y en base a mediciones de estas se determinó la estructura vertical y horizontal del estrato arbóreo.

El número de árboles promedio en los cuadrantes fue de 35 individuos y el valor más alto fue para el bosque de *Pinus hartwegii* con 49 árboles en promedio. Para el bosque de *Abies religiosa* el número máximo de individuos por cuadrante fue de 29 árboles (Tabla VIII). A pesar de encontrar individuos de otras especies en las comunidades de *Abies religiosa* y de *Pinus hartwegii*, el porcentaje de cobertura en el dosel es casi

monoespecífico (Figura 12). En el resto de las comunidades los porcentajes de cobertura por especies se distribuyen de manera más homogénea.

**Tabla VIII.-** Número de individuos promedio por especie del estrato arbóreo para las comunidades vegetales de la cuenca alta del río Magdalena, México, D. F.

Comunidad	Especie arbórea	Número promedio de árboles por cuadrante
Bosque de <i>Pinus hartwegii</i> - <i>Trisetum altijugum</i>	<i>Pinus hartwegii</i>	47
	<i>Abies religiosa</i>	2
Bosque de <i>Abies religiosa</i> - <i>Senecio angulifolius</i>	<i>Abies religiosa</i>	16
	<i>Sambucus nigra</i>	2
	<i>Salix paradoxa</i>	2
	<i>Cestrum thyrsoideum</i>	1
Bosque mixto	<i>Abies religiosa</i>	7
	<i>Quercus laurina</i>	4
	<i>Q. rugosa</i>	7
	<i>Q. obtusata</i>	1
	<i>Comarostaphylis discolor</i>	4
	<i>Arbutus xalapensis</i>	6
	<i>Sambucus nigra</i>	1
	<i>Pinus patula</i>	1
	<i>Prunus serotina var. capulli</i>	1
	<i>Furcraea bedinghausii</i>	1
	<i>Salix paradoxa</i>	1
	<i>Cestrum thyrsoideum</i>	1
	Bosque mesófilo de montaña	<i>Abies religiosa</i>
<i>Buddleia cordata</i>		11
<i>Sambucus nigra</i>		9
<i>Cupressus lusitanica</i>		7
<i>Viburnum stenocalyx</i>		5
Bosque de <i>Quercus rugosa</i> - <i>Quercus laurina</i>	<i>Quercus rugosa</i>	13
	<i>Q. laurina</i>	2
	<i>Q. mexicana</i>	1
	<i>Buddleia cordata</i>	1
	<i>Cupressus lusitanica</i>	7
	<i>Prunus serotina var. capulli</i>	1
	<i>Fraxinus uhdei</i>	1
<i>Furcraea bedinghausii</i>	1	

Combinando la densidad y la cobertura por especie y cuadrante se obtiene el índice de dominancia (Figura 13).

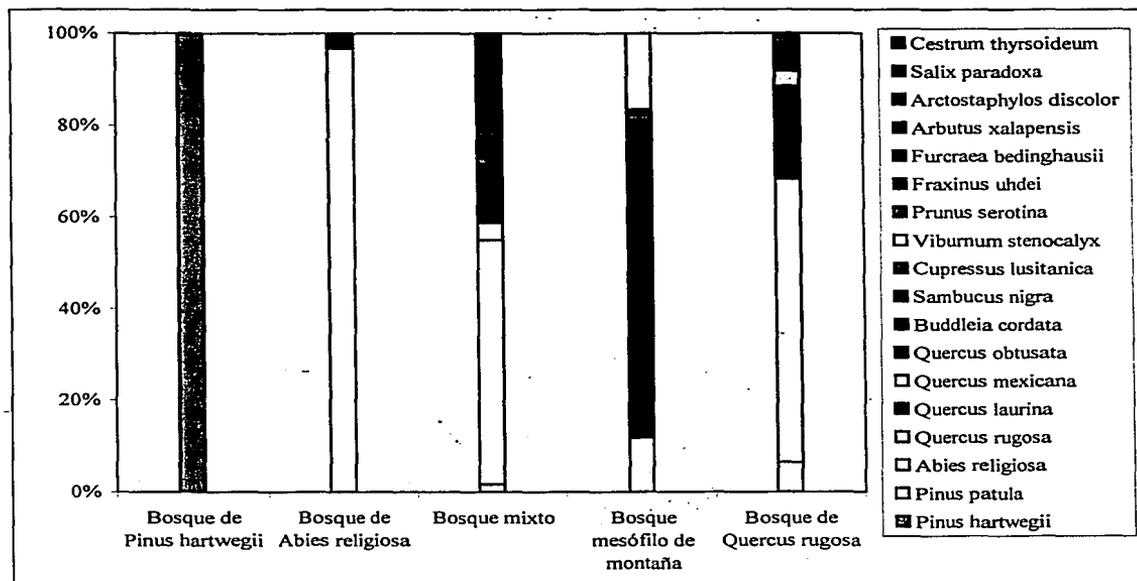


Figura 12.- Cobertura relativa promedio por especie arbórea para las comunidades vegetales de la cuenca alta del río Magdalena, México, D.F.

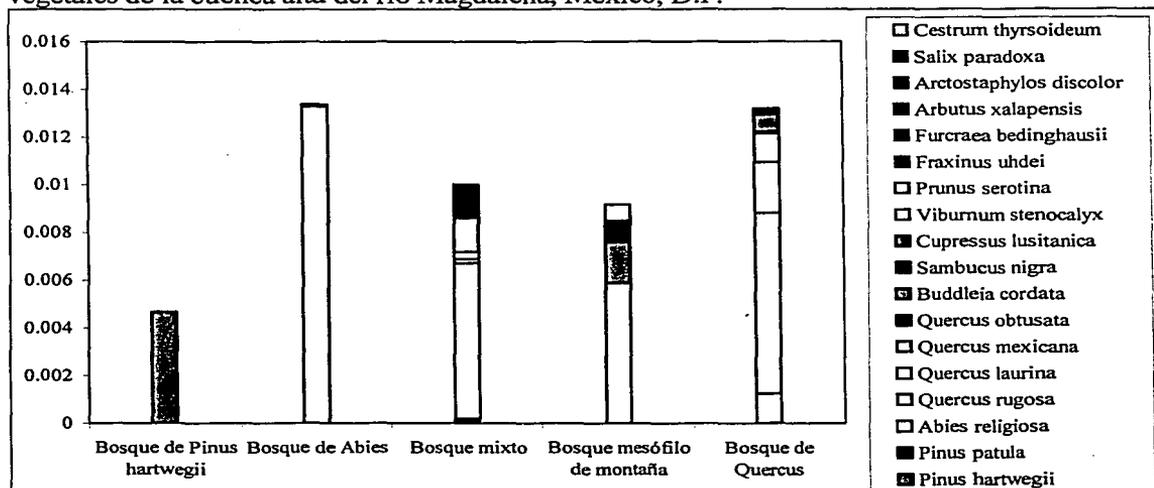
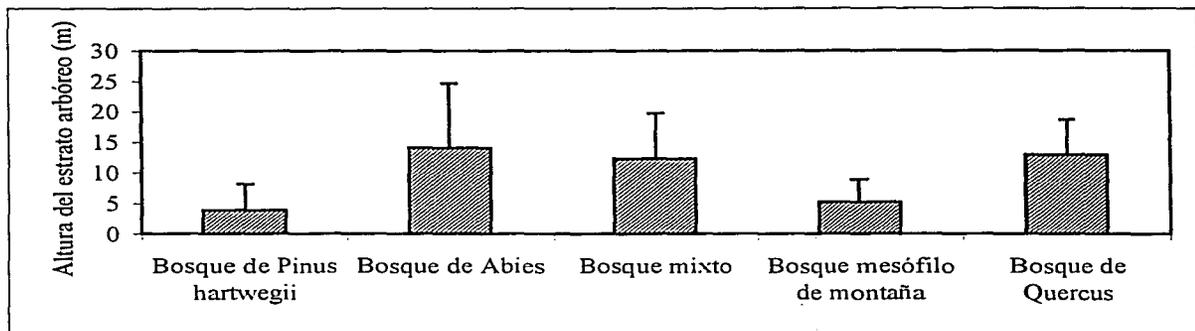


Figura 13.- Índice de dominancia para especies arbóreas en las comunidades vegetales de la cuenca alta del río Magdalena, México, D.F.

Los árboles de mayor altura en la cuenca son los de *Abies religiosa* que llegan a tener diámetros de 1 m y hasta 35 m de altura. Le siguen los de *Quercus rugosa* y *Q. laurina* con alturas máximas de 25 m y diámetros de 80 cm. El estrato arbóreo más bajo es el que presenta el bosque de *Pinus hartwegii*.



**Figura 14.-** Alturas promedio y desviación estándar para el estrato arbóreo en las principales comunidades de la cuenca alta del río Magdalena, México, D. F.

En las figuras siguientes (15 a 19) se aprecia la distribución espacial de los árboles en cada comunidad con respecto al diámetro a la altura del pecho, y se acomodaron en orden decreciente de altitud. Son claras las diferencias entre las cinco comunidades en cuanto a densidad, DAP y número de especies. Por comunidad vegetal, se encontró que los menores diámetros a la altura del pecho se presentan en el bosque mesófilo de montaña y en el bosque de *Pinus hartwegii*. Estas comunidades fueron las de mayor número de individuos arbóreos pero con troncos de poco grosor y con coberturas bajas por cuadrante.

Como se mencionó antes, en estas gráficas se observa muy claramente cómo para las comunidades de *Abies religiosa* y *Pinus hartwegii* el estrato arbóreo sólo lo representan estas dos especies, mientras que en las demás comunidades, el estrato arbóreo lo componen más de dos especies.

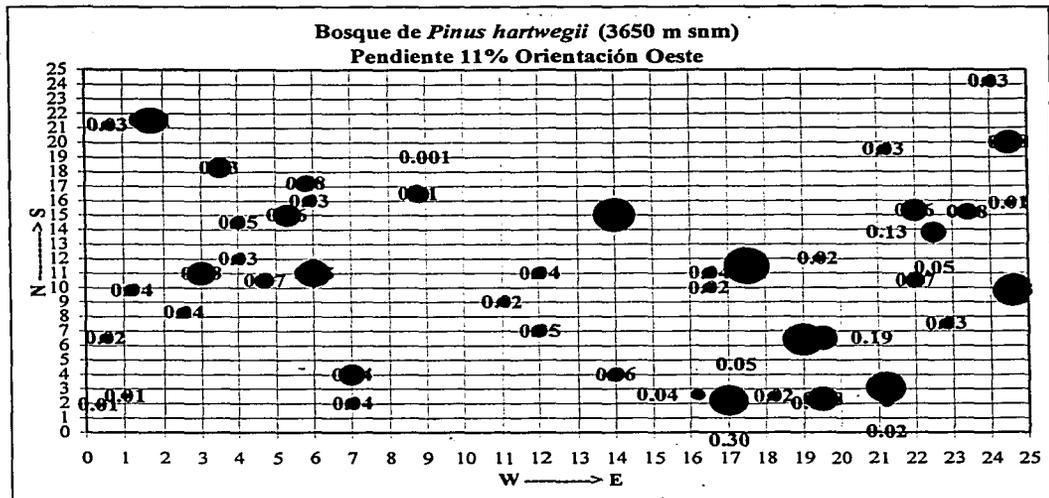


Figura 15.- Distribución espacial de los DAP (en m entre las burbujas) de individuos de *P. hartwegii* en un cuadrante de 625m<sup>2</sup>.

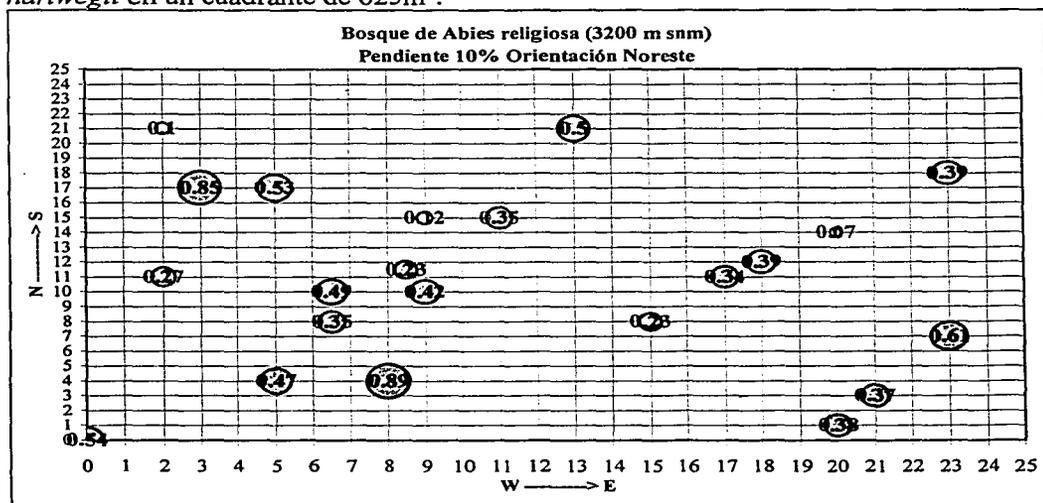
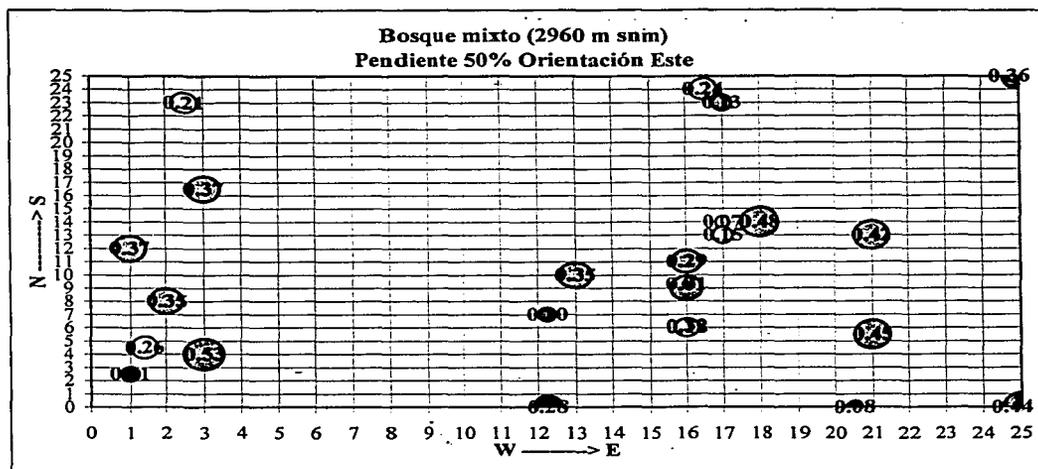
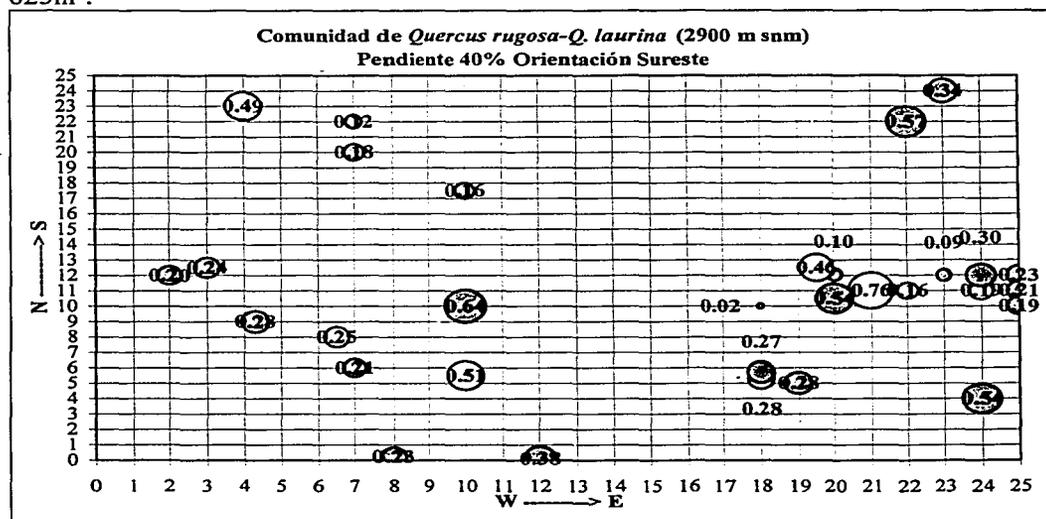


Figura 16.- Distribución espacial de los DAP (en m entre las burbujas) de individuos de *Abies religiosa* (verde) y *Sambucus nigra* (amarillo) en un cuadrante de 625m<sup>2</sup>.



**Figura 17.-** Distribución espacial de los DAP (en m entre las burbujas) en bosque mixto. *Abies religiosa* (verde), *Arbutus xalapensis* (amarillo), *Comarostaphylis discolor* (azul) *Salix paradoxa* (rosa) *Pinus patula* (vino) *Sambucus nigra* (amarillo) en un cuadrante de 625m<sup>2</sup>.



**Figura 18.-** Distribución espacial de los DAP (en m entre las burbujas) en la comunidad de *Quercus rugosa*-*Quercus laurina*. Por colores: *Quercus rugosa* (verde), *Q. laurina* (naranja) y *Q. mexicana* (amarillo).

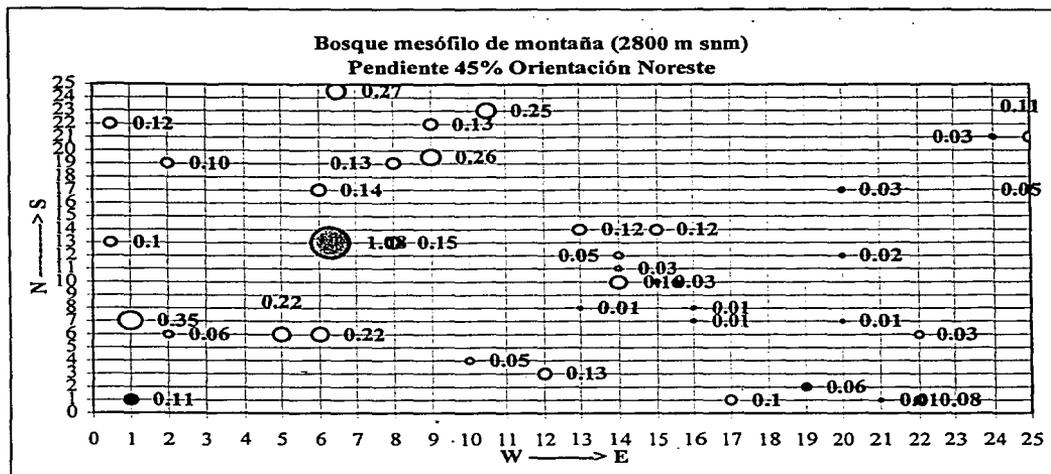


Figura 19.- Distribución espacial de los DAP (en m entre las burbujas) en el bosque mesófilo de montaña. *Abies religiosa* (verde), *Viburnum stenocalyx* (amarillo), *Buddleia cordata* (naranja), *Sambucus nigra* (gris) y *Cupressus lusitanica* (azul).

## 6.- **Discusión y Conclusiones**

### Vegetación:

La elección de los sitios de muestreo, la estimación de las coberturas y la agrupación por comunidades pueden ser altamente subjetivas. Sin embargo, según Kent y Coker (1992) el método conforme se aplica hoy en día no tiene porqué ser intrínsecamente erróneo. Actualmente existen programas computacionales que permiten agrupar a las comunidades vegetales de manera estadística, por lo que se quita el error de agrupación. El análisis multivariado de los datos de campo con el programa PC-Ord 4.0 fue de gran ayuda en la diferenciación de las comunidades vegetales. En este estudio se hizo una combinación del método fitosociológico con datos estructurales cuantitativos del estrato arbóreo. Esto ayudó a sustentar los datos de campo y mostró que las estimaciones de cobertura para las especies vegetales no difieren significativamente. Dado que la medición con cinta métrica para todas las especies es larga y tediosa, se decidió que, el tiempo de campo disponible se aprovechaba con más eficiencia si se muestreaban más localidades en lugar de menos pero cuantificadas. El método de Braun-Blanquet demostró ser el más apropiado tanto por la facilidad de manejo como por la rapidez de muestreo en el estudio de la vegetación templada en esta zona. A pesar de que el método apenas puede considerarse semicuantitativo, es interesante señalar que los resultados obtenidos con este método, coinciden con los señalados por los principales estudiosos de los bosques templados de México.

El encinar de esta cuenca (2600-2900 m snm), dominado principalmente por *Quercus rugosa* y *Q. laurina*, presenta dos estratos de vegetación principales, el arbóreo y el herbáceo, mientras que el estrato arbustivo es escaso. El estrato arbóreo mide hasta 25 m con diámetros menores a 1 m. Es la segunda comunidad menos diversa del área y, por ser la más cercana a la zona urbana, soporta presiones como fragmentación por asentamientos humanos y acumulación de residuos sólidos y líquidos.

El bosque mesófilo (2650-2800 m snm) se establece en la porción más húmeda de la cuenca alta. Es, estructuralmente, la comunidad vegetal más compleja en lo que respecta a la distribución de tallas de individuos del estrato arbóreo. Presenta codominancia de varias especies arbóreas y la diversidad más alta después del bosque mixto. Se distribuye en pequeños manchones (aproximadamente de una hectárea) entre el primero y segundo

Dinamos (ver Apéndice V). La zona de bosque mesófilo es de las más frecuentadas por visitantes, con el consiguiente deterioro que ello implica.

El denominado bosque mixto en esta cuenca (2800-3200 m snm) es una combinación de elementos de los géneros *Quercus*, *Abies*, *Pinus* y *Alnus*. Se encontraron cuatro estratos de vegetación: arbóreo alto, arbóreo bajo, arbustivo y herbáceo. Fue la comunidad más diversa, en cuanto a la diversidad intracomunidad se refiere. Se establece en la parte media de la cuenca y en el parteaguas hasta los 3200 m de altitud.

El bosque típico de *Abies religiosa* se caracteriza por bajas coberturas para el estrato arbustivo y altas para el rasante con musgos (Almeida, comun. pers.). Sin embargo, en el área estudiada, este bosque presenta una cobertura arbustiva medianamente densa (hasta 40%) y una cobertura de musgos baja (<10%). Esta distribución por estratos también refleja la acción del hombre, en concreto la tala de árboles para la producción de papel. La tala favorece el crecimiento de arbustos que en otras condiciones no tendrían la luz suficiente para crecer.

La comunidad de *Pinus hartwegii-Trisetum altijugum* (3400-3750 m snm) presenta zonas homogéneas que se diferencian entre sí por las densidades y tamaños de sus árboles. Sin embargo, la variedad total de densidades y tamaños es grande, pero dentro de cada zona la homogeneidad predomina. Esta distribución puede haberse originado por un manejo intenso o por factores naturales como incendios y plagas. La WWF (Dudley y Stolton, 1999) considera que la calidad forestal está dada, en parte, por la variedad de edades y tamaños de árboles en un área determinada, pero en este caso, por lo que se mencionó, no indica una alta calidad forestal.

La información generada servirá como base para la planeación de programas de manejo con fines de conservación y restauración ecológica en el área. Se recomienda hacer otro estudio que abarque los aspectos sociales y económicos que condicionan la permanencia de los ecosistemas en la cuenca alta del río Magdalena.

#### Fitodiversidad:

En base a la lista florística compilada en este trabajo hay, en el área, alrededor de 530 especies de plantas en una superficie de 2,925 has. Rzedowski (1991a) calcula que el total de la flora fanerogámica de México está representada por 220 familias, 2410 géneros y

22,000 especies en los 200 millones de hectáreas que abarca el país y para la cuenca de México estima que se compone de 2065 especies en 750,000 has. La proporción de taxa endémicos de México se aproxima, según él, al 10% en los géneros y al 52% en las especies. En este caso el área equivale al 2.4% del total de esta flora en México o al 25% de la flora de la cuenca de México. En términos de extensión, la cuenca alta del río Magdalena, representa el 0.0015% de la extensión del país y el 0.44% de la cuenca de México. En conclusión, hay que considerar a esta área como una reserva florística muy importante.

Los resultados de este trabajo confirman la validez de la relación propuesta por Rzedowski entre especies y géneros para un área. Así, se ha visto que en las latitudes donde la familia de las compuestas juega un papel importante, el cociente número de especies-número de géneros de esta familia de plantas, se aproxima al mismo cociente para toda la flora fanerogámica de un área (Rzedowski, 1991a). Para la cuenca alta del río Magdalena se encontró que este cociente es de 2.56, y si se multiplica por el número total de géneros (274) nos da 704 especies totales, número que de manera aproximada se asemeja al total de especies en el área de estudio (527spp).

Es interesante señalar que Luis Martínez (1987) encontró, en sólo una parte de la cuenca alta del río Magdalena (entre los 2600-3100 m snm), la mayor riqueza de especies de mariposas de toda la cuenca de México, el 49.2% de su total. Esto podría deberse a la gran diversidad florística y de comunidades vegetales presentes en la cuenca.

En la lista florística compilada los elementos neotropical (128 spp.), cosmopolita (123spp.) y holártico (118spp.) son los que predominan. Siguiendo el análisis de Rzedowski (1991a) para el Eje Volcánico Transmexicano, esta área se clasificaría como un área de transición biogeográfica porque incluye elementos tanto del reino holártico como del neotropical en proporciones semejantes. La gran proporción de cosmopolitas en el número total de especies podría indicarnos un alto grado de influencia humana en la zona, ya que son especies de distribución amplia en el mundo y la presencia de una buena parte de estas en la cuenca debió haberse dado por actividades humanas.

Rzedowski (2001) define diferentes formas de vida para la flora de la cuenca de México. En la cuenca alta del río Magdalena se encontró, siguiendo su clasificación, una dominancia en el número de especies con forma de vida herbácea. Para la generalidad de

los bosques templados de México, Rzedowski (1978) encuentra también esta distribución del número de especies de plantas con respecto a la forma de vida. La dominancia de las herbáceas se asocia, en algunos casos, a la perturbación por la acción del hombre. La deforestación genera claros en el estrato arbóreo permitiendo o estimulando el crecimiento de malezas que, de acuerdo a Sarukhán (1999), en su mayoría, son herbáceas.

#### Importancia hídrica:

Se distinguieron tres áreas de excedente hídrico en la cuenca alta del río Magdalena, que según Mazari (2000), son áreas donde la precipitación es mayor que la evapotranspiración, y corresponden a las zonas de recarga de los mantos acuíferos de la cuenca de México. Estas áreas coinciden de manera aproximada con la distribución de las comunidades vegetales encontradas. En el área del bosque de *Pinus hartwegii* el excedente hídrico presenta los valores más altos de toda la zona (mayor a 323 mm). Entre los 3000 y los 3400 m snm este excedente presenta valores medios (213-323 mm) y coincide de manera aproximada con la distribución del bosque de *Abies religiosa-Senecio angulifolius*. En el área baja, con el menor excedente hídrico (104-213 mm), domina el bosque de *Quercus rugosa-Quercus laurina*.

Dado que la demanda de agua es superior a la capacidad de abastecimiento en la cuenca de México y que el importar agua de otras cuencas será cada vez más difícil, es urgente modificar los actuales esquemas de manejo para hacer un uso más eficiente. Ello implica una serie de acciones entre las que se incluyen proteger las zonas de recarga del acuífero, garantizar una buena calidad del agua, así como el reuso generalizado de las aguas residuales tratadas (Mazari, 2000). Por lo que, entre estas acciones, es prioritario proteger los bosques de la cuenca alta del río Magdalena.

#### Cartografía:

En esta investigación se cartografió el área de la cuenca alta del río Magdalena a partir de cartas escala 1:10,000 y 1:50,000. Es indispensable manejar información temática dentro de sistemas de información geográfica para el análisis de la vegetación. Se espera que este mapa sea de gran ayuda para la delimitación de la cuenca y como incentivo para la realización de estudios posteriores en el área siguiendo criterios hidrológicos.

**10.- Literatura citada:**

Álvarez Román, KE. (2000). Geografía de la educación ambiental: algunas propuestas de trabajo en el Bosque de los Dinamos, área de conservación ecológica de la delegación Magdalena Contreras. Tesis de Licenciatura en Geografía, UNAM, México, 127pp.

Arenas y Cravioto, EG (1969). Valoración de los Recursos Hidráulicos superficiales de la cuenca de México. S. R. H. México, D. F.

Bonfil, C., Pisanty, I., Mendoza, A. y Soberón, J. (1997). Investigación y Restauración Ecológica: el caso del Ajusco Medio. *Ciencia y Desarrollo* 135:15-23.

Braun-Blanquet, J. (1979). *Plant Sociology, the study of plant communities*. Transl. by G. D. Fueller and H. S. Conrad. Ed. McGraw Hill, New York, 438pp.

Carabias Ibarrodo, F. (1976). Mejoramiento ambiental y planeación de un parque en la cañada de Contreras, México. Tesis de Licenciatura en Biología, UNAM, México 127pp.

Cervantes, BJ. y Alfaro, SG. (2000). Características de los suelos. En: Garza, G. (coord.). *La Ciudad de México en el fin del segundo milenio*. Ed. Gobierno del Distrito Federal y El Colegio de México, México, D. F., 768pp.

Comisión Coordinadora para el Desarrollo Rural: Subdirección Regional No. 1. (1988). Estudio de suelos de parte de la comunidad Magdalena Contreras, Delegación Magdalena Contreras, D. F., 47pp.

Cuevas Ávila, A. (1962). Estudio geográfico de la Delegación Magdalena Contreras. Tesis de Maestría en Geografía, UNAM, México, 74pp.

Demant, A. (1978). Características del Eje Volcánico Transmexicano y sus problemas de interpretación. *Inst. Geol. UNAM*. 2(2): 172-187.

Diario Oficial Federal. (1932). Acuerdo que declara zona protectora forestal los bosques de la Cañada de Contreras, México.

Dudley, N. y S. Stolton (eds). (1999). Evaluation of Forest Quality: Towards a Landscape Scale Assessment, a joint project of WWF and IUCN, 123pp.

Fa, JE. (1989). Conservation-motivated analysis of mammalian biogeography in the Trans-Mexican Neovolcanic Belt. *Nat. Geogr. Res.* 5(3):296-316.

Farjon, A. (1996). Biodiversity of *Pinus* (Pinaceae) in Mexico: speciation and palaeoendemism. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 121:365-384.

Fernández Galicia, MTE. (1997). Programa de manejo para la conservación de la Zona Protectora Forestal Cañada de Contreras, Distrito Federal, México. Tesis de maestría en biología, UNAM, México, 130pp.

Flores VO. y Gerez. P. (1994). Conservación en México: síntesis sobre vertebrados terrestres, vegetación y uso del suelo. 2ª Edición. INIREB/Conservation International, México, 350pp.

García, E. (1978). Los climas del Valle de México. Colegio de Postgraduados, S.A.R.H., Chapingo. México, 63pp.

García, E. (1988). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 4ª ed., Ed. de la autora, México, D. F., 218pp.

Garza, G. (2000a). Introducción: sustentabilidad ecosistémica. En: Garza, G. (coord.). La Ciudad de México en el fin del segundo milenio. Ed. Gobierno del Distrito Federal y El Colegio de México, México, D. F., 768pp.

Garza, G. (2000b). Delegación La Magdalena Contreras. En: Garza, G. (coord.). La Ciudad de México en el fin del segundo milenio. Ed. Gobierno del Distrito Federal y El Colegio de México, México, D. F., 768pp.

Gauch, HG. Jr. (1982). Multivariate analysis in community ecology. Cambridge University Press, Inglaterra, 298pp.

Gómez-Pompa, A. (1985). Los recursos bióticos de México (Reflexiones). INIREB-Alhambra Mexicana. México. 122pp.

Good, R. (1974). The Geography of the Flowering Plants. 4<sup>th</sup> Ed. Longman Inc., Great Britain, 557pp.

Hommel, P. (1987). Landscape ecology of Ujung Kulon (West Java), Indonesia. Tesis Doctorado, University of Wageningen, The Netherlands, 206pp.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (1990). Carta topográfica E14A48, Tenango de Arista, Estado de México, escala 1:50,000.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (1992). Cuaderno de información básica Delegacional Magdalena Contreras 1990. México, D. F., 54pp.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (1993). Carta topográfica E14A38, Toluca de Lerdo, Estado de México, escala 1:50,000.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (2002). XII Censo General de Población y Vivienda. En internet: [www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx).

Kent, M. y Coker, P. (1992). Vegetation Description and Analysis. A Practical Approach. Belhaven Press, London, 363pp.

- Luis Martínez, MA. (1987). Distribución altitudinal y estacional de los papilionoidea (insecta: Lepidoptera), en la cañada de los Dinamos; Magdalena Contreras, D. F. Tesis de Licenciatura en Biología. UNAM, México, 113pp.
- Mabberley, D. J. (1987). The Plant Book. A portable dictionary of the higher plants. Ed. Cambridge University Press, Great Britain. 707pp.
- Madrigal Sánchez, X. (1967). Contribución al conocimiento de la ecología de los bosques de oyamel (*Abies religiosa* H.B.K.) en el Valle de México. SAGAR, INIFAP, Boletín Técnico No. 18, 3-79pp.
- Mazari, M (Compilador). (2000). Dualidad Población-Agua: Inicio del Tercer Milenio. Ed. El Colegio Nacional, México D. F., 281pp.
- McCune, B. y Mefford, MJ. (1999). PC-Ord: Multivariate analysis of data. Version 4, Gleneden Beach (Oregon): MjM Software.
- Meave, CJ. (1983). Estructura y composición de la selva alta perennifolia en los alrededores de Bonampak, Chiapas. Tesis de Licenciatura en Biología Facultad de Ciencias, UNAM, México, 140pp.
- Melo, GC. y Alfaro, SG. (2000). Vegetación. en: Garza, G. (coord.). La Ciudad de México en el fin del segundo milenio. Ed. Gobierno del Distrito Federal y El Colegio de México, México, D. F., 768pp.
- Moll, EJ., Campbell, BM. and Probyn, TA. (1976). A rapid statistical method of habitat classification using structural and physiognomic characteristics. *S. Afr. J. Wild. Res.* 6:45-50.
- Mueller-Dombois, D. and Ellenberg, H. (1974). Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley and Sons, New York, 547 pp.

Nieto de Pascual, PC. (1995). Estudio sinecológico del bosque de oyamel de la Cañada de Contreras, Distrito Federal. *Rev. Ciencia Forestal en México*, (20)77: 3-34.

Nixon, K. C. (1993). The genus *Quercus* in Mexico. En: Ramamoorthy, T.P., R. Bye y J. Fa (comps.). 1998. Diversidad biológica de México: orígenes y distribución. Instituto de Biología, UNAM, 447-458 pp.

Obieta, MC. y Sarukhán, J. (1981). Estructura y composición de la vegetación herbácea de un bosque uniespecífico de *Pinus hartwegii*. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 41:75-125.

Ontiveros Delgado, A. (1980). Análisis físico y algunos aspectos socioeconómicos de la cuenca del río Magdalena. Tesis de Licenciatura en Geografía. UNAM, México, 113pp.

Pisanty, I. (2000). Ecosistema y áreas verdes urbanas. en: Garza, G. (coord.). La Ciudad de México en el fin del segundo milenio. Ed. Gobierno del Distrito Federal y El Colegio de México, México, D. F., 768pp.

Ramamoorthy, TP, Bye, R. y Fa, J. (comps.). (1998). Diversidad biológica de México: orígenes y distribución. Instituto de Biología, UNAM, 792 pp.

Rangel, Ch O J. y Velázquez A. (1997). Métodos de estudio de la vegetación. En: O. J. Rangel, D.C.P. Lowy y M.P. Aguilar (Eds.). Colombia, diversidad biótica II. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, 59-88 pp.

Romero, F., Rangel, H., Estévez, A., Escamilla, M. y Cabrera, L. (1999). Aspectos sociodemográficos y actividades productivas rurales del sur de la Cuenca de México. Cap. 10 en: Velázquez, A. y F. J. Romero (comps.). Biodiversidad de la región de montaña del sur de la cuenca de México: bases para el ordenamiento ecológico. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, México, D. F., 351pp.

Rzedowski, J. (1970). Notas sobre el Bosque Mesófilo de Montaña en el Valle de México. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, I. P. N., México* 18:91-106.

Rzedowski, J. y GC. de Rzedowski (eds). (1979). *Flora Fanerogámica del Valle de México (Vol. I)*, Ed. CECSA, México, D. F., 403pp.

Rzedowski, J. (1978). *Vegetación de México*. Editorial Limusa, México, D. F., 432pp.

Rzedowski, J. (1991a). Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica mexicana. *Acta Botánica Mexicana* 14:3-21.

Rzedowski, J. (1991b). El endemismo en la flora fanerogámica mexicana: una apreciación analítica preliminar. *Acta Botánica Mexicana* 15:47-64.

Rzedowski, J. y GC. de Rzedowski (eds). (1985). *Flora Fanerogámica del Valle de México (Vol. II)*, Ed. Instituto de Ecología, México, D. F., 674pp.

Rzedowski, J. y GC. de Rzedowski (eds). (1990). *Flora Fanerogámica del Valle de México (Vol. III)*, Ed. Instituto de Ecología, México, D. F., 494pp.

Rzedowski, J. y GC. de Rzedowski (eds). (2001). *Flora Fanerogámica del Valle de México*. 2ª ed. CONABIO, Instituto de Ecología, UNAM, México, 1406pp.

Sánchez, SO. (1976). *La Flora del Valle de México*. Editorial Herrero, S. A., México, D. F., 519pp.

SARH. (1992). *Inventario Nacional Forestal de Gran Visión*. México, 1991-1992. SARH-Subsecretaría Forestal, D. F.

Sarukhán, KJ. (1968). Análisis sinecológico de las selvas de *Terminalia amazonia* en la planicie costera del Golfo de México. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México.

Silva, L. del C. (1998). Los bosques de coníferas del sur de la cuenca de México: fitosociología, diversidad y uso tradicional. Tesis de Licenciatura en Biología, Facultad de Ciencias, UNAM, 63pp.

Silva, L. del C., Romero, F., Velázquez, A. y Almeida, L. (1999) La vegetación de la región de montaña del sur de la cuenca de México. Cap. 3 en: Velázquez, A. y F. J. Romero (comps.). Biodiversidad de la región de montaña del sur de la cuenca de México: bases para el ordenamiento ecológico. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, México, D. F., 351pp.

Styles, BT. (1993). Genus *Pinus*: A Mexican Purview. En: Biological Diversity of Mexico: Origins and Distribution. Ramamoorthy, T.P. et al. (eds.) Oxford University Press, USA, 792pp.

Tesorería del Departamento del Distrito Federal. (1985). Cartas urbanas topográficas E14A39-51 y 52 y E14A49-11 escala 1:10,000.

Toledo, VM. y Ordoñez. M. de J. (1993). El panorama de la biodiversidad de México: una revisión de los hábitats terrestres. Cap. 26, pp- 739-757, en: Ramamoorthy, T.P., R. Bye y Fa, J. (eds.) 1998. Diversidad biológica de México: orígenes y distribución. Instituto de Biología, UNAM, pp. 792.

Van der Hammen, T., Mueller-Dombois, D. and Little, MA. (eds). (1989). Manual of methods for transect studies. Comparative studies of tropical mountain ecosystems. IUBS-UNESCO, MAB, Paris, 65pp.

Van Wijngaarden, W. (1985). Elephants-Trees-Grass-Grazers. Relationships between climate, soil, vegetation and large herbivores in a semi-arid savanna ecosystem (Tsavo, Kenya). Tesis Doctorado, Wageningen, ITC, Publ. No. 4, 159 pp.

Westhoff, V. y Van der Maarel, E. (1978). The Braun Blanquet Approach. En: Whittaker, R. H. (Ed.). Ordination and Classification of Plant Communities. Handbook of Vegetation Science. Junk, The Hague.

Williams, LO. (1951). The Orchidaceae of Mexico. *Esc. Agr. Panam.* Ceiba. Vol. 2.

Willis, JC. (1988). A dictionary of the flowering plants and ferns. 8<sup>th</sup> ed. Cambridge University Press. Cambridge. Great Britain, 1245pp.

## 8.1 Apéndice I: Listado florístico de la cuenca alta del río Magdalena

Familia	Especie	Estrato	Afinidad geográfica del género	Autor						
				a	b	c	d	e	f	g
Aceraceae	<i>Acer negundo</i> var. <i>mexicanum</i> (D.C.) Standl. & Steyerl.	Árboreo	Neotropical				+	+	+	
Agavaceae	<i>Agave macroculmis</i> Tódaró	Arbustivo	Neotropical					+		
	<i>Furcraea bedinghausii</i> K. Koch	Árboreo	Neotropical	+	+			+	+	
Amaranthaceae	<i>Iresine ajuscana</i> Suessenguth & Beyerle	Arbustivo	Ampl. trop.				+	+	+	
	<i>Iresine diffusa</i> H. & B. ex. Willd.	Herbáceo	Ampl. trop.				+	+	+	
Amaryllidaceae	<i>Sprekelia formosissima</i> (Linn.) Herb.	Herbáceo	México					+	+	
	<i>Zephyranthes fosteri</i> Traub.	Herbáceo	Neotropical	+	+			+	+	
Anthericaceae	<i>Echeandia mexicana</i> Cruden.	Herbáceo	Neotropical					+		
	<i>Echeandia nana</i> (Baker) Cruden	Herbáceo	Neotropical					+		
Aquifoliaceae	<i>Ilex toluicana</i> Hemsl.	Árboreo	Cosmopolita				+	+	+	
Asclepiadaceae	<i>Asclepias notha</i> W. D. Stevens	Herbáceo	Ampl. trop.				+	+	+	
	<i>Asclepias otarioides</i> Fourn.	Herbáceo	Ampl. trop.					+		
	<i>Asclepias ovata</i> Mart. et Gal.	Herbáceo	Ampl. trop.				+	+	+	
	<i>Matelea chrysantha</i> (Greenm.) Woods.	Trepadora	Neotropical		+			+	+	
	<i>Matelea pedunculata</i> (Decasine) Woodson	Herbáceo	Neotropical		+			+	+	
Metastelma pubescens (Greenm.) W. D. Stevens	<i>Metastelma pubescens</i> (Greenm.) W. D. Stevens	Trepadora	Cosmopolita					+		
	<i>Metastelma angustifolium</i> Turcz.	Trepadora	Cosmopolita				+	+	+	
	<i>Begonia gracilis</i> H. B. K.	Herbáceo	Neotropical				+	+	+	
Berberidaceae	<i>Berberis moranensis</i> Hebenstr. Ludw.	Árboreo	Cosmopolita		+			+	+	
	<i>Berberis schiedeana</i> Schl.	Arbustivo	Cosmopolita		+			+	+	
Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i> ssp. <i>arguta</i> (Schl.) Furlow	Árboreo	Holártica	+	+			+	+	
	<i>Alnus acuminata</i> ssp. <i>glabrata</i> (Fern) Furlow	Árboreo	Holártica				+	+	+	
	<i>Alnus jorullensis</i> ssp. <i>jorullensis</i> H. B. K.	Árboreo	Holártica				+	+	+	
	<i>Alnus jorullensis</i> ssp. <i>lutea</i> Furlow	Árboreo	Holártica				+	+	+	
Boraginaceae	<i>Hackelia mexicana</i> Johnst.	Herbáceo	Holártica				+	+	+	
	<i>Lasiarrhenum trinervium</i> (Lehm.) Turner	Herbáceo	México		+			+	+	
	<i>Lithospermum distichum</i> Ortega	Herbáceo	Holártica					+	+	
	<i>Lithospermum strictum</i> Lehm.	Herbáceo	Holártica	+				+	+	
Brachytheciaceae	<i>Brachythecium corbierei</i> Card.	Rasante	Holártica			+				
Bromeliaceae	<i>Tillandsia andrieuxii</i> (Mez) L. B. Smith	Epífita	Neotropical					+		

<sup>1</sup>Colectada (a). Sánchez, 1969 (b), Madrigal, 1967 (c), Luis, 1989 (d), Rzedowski, 1991, 2001 (e), Nieto de Pascual, 1995 (f), Silva et al., 1999 (g).

	<i>Tillandsia recurvata</i> (L.) L.	Epífita	Neotropical					+		
	<i>Tillandsia violacea</i> Baker.	Epífita	Neotropical					+		
<b>Bryaceae</b>	<i>Bryum procerum</i> Schimp.	Rasante	Holártica			+				+
<b>Cactaceae</b>	<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.	Arbustivo	Neotropical				+	+		+
<b>Campanulaceae</b>	<i>Diastatea micrantha</i> (HBK.) McVaugh	Herbáceo	Neotropical						+	
	<i>Lobelia fenestrallis</i> Cav.	Herbáceo	Cosmopolita	+					+	+
	<i>Lobelia gruina</i> var. <i>gruina</i> Cav.	Herbáceo	Cosmopolita						+	+
	<i>Lobelia laxiflora</i> var. <i>angustifolia</i> H. B. K.	Herbáceo	Cosmopolita	+					+	+
	<i>Lonicera pilosa</i> Willd.	Arbustivo	Holártica	+					+	+
<b>Caprifoliaceae</b>	<i>Sambucus nigra</i> var. <i>canadensis</i> (Linn.) Bolli.	Arbóreo	Cosmopolita	+					+	+
	<i>Symphoricarpos microphyllus</i> H. B. K.	Arbustivo	Holártica	+		+	+	+	+	+
	<i>Viburnum elatum</i> Benth.	Arbóreo	Holártica		+				+	+
	<i>Viburnum stenocalyx</i> (Oerst.) Hemsl.	Arbóreo	Holártica	+	+				+	+
<b>Caryophyllaceae</b>	<i>Arenaria bourgaei</i> Hemsl.	Rasante	Ampl. temp.	+	+				+	+
	<i>Arenaria lanuginosa</i> (Michx.) Rohrborn in Mart	Herbáceo	Ampl. temp.		+	+			+	+
	<i>Arenaria lycopodioides</i> Willd. ex Schl.	Herbáceo	Ampl. temp.	+					+	+
	<i>Arenaria reptans</i> Hemsl.	Rasante	Ampl. temp.		+				+	+
	<i>Cerastium glomeratum</i> Thuill	Herbáceo	Holártica		+				+	+
	<i>Cerastium molle</i> Bartl. in Presl.	Herbáceo	Holártica		+				+	+
	<i>Cerastium toluicense</i> Good.	Herbáceo	Holártica						+	
	<i>Cerastium vulcanicum</i> Schl.	Herbáceo	Holártica		+				+	+
	<i>Drymaria laxiflora</i> Benth.	Herbáceo	Cosmopolita						+	
	<i>Drymaria villosa</i> Cham. & Schl.	Herbáceo	Cosmopolita						+	+
	<i>Sagina procumbens</i> Linn.	Herbáceo	Holártica		+				+	+
	<i>Stellaria cuspidata</i> Willd.	Herbáceo	Ampl. temp.						+	+
<b>Cistaceae</b>	<i>Helianthemum glomeratum</i> Lag.	Herbáceo	Ampl. temp.						+	+
<b>Clethraceae</b>	<i>Clethra mexicana</i> A. DC.	Arbóreo	Ampl. trop.						+	+
<b>Commelinaceae</b>	<i>Commelina coelestis</i> Willd.	Herbáceo	Ampl. trop.						+	+
	<i>Commelina dianthifolia</i> DC.	Herbáceo	Ampl. trop.						+	+
	<i>Commelina orchiooides</i> Booth	Herbáceo	Ampl. trop.	+					+	+
	<i>Commelina tuberosa</i> Linn.	Herbáceo	Ampl. trop.						+	+
	<i>Gibasis pulchella</i> (H. B. K.) Raf.	Herbáceo	Neotropical						+	+
	<i>Tradescantia crassifolia</i> var. <i>crassifolia</i> Cav.	Herbáceo	Neotropical						+	+
<b>Compositae</b>	<i>Acourtia humboldtii</i> (Less.) Turner	Herbáceo	Neártica						+	
	<i>Acourtia turbinata</i> (Llave & Lex.) Reveal & King	Herbáceo	Neártica						+	+

<i>Achillea millefolium</i> Linn.	Herbáceo	Holártica	+				+	+
<i>Ageratum conyzoides</i> Linn.	Arbustivo	Neotropical		+		+		+
<i>Ageratum corymbosum</i> Zucc. ex Pers	Arbustivo	Neotropical	+	+		+	+	+
<i>Alloispermum integrifolium</i> (DC.) Rob.	Arbustivo	Neotropical				+	+	+
<i>Archibaccharis asperifolia</i> (Benth.) Blake	Arbustivo	Neotropical		+			+	+
<i>Archibaccharis auriculata</i> (Hemsl.) Nesom	Herbáceo	Neotropical					+	+
<i>Archibaccharis hieracioides</i> (Blake) Jackson	Herbáceo	Neotropical	+		+		+	+
<i>Archibaccharis hirtella</i> (D.C.) Heering	Trepadora	Neotropical		+			+	+
<i>Artemisia ludoviciana</i> ssp. <i>mexicana</i> (Willd.) Keck	Herbáceo	Holártica		+		+	+	+
<i>Aster moranensis</i> H. B. K.	Herbáceo	Cosmopolita		+		+	+	
<i>Aster subulatus</i> Michx.	Herbáceo	Cosmopolita				+	+	+
<i>Baccharis conferta</i> H. B. K.	Arbustivo	Neotropical	+	+		+	+	+
<i>Baccharis multiflora</i> H. B. K.	Arbustivo	Neotropical			+		+	+
<i>Baccharis pteronioides</i> DC.	Arbustivo	Neotropical		+			+	
<i>Baccharis salicifolia</i> (Ruiz & Pavón) Pers.	Arbustivo	Neotropical					+	
<i>Baccharis serraefolia</i> DC.	Arbustivo	Neotropical					+	
<i>Bidens anthemoides</i> (DC.) Sherff	Herbáceo	Cosmopolita					+	
<i>Bidens laevis</i> (Linn.) B. S. P.	Herbáceo	Cosmopolita		+				+
<i>Bidens odorata</i> Cav.	Herbáceo	Cosmopolita	+	+		+	+	+
<i>Bidens ostruthioides</i> (DC.) Schz.	Herbáceo	Cosmopolita		+		+	+	+
<i>Bidens serrulata</i> (Poir.) Desf.	Herbáceo	Cosmopolita		+			+	+
<i>Bidens triplinervia</i> H. B. K.	Herbáceo	Cosmopolita					+	+
<i>Brickellia nutanticeps</i> Blake	Herbáceo	Neotropical					+	
<i>Brickellia pendula</i> (Schrud.) Gray	Herbáceo	Neotropical					+	+
<i>Brickellia scoparia</i> (DC.) Gray	Herbáceo	Neotropical					+	+
<i>Cirsium ehrenbergii</i> Sch. Bip.	Herbáceo	Holártica	+			+	+	+
<i>Cirsium jorullense</i> ssp. <i>jorullense</i> (H.B.K.) Spreng.	Herbáceo	Holártica					+	+
<i>Cirsium nivale</i> (H.B.K.) Sch. Bip.	Herbáceo	Holártica					+	+
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronq.	Arbustivo	Cosmopolita		+			+	+
<i>Conyza schiedeana</i> (Less.) Cronq.	Herbáceo	Cosmopolita		+			+	+
<i>Cosmos bipinnatus</i> Cav.	Herbáceo	Neotropical		+		+	+	+
<i>Cosmos scabiosoides</i> H. B. K.	Herbáceo	Neotropical		+		+	+	+
<i>Cotula mexicana</i> (DC.) Cabrera	Rasante	Cosmopolita		+			+	+
<i>Dahlia coccinea</i> Cav.	Herbáceo	Neotropical		+		+	+	+
<i>Dahlia pinnata</i> Cav.	Herbáceo	Neotropical					+	

<i>Erigeron galcottii</i> (Gray) Greene	Herbáceo	Holártica	+	+			+	+	+
<i>Eupatorium calaminthaefolium</i> H. B. K.	Herbáceo	Ampl. temp.		+				+	+
<i>Eupatorium deltoideum</i> Jacq.	Arbustivo	Ampl. temp.		+				+	+
<i>Eupatorium enixum</i> Rob.	Herbáceo	Ampl. temp.						+	
<i>Eupatorium glabratum</i> H. B. K.	Arbustivo	Ampl. temp.	+	+	+	+	+	+	+
<i>Eupatorium isolepis</i> Rob.	Herbáceo	Ampl. temp.					+	+	+
<i>Eupatorium lucidum</i> Ortega	Arbustivo	Ampl. temp.					+	+	+
<i>Eupatorium mairetianum</i> DC.	Arbustivo	Ampl. temp.	+	+	+	+	+	+	+
<i>Eupatorium oligocephalum</i> DC.	Herbáceo	Ampl. temp.					+	+	+
<i>Eupatorium oreithales</i> Greenm.	Herbáceo	Ampl. temp.		+					+
<i>Eupatorium pazcuarensis</i> H. B. K.	Herbáceo	Ampl. temp.	+				+	+	+
<i>Eupatorium pycnocephalum</i> Less.	Herbáceo	Ampl. temp.	+	+			+	+	+
<i>Eupatorium rhomboideum</i> H. B. K.	Arbustivo	Ampl. temp.						+	
<i>Eupatorium vernicosum</i> Sch. Bip.	Arbustivo	Ampl. temp.						+	
<i>Florestina pedata</i> Cav.	Herbáceo	México		+			+	+	+
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	Herbáceo	Austral antártica					+	+	+
<i>Gnaphalium americanum</i> Mill.	Herbáceo	Cosmopolita						+	+
<i>Gnaphalium inornatum</i> DC.	Herbáceo	Cosmopolita		+	+			+	+
<i>Gnaphalium oxyphyllum</i> var. <i>nataliae</i> F. J. Espinosa	Herbáceo	Cosmopolita						+	+
<i>Gnaphalium purpurascens</i> DC.	Herbáceo	Cosmopolita		+				+	+
<i>Gnaphalium salicifolium</i> (Bertol.) Sch. Bip.	Arbustivo	Cosmopolita						+	+
<i>Gnaphalium sarmentosum</i> Klatt.	Herbáceo	Cosmopolita						+	+
<i>Gnaphalium semiamplexicaule</i> DC.	Herbáceo	Cosmopolita			+			+	
<i>Helenium scorzoniferolium</i> (DC.) A. Gray	Herbáceo	Neotropical		+				+	+
<i>Hieracium dysonymum</i> Blake	Herbáceo	Ampl. temp.						+	
<i>Melampodium repens</i> Sessé & Moc.	Herbáceo	Neotropical		+				+	+
<i>Montanoa frutescens</i> (Mairet.) Hemsl.	Arbustivo	Neotropical						+	+
<i>Oxylobus adscendens</i> (Sch. ex Hemsl) Rob & Greenm.	Herbáceo	México	+					+	+
<i>Oxylobus arbutifolius</i> (H.B.K.) Gray	Arbustivo	México						+	
<i>Picris echioides</i> L.	Herbáceo	Cosmopolita						+	+
<i>Pinaropappus roseus</i> var. <i>roseus</i> (Less.) Less.	Herbáceo	Neotropical		+				+	
<i>Piqueria trinervia</i> Cav.	Herbáceo	Neotropical		+				+	+
<i>Porophyllum tagetoides</i> DC.	Herbáceo	Neotropical		+				+	+
<i>Sabazia humilis</i> (H.B.K.) Cass.	Herbáceo	-						+	
<i>Sanvitalia procumbens</i> Lam.	Rasante	Neotropical						+	+

	<i>Senecio albonervius</i> Greenm.	Arbustivo	Cosmopolita		+			+	+
	<i>Senecio andrieuxii</i> DC.	Arbustivo	Cosmopolita		+			+	+
	<i>Senecio angulifolius</i> DC.	Arbustivo	Cosmopolita	+		+	+	+	+
	<i>Senecio barba-johannis</i> DC.	Arbustivo	Cosmopolita	+		+	+	+	+
	<i>Senecio bellidifolius</i> H. B. K.	Herbáceo	Cosmopolita					+	+
	<i>Senecio callosus</i> Sch. Bip.	Herbáceo	Cosmopolita	+	+	+	+	+	+
	<i>Senecio cinerarioides</i> H. B. K.	Arbustivo	Cosmopolita	+		+		+	+
	<i>Senecio mulgediifolius</i> Schauer	Herbáceo	Cosmopolita					+	
	<i>Senecio platanifolius</i> Benth.	Herbáceo	Cosmopolita	+		+		+	+
	<i>Senecio reticulatus</i> DC.	Herbáceo	Cosmopolita					+	+
	<i>Senecio salignus</i> DC.	Arbustivo	Cosmopolita	+			+	+	+
	<i>Senecio sanguisorbae</i> DC.	Herbáceo	Cosmopolita	+			+	+	+
	<i>Senecio toluccanus</i> DC.	Herbáceo	Cosmopolita	+		+	+	+	+
	<i>Sigesbeckia jorullensis</i> H. B. K.	Herbáceo	Ampl. temp.	+	+		+	+	+
	<i>Stevia eupatoria</i> Willd.	Herbáceo	Ampl. trop.				+	+	+
	<i>Stevia incognita</i> Grashoff.	Herbáceo	Ampl. trop.					+	
	<i>Stevia monardifolia</i> H. B. K.	Herbáceo	Ampl. trop.		+			+	+
	<i>Stevia ovata</i> var. <i>ovata</i> Willd.	Herbáceo	Ampl. trop.	+				+	+
	<i>Stevia purpusii</i> Robinson	Herbáceo	Ampl. trop.					+	
	<i>Stevia subpubescens</i> var. <i>subpubescens</i> Lag.	Arbustivo	Ampl. trop.					+	+
	<i>Stevia viscida</i> H. B. K.	Herbáceo	Ampl. trop.					+	
	<i>Tagetes lucida</i> Cav.	Herbáceo	Neotropical		+		+	+	+
	<i>Tagetes micrantha</i> Cav.	Rasante	Neotropical		+		+	+	+
	<i>Taraxacum officinale</i> Weber	Herbáceo	Neotropical	+			+	+	+
	<i>Verbesina oncophora</i> Rob. & Seat.	Arbustivo	Ampl. trop.	+				+	+
	<i>Verbesina virgata</i> Cav.	Arbustivo	Ampl. trop.				+	+	+
	<i>Vernonia alamanii</i> DC.	Arbustivo	Ampl. trop.		+			+	
	<i>Zinnia peruviana</i> Linn.	Herbáceo	Neotropical		+		+	+	
<b>Cornaceae</b>	<i>Cornus disciflora</i> Sessé & Moc. ex. DC.	Árboreo	Holártica				+	+	+
	<i>Cornus excelsa</i> H. B. K.	Árboreo	Holártica				+	+	+
<b>Crassulaceae</b>	<i>Altamiranoa mexicana</i> (Schlecht.) Rose	Herbáceo	Neotropical		+			+	+
	<i>Echeveria gibbiflora</i> DC.	Herbáceo	Neotropical				+	+	+
	<i>Echeveria secunda</i> Booth	Herbáceo	Neotropical	+			+	+	+
	<i>Sedum bourgaei</i> Hemsl.	Arbustivo	Holártica	+	+			+	+
	<i>Sedum minimum</i> Rose	Rasante	Holártica		+			+	+

	<i>Sedum moranense</i> H. B. K.	Herbáceo	Holártica	+		+	+
	<i>Sedum oxypetalum</i> H. B. K.	Arbustivo	Holártica	+		+	+
	<i>Sedum praealtum</i> ssp. <i>parviflorum</i> Clausen	Arbustivo	Holártica	+		+	+
	<i>Tillaea connata</i> Ruiz y Pavón	Herbáceo	Cosmopolita	+		+	+
<b>Cruciferae</b>	<i>Brassica rapa</i> (Linn.) Linn.	Herbáceo	Cosmopolita			+	+
	<i>Cardamine flaccida</i> Cham. & Schl.	Herbáceo	Holártica			+	+
	<i>Cardamine obliqua</i> Hochstetter	Herbáceo	Holártica			+	+
	<i>Descurainia impatiens</i> (Cham. & Schl.) O. E. Schultz	Herbáceo	Ampl. temp.			+	+
	<i>Draba jorullensis</i> H. B. K.	Herbáceo	Ampl. temp.	+		+	+
	<i>Eruca sativa</i> Mill.	Herbáceo	Holártica			+	+
	<i>Erysimum capitatum</i> (Dougl.) Greene	Herbáceo	Holártica	+		+	+
	<i>Halimolobos hispidula</i> var. <i>acutifolia</i> (Schulz) Rollins	Herbáceo	Neotropical	+		+	+
	<i>Lepidium schaffneri</i> Thell	Herbáceo	Cosmopolita			+	+
	<i>Lepidium virginicum</i> var. <i>pubescens</i> (Greene) C. L. Hitchc.	Herbáceo	Cosmopolita			+	+
	<i>Pennellia longifolia</i> (Benth.) Rollins	Herbáceo	Neotropical			+	+
	<i>Raphanus raphanistrum</i> Linn.	Herbáceo	Holártica	+		+	+
	<i>Romanschulzia arabiformis</i> (DC.) Rollins.	Herbáceo	Neotropical			+	+
	<i>Rorippa nasturtium-aquaticum</i> (Linn.) Schinz & Tell	Rasante	Cosmopolita	+		+	+
<b>Cucurbitaceae</b>	<i>Sicyos deppei</i> G. Don	Herbáceo	Ampl. trop.			+	+
	<i>Sicyos parviflorus</i> Willd.	Herbáceo	Ampl. trop.	+			+
<b>Cupressaceae</b>	<i>Cupressus lusitanica</i> (Klotzch) Mill.	Arbóreo	Holártica	+	+	+	+
<b>Cyperaceae</b>	<i>Carex anisostachys</i> Liebm.	Herbáceo	Cosmopolita			+	
	<i>Carex boliviensis</i> Van Heurck & Muell. Arg.	Herbáceo	Cosmopolita			+	
	<i>Carex brunnipes</i> Reznicek.	Herbáceo	Cosmopolita			+	
	<i>Carex chordalis</i> Liebm.	Herbáceo	Cosmopolita			+	
	<i>Carex tuberculata</i> Liebm.	Herbáceo	Cosmopolita			+	
	<i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Endl.	Herbáceo	Cosmopolita			+	
	<i>Cyperus esculentus</i> Linn.	Herbáceo	Cosmopolita			+	
	<i>Cyperus hermaphroditus</i> (Jacq.) Standl.	Herbáceo	Cosmopolita	+	+	+	+
	<i>Cyperus niger</i> Ruiz y Pavon	Herbáceo	Cosmopolita			+	+
	<i>Cyperus semiochraceus</i> (C. B. Clarke) Boeck.	Herbáceo	Cosmopolita	+	+		
	<i>Cyperus seslerioides</i> H. B. K.	Herbáceo	Cosmopolita	+	+	+	+
	<i>Eleocharis acicularis</i> (Linn.) Roem. & Schult.	Herbáceo	Cosmopolita			+	+
	<i>Eleocharis dombeyana</i> Kunth.	Herbáceo	Cosmopolita			+	+

	<i>Eleocharis montevidensis</i> var. <i>montevidensis</i> Kunth.	Herbáceo	Cosmopolita					+	+
	<i>Kyllinga odorata</i> Vahl	Herbáceo	Cosmopolita					+	
	<i>Rhynchospora kunthii</i> Nees	Herbáceo	Cosmopolita					+	
<b>Ericaceae</b>	<i>Arbutus tessellata</i> Sorensen	Árbóreo	Ampl. temp.					+	
	<i>Arbutus xalapensis</i> H. B. K.	Árbóreo	Ampl. temp.	+	+	+	+	+	+
	<i>Comarostaphylis discolor</i> var. <i>discolor</i> Diggs.	Árbóreo	Neotropical	+		+	+	+	
	<i>Gaultheria lancifolia</i> Small.	Arbustivo	Cosmopolita					+	
	<i>Monotropa hypopitys</i> (Scop.) Linn.	Herbáceo	Holártica		+				+
	<i>Monotropa uniflora</i> Linn.	Herbáceo	Holártica	+	+			+	+
	<i>Orthilia secunda</i> (Linn.) House	Herbáceo	?					+	
	<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) DC.	Arbustivo	Austral antártica					+	+
	<i>Vaccinium caespitosum</i> (H. B. K.) Michx.	Arbustivo	Holártica	+				+	+
<b>Euphorbiaceae</b>	<i>Euphorbia furcillata</i> var. <i>furcillata</i> H. B. K.	Herbáceo	Cosmopolita					+	+
	<i>Euphorbia indivisa</i> (Engelm.) Tidestr.	Herbáceo	Cosmopolita					+	
	<i>Euphorbia peplus</i> Linn.	Herbáceo	Cosmopolita					+	
	<i>Euphorbia prostrata</i> Ait.	Herbáceo	Cosmopolita					+	+
<b>Fagaceae</b>	<i>Quercus candicans</i> Neé.	Árbóreo	Holártica					+	+
	<i>Quercus castanea</i> Neé.	Árbóreo	Holártica					+	+
	<i>Quercus crassipes</i> H. B. K.	Árbóreo	Holártica	+		+	+	+	
	<i>Quercus dysophylla</i> Benth.	Árbóreo	Holártica					+	
	<i>Quercus frutex</i> Trel.	Arbustivo	Holártica					+	+
	<i>Quercus laeta</i> Liebm.	Árbóreo	Holártica	+		+	+	+	
	<i>Quercus laurina</i> H. B. K.	Árbóreo	Holártica	+		+	+	+	
	<i>Quercus mexicana</i> H. B. K.	Árbóreo	Holártica			+	+	+	+
	<i>Quercus obtusata</i> H. B. K.	Árbóreo	Holártica	+	+			+	+
	<i>Quercus rugosa</i> Neé.	Árbóreo	Holártica	+		+	+	+	+
<b>Fissidentaceae</b>	<i>Fissidens repandus</i> Wils.	Rasante	Ampl. temp.					+	
<b>Garryaceae</b>	<i>Garrya laurifolia</i> ssp. <i>laurifolia</i> Benth.	Árbóreo	Holártica	+		+	+	+	+
<b>Gentianaceae</b>	<i>Centaurium brachycalyx</i> Standl. & Wms.	Herbáceo	Holártica					+	
	<i>Centaurium quitense</i> (HBK.) Rob.	Herbáceo	Holártica					+	
	<i>Gentianella amarella</i> ssp. <i>hartwegii</i> (Benth.) Gillet	Herbáceo	Ampl. temp.		+			+	
	<i>Gentianella amarella</i> ssp. <i>mexicana</i> (Griseb.) Gillett.	Herbáceo	Ampl. temp.					+	
	<i>Halenia brevicornis</i> (H.B.K.) G. Don	Herbáceo	Holártica	+				+	+
	<i>Halenia plantaginea</i> (H.B.K.) Griseb.	Herbáceo	Holártica					+	+
	<i>Halenia pringlei</i> (Rob. & Seat.) Rob & Seat.	Herbáceo	Holártica		+			+	

<b>Geraniaceae</b>	<i>Erodium cicutarium</i> (Linn.) L'Hérit	Herbáceo	Cosmopolita			+	+	+
	<i>Geranium potentillifolium</i> DC.	Herbáceo	Ampl. temp.	+		+	+	+
	<i>Geranium seemanii</i> Peyr.	Rasante	Ampl. temp.	+		+	+	+
<b>Gramineae</b>	<i>Aegopogon cenchroides</i> Humboldt & Bonpl.	Herbáceo	Neotropical		+		+	+
	<i>Aegopogon tenellus</i> (DC.) Trin.	Herbáceo	Neotropical				+	
	<i>Agrostis bourgaei</i> Fourn.	Herbáceo	Cosmopolita				+	+
	<i>Agrostis perennans</i> (Walt.) Tuckerm.	Herbáceo	Cosmopolita				+	+
	<i>Agrostis schaffneri</i> Fourn.	Herbáceo	Cosmopolita				+	+
	<i>Agrostis tolucensis</i> H. B. K.	Herbáceo	Cosmopolita				+	+
	<i>Aristida divaricata</i> Humboldt & Bonpl.	Herbáceo	Ampl. trop.		+		+	
	<i>Blepharoneuron tricholepis</i> (Torr.) Nash.	Herbáceo	Neártica					+
	<i>Brachypodium mexicanum</i> (Roem. & Schult.) Link.	Herbáceo	Ampl. trop.	+	+		+	+
	<i>Bromus carinatus</i> Hook. & Arn.	Herbáceo	Ampl. temp.				+	+
	<i>Bromus dolichocarpus</i> Wagnon.	Herbáceo	Ampl. temp.		+		+	+
<b>Gramineae</b>	<i>Bromus exaltatus</i> Bernh.	Herbáceo	Ampl. temp.		+		+	+
	<i>Calamagrostis tolucensis</i> (HBK.) Trin.	Herbáceo	Ampl. temp.	+			+	+
	<i>Cinna poiformis</i> (HBK.) Scribn. & Merr.	Herbáceo	Ampl. temp.				+	+
	<i>Cynodon dactylon</i> (Linn.) Pers.	Herbáceo	Ampl. trop.				+	+
	<i>Chloris rufescens</i> Lag.	Herbáceo	Ampl. trop.		+		+	
	<i>Deschampsia elongata</i> (Hook.) Munro.	Herbáceo	Holártica					+
	<i>Festuca amplissima</i> Rupr- ex Fourn.	Herbáceo	Ampl. temp.	+	+		+	+
	<i>Festuca orizabensis</i> Alexeev.	Herbáceo	Ampl. temp.				+	+
	<i>Hilaria cenchroides</i> H. B. K.	Herbáceo	Neotropical		+		+	+
	<i>Lycurus phleoides</i> H. B. K.	Herbáceo	Neotropical				+	
	<i>Muhlenbergia alamosae</i> Vasey.	Herbáceo	Ampl. temp.		+		+	+
	<i>Muhlenbergia macroura</i> (H.B.K.) Kunth.	Herbáceo	Ampl. temp.	+	+		+	+
	<i>Muhlenbergia nigra</i> Hitchc.	Herbáceo	Ampl. temp.		+		+	+
	<i>Muhlenbergia quadridentata</i> (H.B.K.) Kunth.	Herbáceo	Ampl. temp.	+	+		+	+
	<i>Muhlenbergia ramulosa</i> (H.B.K.) Swallen.	Herbáceo	Ampl. temp.				+	+
	<i>Muhlenbergia robusta</i> (Fourn.) Hitch.	Herbáceo	Ampl. temp.		+			+
	<i>Muhlenbergia vaginata</i> Swallen	Herbáceo	Ampl. temp.				+	
	<i>Muhlenbergia virlettii</i> (Fourn.) Soders.	Herbáceo	Ampl. temp.				+	
	<i>Pennisetum villosum</i> R. Br.	Herbáceo	Ampl. trop.				+	
	<i>Piptochaetium seleri</i> (Pilger.) Henr.	Herbáceo	Austral antártica					+
	<i>Piptochaetium virescens</i> (HBK.) Parodi	Herbáceo	Austral antártica	+				+

	<i>Poa annua</i> Linn.	Herbáceo	Ampl. temp.				+	+	+
	<i>Poa pratensis</i> Linn.	Herbáceo	Ampl. temp.					+	
	<i>Sporobolus indicus</i> (Linn.) R. Br.	Herbáceo	Cosmopolita	+				+	+
	<i>Stipa ichu</i> (Ruiz & Pavón) Kunth.	Herbáceo	Cosmopolita				+	+	+
	<i>Stipa mexicana</i> Hitchc.	Herbáceo	Cosmopolita					+	
	<i>Trisetum altijugum</i> (Fourn.) Scribn.	Herbáceo	Ampl. temp.	+				+	+
	<i>Trisetum irazuense</i> (Kuntze) Hitchc.	Herbáceo	Ampl. temp.					+	+
	<i>Trisetum kochianum</i> Hernández T.	Herbáceo	Ampl. temp.	+				+	+
	<i>Trisetum spicatum</i> (Linn.) Richt	Herbáceo	Ampl. temp.					+	+
	<i>Trisetum virlettii</i> Fourn.	Arbustivo	Ampl. temp.	+	+	+		+	+
<b>Grimmiaceae</b>	<i>Grimmia toluensis</i> Card.	Rasante	?				+		
<b>Grossulariaceae</b>	<i>Ribes affine</i> H. B. K.	Arbustivo	Holártica	+				+	+
	<i>Ribes ciliatum</i> Humboldt & Bonpl.	Arbustivo	Holártica	+	+	+		+	+
<b>Guttiferae</b>	<i>Hypericum philonotis</i> (H.B.K.) Cham & Schlecht.	Herbáceo	Ampl. temp.					+	+
	<i>Hypericum silenoides</i> var. <i>mexicanum</i> (Keller) Rodr.	Herbáceo	Ampl. temp.					+	+
<b>Hydrangeaceae</b>	<i>Philadelphus mexicanus</i> Schl.	Arbustivo	Holártica				+	+	
	<i>Nama dichotomum</i> var. <i>dichotomum</i> (Ruiz & Pavón)								
<b>Hydrophyllaceae</b>	Choisy	Herbáceo	Neotropical					+	
	<i>Phacelia platycarpa</i> (Cav.) Spreng.	Herbáceo	Neotropical	+	+			+	+
	<i>Wigandia urens</i> (Ruiz & Pavón) H. B. K.	Arbustivo	Neotropical					+	+
<b>Iridaceae</b>	<i>Orthrosanthus exsertus</i> (Foster) Ravenna	Herbáceo	Ampl. trop.					+	+
	<i>Sisyrinchium angustissimum</i> (Rob. & Greenm.) Greenm. & Thom	Herbáceo	Neotropical					+	+
	<i>Sisyrinchium convolutum</i> Nocca.	Herbáceo	Neotropical					+	+
	<i>Sisyrinchium schaffneri</i> Wats.	Herbáceo	Neotropical	+				+	
	<i>Sisyrinchium tenuifolium</i> H. & B. ex Willd.	Herbáceo	Neotropical	+				+	+
	<i>Sisyrinchium toluense</i> Peyr.	Herbáceo	Neotropical					+	+
<b>Juncaceae</b>	<i>Juncus ebracteatus</i> Liebm.	Herbáceo	Cosmopolita					+	+
	<i>Juncus liebmanii</i> var. <i>liebmanii</i> Macbr.	Herbáceo	Cosmopolita					+	+
	<i>Luzula denticulata</i> Liebm.	Herbáceo	Cosmopolita					+	
	<i>Luzula racemosa</i> Desv.	Herbáceo	Cosmopolita					+	+
<b>Labiatae</b>	<i>Agastache mexicana</i> (HBK.) Lint & Epl.	Herbáceo	Holártica					+	+
	<i>Cunila lythrifolia</i> Benth.	Arbustivo	Neotropical					+	+
	<i>Hedeoma piperitum</i> Benth.	Herbáceo	Neotropical					+	+
	<i>Lepechinia caulescens</i> (Ortega) Epling	Herbáceo	Neotropical				+	+	+

	<i>Marrubium vulgare</i> Linn.	Herbáceo	Holártica		+			+	+
	<i>Prunella vulgaris</i> Linn.	Herbáceo	Holártica	+	+			+	+
	<i>Salvia amarissima</i> Ortega	Herbáceo	Ampl. temp.	+			+	+	+
	<i>Salvia concolor</i> Lamb.	Herbáceo	Ampl. temp.	+			+	+	+
	<i>Salvia elegans</i> Vahl.	Herbáceo	Ampl. temp.	+		+	+	+	+
	<i>Salvia fulgens</i> (H. B. K.) Cav.	Herbáceo	Ampl. temp.		+			+	+
	<i>Salvia gesnerifolia</i> Lindl.	Herbáceo	Ampl. temp.					+	+
	<i>Salvia lavanduloides</i> Kunth.	Herbáceo	Ampl. temp.				+	+	+
	<i>Salvia mexicana</i> var. <i>minor</i> (Linn.) Benth.	Herbáceo	Ampl. temp.	+	+			+	+
	<i>Salvia microphylla</i> var. <i>neurepia</i> (H. B. K.) Epl.	Herbáceo	Ampl. temp.	+			+	+	+
	<i>Salvia polystachya</i> Ortega	Herbáceo	Ampl. temp.				+	+	+
	<i>Salvia prunelloides</i> H. B. K.	Herbáceo	Ampl. temp.		+			+	+
	<i>Salvia reptans</i> (Benth.) Jacq.	Herbáceo	Ampl. temp.		+			+	
	<i>Salvia stricta</i> Sessé & Moc.	Herbáceo	Ampl. temp.					+	+
	<i>Satureja macrostema</i> (Benth.) Briq.	Herbáceo	Cosmopolita				+	+	+
	<i>Scutellaria caerulea</i> Moc. & Sessé	Herbáceo	Holártica		+			+	+
	<i>Stachys agraria</i> Cham. & Schl.	Herbáceo	Ampl. trop.		+			+	+
	<i>Stachys coccinea</i> Jacq.	Herbáceo	Ampl. trop.	+	+			+	+
	<i>Stachys sanchezii</i> Rzedowski y García Zúñiga	Herbáceo	Ampl. trop.					+	
<b>Lauraceae</b>	<i>Litsea glaucescens</i> H. B. K.	Arbóreo	Ampl. trop.				+	+	+
<b>Leguminosae</b>	<i>Astragalus guatemalensis</i> var. <i>brevidentatus</i> (Hemsl.) Barneby	Herbáceo	Ampl. temp.		+			+	+
	<i>Astragalus micranthus</i> var. <i>micranthus</i>	Herbáceo	Ampl. temp.		+			+	+
	<i>Calliandra grandiflora</i> (L'Hér.) Benth.	Arbustivo	Neotropical					+	
	<i>Cologania broussonetii</i> (Balbis) DC.	Herbáceo	Neotropical		+			+	+
	<i>Dalea minutifolia</i> (Rydb) Harms	Arbustivo	Neotropical				+	+	+
	<i>Dalea obovatifolia</i> var. <i>uncifera</i> (Schl. & Cham) Barneby	Herbáceo	Neotropical		+			+	+
	<i>Dalea zimapanica</i> Schaver	Arbustivo	Neotropical		+			+	+
	<i>Desmodium aparines</i> (Link) DC.	Herbáceo	Ampl. trop.		+			+	
	<i>Desmodium molliculum</i> (H.B.K.) DC.	Herbáceo	Ampl. trop.		+			+	
	<i>Erythrina coralloides</i> DC.	Arbóreo	Ampl. trop.		+				+
	<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ortega) Sarg.	Arbóreo	Neotropical				+	+	+
	<i>Lupinus elegans</i> H. B. K.	Herbáceo	Holártica	+	+				+
	<i>Lupinus glabratus</i> Agardh.	Herbáceo	Holártica	+	+			+	+
	<i>Lupinus versicolor</i> Sweet.	Herbáceo	Holártica				+	+	+

	<i>Phaseolus pedicellatus</i> Benth.	Herbáceo	Neotropical		+		+	+
	<i>Senna multiglandulosa</i> (Jacq.) Irwin & Barneby	Arbustivo	Ampl. trop.				+	+
	<i>Trifolium amabile</i> H. B. K.	Herbáceo	Holártica	+			+	+
	<i>Trifolium mexicanum</i> Hemsl.	Herbáceo	Holártica				+	+
	<i>Trifolium wormskioldii</i> var <i>ortegae</i> (Greene) Barneby	Herbáceo	Holártica		+		+	+
	<i>Vicia pulchella</i> ssp. <i>mexicana</i> (Hemsl.) Gunn.	Trepadora	Holártica				+	+
	<i>Vicia sativa</i> Linn.	Trepadora	Holártica					
<b>Lentibulariaceae</b>	<i>Utricularia livida</i> (Fernald) E. Meyer	Rasante	Cosmopolita		+		+	+
<b>Linaceae</b>	<i>Linum orizabae</i> Planch.	Herbáceo	Holártica				+	+
<b>Loganiaceae</b>	<i>Buddleia cordata</i> ssp. <i>cordata</i> H. B. K.	Arbóreo	Ampl. trop.		+		+	+
	<i>Buddleia parviflora</i> H. B. K.	Arbóreo	Ampl. trop.				+	+
<b>Loranthaceae</b>	<i>Arceuthobium abietis-religiosae</i> Heil.	Epífita	Neotropical				+	+
	<i>Arceuthobium globosum</i> Hawksworth & Wiens	Epífita	Neotropical				+	+
	<i>Arceuthobium vaginatum</i> (Willd.) Presl.	Epífita	Neotropical		+		+	+
	<i>Phoradendron velutinum</i> (D. C.) Nutt.	Arbustivo	Neotropical				+	+
<b>Lythraceae</b>	<i>Cuphea aequipetala</i> Cav.	Herbáceo	Neotropical		+	+	+	+
<b>Malvaceae</b>	<i>Kearnemalvastrum subtriflorum</i> (Lag.) Bates	Arbustivo	Neotropical					+
	<i>Malva parviflora</i> Linn.	Herbáceo	Holártica					+
<b>Nolinaceae</b>	<i>Nolina parviflora</i> (HBK.) Hemsl.	Arbóreo	Neotropical					+
<b>Nyctaginaceae</b>	<i>Mirabilis jalapa</i> Linn.	Herbáceo	Neotropical				+	+
<b>Oleaceae</b>	<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Ling.	Arbóreo	Holártica		+		+	+
	<i>Ligustrum japonicum</i> Thunb.	Arbóreo	Cosmopolita				+	+
<b>Onagraceae</b>	<i>Epilobium ciliatum</i> ssp. <i>ciliatum</i> Raf.	Herbáceo	Ampl. temp.		+		+	+
	<i>Fuchsia microphylla</i> ssp. <i>microphylla</i> H. B. K.	Arbustivo	Austral antártica		+		+	+
	<i>Fuchsia thymifolia</i> ssp. <i>thymifolia</i> H. B. K.	Arbustivo	Austral antártica		+		+	+
	<i>Gaura coccinea</i> Nutt.	Herbáceo	Neotropical		+		+	+
	<i>Gaura mutabilis</i> Cav.	Herbáceo	Neotropical				+	
	<i>Lopezia racemosa</i> ssp. <i>racemosa</i> Cav.	Herbáceo	Neotropical				+	+
	<i>Ludwigia palustris</i> (Linn.) Ell.	Herbáceo	Cosmopolita				+	+
	<i>Oenothera pubescens</i> Willd. ex Spreng	Herbáceo	Holártica		+	+	+	+
	<i>Oenothera purpusii</i> Munz.	Herbáceo	Holártica		+		+	+
	<i>Oenothera rosea</i> Ait.	Herbáceo	Holártica		+	+	+	+
<b>Orchidaceae</b>	<i>Bletia reflexa</i> Lindl.	Herbáceo	Neotropical				+	+
	<i>Corallorhiza macrantha</i> Schltr.	Herbáceo	Holártica				+	
	<i>Corallorhiza maculata</i> (Lindl.) Raf.	Herbáceo	Holártica		+		+	+

	<i>Corallorhiza wisteriana</i> Conrad.	Herbáceo	Holártica						+	
	<i>Domingoa kienastii</i> (Reichb. f.) Dressler	Epífita	Caribe						+	
	<i>Habenaria guadalajarana</i> Wats.	Herbáceo	Ampl. trop.						+	
	<i>Laelia autumnalis</i> (Lex.) Lindl.	Epífita	Neotropical						+	
	<i>Malaxis myurus</i> (Lindl.) Kuntze	Herbáceo	Ampl. trop.						+	
	<i>Malaxis soulei</i> L. O. Wms.	Herbáceo	Cosmopolita						+	+
	<i>Platanthera sparsiflora</i> var. <i>brevifolia</i> (Greene) Luer	Herbáceo	Ampl. trop.						+	
	<i>Spiranthes hyemalis</i> A. Rich & Gal.	Herbáceo	Cosmopolita					+	+	
	<i>Spiranthes minutiflora</i> Rich. & Gal	Herbáceo	Cosmopolita						+	
<b>Orobanchaceae</b>	<i>Conopholis alpina</i> Liebm.	Herbáceo	Neotropical	+					+	+
<b>Oxalidaceae</b>	<i>Oxalis alpina</i> (Rose) Knuth	Rasante	Cosmopolita						+	+
	<i>Oxalis corniculata</i> Linn.	Rasante	Cosmopolita	+					+	+
	<i>Oxalis nelsonii</i> (Small) Knuth.	Rasante	Cosmopolita						+	+
	<i>Oxalis tetraphylla</i> Cav.	Rasante	Cosmopolita						+	+
<b>Papaveraceae</b>	<i>Argemone platyceras</i> Link. & Otto	Herbáceo	Neotropical	+	+				+	+
<b>Passifloraceae</b>	<i>Passiflora exsudans</i> Zucc.	Trepadora	Ampl. trop.						+	+
<b>Phytolaccaceae</b>	<i>Phytolacca icosandra</i> Linn.	Herbáceo	Ampl. trop.	+					+	+
<b>Pinaceae</b>	<i>Abies religiosa</i> (H. B. K.) Schl. & Cham.	Arbóreo	Holártica			+			+	+
	<i>Pinus ayacahuite</i> var. <i>veitchii</i> Schl. & Cham.	Arbóreo	Holártica						+	+
	<i>Pinus hartwegii</i> Lindl.	Arbóreo	Holártica	+	+					+
	<i>Pinus leiophylla</i> Schl. & Cham.	Arbóreo	Holártica			+				+
	<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	Arbóreo	Holártica	+					+	+
	<i>Pinus patula</i> Schl. & Cham.	Arbóreo	Holártica	+					+	+
	<i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl.	Arbóreo	Holártica						+	+
	<i>Pinus rudis</i> Endl.	Arbóreo	Holártica			+			+	+
	<i>Pinus teocote</i> Schl. & Cham.	Arbóreo	Holártica	+					+	+
<b>Piperaceae</b>	<i>Peperomia campylotropa</i> (H.B.K.) Hill.	Herbáceo	Neotropical	+	+				+	+
	<i>Peperomia galioides</i> (C.D.C.) HBK.	Epífita	Neotropical						+	+
	<i>Peperomia hintonii</i> Yuncker	Herbáceo	Neotropical			+			+	+
	<i>Peperomia hispidula</i> (Sw.) A. Dietr.	Herbáceo	Neotropical			+			+	+
	<i>Peperomia quadrifolia</i> (L.) H.B.K.	Epífita	Neotropical						+	+
<b>Plantaginaceae</b>	<i>Plantago alismatifolia</i> Pilger	Herbáceo	Cosmopolita						+	
	<i>Plantago australis</i> ssp. <i>hirtella</i> (Lam.) Rahn	Herbáceo	Cosmopolita						+	+
	<i>Plantago nivea</i> H. B. K.	Herbáceo	Cosmopolita	+					+	+
<b>Polemoniaceae</b>	<i>Loeselia glandulosa</i> (Cav.) Don.	Herbáceo	Neotropical						+	

	<i>Loeselia mexicana</i> (Lam.) Brand.	Arbustivo	Neotropical			+	+	+
	<i>Polemonium mexicanum</i> Cerv. ex Lag.	Herbáceo	Holártica		+		+	+
<b>Polygalaceae</b>	<i>Monnina ciliolata</i> (D. Dietr.) DC.	Arbustivo	Neotropical	+		+	+	+
<b>Polygonaceae</b>	<i>Eriogonum jamesii</i> Benth.	Arbustivo	Neotropical		+		+	+
	<i>Polygonum aviculare</i> Linn.	Herbáceo	Cosmopolita		+		+	+
	<i>Polygonum hydropiperoides</i> Michx.	Herbáceo	Cosmopolita		+			+
	<i>Polygonum punctatum</i> var. <i>cciliatum</i> Small	Herbáceo	Cosmopolita			+	+	+
	<i>Rumex acetosella</i> Linn.	Herbáceo	Cosmopolita		+		+	+
	<i>Rumex crispus</i> Linn.	Herbáceo	Cosmopolita				+	+
	<i>Rumex obtusifolius</i> ssp. <i>agrestis</i> (Fries) Danser	Herbáceo	Cosmopolita		+		+	+
<b>Polypodiaceae</b>	<i>Adiantum ampillus-veneris</i> Linn.	Herbáceo	Neotropical			+		
	<i>Adiantum andicola</i> Liebm.	Herbáceo	Neotropical	+				
	<i>Asplenium monanthes</i> Linn.	Herbáceo	Holártica	+	+			+
<b>Portulacaceae</b>	<i>Calandrinia megarhiza</i> Hemsl.	Herbáceo	Neotropical		+		+	+
	<i>Claytonia perfoliata</i> ssp. <i>mexicana</i> Donn.	Herbáceo	Holártica		+		+	+
	<i>Montia chamissoi</i> (Leped.) Dur. & Jacks.	Herbáceo	Holártica		+		+	+
	<i>Talinum lineare</i> H. B. K.	Herbáceo	Ampl. trop.		+		+	+
<b>Pottiaceae</b>	<i>Lophocolea bidentata</i> (Linn.) Dum.	Rasante	Holártica			+		
	<i>Trichostomum cylindricum</i> (Bruch.) C. M.	Rasante	Holártica			+		+
<b>Primulaceae</b>	<i>Anagallis arvensis</i> Linn.	Herbáceo	Cosmopolita		+		+	+
	<i>Centunculus minimus</i> Linn.	Herbáceo	?				+	?
<b>Pteridaceae</b>	<i>Cheilanthes hirsuta</i> Link.	Rasante	Neotropical					+
<b>Ranunculaceae</b>	<i>Clematis dioica</i> Linn.	Arbustivo	Cosmopolita				+	+
	<i>Ranunculus dichotomus</i> Moc. & Sessé	Herbáceo	Ampl. temp.		+		+	+
	<i>Ranunculus donianus</i> Pritzel	Herbáceo	Ampl. temp.		+		+	+
	<i>Ranunculus peruvianus</i> Pers.	Herbáceo	Ampl. temp.		+		+	+
	<i>Ranunculus petiolaris</i> var. <i>arsenei</i> (Benson) Duncan	Herbáceo	Ampl. temp.		+		+	+
	<i>Ranunculus petiolaris</i> var. <i>sierrae-orientalis</i> Benson	Herbáceo	Ampl. temp.		+		+	+
	<i>Ranunculus petiolaris</i> var. <i>trahens</i> Duncan	Herbáceo	Ampl. temp.		+		+	+
	<i>Ranunculus praemorsus</i> var. <i>amellus</i> (Briq.) Duncan	Herbáceo	Ampl. temp.				+	
	<i>Thalictrum pubigerum</i> Benth.	Herbáceo	Holártica		+		+	+
	<i>Thalictrum strigillosum</i> Hemsl.	Herbáceo	Holártica		+		+	+
<b>Resedaceae</b>	<i>Reseda luteola</i> Linn.	Herbáceo	Cosmopolita				+	+
<b>Rhamnaceae</b>	<i>Ceanothus coeruleus</i> Lagasca	Arbóreo	Neotropical				+	+
<b>Rosaceae</b>	<i>Acaena elongata</i> Linn.	Arbustivo	Austral antártica	+	+	+	+	+

	<i>Alchemilla aphanoides</i> Linn.	Herbáceo	Neotropical					+	+
	<i>Alchemilla pringlei</i> Fedde.	Rasante	Neotropical					+	+
	<i>Alchemilla procumbens</i> Rose.	Rasante	Neotropical	+	+	+		+	+
	<i>Alchemilla sibbaldiifolia</i> var. <i>bourgeoui</i> (Rydb) Perry	Rasante	Neotropical		+			+	+
	<i>Alchemilla vulcanica</i> Schl. & Cham.	Rasante	Neotropical	+				+	
	<i>Amelanchier denticulata</i> (H.B.K.) Kock	Árbóreo	Holártica		+			+	+
	<i>Crataegus mexicana</i> Moc. & Sessé ex DC.	Árbóreo	Holártica	+				+	+
	<i>Duchesnea indica</i> (Andr.) Focke	Herbáceo	Ampl. temp.	+	+			+	+
	<i>Fragaria mexicana</i> Schl.	Herbáceo	Ampl. temp.	+		+	+	+	+
	<i>Potentilla candicans</i> Humboldt & Bonpl.	Herbáceo	Holártica	+				+	+
	<i>Potentilla rubra</i> Willd.	Herbáceo	Holártica	+				+	+
	<i>Prunus serotina</i> ssp. <i>capulli</i> (Cav.) McVaugh	Árbóreo	Ampl. temp.					+	+
	<i>Rosa canina</i> (Humboldt & Bonpl.) L.	Arbustivo	Ampl. temp.					+	+
	<i>Rubus liebmannii</i> Focke	Arbustivo	Cosmopolita		+			+	+
	<i>Rubus pumilus</i> Focke	Herbáceo	Cosmopolita		+			+	+
<b>Rubiaceae</b>	<i>Bouvardia obovata</i> H. B. K.	Herbáceo	Neotropical					+	
	<i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schl.	Arbustivo	Neotropical					+	+
	<i>Didymaea alsinoides</i> (Schlecht. & Cham.) Standl.	Herbáceo	Neotropical		+			+	+
	<i>Didymaea floribunda</i> Rzedowski	Herbáceo	Neotropical					+	
	<i>Galium aschbornii</i> Schauer	Herbáceo	Ampl. temp.			+		+	+
	<i>Galium praetermissum</i> Greenm.	Herbáceo	Ampl. temp.				+		+
<b>Sabiaceae</b>	<i>Meliosma dentata</i> (Liebm.) Urban	Árbóreo	Ampl. trop.		+			+	+
<b>Salicaceae</b>	<i>Salix paradoxa</i> (Schn.) H. B. K.	Árbóreo	Holártica	+				+	+
<b>Saxifragaceae</b>	<i>Heuchera orizabensis</i> Hemsl.	Herbáceo	Neotropical		+			+	+
<b>Scrophulariaceae</b>	<i>Castilleja arvensis</i> Schlecht. & Cham.	Herbáceo	Cosmopolita	+				+	+
	<i>Castilleja lithospermoides</i> H. B. K.	Herbáceo	Cosmopolita					+	
	<i>Castilleja moranensis</i> H. B. K.	Herbáceo	Cosmopolita	+				+	+
	<i>Castilleja tenuiflora</i> Benth.	Herbáceo	Cosmopolita					+	+
	<i>Lamouroxia dasyantha</i> (Cham. & Schl.) Ernst.	Herbáceo	Neotropical		+			+	
	<i>Lamouroxia multifida</i> H. B. K.	Herbáceo	Neotropical		+			+	+
	<i>Lamouroxia rhinanthifolia</i> H. B. K.	Herbáceo	Neotropical		+			+	+
	<i>Lamouroxia xalapensis</i> H. B. K.	Arbustivo	Neotropical		+			+	+
	<i>Mimulus glabratus</i> H. B. K.	Herbáceo	Ampl. temp.		+			+	+
	<i>Pedicularis mexicana</i> Zucc. ex Benth.	Herbáceo	Holártica		+			+	+
	<i>Penstemon barbatus</i> (Cav.) Roth.	Herbáceo	Holártica		+			+	+

	<i>Penstemon campanulatus</i> (Cav.) Willd.	Herbáceo	Holártica	+	+		+	+	+	+
	<i>Penstemon gentianoides</i> (H.B.K.) Poiret	Herbáceo	Holártica	+	+			+	+	+
	<i>Penstemon roseus</i> (Sweet) G. Don.	Herbáceo	Holártica					+		+
	<i>Sibthorpia repens</i> (Mutis ex L. F.) O. Kuntze	Rasante	Holártica	+		+		+	+	+
	<i>Veronica americana</i> Schw.	Rasante	Holártica				+	+		+
Smilacaceae	<i>Smilax moranensis</i> Mart. & Gal.	Trepadora	Ampl. trop.	+		+		+		+
Solanaceae	<i>Cestrum anagyris</i> var. <i>anagyris</i> Dunal	Arbóreo	Neotropical					+	+	+
	<i>Cestrum nitidum</i> Mart. et Gal.	Arbustivo	Neotropical						+	
	<i>Cestrum thyrsoides</i> (Dun.) H.B.K.	Arbustivo	Neotropical	+		+	+	+		+
	<i>Datura stramonium</i> Linn.	Arbustivo	Neotropical					+	+	+
	<i>Nectouxia formosa</i> H. B. K.	Herbáceo	México			+			+	+
	<i>Physalis coztomatl</i> Moch. & Sessé ex Dunal	Herbáceo	Cosmopolita	+	+				+	+
	<i>Physalis orizabae</i> Dun.	Herbáceo	Cosmopolita						+	+
	<i>Solanum appendiculatum</i> H. B. K.	Herbáceo	Cosmopolita			+			+	+
	<i>Solanum bulbocastanum</i> var. <i>bulbocastanum</i> Dunal	Herbáceo	Cosmopolita						+	+
	<i>Solanum cervantesii</i> Lag.	Arbustivo	Cosmopolita	+					+	+
	<i>Solanum demissum</i> Lindl.	Herbáceo	Cosmopolita	+	+				+	+
	<i>Solanum marginatum</i> Linn.	Arbustivo	Cosmopolita			+			+	+
	<i>Solanum nigrescens</i> (Linn.) Mart. et Gal.	Herbáceo	Cosmopolita					+	+	+
	<i>Solanum stoloniferum</i> Schl.	Herbáceo	Cosmopolita	+					+	?
	<i>Solanum verrucosum</i> Schl.	Herbáceo	Cosmopolita						+	+
Symplocaceae	<i>Symplocos citrea</i> (Hemsl.) Lex.	Arbóreo	Neotropical						+	+
Theaceae	<i>Ternstroemia sylvatica</i> Schl. & Cham.	Arbóreo	Ampl. trop.						+	+
Thuidiaceae	<i>Thuidium delicatulum</i> (Hedw.) Mitt.	Rasante	Neártica			+				+
Umbelliferae	<i>Angelica nelsonii</i> Coult. & Rose.	Herbáceo	Holártica						+	+
	<i>Arracacia atropurpurea</i> (Lehm.) Bent. et. Hook	Herbáceo	Neotropical	+				+	+	+
	<i>Arracacia rigida</i> Coult. & Rose.	Herbáceo	Neotropical						+	+
	<i>Daucus montanus</i> Humboldt & Bonpl.	Herbáceo	Holártica						+	
	<i>Donnellsmithia juncea</i> (H. & B.) Math. & Const.	Herbáceo	Neotropical						+	
	<i>Eryngium alternatum</i> Coult. & Rose.	Herbáceo	Holártica						+	+
	<i>Eryngium carlinae</i> Delar.	Herbáceo	Holártica	+	+				+	+
	<i>Eryngium proteiflorum</i> Delar.	Herbáceo	Holártica	+					+	+
	<i>Eryngium serratum</i> Cav.	Herbáceo	Holártica						+	+
	<i>Eryngium subacaule</i> Cav.	Herbáceo	Holártica						+	+
	<i>Osmorhiza mexicana</i> Griseb.	Herbáceo	Ampl. temp.			+	+		+	+

	<i>Rhodosciadium purpureum</i> (Rose) Math. & Const.	Herbáceo	México					+		
Urticaceae	<i>Parietaria pensylvanica</i> Muhl.	Herbáceo	Cosmopolita					+	+	
	<i>Urtica chamaedryoides</i> Pursh.	Herbáceo	Ampl. temp.	+				+		+
	<i>Urtica mexicana</i> Liebm.	Herbáceo	Ampl. temp.					+	+	+
	<i>Urtica subincisa</i> Benth.	Herbáceo	Ampl. temp.	+				+		+
	<i>Urtica urens</i> Linn.	Herbáceo	Ampl. temp.					+	+	+
Valerianaceae	<i>Valeriana clematitidis</i> H. B. K.	Herbáceo	Holártica					+	+	+
Verbenaceae	<i>Bouchea prismatica</i> var. <i>brevirostra</i> Grenz.	Herbáceo	Neotropical	+				+		+
	<i>Lippia mexicana</i> Cav.	Arbóreo	Ampl. trop.					+	+	+
	<i>Verbena bipinnatifida</i> (Benth.) Nutt.	Herbáceo	Cosmopolita					+	+	
	<i>Verbena carolina</i> Linn.	Herbáceo	Cosmopolita					+	+	+
Violaceae	<i>Viola guatemalensis</i> Becker.	Herbáceo	Ampl. temp.						+	
Violaceae	<i>Viola hemsleyana</i> Calderón	Herbáceo	Ampl. temp.						+	
	<i>Viola hookeriana</i> H. B. K.	Herbáceo	Ampl. temp.						+	+
	<i>Viola painteri</i> (Hemsl.) Rose & House	Herbáceo	Ampl. temp.					+	+	+

**8.2 Apéndice II:** Relación del número de especies y géneros por familia de plantas en la cuenca alta del río Magdalena, D. F.

<b>Familia</b>	<b>No. de géneros</b>	<b>% del total</b>	<b>No. de especies</b>	<b>% del total</b>
Compositae	39	14.23	100	18.87
Gramineae	21	7.66	42	7.92
Cruciferae	12	4.38	14	2.64
Leguminosae	12	4.38	21	3.96
Labiatae	10	3.65	23	4.34
Rosaceae	10	3.65	16	3.02
Orchidaceae	8	2.92	12	2.26
Ericaceae	7	2.55	8	1.51
Scrophulariaceae	7	2.55	16	3.02
Umbelliferae	7	2.55	12	2.26
Onagraceae	6	2.19	10	1.89
Caryophyllaceae	5	1.82	12	2.26
Cyperaceae	5	1.82	16	3.02
Solanaceae	5	1.82	15	2.83
Caprifoliaceae	4	1.46	5	0.94
Crassulaceae	4	1.46	9	1.70
Portulacaceae	4	1.46	4	0.75
Asclepiadaceae	3	1.09	7	1.32
Boraginaceae	3	1.09	4	0.75
Commelinaceae	3	1.09	6	1.13
Gentianaceae	3	1.09	7	1.32
Hydrophyllaceae	3	1.09	3	0.57
Polygonaceae	3	1.09	7	1.32
Ranunculaceae	3	1.09	10	1.89
Rubiaceae	3	1.09	6	1.13
Verbenaceae	3	1.09	4	0.75
Agavaceae	2	0.73	2	0.38
Amaryllidaceae	2	0.73	2	0.38
Campanulaceae	2	0.73	4	0.75
Geraniaceae	2	0.73	3	0.57
Iridaceae	2	0.73	6	1.13
Juncaceae	2	0.73	4	0.75
Loranthaceae	2	0.73	4	0.75
Malvaceae	2	0.73	2	0.38
Oleaceae	2	0.73	2	0.38
Pinaceae	2	0.73	9	1.70
Polemoniaceae	2	0.73	3	0.57
Polypodiaceae	2	0.73	3	0.57
Pottiaceae	2	0.73	2	0.38

Primulaceae	2	0.73	2	0.38
Urticaceae	2	0.73	5	0.94
Aceraceae	1	0.36	1	0.19
Amaranthaceae	1	0.36	2	0.38
Anthericaceae	1	0.36	2	0.38
Aquifoliaceae	1	0.36	1	0.19
Begoniaceae	1	0.36	1	0.19
Berberidaceae	1	0.36	2	0.38
Betulaceae	1	0.36	4	0.75
Brachytheciaceae	1	0.36	1	0.19
Bromeliaceae	1	0.36	3	0.57
Bryaceae	1	0.36	1	0.19
Cactaceae	1	0.36	1	0.19
Cistaceae	1	0.36	1	0.19
Clethraceae	1	0.36	1	0.19
Cornaceae	1	0.36	2	0.38
Cucurbitaceae	1	0.36	2	0.38
Cupressaceae	1	0.36	1	0.19
Euphorbiaceae	1	0.36	4	0.75
Fagaceae	1	0.36	10	1.89
Fissidentaceae	1	0.36	1	0.19
Garryaceae	1	0.36	1	0.19
Grimmiaceae	1	0.36	1	0.19
Grossulariaceae	1	0.36	2	0.38
Guttiferae	1	0.36	2	0.38
Hydrangeaceae	1	0.36	1	0.19
Lauraceae	1	0.36	1	0.19
Lentibulariaceae	1	0.36	1	0.19
Linaceae	1	0.36	1	0.19
Loganiaceae	1	0.36	2	0.38
Lythraceae	1	0.36	1	0.19
Nolinaceae	1	0.36	1	0.19
Nyctaginaceae	1	0.36	1	0.19
Orobanchaceae	1	0.36	1	0.19
Oxalidaceae	1	0.36	4	0.75
Papaveraceae	1	0.36	1	0.19
Passifloraceae	1	0.36	1	0.19
Phytolaccaceae	1	0.36	1	0.19
Piperaceae	1	0.36	5	0.94
Plantaginaceae	1	0.36	3	0.57
Polygalaceae	1	0.36	1	0.19
Pteridaceae	1	0.36	1	0.19

Resedaceae	1	0.36	1	0.19
Rhamnaceae	1	0.36	1	0.19
Sabiaceae	1	0.36	1	0.19
Salicaceae	1	0.36	1	0.19
Saxifragaceae	1	0.36	1	0.19
Smilacaceae	1	0.36	1	0.19
Symplocaceae	1	0.36	1	0.19
Theaceae	1	0.36	1	0.19
Thuidiaceae	1	0.36	1	0.19
Valerianaceae	1	0.36	1	0.19
Violaceae	1	0.36	4	0.75
92	274	100	530	100

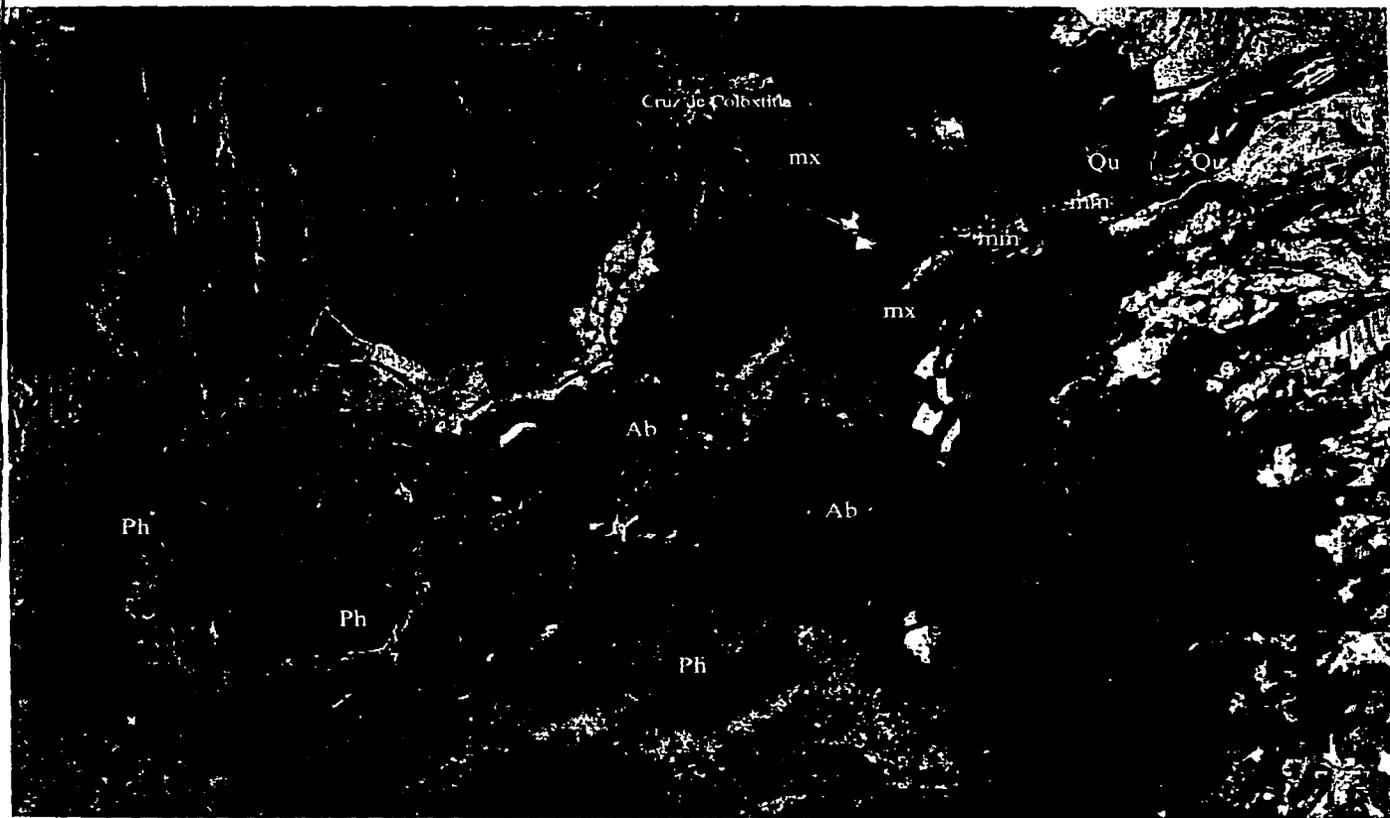
### 8.3 Apéndice III: Levantamientos realizados en la CARM

Número	Tipo de vegetación	Coordenadas geográficas	Altitud (m snm)	Orientación	Pendiente (%)	Tipo de pendiente
1	Bosque de <i>Pinus hartwegii</i>	99°19'28'', 19°15'12''	3750	SE-27	20	Recta
2	Bosque de <i>Pinus hartwegii</i>	99°19'59'', 19°15'33''	3650	O 291°	11	Recta
3	Bosque de <i>Pinus hartwegii</i>	99°19'13'', 19°15'02''	3475	E-80	50	Recta
4	Bosque de <i>Pinus hartwegii</i>	99°18'49'', 19°15'14''	3380	N-344	30	Recta
5	Bosque de <i>Abies religiosa</i>	99°18'09'', 19°15'53''	3300	NE	10	Recta
6	Bosque de <i>Abies religiosa</i>	99°17'03'', 19°16'27''	2900	SE-28	40	Irregular
7	Bosque de <i>Abies religiosa</i>	99°16'25'', 19°16'34''	2950	NO-31	50	Convexa
8	Bosque de <i>Abies religiosa</i>	99°18'09'', 19°15'22''	3250	S-17	30	Recta
9	Bosque de <i>Abies religiosa</i>	99°17'49'', 19°17'07''	3400	N-33	11	Recta
10	Bosque de <i>Abies religiosa</i>	99°17'04'', 19°17'04''	2960	E-110	50	Recta
11	Bosque de <i>Abies religiosa</i>	99°17'37'', 19°16'15''	3300	NE-55	25	Recta
12	Bosque de <i>Abies religiosa</i>	99°17'43'', 19°16'13''	3200	N-36	10	Recta
13	Bosque de <i>Abies religiosa</i>	99°17'47'', 19°16'26''	3240	E	25	Irregular
14	Bosque de <i>Abies religiosa</i>	99°17'35'', 19°17'11''	3400	NE-8	17	Recta
15	Bosque de <i>Abies religiosa</i>	99°17'30'', 19°15'40''	3350	N-33	33	Recta
16	Bosque de <i>Abies religiosa</i>	99°17'40'', 19°16'06''	3200	S-16	2	Recta
17	Bosque mixto	99°16'45'', 19°16'50''	2850	SE-13	15	Recta
18	Bosque mixto	99°16'15'', 19°17'39''	3200	SE-31	30	Irregular
19	Bosque mixto	99°16'15'', 19°17'18''	3000	SE-16	60	Recta
20	Bosque mixto	99°16'35'', 19°17'40''	3000	NO-33	40	Recta
21	Bosque mixto	99°16'08'', 19°17'08''	2900	NE-6	33	Recta
22	Bosque de <i>Quercus rugosa</i>	99°15'53'', 19°17'10''	2710	S	30	Cóncava
23	Bosque de <i>Quercus rugosa</i>	99°15'21'', 19°17'42''	2626	NW-318	60	Recta
24	Bosque de <i>Quercus rugosa</i>	99°16'40'', 19°17'04''	2900	S-SE	40	Recta
25	Bosque de <i>Quercus rugosa</i>	99°16'56'', 19°16'40''	2865	SE	60	Irregular
26	Bosque mesófilo de montaña	99°16'54'', 19°17'48''	2750	SE-120	50	Recta
27	Bosque mesófilo de montaña	99°16'36'', 19°16'49''	2800	NE 330°	45	Recta
28	Bosque mesófilo de montaña	99°17'00'', 19°16'25''	2700	NO-26	40	Recta

**8.4 Apéndice IV: Fitodiversidad por levantamiento realizado en la CARM**

Levantamiento	Desv. Stand.	Riqueza	Equidad	Índice de Shannon	Índice de Simpson
1	7.266	7	0.839	1.634	0.7644
2	6.107	9	0.301	0.662	0.2694
3	4.134	9	0.417	0.917	0.4165
4	6.538	20	0.538	1.611	0.6999
5	9.642	12	0.596	1.481	0.6578
6	4.907	7	0.886	1.724	0.78
7	7.763	6	0.871	1.56	0.7637
8	5.873	6	0.786	1.408	0.6893
9	12.551	11	0.784	1.879	0.8171
10	5.022	13	0.769	1.973	0.8034
11	7.29	4	0.809	1.122	0.6354
12	6.477	9	0.871	1.914	0.8221
13	5.526	12	0.806	2.002	0.8358
14	12.032	8	0.831	1.728	0.7925
15	8.174	8	0.656	1.365	0.7102
16	7.642	6	0.79	1.415	0.7248
17	6.916	14	0.888	2.342	0.8804
18	8.202	12	0.749	1.862	0.78
19	5.532	11	0.788	1.89	0.7695
20	7.307	6	0.759	1.36	0.6864
21	5.948	13	0.876	2.248	0.8762
22	7.547	6	0.705	1.262	0.6636
23	10.57	9	0.502	1.103	0.5957
24	7.016	9	0.689	1.514	0.7397
25	5.367	12	0.654	1.626	0.6833
26	6.605	5	0.802	1.291	0.673
27	4.581	19	0.8	2.355	0.8799
28	5.987	16	0.613	1.7	0.7527
<b>Promedio general</b>	<b>7.09</b>	<b>10</b>	<b>0.728</b>	<b>1.605</b>	<b>0.7201</b>

**8.5 Apéndice V:** Fotografía aérea de la cuenca alta del río Magdalena con la distribución de las comunidades vegetales. Ph: bosque de *Pinus hartwegii*, Ab: bosque de *Abies religiosa*, mx: bosque mixto, mm: bosque mesófilo de montaña y Qu: bosque de *Quercus rugosa*. Los círculos negros corresponden a los Dinamos con su número respectivo.







## 8.7 Apéndice VII: Lista de tablas y figuras

No.	Figura	Página
1	Mapa de localización de la cuenca alta del río Magdalena, México, D. F.	14
2	Perfil orográfico de la CARM, México, D. F.	15
3	Gráficas de precipitación-temperatura para dos estaciones climáticas cercanas a la C.A.R.M.	19
4	Mapa altimétrico y localización de los 28 levantamientos realizados en la CARM	27
5	Mapa topográfico de la CARM, México, D. F.	31
6	Mapa sombreado de relieve con hidrología de la CARM	32
7	Relación del número de especies por forma de vida de la lista florística registrada en la CARM, México, D. F.	34
8	Afinidad geográfica por género para las especies de plantas vasculares de la CARM, México, D.F	34
9	Afinidad geográfica por especie y comunidad vegetal en la CARM	35
10	Dendrograma de similitud entre los 28 levantamientos realizados por coberturas de especies	36
11	Comparación de la diversidad intracomunidad en los bosques de la CARM	44
12	Cobertura promedio por especie arbórea para los bosques de la CARM, México, D. F.	46
13	Índice de dominancia para especies arbóreas en las comunidades vegetales de la CARM	46
14	Alturas promedio y desv. estándar para el estrato arbóreo en las principales comunidades vegetales de la cuenca alta del río Magdalena, México, D. F.	47
15	Distribución espacial de los DAP en bosque de <i>P. hartwegii</i>	48
16	Distribución espacial de los DAP en bosque de <i>Abies religiosa</i>	48
17	Distribución espacial de los DAP en bosque mixto	49
18	Distribución espacial de los DAP en bosque de <i>Quercus rugosa</i>	49
19	Distribución espacial de los DAP en bosque mesófilo de montaña	50

No.	Tabla	Página
I.	Uso del suelo para las delegaciones del Distrito Federal en las que se ubica la CARM.	20
II.	Tipo de tenencia de la tierra en el área de estudio	21
III.	Población y superficie de las entidades políticas en las que se encuentra la CARM hasta el año 2000	22
IV.	Áreas de distribución fitogeográficas	25
V.	Escala para los valores de cobertura introducidos en PC-Ord 4	28
VI.	Familias de plantas vasculares mejor representadas en la CARM, México, D. F.	33
VII.	Tabla fitosociológica de las comunidades vegetales en la CARM	37
VIII.	Número de individuos promedio por especie del estrato arbóreo para las comunidades vegetales de la CARM, México, D. F.	45