



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO DE BOTÁNICA

ESTUDIO FLORÍSTICO DEL CERRO METECATL, DEL COMPLEJO MONTAÑOSO TETZCUTZINGO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO

Marina Jossabeth Hernández Cruz

T E S I S
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRA EN CIENCIAS

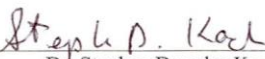

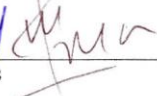

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MEXICO

2014

La presente tesis titulada: Estudio Florístico del Cerro MetecatI, del complejo Montañoso Tetzcutzingo, Texcoco Edo. de México. Realizada por la alumna: Marina Jossabeth Hernández Cruz bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS
BOTÁNICA

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO	 Dr. Stephen Douglas Koch Olt
DIRECTORA	 Dra. Ma. Teresa Patricia Pulido Salas
ASESOR	 Dr. Mario Luna Cavaños
ASESOR	 Dr. Eduardo García Villanueva

Montecillo, Texcoco, Estado de México, Mayo de 2014

**Estudio Florístico del Cerro Metecatl, del complejo montañoso Tetzcutzingo, Texcoco.
Edo. de México**

Marina Jossabeth Hernández Cruz M. en C.

Colegio de Postgraduados, 2014

Los estudios florísticos permiten obtener con detalle los elementos vegetales de una región. Se realizó un estudio florístico en el cerro Metecatl, Estado de México; se describieron los tipos de vegetación y se caracterizaron los micrositos mediante el recuento de especies en 18 Unidades de Muestreo; se analizó la influencia de la altitud, orientación e inclinación sobre la composición florística en el sitio mediante análisis multivariantes. Se registraron 73 familias, 211 géneros y 274 especies. Se adicionan 62 especies al listado de Tetzcutzingo. Se registraron 201 especies nativas, 4 endémicas y 5 amenazadas para el Valle de México. La riqueza de especies es menor en Metecatl con respecto a Tetzcutzingo, lo cual se relaciona con actividades agrícolas y con factores ambientales (humedad, pendiente, orientación y altitud). Se reconocen tres tipos de vegetación: bosque de *Pinus-Quercus*, matorral de *Eysenhardtia polystachya* y pastizal. El análisis de agrupamiento diferenció en dos grupos a las Unidades de Muestreo, de acuerdo con la semejanza de las especies compartidas. El análisis de correspondencia canónica indicó diferencias florísticas entre los sitios de la ladera norte-noreste con respecto a la ladera sur-suroeste. Los resultados, confirman la gran riqueza florística y de micrositos, que juntos Metecatl y Tetzcutzingo mantienen, a modo de reservorio ecológico, lo cual adquiere relevancia ante la evidente pérdida de biodiversidad en el municipio de Texcoco.

Palabras clave: análisis florístico, endemismo, micrositos, riqueza florística, variables ambientales.

Floristic Study of the Cerro Metecatl, of mountain complex Tetzcutzingo, Texcoco.

State. of Mexico

Marina Jossabeth Hernández Cruz M. en C.

Colegio de Postgraduados, 2014

Floristic studies allow to obtain in detail the plant elements items in a region. It was performed a floristic list in the Cerro Metecatl, State of Mexico; were described the vegetation types and were characterized microsities by counting species in 18 sampling units; was analyzed the effect of altitude, orientation and inclination in the floristic composition on site using multivariate analysis. Were recorded 73 families, 211 genera and 274 species. Are added 62 species to the list of Tetzcutzingo. Were recorded 201 native species, 4 endemic and 5 threatened for the Valley of Mexico. Species richness is lower in Metecatl regarding Tetzcutzingo, which is related to agricultural activities and environmental factors (humidity, slope, aspect and altitude). Are recognized three types of vegetation *Pinus-Quercus* forest, *Eysenhardtia polystachya* scrub, and grassland. The cluster analysis differentiated into two groups to sampling units, according to the similarity of shared species. The canonical correspondence analysis indicated floristic differences between sites in the north-northeast slope with respect to the south-southwest slope. The results confirm the great floristic richness and microsities, which together Tetzcutzingo and Metecatl maintain, for ecological reservoir, which becomes relevant to the apparent loss of biodiversity in the town of Texcoco.

Key words: floristic analysis, sampling units, endemism, microsities, environmental variables

INDICE

RESUMEN	i
ABSTRACT	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	5
3. ANTECEDENTES	6
3.1 Estudios florísticos	6
3.2 Micrositios	8
3.3 Unidades biogeográficas	9
3.4 Patrones de diversidad	10
3.5 Especies endémicas	10
3.6 Degradación ambiental	12
4. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	13
4.1 Localización	13
4.2 Clima	14
4.3 Geología	15
4.4 Hidrología	15
4.5 Fauna	16
4.6 Principales usos de suelo	16
4.7 Población	16
4.8 Marco legal	16

5. MATERIALES Y MÉTODOS	17
5.1 Colecta de material botánico	17
5.2 Identificación taxonómica	17
5.3 Elaboración del listado	18
5.4 Evaluación de los micrositios	18
5.4.1 Asociaciones vegetales	18
5.4.2 Datos de campo y análisis de la información	19
5.4.3 Variables de cada micrositio	20
5.4.4 Agrupamiento	20
5.4.5 Ordenación de la vegetación	21
6. RESULTADOS	22
6.1 Florística	22
6.2 Familias con más especies	23
6.3 Comparación de las familias identificadas entre el Metecatl y Tetzcutzingo	24
6.4 Riqueza florística	26
6.5 Tipos de Vegetación	27
6.5.1. Pastizal	27
6.5.2 Matorral de <i>Eysenhardtia polystachya</i>	28
6.5.3 Bosque de <i>Pinus-Quercus</i>	29
6.6 Distribución de la vegetación registrada en el Metecatl	30
6.7 Número de especies por tipos de vegetación, terrazas y escapada de cultivo	32
6.8 Formas de crecimiento dominantes en el Cerro Metecatl	33

6.9 Formas de crecimiento en los distintos tipos de vegetación	33
6.9.1 Pastizal	33
6.9.2 Matorral de <i>Eysenhardtia polystachya</i>	34
6.9.3 Bosque de <i>Pinus-Quercus</i>	35
6.10 Análisis ecológico	36
6.10.1 Análisis de semejanza florística	36
6.10.2 Análisis de Correspondencia Canónica	38
7. DISCUSIÓN	45
7.1 Análisis Florístico	45
7.2 Vegetación	48
7.3 Análisis ecológico	49
7.4 Adiciones al listado florístico	52
8. CONCLUSIONES	53
9. LITERATURA CITADA	55
10. ANEXO	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del Cerro MetecatI en el municipio de Texcoco, Edo. de México	13
Figura 2. Climograma Estación: 00015101 San Miguel Tlaixpan.	15
Figura 3. Ubicación de las Unidades de Muestreo establecidas en el Cerro MetecatI.	19
Figura 4. Comparación de familias botánicas dominantes del MetecatI y Tetzcutzingo.	25
Figura 5. Panorámica del Pastizal en el Cerro MetecatI.	27
Figura 6. Panorámica del Matorral de <i>Eysenhardtia polystachya</i> en el Cerro MetecatI.	28
Figura 7. Panorámica del Bosque de <i>Pinus-Quercus</i> en el Cerro MetecatI.	29
Figura 8. Representación de la distribución de la vegetación registrada en el Cerro MetecatI.	31
Figura 9. Relación entre el número de especies en el Cerro MetecatI con los tipos de vegetación, terrazas y escapadas de cultivos.	32
Figura 10. Formas de crecimiento dominante en el Cerro MetecatI	33
Figura 11. Índice de semejanza florística entre las 18 Unidades de Muestreo con base en 90 especies del Cerro MetecatI, Texcoco, Edo. Méx.	37
Figura 12. Gráfica de Análisis de Correspondencia Canónica de 18 unidades de Muestreo con 90 especies y tres variables ambientales (altitud, orientación, pendiente) del Cerro MetecatI, Texcoco, Edo. Méx.	40
Figura 13. Gráfica de correlación de la densidad de <i>Eragrostis intermedia</i> Hitchc., en las unidades de muestreo.	41
Figura 14. Gráfica de correlación de la densidad de <i>Muhlenbergia rigida</i> (Kunth) Kunth., en las unidades de muestreo.	42

Figura 15. Gráfica de correlación de la densidad de <i>Loeselia mexicana</i> (Lam.) Brand., en las unidades de muestreo.	42
Figura 16. Gráfica de correlación de la densidad de <i>Gnaphalium arizonicum</i> A. Gray., en las unidades de muestreo.	43
Figura 17. Gráfica de correlación de la densidad de <i>Schinus molle</i> L., en las unidades de muestreo.	43
Figura 18. Gráfica de correlación de la densidad de <i>Agave salmiana</i> var <i>ferox</i> (K.Koch) Gentry., en las unidades de muestreo.	44

CUADROS

Cuadro 1. Plantas vasculares por categorías registradas para el Cerro Metecatl.	22
Cuadro 2. Comparación del número de especies registradas para el Cerro Metecatl y Tetzcutzingo.	23
Cuadro 3. Familias botánicas con más especies registradas para el Cerro Metecatl.	24
Cuadro 4. Exposición más frecuente de algunas especies identificadas en el Tetzcutzingo y el Metecatl.	25
Cuadro 5. Riqueza florística del Cerro Metecatl comparada con otros sitios del Valle de México.	26

ANEXOS

ANEXO A. Listado florístico, arreglo taxonómico de las familias de plantas vasculares representadas en el Cerro Metecatl Edo. de México, según las clasificación de Christenhusz *et al.* (2011a, 2011b) para helechos y gimnospermas, para angiospermas conforme a AGP III (2009). 68

ANEXO B. Matriz de densidad de 90 especies en 18 unidades de muestreo, datos que se obtuvieron para la realización del análisis de semejanza florística y el análisis de correspondencia canónico. 79

1. INTRODUCCIÓN

México posee un aproximado de 21, 841 especies de angiospermas, de las cuales la proporción de taxones endémicos es del 57% (Villaseñor y Ortíz, 2014). Entre los factores relacionados con los endemismos se mencionan los climáticos y geográficos, los cuales se manifiestan más evidentemente en la flora de matorrales xerófilos y de pastizales; así, México constituye una región importante de endemismos a nivel mundial (Rzedowski, 1991b).

Las especies endémicas necesitan ser preservadas ante las diversas amenazas de extinción, y en el ámbito local (la región de Texcoco), existe mayor riesgo debido a la expansión de la mancha urbana. Por esto es necesario intensificar la investigación para el reconocimiento de especies y del papel que desempeñan en la naturaleza (Isla de Bauer, 2002).

Los estudios florísticos generan información que permite conocer con detalle los elementos vegetales de una región. Además favorecen una mejor toma de las decisiones vinculadas con el manejo y conservación de los recursos (Villaseñor, 1991). Es relevante señalar la importancia de este tipo de estudios en sitios pequeños por ser más detallados (Rzedowski, 1979) donde pueden surgir hallazgos importantes como fue el caso de la especie nueva *Pavonia pulidoae*, encontrada en el Cerro Tetzcutzingo, cercano al Metecatl en el Valle de México (Fryxell, 1980).

El deterioro ambiental es reconocido aún por autoridades gubernamentales. El Valle de México alberga una gran diversidad de especies vegetales, sin embargo el mal uso de los recursos naturales e incluso, nuestro descuido, han traído consigo la alteración de los

ecosistemas, la desaparición de taxones animales y vegetales, el empobrecimiento del suelo y la contaminación del aire (Gobierno del Estado de México, 2001).

De acuerdo con Vázquez y Orozco (CONABIO, 2000) existen diferentes niveles de alteración de las comunidades naturales que constituyen un ecosistema, que van desde la simple explotación de algunos recursos vegetales y que conducen a cambios en las densidades demográficas, hasta la introducción de especies exóticas por actividad humana.

Por lo tanto el Cerro Metecatl adquiere gran importancia biológica, debido a su cercanía con Tetzcutzingo, ya que juntos forman un pequeño complejo montañoso a modo de una unidad biogeográfica (Pulido-Salas, com pers., 2013). Esta zona tiene además gran relevancia en la historia del Valle de México, ya que Tetzcutzingo, es considerado como el primer jardín botánico de América (León- Portilla, 1992).

Metecatl, que en náhuatl significa “lugar de magueyes” (Peñafiel, 1897) y Tetzcutzingo, fueron decretados como zona de monumentos arqueológicos y son considerados como Patrimonio Cultural de la Nación (Diario Oficial, 2 de octubre, 2002).

En términos de conservación biológica, cabe mencionar la importancia de las unidades biogeográficas, las cuales están delimitadas por una combinación de factores, incluyendo condiciones ecológicas únicas, barreras de dispersión y aislamiento (Cox, 2001). Tal es el caso de lugares montañosos de latitudes intermedias; en estos ambientes, la topografía irregular genera marcadas variaciones climáticas, que contribuyen en parte el alto endemismo y diversidad de especies vegetales, así como a los procesos de especiación, y no son solo pequeños espacios aislados que a mediano o largo plazo llevan a la extinción de las especies (Rozzi *et al.*, 1997 Primack *et al.*, 2001).

El Cerro Metecatl forma parte de un complejo montañoso que tiene gran relevancia en la historia del Valle de México, pues fue parte del reino de Nezahualcoyotl quien fue coronado en el año de 1431 d.C. y cuyo reinado aparece en los textos como una época de esplendor en la que florecieron las artes y la cultura (León- Portilla, 1992). Mandó a edificar palacios y jardines de monumental belleza, como también extensos huertos profusamente arbolados (De la Fuente, 1999).

Además, el rey Nezahualcoyotl propuso estrategias para la captación de agua para el uso doméstico e ideó la creación de las obras hidráulicas en la cuenca, como los acueductos de Tetzcutzingo, los canales y los “baños” de Nezahualcoyotl (Rojas-Rabiela *et al.*, 2009).

La flora del Cerro Metecatl ha sido poco estudiada, sin embargo puede considerarse que por la cercanía geográfica con Tetzcutzingo, es muy probable que se amplíe la distribución de especies escasas en el Valle de México, endémicas o amenazadas.

Con base en lo anterior, el propósito de este trabajo es la realización de un análisis florístico del Cerro Metecatl, lo cual aportaría el conocimiento botánico complementario para la unidad biogeográfica e histórica que forma de manera natural con Tetzcutzingo (INEGI, 1985), lo que permite enriquecer los estudios sobre la diversidad florística de la zona. La importancia de este trabajo radica también en que: a) Permite comparar las comunidades vegetales del área mediante el análisis de la semejanza florística en diferentes micrositios, y b) permitiría hacer un cotejo con trabajos florísticos previos en la zona, para analizar los patrones de distribución de especies.

Este trabajo aporta información para sostener las propuestas actuales (Alcántara, 2002 e Isla de Bauer *et al.*, 2009) para establecer una reserva biológico-cultural en la zona que abarca a los cerros Metecatl y Tetzcutzingo. La información generada, enriquece el conocimiento florístico actual, y en el mediano plazo facilitaría la elaboración de

propuestas de conservación biológica y cultural, en uno de muchos pequeños sitios históricos de doble interés para México (Pulido-Salas *et. al.*, 1990).

2. OBJETIVO GENERAL

1. Realizar un inventario y un análisis florístico del Cerro Metecatl

OBJETIVOS PARTICULARES

1. Cuantificar la riqueza florística del Cerro Metecatl.
2. Realizar un análisis florístico comparativo de las especies del Cerro Metecatl con las especies documentadas para el Cerro Tetzcutzingo.
3. Analizar la semejanza florística entre diferentes unidades de muestreo del Cerro Metecatl.
4. Analizar la influencia de la altitud, orientación y pendiente en los patrones de diferenciación florística de los sitios de estudio.
5. Elaborar un mapa de los tipos de vegetación en el Cerro Metecatl.

3. ANTECEDENTES

3.1 Estudios florísticos

Los estudios florísticos en la región estudiada, han estado relacionados con su importancia histórica; al respecto algunos autores han señalado esta zona como privilegiada a partir de ciertos hallazgos entre los que destacan los siguientes:

Pomar (1991), menciona que había muchas y variadas flores de singulares olores, tanto naturales como de otras tierras templadas y calientes que, según anota “criaban con mucho regalo y beneficio”.

Fernando de Alva Ixtlixochitl, descendiente de Nezahualcoyotl, mencionó la existencia de plantaciones de árboles y flores odoríferas; diversidad de aves, venados, conejos y liebres, los cuales “logran armonía y canto que no dejaban oír a las gentes” (Lesbre, 2001).

A la llegada de los españoles al altiplano central, se introdujeron varias especies cultivadas como durazno, melocotones, priscos y albaricoques, peras, ciruelas, manzanas, naranja, lima, granada, higo, olivo y parra (Pomar, *op cit.*).

Se han realizado estudios florísticos previos cercanos a la zona, entre los que se señalan los siguientes:

Engleman y Koch (1976) guiaron una excursión de la Sociedad Botánica de México hacia el Cerro Tetzcutzingo, aprovechando su evidente riqueza florística.

Pulido-Salas (1982), realizó un inventario de la flora y una guía ilustrada para identificar las especies en el Cerro Tetzcutzingo; ella registró 364 especies, 222 géneros y 71 familias. La autora menciona que la diversidad es considerablemente alta con respecto a la extensión que ocupa el sitio.

Pulido-Salas (1986), elaboró un proyecto para la conservación del Cerro Tetzcutzingo, Texcoco, México; ella registró 7 micrositios diferentes, además de adicionar a la lista florística de Pulido-Salas, (1982), diez especies pertenecientes a seis familias; cabe resaltar que dos de estas familias resultaron nuevos registros en esa localidad; la autora también realizó la identificación de algunas especies de fauna (Mamíferos, Aves y Lepidópteros) encontrando algunas que se consideraron escasas en el Valle de México, de allí su importancia en la zona de Tetzcutzingo.

Asimismo se han realizado hallazgos importantes en la zona por parte de botánicos especialistas, quienes han descrito nuevas especies colectadas en Tetzcutzingo; entre estos se mencionan los de Frame *et. al.* (1999) quienes registraron siete nuevos taxones de *Schoenocaulon*, entre los cuales señalan a la especie *Schoenocaulon rzedowskii* Frame, sp. nov., en el municipio de Texcoco, registrada en el Tetzcutzingo con base en la colecta M. T. Pulido 483 (ENCB).

Zamudio (1999), precisó la identidad de *Pinguicula moranensis* H.B.K. y describió una nueva variedad, distribuida en el Cerro Tetzcutzingo, con base en ejemplares de M. T. Pulido 47 (CHAPA, ENBC, FCME) y J. García 1619 (CHAPA-MEXU).

Barrie (2003), describió e ilustró siete nuevas especies de *Valeriana*, endémicas de México, entre las que menciona en Texcoco a *Valeriana naidae* Barrie, sp.nov., García P. 614 (CAS, CHAPA, ENBC, F, MEXU, MO, WIS) y *Valeriana rzedowskiorum* Barrie, sp. nov., para el Cerro Tetzcutzingo, Barrie 442 (MEXU, TEX); Pulido S. 88 (CHAPA, ENBC).

Estos antecedentes en su mayoría han sido investigaciones realizadas en Tetzcutzingo, por lo que es importante la elaboración de un estudio florístico en el vecino Metecatl, que

permita documentar la posible presencia de estas especies y sustentar el valor biótico total de la zona.

3.2 Micrositios

El micrositio es definido como el ambiente tanto aéreo como subterráneo que rodea a una planta, a partir de su germinación, permite la supervivencia y desarrollo al proporcionarle los requerimientos suficientes y necesarios para realizar al menos un evento reproductivo exitoso durante su ciclo de vida; están conformados por elementos del paisaje como son: rocas, depresiones o bordos, así como por las plantas de los diferentes estratos vegetales, actuando en conjunto o como individuos. Para caracterizar una condición de micrositio es conveniente detectar los factores ambientales limitantes, ya que son los ejes rectores de la organización de los procesos biológicos y ecológicos de la comunidad (García-Sánchez y Monroy-Ata, 2005).

A escala local, la topografía y la elevación influyen fuertemente en el microclima y está asociado a la distribución de las especies. En cuanto a la orientación, la radiación solar incide más intensamente en las laderas orientadas al sur (en el hemisferio norte), lo que resulta en un incremento de la temperatura del aire y del suelo. En comparación de las laderas ubicadas al norte, en las cuales la humedad del suelo es generalmente más alta, sobre todo en las capas superiores, que contienen materia orgánica (Ackerly *et. al.*, 2001).

Las condiciones más secas en las laderas orientadas al sur también pueden conducir a una mayor frecuencia de incendios, y a un aumento de la radiación solar, además de influir en el establecimiento de plántulas y patrones de regeneración de especies colonizadoras (Kutiél, 1997). Previamente se realizaron estudios de micrositios cercanos a la zona de estudio, los

cuales fueron realizados por Pulido-Salas (1986) para Tetzcutzingo, quien hace mención de las variables ecológicas de los micrositios y su relación con las especies.

3.3 Unidades biogeográficas

Las unidades biogeográficas a escala continental o intercontinental comprenden conjuntos faunísticos y florísticos característicos, diferenciados en su composición y niveles de endemismo, en los que confluyen diferentes áreas delimitadas por barreras físicas o bióticas actuales o pasadas. Al respecto es importante mencionar que Metecatl y Tetzcutzingo, se encuentran en la región biogeográfica situada en el eje neovolcanico (INEGI, 1985). En consecuencia la biota de una unidad biogeográfica es taxonómicamente más homogénea (internamente) respecto a otras biotas en unidades adyacentes (Ruggiero y Ezcurra, 2003).

Las diferencias entre biotas pertenecientes a distintas unidades biogeográficas pueden estar determinadas por una combinación de factores, incluyendo condiciones ecológicas únicas, barreras de dispersión y aislamiento.

Se considera que los taxones que pertenecen a cada unidad biogeográfica no son meras asociaciones aleatorias de especies, sino conjuntos seleccionados a través de su pasado común y representan una asociación histórica que pudo responder similarmente a cambios en las condiciones ambientales, por lo tanto puede asumirse que representan las condiciones ambientales donde evolucionaron (Ruggiero y Ezcurra, *op cit*).

3.4 Patrones de diversidad

Es importante conocer los patrones de diversidad biológica, que constituye el conjunto de especies existente en una comunidad biótica y su entorno, que media entre los organismos estudiados y los factores del medio físico.

Los patrones de diversidad exploran la distribución geográfica de las especies, como en su presencia o ausencia en los distintos hábitats. A escala regional muchas especies se encuentran en lugares geográfica o ecológicamente remotos, con reducida interacción directa entre ellas, sin embargo debido a la dispersión de individuos entre distintas poblaciones, también pueden producirse interacciones en regiones ambientalmente heterogéneas y no solo al interior de comunidades locales en hábitats relativamente uniformes (Ricklefs, 2004).

Un procedimiento para analizar patrones de diversidad florística es la correlación, a través de las técnicas de regresión estadística, entre el número de especies y las variables del medio físico. De esta forma se obtienen gradientes de la diversidad, como resultado de la variación de uno o más factores físicos. Los patrones más conocidos son, entre otros, los relacionados con los gradientes latitudinal, altitudinal, aridez, concentración de sustancias en el suelo, aire y agua (Brown, 1988).

3.5 Especies endémicas

El patrón biogeográfico en el que las especies tienen una distribución restringida, es decir el endemismo, ha sido muy importante para los campos de investigación en sistemática y biogeografía. México es uno de los países con mayor número de taxones endémicos; del total de especies vegetales localizadas en México, aproximadamente el 57% de ellas están restringidas a este país (Villaseñor, 2003).

Entre los principales factores que influyen en la gran riqueza de la flora endémica de México están los climáticos y los geográficos. Una proporción moderadamente elevada de endemismos se encuentra en substratos salinos, en condiciones de clima seco. Por otra parte, las proporciones indican que los arbustos y las plantas herbáceas terrestres, contienen en conjunto, cerca de las tres cuartas partes de la flora del país y son además, los más ricos en cuanto a especies endémicas (Rzedowski, 1991b). Es por ello que adquiere relevancia el estudio de micrositios y de flora en áreas pequeñas.

En México, muchas familias de Angiospermas presentan un alto grado de endemismo; entre las familias que tienen como endémicas a más de la mitad de sus especies conocidas en el país se encuentran Asteraceae (Turner y Nesom, 1998; Villaseñor 1990, 2003), Bromeliaceae (Espejo y López-Ferrari, 1998), Cactaceae (Guzmán *et al.*, 2003), Euphorbiaceae (Steinmann, 2002), Fabaceae (Sousa y Delgado, 1993), Lamiaceae (Ramamoorthy y Elliott, 1993) y Scrophulariaceae (Méndez-Larios y Villaseñor, 2001).

Es conocido que la proporción de endemismo es mucho más elevada entre las especies perennes que entre las anuales. Debe ser mencionado que un notable número de especies, que son las más abundantes, conspicuas y características del paisaje mexicano son de distribución restringida como por ejemplo los nopales (*Opuntia leucotricha* DC., *O. robusta* H. Wendland ex Pfeiffer, *O. stenopetala* Engelm., *O. streptacantha* Lem.), izotes o palmitas (*Yucca filifera* Chabaud), encinos (*Quercus crassipes* Bonpl., *Q. mexicana* Bonpl., *Q. obtusata* Bonpl.), el capulín (*Prunus serotina* ssp. *capuli* (Cav.) McVauh), los cazahuates (*Ipomoea arborescens* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) G. Don, *I. murucoides* Roem. & Schult.) y el ahuehuete (*Taxodium mucronatum* Ten.) (Rzedowski, 1991b).

Además, es importante mencionar que, cercano a la zona de estudio se encontró la nueva especie *Pavonia pulidoae*, en el Tetzcutzingo, aledaño a Metecatl en el bien explorado

Valle de México (Fryxell, 1980). Este podría ser otro caso de endemismo ya que esa especie únicamente se ha encontrado en dos localidades.

3.6 Degradación ambiental

Las cifras preliminares de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) señalan que en México, para el periodo 2005-2010, se tuvo una tasa de deforestación de 155 mil hectáreas anuales, según la Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2010 que elabora y valida la Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la Alimentación (FAO).

La reducción se explica fundamentalmente por dos factores: el cambio de ecosistemas terrestres a otros usos de suelo y al incremento en el porcentaje de la superficie que recupera su cobertura forestal a través de procesos de sucesión vegetal o mediante procesos inducidos, como la reforestación.

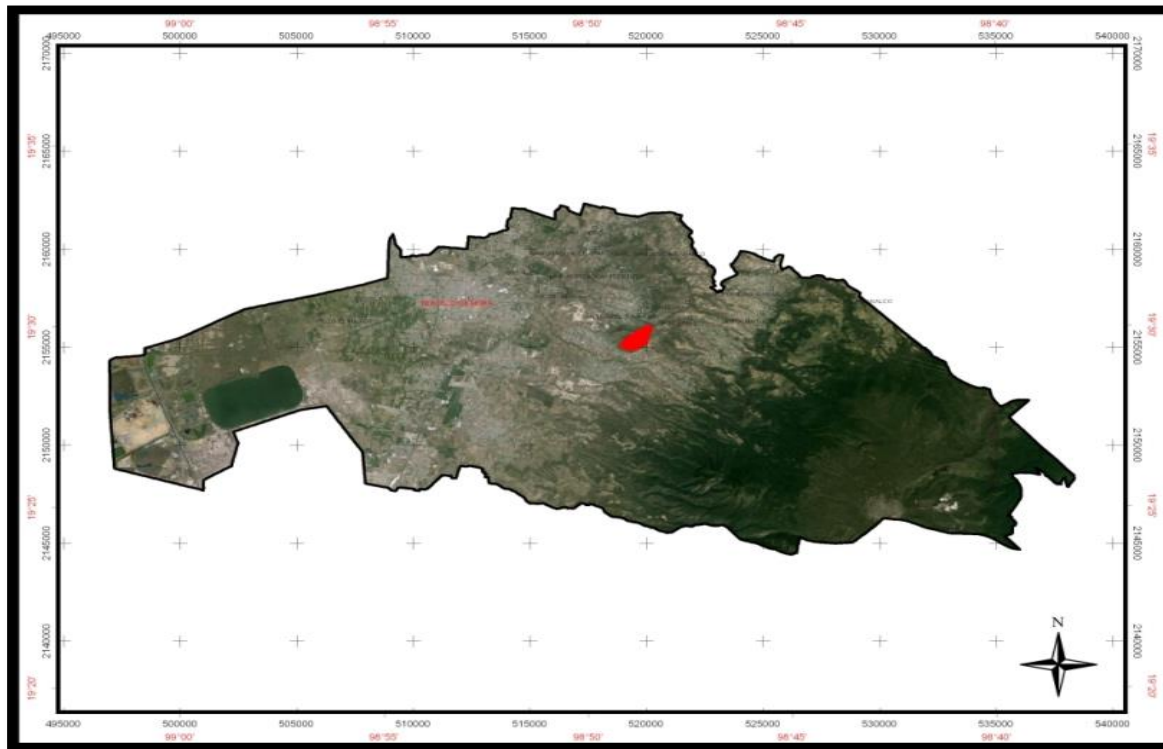
En Texcoco, la tala de los bosques redujo, en parte, la humedad atmosférica, que ocasionó modificaciones en la textura del suelo, y provocó el escurrimiento superficial y su erosión. Como consecuencia, se aceleró el proceso de azolvamiento de los lagos y arroyos; el desagüe disminuyó la extensión de los lagos, lo cual modificó las elevaciones del nivel freático con el consiguiente hundimiento del suelo. Se conoce que las causas de la desertificación se atribuyen en un 13% a cambios naturales y en 87% al mal aprovechamiento de los recursos naturales (Isla de Bauer, 2002).

4. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

4.1 Localización

El Cerro Metecatí se localiza en los $98^{\circ}49'05''$ de longitud oeste y en los $19^{\circ}28'46''$ de latitud norte, en la parte más occidental de la Sierra del Tláloc, y 7 km al este de la ciudad de Texcoco, Edo. de México, se encuentra a una altitud de 2,400 a 2700 msnm. Constituye el extremo de una pequeña cordillera semicircular formada por los cerros Colzi, Tecuilachi, Tepepan y Tetzcutzingo. Políticamente se ubica dentro del municipio de Texcoco, colinda al norte con el Cerro Tetzcutzingo, al sur con San Pablo Ixayoc, oeste con San Dieguito Xochimanca y al este con San Nicolás Tlaminca. Cuenta con una superficie aproximada de 67 ha., como se muestra en la Figura 1.





■ Figura 1. Ubicación del Metecatl dentro del municipio de Texcoco, Edo de México.

4.2 Clima

Según Köpen modificado por García (2004), el clima corresponde a templado subhúmedo con lluvias en verano Cb(wo)(w)(i)g, con una temperatura media anual de 15.2 °C, y precipitación media anual de 670 mm (Figura 2). Con lluvias de Junio a Septiembre, Enero es el mes más frío y Mayo el más cálido; la humedad promedio es de 55% (SMN, 1971-2000).

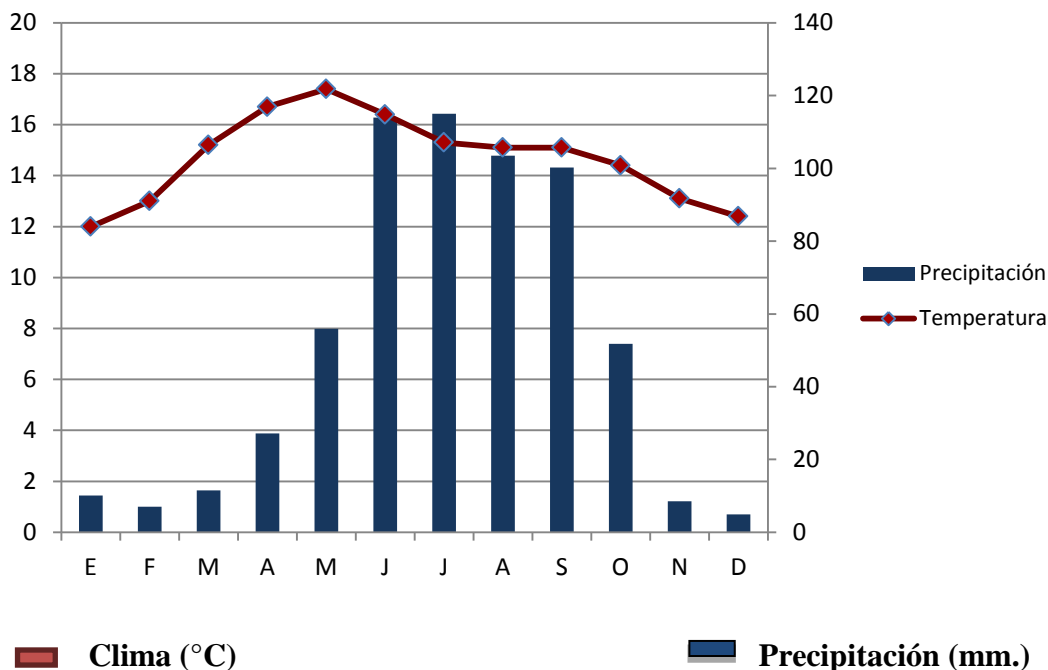


Figura 2. Climograma Estación: 00015101 San Miguel Tlaixpan
 Datos del S.M.N 1971- 2000

4.3 Geología

De acuerdo con Mooser (1963), el material que constituye el Valle de México fue producto de erupciones ocurridas en el Terciario y Cuaternario a partir de fallas y fracturas de la formación Chapala-Acambay, ramal de la falla de San Andrés, las formaciones del Terciario Medio (Oligoceno- Mioceno) se localizan desde el Tlaloc hasta cerca del poblado de San Pablo Ixayoc. Ortiz y Cuanalo (1977) mencionan que la fisiografía del complejo Tlaixpan a la cual pertenece Metecatli, presenta ladera escarpada, pendientes de 40 al 50%, con materiales ígneos, andesitas, dasitas, anfíboles y basaltos. El suelo es del tipo Feozem Háplico Hh y Regosol Háplico (RH) (INEGI, 1985).

4.4 Hidrología

Corrientes torrenciales de temporal y algunos canales pequeños de riego de manantiales y pozos profundos.

4.5 Fauna

En la fauna registrada previamente en Tetzcutzingo (Pulido-Salas, 1986) menciona algunas especies que fueron consideradas raras o escasas en el Valle de México, en aves fueron: *Aphelocoma ultramarina*, *Bombycilla cedrorum*, *Buteo* sp., *Icterum parisorum*, *Lampornis clemenciae*, *Papilo fuscus* y *Tyto alba*.; las especies de mamíferos registrados fueron: *Didelphis virginiana*, *Procyon lotor*, *Sciurus nelsoni*, *Sylvilagus floridanus* y *Mustela* sp. Por su parte en el Metecatl se observaron las especies: *Papilio polyxenes asterius*, *Lanius ludovicianus* y algunos reptiles no identificados.

4.6 Principales usos de suelo

Los principales usos de suelo, son el agrícola, forestal y pecuario (INE, 2000).

4.7 Población

Las poblaciones aledañas al Metecatl son: San Pablo Ixáyoc, ubicado a 2600 msnm., con una población de 1857 habitantes; San Dieguito Xochimanca, localizada a una altura de 2407 msnm., cuenta con 5239 habitantes; San Nicolás Tlaminca ubicado a 2350 msnm. y con 3,000 habitantes (INEGI, 2005).

4.8 Marco legal

Metecal pertenece al “Pueblo de San Dieguito” según la Secretaría de la Reforma Agraria; en las partes bajas existen terrenos amplios bajo el régimen de propiedad privada, que incluyen terrazas para actividades agrícolas. El Instituto Nacional de Antropología e Historia, considera como zona arqueológica a ambos cerros, Tetzcutzingo y Metecatl (Ma. Teresa García, com pers., 2013). En el Metecatl, se encuentran pocos restos arqueológicos, de lo que alguna vez fue el acueducto y el jardín de Nezahualcóyotl. En la porción noroeste del cerro se observa la arquitectura de un baño y canales, que conectan con Tetzcutzingo.

5. MATERIALES Y METODOS

El trabajo de campo se llevó a cabo desde mayo del 2012 y hasta abril del 2013.

5.1 Colecta de material botánico

El trabajo de campo abarcó un ciclo anual de colectas en el Cerro Metecatl. Se realizaron dos visitas mensuales para recolecta con la finalidad de registrar la mayor diversidad de plantas. Las colectas botánicas se obtuvieron de plantas con flor y/o fruto en madurez fisiológica, colectando cinco duplicados por cada número de colecta. Se tomaron fotos a ejemplares, como auxiliares para la identificación.

El material colectado consistió en muestras de plantas con estructuras fértiles (flores y frutos) para las angiospermas, conos en gimnospermas y soros en el caso de los helechos. Los ejemplares recolectados se procesaron mediante las técnicas convencionales para cada grupo taxonómico, y de acuerdo con los procedimientos recomendados por Lot y Chiang (1986).

5.2 Identificación taxonómica

Para la determinación de las especies se utilizaron las claves taxonómicas de Pulido-Salas (1993), McVaugh (1992), Mickel y Smith, (2004) y Calderón de Rzedowski y Rzedowski (2005). El cotejo de los especímenes se hizo en el Herbario-Hortorio (CHAPA) del Colegio de Postgraduados y en dos casos se buscó a taxónomos especialistas, para la identificación de la familia Orchidaceae, y la actualización de nombres de pteridófitos.

Los ejemplares colectados fueron depositados en el Herbario-Hortorio (CHAPA) del Colegio de Postgraduados y los duplicados ingresarán al programa de intercambio según el protocolo del mismo herbario.

Con el objetivo de conocer la riqueza florística actual, se hizo una comparación cuantitativa entre el Metecatl y el Tetzcutzingo, con base en el inventario realizado previamente por Pulido-Salas (1982) titulado “Inventario de la Flora y Guía Ilustrada para identificar las especies en el Cerro Tetzcutzingo”.

5.3 Elaboración del listado

El listado de especies se ordenó de acuerdo al según las clasificaciones de Mickel y Smith (2004) para plantas vasculares sin semilla, Cronquist (1981) para la clase Magnoliopsida y Dalhgren *et al.* (1985) para Liliopsida. (ANEXO A). La nomenclatura se actualizó conforme a la base de datos del Trópicos Missouri Botanical Garden (2011). Todos los nombres científicos y autores fueron cotejados de acuerdo al International Plant Name Index (IPNI, 2004) y algunas Pteridofitas se precisaron conforme a Li *et al.* (2012). Para la descripción de la vegetación se utilizó la nomenclatura de Rzedowski (1978).

Se calculó la riqueza florística de las especies en el área de estudio por medio de la fórmula $R=N/\ln E$, donde N es el número de especies y ln es el logaritmo natural de la E, extensión en ha (Squeo *et al.*, 1998); posteriormente se comparó con otros sitios cercanos del Valle de México.

5.4 Evaluación de los micrositios

5.4.1 Asociaciones vegetales

Para identificar las comunidades vegetales, se efectuó un reconocimiento previo de la zona; a través de recorridos de campo se observaron las diferencias en la fisonomía de la vegetación presente en el área de estudio. Estas observaciones preliminares permitieron seleccionar las unidades de muestreo (UM) en las áreas elegidas para el análisis ecológico; también se consideraron criterios relacionados a la estructura de las comunidades como son: las especies dominantes, la extensión y el nivel de disturbio en cada tipo de

vegetación. Además se consultaron las descripciones de Rzedowski (1978) para definir las comunidades vegetales encontradas.

5.4.2 Datos de campo y análisis de la información

Se eligieron 18 unidades de muestreo (UM) con una superficie de 100 m² (10X10m) las cuales se ubicaron en las laderas del Metecatl, en un número de 4 a 5 UM, hacia cada uno de los cuatro puntos cardinales y ubicados cada 50m (Figura 3). En cada UM se registró la densidad de las especies de cada uno de los estratos, de la siguiente manera: Cuadros de 10x10m para especies arbóreas; 5x5 m para arbustivas y 2x0.5 m para herbáceas; el propósito fue comparar la composición florística de diferentes condiciones ecológicas de la montaña.

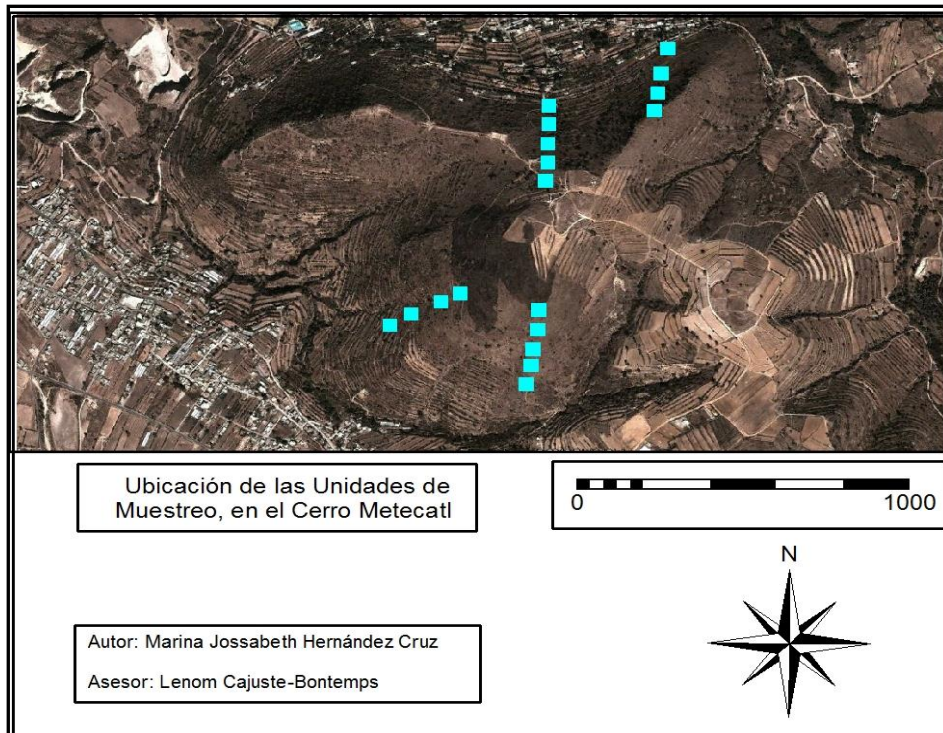


Figura 3. Ubicación de las Unidades de Muestreo establecidas en el Cerro Metecatl

5.4.3 Variables de cada micrositio

Con el propósito de investigar la influencia de algunos factores ambientales en los patrones de distribución de las especies, se registraron las siguientes variables en cada unidad de muestreo (UM).

Orientación (grados con respecto al norte) por medio de una brújula; inclinación del terreno (en grados), con el uso de un clinómetro y altitud (m), registrada con un altímetro.

Con los datos recopilados en campo, se elaboraron dos matrices. Una primera matriz consistió de 18 UM y la densidad de 90 especies registradas (ANEXO B); debe mencionarse que en los análisis numéricos descritos más adelante se consideraron sólo 90 taxones de 131 registrados en las UM, el resto se eliminaron ya que solo aparecieron en menos del 5% de las unidades de muestreo por lo que, en términos de abundancia, se consideraron como “especies raras” (McCune y Grace, 2002). Una segunda matriz consistió de los 18 UM y las tres variables ambientales descritas anteriormente. La primera matriz fue usada para el análisis de semejanza florística entre UM, mediante un análisis de agrupamiento; mientras que ambas matrices fueron utilizadas para un análisis de ordenación, con el propósito de explorar la influencia de variables ambientales en el patrón de diferenciación florística de las diferentes comunidades vegetales del Cerro Metecatí.

5.4.4 Agrupamiento

El análisis de semejanza florística, se basó en la densidad de 90 especies registradas en las 18 unidades de muestreo (ANEXO B). Se aplicó el Coeficiente de Sorensen, por ser más adecuado para datos ecológicos (McCune y Mefford, 1999). Con base en los valores de semejanza entre las UM, los grupos se formaron al aplicar el Método de Promedio de

Grupo No Ponderado usando la media aritmética (UPGMA, por sus siglas en inglés), que posteriormente se representaron en un dendrograma.

5.4.5 Ordenación de la vegetación

Se utilizó el Análisis de Correspondencia Canónica (ACC), descrito por Ter Braak (1986) para ordenar las UM en relación a espacios ambientales, y para analizar la influencia de factores ambientales en las relaciones florísticas de las unidades de muestreo. El Análisis de Correspondencia Canónica es una técnica de ordenación directa y representa además un caso especial de regresión múltiple donde la composición de especies es relacionada a las variables ambientales. Además es una técnica eficiente cuando no se cumple el supuesto de respuesta unimodal de las especies a gradientes ambientales (Palmer, 1993). Se obtuvo la correlación especies- ambiente; y se aplicó una prueba de permutación de Monte Carlo para indicar la significancia ($P < 0.05$) de los ejes de ordenación y de la correlación entre especies y variables ambientales.

Los análisis de agrupamiento y ordenación se efectuaron con el Programa PC-ORD versión 4 (McCune y Mefford, 1999).

En el Anexo B se presenta la matriz utilizada para dicho análisis, indicando también el nombre de las especies a las que hacen referencia los acrónimos.

6. RESULTADOS

6.1 Flora

Con base en 360 números de colecta, en el Metecatl se registraron 4 divisiones, 5 clases, 73 familias, 211 géneros y 274 especies; de las cuales, 203 especies pertenecen a la división Magnoliophyta, 61 a la clase Liliopsida; además se presentan 9 pteridofitas y 2 gimnospermas. Los 274 taxones del Metecatl, se ordenaron alfabéticamente por nombre científico y a su vez por familia (ANEXO A).

Cuadro 1. Plantas vasculares registradas para el Cerro Metecatl

División	Clases	Familias	Géneros	Especies
Lycopodiophyta	Lycopodiopsida	1	1	1
Polypodiophyta	Polypodiopsida	3	8	8
Coniferophyta	Pinopsida	1	2	2
Magnoliophyta	Magnoliopsida	56	152	202
	Liliopsida	12	48	61
Total		73	211	274

Como se observa en el cuadro 1, la Clase Magnoliopsida en el Metecatl, incluye 56 familias, 152 géneros y 202 especies. En la Clase Liliopsida se incluyen 12 familias, 48 géneros y 61 especies. La comparación de la riqueza de plantas vasculares del Cerro Metecatl con respecto al Tetzcutzingo, muestra una diferencia clara en cuanto al número de especies (Cuadro 2).

Cuadro 2. Comparación del número de especies registradas entre el Cerro Metecatl y el Cerro Tetzcutzingo

Categorías	Número de especies en Metecatl	Número de especies en Tetzcutzingo
Magnoliopsida	202	283
Liliopsida	61	82
Polypodiopsida	8	16
Lycopodiopsida	1	1
Pinopsida	2	2
Total	274	384

6.2 Familias con más especies

Se registró un total de 73 familias botánicas en la zona, representadas por una o hasta 53 especies; lo que se consideró para determinar las familias dominantes en el área.

Así, la familia Asteraceae con 53 especies representa el 19.34% de la flora del Metecatl, siguiéndole Poaceae con 9.12%, posteriormente Fabaceae con 6.54% y Solanaceae con 3.64%, Lamiaceae con 3.28%; algunas de las familias con menos especies fueron: Convolvulaceae, Euphorbiaceae, Onagraceae, Scrophulariaceae y Verbenaceae, todas con un 1.82% como se muestra en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Familias con mayor número de especies registradas en el Cerro Metecatl

Familias	Especies	Porcentaje
Asteraceae	53	19.34
Poaceae	25	9.12
Fabaceae	18	6.54
Solanaceae	10	3.64
Lamiaceae	9	3.28
Cyperaceae	6	2.18
Rosaceae	6	2.18
Oxalidaceae	6	2.18
Convolvulaceae	5	1.82
Euphorbiaceae	5	1.82
Onagraceae	5	1.82
Scrophulariaceae	5	1.82
Verbenaceae	5	1.82

6.3 Comparación del número de especies y las Familias entre Metecatl y Tetzcutzingo

Las Familias identificadas para el Metecatl y Tetzcutzingo, muestran diferencias en el número de especies; sin embargo en ambos sitios, existe semejanza en las familias más frecuentes como es el caso para Asteraceae, Poaceae, Fabaceae, Solanaceae, Lamiaceae (Figura 4).

Aun cuando se observa un mayor número de especies registradas en Tetzcutzingo respecto a Metecatl, existen familias que muestran casi un número igual de especies en ambos cerros, entre ellas están: Verbenaceae, Scrophulariaceae, Onagraceae, Rosaceae, Cyperaceae, Euphorbiaceae y Convolvulaceae.

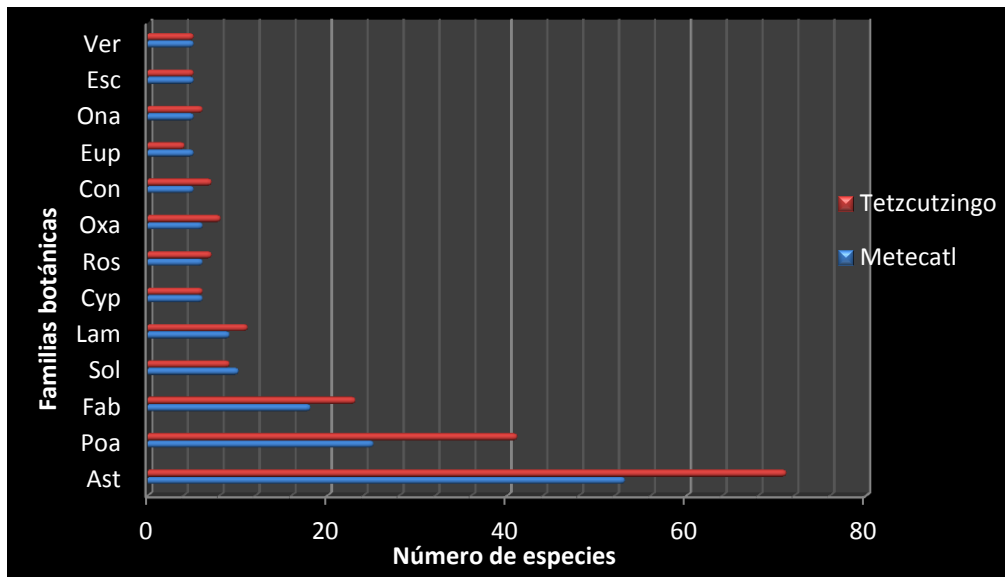


Figura 4. Comparación, entre las Familias dominantes del Metecatí y Tetzcutzingo

Por otra parte al comparar la distribución de las especies en las diferentes laderas del Metecatí, con los resultados en Tetzcutzingo (Pulido-Salas, 1986), en Tetzcutzingo se observó que la misma especie registrada en ambos cerros puede localizarse en diferentes exposiciones, como se muestra en el Cuadro 4. Sin embargo las especies registradas en ambas montañas son muy semejantes.

Cuadro 4. Exposición más frecuente de algunas especies identificadas en el Tetzcutzingo y el Metecatí

Orientación	Especies Tetzcutzingo	Orientación	Especies Metecatí
N	<i>Quercus deserticola</i>	N, NE	<i>Quercus deserticola</i>
W, SW	<i>Eysendhardtia polystachya</i>	W, NE	<i>Eysendhardtia polystachya</i>
NW	<i>Gymnosperma glutinosa</i>	NE	<i>Gymnosperma glutinosa</i>
E	<i>Schinus molle</i>	S, SW	<i>Schinus molle</i>
NW	<i>Sedum gregii</i>	NE	<i>Sedum gregii</i>
NW	<i>Helianthemum glomeratum</i>	NE	<i>Helianthemum glomeratum</i>
E	<i>Senecio salignus</i>	NE	<i>Senecio salignus</i>
SE	<i>Agave salmiana</i> var. <i>Ferox</i>	S	<i>Agave salmiana</i> var. <i>ferox</i>
N	<i>Tagetes micrantha</i>	NE	<i>Tagetes micrantha</i>
W	<i>Schkuhria pinnata</i>	NE	<i>Schkuhria pinnata</i>
SW	<i>Galinsoga parviflora</i>	NE	<i>Galinsoga parviflora</i>

6.4 Riqueza florística

La comparación de la riqueza florística del Cerro Metecatl, (Cuadro 5) muestra que existe cierta similitud con Teotihuacán, Tenancingo-Malinco-Zumpahuacán y Tetzcutzingo.

Cuadro 5. Riqueza florística del cerro Metecatl comparada con otros sitios del Valle de México.

Estudios	Spp.	Fam	Gen.	Ext. (ha)	Altitud (m)	Riqueza florística $R = N/\ln A$ (spp./ha)
Metecatl (este estudio)	274	73	211	67	2350 a 2700	65.23
Cerro Tetzcutzingo (Pulido-Salas, 1982)	384	234	70	40	2270 a 2600	104.34
El Pedregal de San Ángel (Rzedowski, 1954)	663	80	297	8,000	2250 a 3100	73.83
Huehuetoca (Romero-Rangel y Rojas-Zenteno, 1991)	579	83	327	9,800	2400 a 2650	63.00
Zona arqueológica de Teotihuacán (Torres-Soria, 2001)	250	53	164	200	2294	47.25
Cerro Gordo y Zonas Aldañas (Castilla-Hernández y Tejero-Díez, 1983)	586	79	308	28,800	2250 a 3050	57.11
Tenancingo-Malinalco-Zumpahuacán (López-Patiño et. al., 2012)	304	72	165	25,625	1600 a 3000	29.95
Sierra Monte Alto (Bracho, 1983)	437	81	271	14,600	2400 a 2650	45.61

6.5 Tipos de vegetación

Para la descripción de los tipos de vegetación en el Cerro Metecatí, se tomó como base la clasificación de Rzedowski (1978), y se encontró lo siguiente:

6.5.1 Pastizal

Este tipo de vegetación se desarrolla principalmente en suelos medianamente profundos de mesetas y laderas poco inclinadas, casi siempre de naturaleza ígnea, en altitudes de 2500 a 2600. En estos pastizales (Figura 5) las especies frecuentemente dominantes, son del género *Bouteloua* y la más común es *B. gracilis*, en laderas con pendientes pronunciadas, de suelo somero y pedregoso, otras de las más abundantes son *B. curtipendula* y *B. hirsuta*, *Eragrostis lugens*, *E. mexicana*, *Hilaria cenchroides*, *Muhlenbergia rigida* y *Stipa constricta*.



Figura 5. Panorámica del Pastizal en el Cerro Metecatí

6.5.2 Matorral de *Eysenhardtia polystachya*

Este tipo de matorral (Figura 6) se desarrolla sobre las laderas de roca ígnea, mide 3 m de alto, es muy denso. En este matorral las especies de la familia Asteraceae, Fabaceae y Poaceae; algunas de estas especies son: *Zaluzania augusta* (Lag.) Sch.Bip., *Verbesina virgata* Cav., *Mimosa biuncifera* Benth., *Dalea reclinata* (Cav.) Willd., *Cologania angustifolia* Kunth, entre otras. Las Cactaceae se encuentran en estos matorrales y están representadas por *Opuntia hyptiacantha* F.A.C. Weber y *Opuntia streptacantha* Lem. Algunas de estas especies se desarrollan en condiciones extremas de altas temperaturas, lo que permite su establecimiento.



Figura 6. Panorámica del Matorral de *Eysenhardtia polystachya* en el Cerro Metecatí

6.5.3 Bosque de *Pinus-Quercus*

El bosque de *Pinus-Quercus* hallado en el Cerro Metecatl, se localiza en altitudes entre 2400 y 2600 msnm. El número de especies de arbustos y de plantas herbáceas que constituyen la flora de esta comunidad, es grande y entre las familias mejor representadas pueden citarse: Fagaceae, Asteraceae, Poaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Euphorbiaceae, Rosaceae, Onagraceae, Apiaceae, Scrophulariaceae, Commelinaceae, Rubiaceae y Cyperaceae. Se reconocen epífitas como *Tillandsia usneoides* (L.) L, y algunas Pteridofitas como: *Gaga hirsuta* (Link) F.W.Li & Windham, *Myriopteris myriophylla* (Dessv.) J.Sm., *Phlebodium pseudoaureum* (Cav.) Lellinger y *Adiantum andicola* Liebm. Además coexisten otros elementos arbóreos: *Alnus jorullensis*, *Buddleja cordata* Kunth, *Crataegus pubescens* (C. Presl) C.Presl, *Cupressus lusitanica* Mill y *Prunus serotina* subsp. *capulli*. (Figura 7).



Figura 7. Panorámica del bosque de *Pinus-Quercus* en el Cerro Metecatl

6.6 Distribución de los tipos de vegetación encontrados en el Metecatí

Las comunidades vegetales registradas fueron: bosque de *Pinus-Quercus*, matorral de *Eysenhardtia polystachya* y pastizal. Se reconocieron también las áreas destinadas para la agricultura denominadas terrazas, las cuales ocupan una gran parte de la superficie del cerro (Figura 8).

El bosque de *Pinus-Quercus*, se localiza en las laderas norte y este; en un intervalo altitudinal de 2500 a 2600 m; con pendientes de 25°-30°; además se observaron suelos húmedos, con materia orgánica. Algunas de las especies más representativas fueron: *Quercus deserticola* Trel., *Q. frutex* Trel., *Cupressus lusitanica* Mill, *Cheilanthes myriophylla* Desv., *Baccharis conferta* Kunth, *Erigeron delphinifolius* Willd.

Los sitios del oeste corresponden al pastizal, que se desarrolla de los 2450 a 2550 m, en pendientes de 12°-25°, en suelos muy rocosos. Algunas de las especies características fueron: *Bouteloua gracilis* Vasey, *B. curtipendula* (Michx.) Torr., *Gnaphalium arizonicum* A. Gray, *G. oxyphyllum* A. Gray, *Muhlenbergia rigida* (Kunth) Kunth.

El matorral de *Eysenhardtia polystachya* es frecuente hacia el sur y suroeste del área; se ubicó entre los 2400 a 2550 m, sobre pendientes de 15° a 20°. Algunas de las especies propias de este matorral fueron: *Yucca filifera* Chabaud, *Schinus molle* L., *Gnaphalium arizonicum* A. Gray, *Eysenhardtia polystachya* (Ort.) Sarg., *Agave salmiana* var. *ferox* (K.Koch) Gentry.

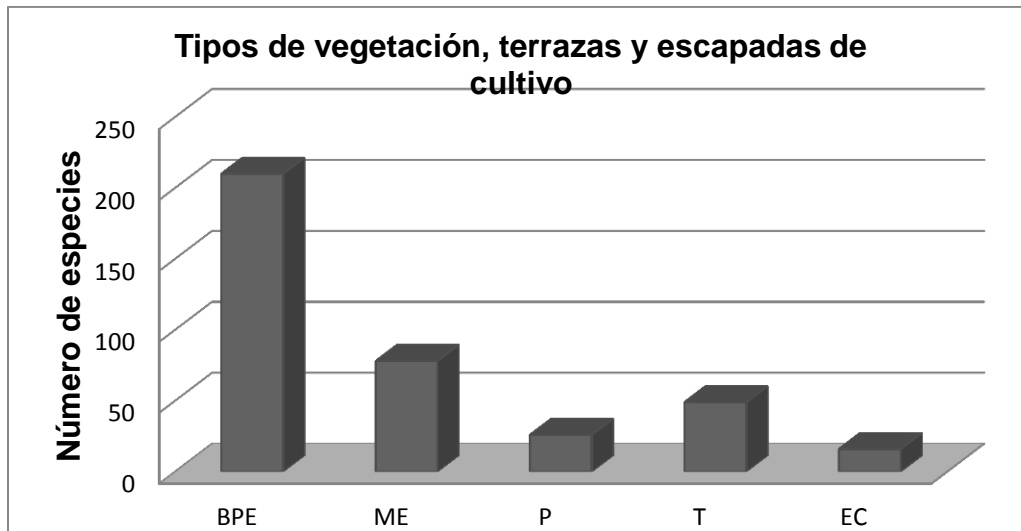


Figura 8. Representación de la distribución de la vegetación registrada en el Cerro Metecatl



6.7 Número de especies por tipos de vegetación, terrazas y escapada de cultivo

En el Bosque de *Pinus-Quercus* (BPQ) se registró el mayor número de especies con 210, seguido del matorral de *Eysenhardtia polystachya* (ME) con 68 especies y el pastizal (P) con 28 especies (Figura 9). También se consideraron otros entornos del cerro que contribuyen a la diversidad florística del área, como es el caso de las terrazas (T), donde se registraron 42 especies (21 especies nativas) y 14 especies escapadas de cultivo. Se pudo observar que en el cerro, se llevan a cabo actividades recreativas y agrícolas que pudiesen alterar la vegetación natural; sin embargo, los tipos de vegetación que se describen, cuentan con los elementos florísticos que permiten caracterizarlos de acuerdo con lo que señala la literatura especializada (Rzedowski, 1978).



BPE- Bosque de *Pinus-Quercus*, ME- Matorral de *Eysenhardtia polystachya*, P-Pastizal, T-Terrazas, EC= Escapada de cultivo

Figura 9. Relación entre el número de especies en el Cerro Metecatíl con los tipos de vegetación, terrazas y escapadas de cultivos.

6.8 Formas de crecimiento dominantes en el Cerro Metecatl

Se determinó que las formas de crecimiento, fueron: las herbáceas son las más frecuentes representando un 77%, seguido de los arbustos con 12%; las herbáceas rastreras y los árboles constituyen el 4%, y por último, las trepadoras y con un 3%. (Figura 10).

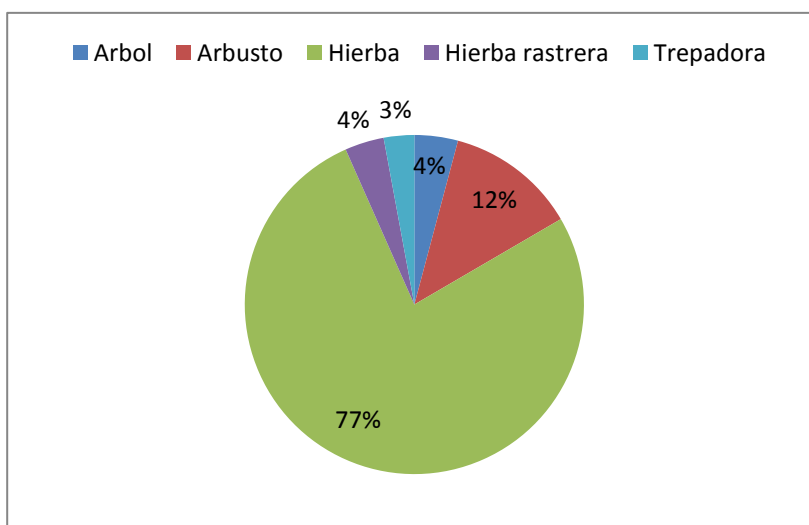


Figura 10. Formas de crecimiento en el Cerro Metecatl

6.9 Formas de crecimiento en los distintos tipos de vegetación

6.9.1 Pastizal

El pastizal localizado en las partes más altas del cerro con superficies casi planas, de la misma forma se presentó en afloramientos de roca; en este tipo de vegetación se registró el menor número de especies.

El estrato arbóreo estuvo escasamente representado; contrariamente al estrato herbáceo el cual fue predominante y está conformado por especies características como: *Bouteloua curtipendula*, *B. hirsuta*, *B. gracilis*, *Eragrostis lugens*, *E. mexicana*, *Hilaria cenchroides*, *Leptochloa dubia*, *Muhlenbergia rigida*, *M. implicata*, *Stipa constricta*, *Schizachyrium*

sanguineum, *Ipomoea stans*, *Euphorbia graminea*, *E. radians*, *Gnaphalium oxyphyllum* y *G. viscosum*.

Algunas de las especies presentes en el estrato arbustivo son: *Mimosa biuncifera*, *Agave salmiana*, *Mammillaria rhodantha*, *Eysenhardtia polystachya*.

6.9.2 Matorral de *Eysenhardtia polystachya*

El matorral de *Eysenhardtia polystachya*, se sitúa en la partes medias y bajas de las laderas del cerro y en suelo rocoso. Este tipo de vegetación presenta un gran número de especies, después del bosque de *Pinus-Quercus*.

El estrato arbustivo incluyó algunas de las siguientes especies: *Eysenhardtia polystachya*, *Mimosa biuncifera*, *Agave salmiana*, *Mammillaria rhodantha*, *Calliandra grandiflora* y *Yucca filifera*.

El estrato herbáceo, está caracterizado por: *Astragalus strigulosus*, *Desmodium uncinatum*, *Salvia polystachya*, *S. laevis*, *Lopezia racemosa*, *Bouvardia ternifolia*, *Verbena gracilis*, *Bomarea hirtella*, *Sedum moranense*, *Sedum praealtum* subsp. *parvifolium*, *Cyperus spectabilis*, *C. seslerioides*. También se observaron criptógamas vasculares como: *Cheilanthes bonariensis*, *C. hirsuta*, *Asplenium monanthes*, *Pleopeltis polylepis* y *Polypodium thyssanolepis*.

6.9.3 Bosque de *Pinus-Quercus*

Este tipo de vegetación, se encontró en las laderas más altas, en las cuales se observaron varios afloramientos de rocas, además de tener el mayor número de especies registradas para la zona de estudio.

Algunas de las especies registradas en el estrato arbóreo fueron: *Cupressus lusitanica*, *Juniperus deppeana*, *Quercus deserticola*, *Prunus serotina* subsp. *capulli*.

En cuanto al estrato herbáceo, éste fue el mejor representado con las especies: *Asclepias linaria*, *Aster subulatus*, *Bidens odorata*, *Gymnosperma glutinosa*, *Stevia serrata*, *Ipomoea capillacea*, *I. stans*, *Euphorbia dentata*, *Salvia lavanduloides*, *Pinguicula moranensis*, *Loeselia mexicana*. Por último el estrato arbustivo, compuesto por: *Quercus rugosa*, *Quercus frutex*, *Amelanchier denticulata* y *Crataegus pubescens*.

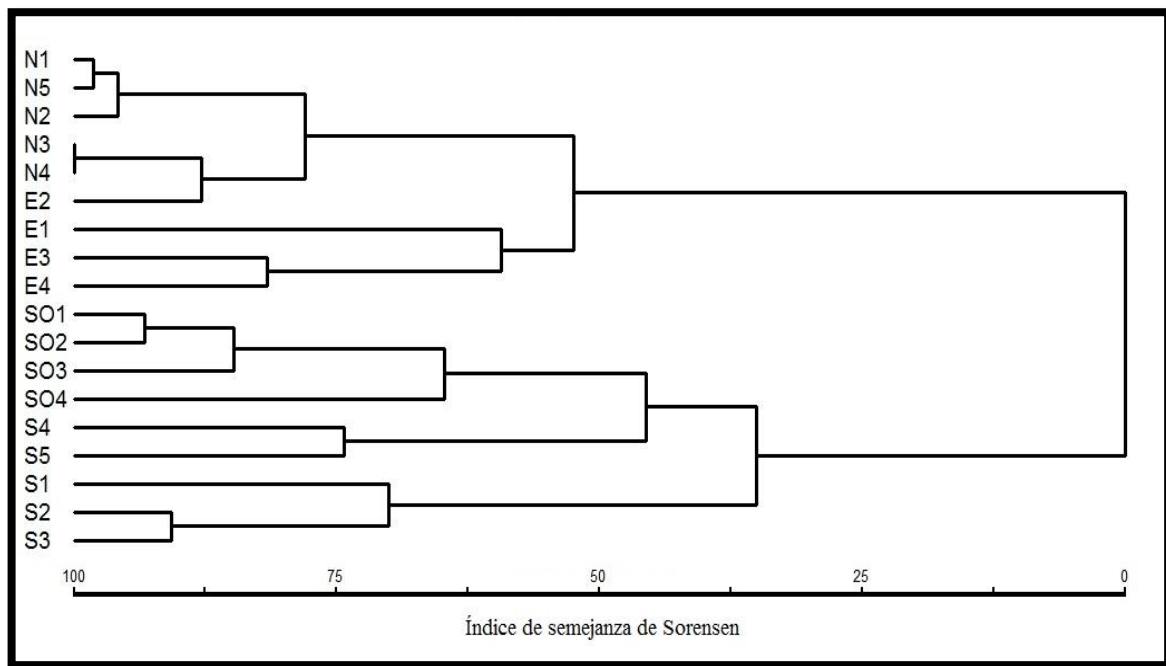
6.10 Análisis ecológico

6.10.1 Semejanza florística

El análisis de semejanza florística entre las Unidades de Muestreo (UM) del Cerro Metecatí, muestra la formación de dos grupos bien definidos (Figura 11). El primer grupo fue conformado por los sitios ubicados al norte-noreste y corresponden a UM de bosque de *Pinus-Quercus*, en el cual las especies representativas fueron *Asclepias linaria* Cav., *Bouvardia ternifolia* (Cav.) Schltld., *Cheilanthes bonariensis* (Willd.) Proctor, *Cheilanthes myriophylla* Desv., *Cupressus lusitanica* Mill., *Baccharis conferta* Kunth, *Erigeron delphinifolius* Willd., *Gymnosperma glutinosa* (Spreng.) Less., *Ipomoea stans* Cav., *Verbesina virgata* Cav., *Zaluzania augusta* (Lag.) Sch. Bip., *Quercus deserticola* Trel., *Q. frutex* Trel., entre otras. El segundo grupo, estuvo formado por los sitios ubicados al sur-suroeste de la zona estudiada, pertenecientes al pastizal y matorral de *Eysenhardtia polystachya*; algunas de las especies más comunes en este grupo fueron: *Bouteloua gracilis* Vasey, *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr., *Schinus molle* L., *Cyperus spectabilis* Link, *Cyperus aggregatus* (Willd.) Endl., *Calliandra grandiflora* (L'Her.) Benth., *Eysenhardtia polystachya* (Ort.) Sarg., *Gnaphalium oxyphyllum* A. Gray, *Gnaphalium viscosum* Kunth, *Muhlenbergia rigida* Kunth, *Yucca filifera* Chabaud, *Schizachyrium sanguineum* (Retz.) Alston.

En la zona norte se observó que las UM N3 y N4 presentaron muy alta semejanza; estas comparten especies como: *Quercus deserticola*, *Q. frutex*, *Cupressus lusitanica* y *Muhlenbergia rigida*. Por otra parte, en esa misma zona los sitios N1 y N5 se relacionaron con un alta semejanza y, entre las especies registradas se encuentran *Loeselia mexicana*, *Bouteloua curtipendula*, *Erigeron delphinifolius* y *Verbesina virgata*. Un caso similar es el mostrado por las UM E3 y E4 de la ladera Este que compartieron principalmente a las especies *Muhlenbergia robusta*, *Cyperus spectabilis* y *Schizachyrium sanguineum*.

En el conjunto dos, las UM SO1, SO2 y SO3 mostraron una muy alta semejanza, éstas comparten especies como: *Bouteloua gracilis*, *Gnaphalium arizonicum*, *Gnaphalium oxyphyllum* y *Eysenhardtia polystachya*. Por último en las UM ubicadas en la orientación sur, se observó una mayor semejanza entre las UM S2 y S3, en las cuales las especies más representativas fueron: *Schinus molle*, *Yucca filifera* y *Mammillaria rhodantha*.



N-norte E-este SO-suroeste S-sur

Figura 11. Índice de semejanza florística entre las 18 Unidades de Muestreo con base en 90 especies del Cerro Metecatli, Texcoco Edo. Méx.

6.10.2 Análisis de Correspondencia Canónica

Los resultados del Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) indicaron que los tres primeros ejes de ordenación explican el 37.2% de la variación total, con el 27.1, 6.8 y 3.3 % respectivamente. Con base en la prueba de permutación de Monte Carlo, la correlación especies ambiente con los dos primeros ejes de ordenación fue significativa, $p < 0.02$ para los ejes uno y dos respectivamente.

Las correlaciones entre las variables y los ejes de ordenación; indican que el eje uno mostró mayor correlación con la orientación de las laderas (-0.974) y el eje dos con la altitud (0.567).

Al relacionar las Unidades de Muestreo (UM) y las especies en los ejes uno y dos con las variables de orientación y altitud, los resultados indican la diferenciación de las UM y flora acompañante localizadas al (N)-norte y este (E) con respecto a los ubicados en la zona sur(S)-suroeste (SO). Algunas de las especies características de la zona N-E, son: *Cheilanthes myriophylla*, *Bouvardia ternifolia*, *Gymnosperma glutinosa*, así como *Cyperus niger*, *Salvia polystachya*, *Stevia serrata* y *Verbesina virgata*. Entre las especies, registradas en la zona S-SO que no se encuentran en otras UM son: *Bouteloua gracilis*, *B. curtipendula*, *Gnaphalium oxyphyllum* y *Gnaphalium arizonicum*; *Mammillaria rhodantha*, *Muhlenbergia implicata*, *Muhlenbergia rigida*, *Schinus molle* y *Yucca filifera*.

Algunas características que deben ser destacadas en UM particulares son las siguientes: la UM N1 se caracteriza por presentar una orientación de 30°, en donde las especies más comunes son: *Mimosa biuncifera*, *Cheilanthes bonariensis*, *Amelanchier denticulata*, *Cupressus lusitanica*, *Cyperus aggregatus* var. *aggregatus*, *Oenothera rosea*, *Ipomoea stans* y *Eragrostis intermedia*. Es importante mencionar que la UM N1, contiene especies muy similares a N2, debido a la cercanía entre ellas. Por otra parte la UM SO4, se encuentra en

orientación suroeste a 250°, en el cual las especies predominantes son: *Bouteloua gracilis*, *Bouteloua curtipendula*, *Calliandra grandiflora*; además de *Phaseolus coccineus*, especie que se registró en estos sitios debido a su cercanía con terrazas de cultivo. Es importante mencionar que la especie *Polypodium thyssanolepis*, se registró tanto en los sitios del sur como los del norte, al igual que *Cyperus spectabilis*. Las UM S1 y S5, se localizan a una orientación de 190°, donde las especies predominantes son: *Yucca filifera*, *Schinus molle*, *Gnaphalium arizonicum*, *Agave salmiana* var *ferox*, *Mammillaria rhodantha*, *Eysenhardtia polystachya*, entre otras.

Por otra parte, respecto al factor altitud, la UM N4, se estableció a una altitud de 2,400 msnm, en el cual se identificaron las siguientes especies: *Cupressus lusitánica*, *Erigeron pubescens*, *Bouvardia ternifolia*, *Muhlenbergia rigida*, *Baccharis conferta*, *Plumbago pulchella*, *Quercus deserticola*, *Q. frutex* y *Q. rugosa*; cabe mencionar que estas especies también se observaron en otras UM del norte(N) y del noreste (E) (Figura 12).

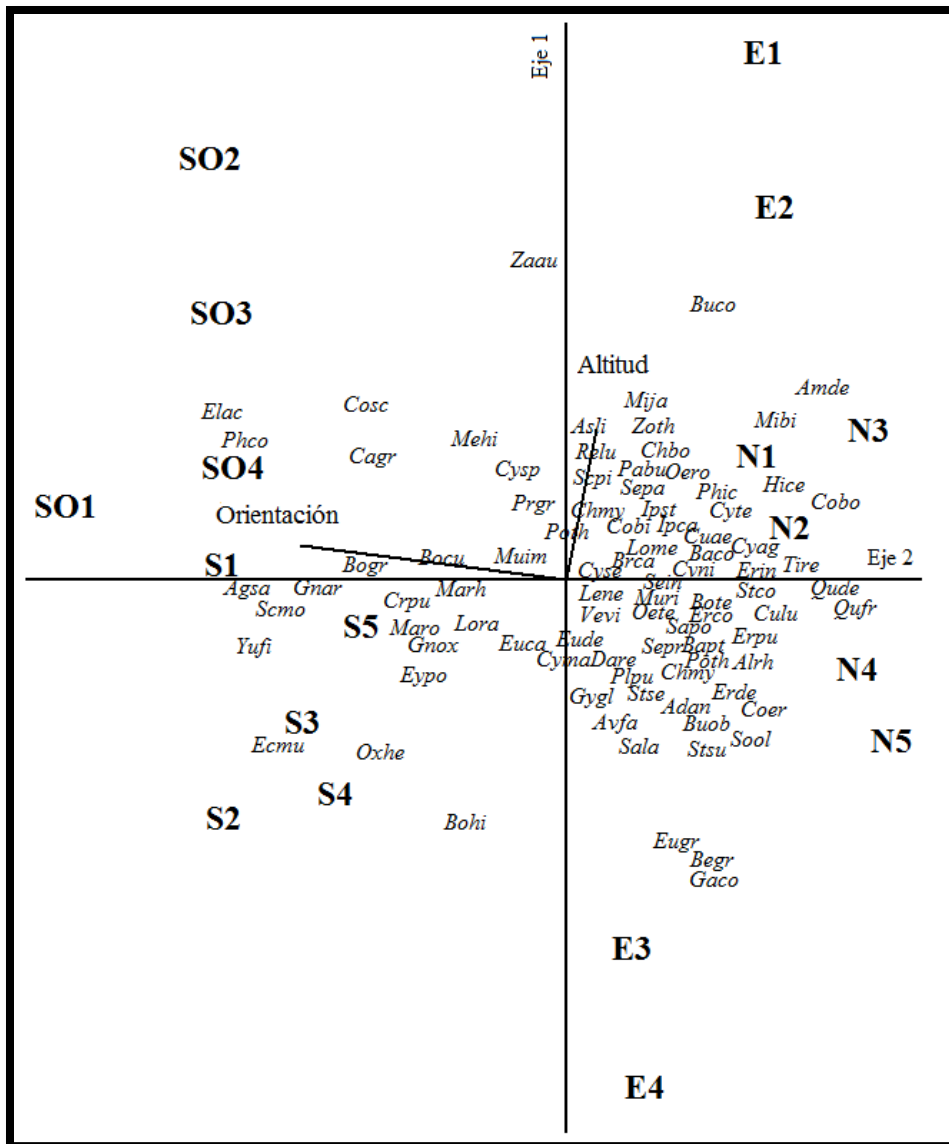


Figura 12. Gráfica del Análisis de Correspondencia Canónica de 18 unidades de muestreo con 90 especies y tres variables ambientales (altitud, orientación, pendiente) del Cerro Metecatl.

En relación a la influencia de la densidad de algunas especies características en los patrones de ordenación, debe mencionarse que el eje 1 se relacionó directamente con la densidad de *Eragrostis intermedia* Hitchc., *Muhlenbergia rigida* (Kunth) Kunth y *Loeselia mexicana* (Lam.) Brand., lo cual significa que esas especies son más abundantes en los sitios orientados al Norte y Este; e inversamente a la densidad de *Gnaphalium arizonicum* A. Gray, *Schinus molle* L. y *Agave salmiana* var *ferox* Otto ex Salm-Dyck, lo que significa que estas especies son más abundantes en los sitios ubicados al sur y suroeste del Metecatl, tal como se muestra en las figuras 13 a 18.

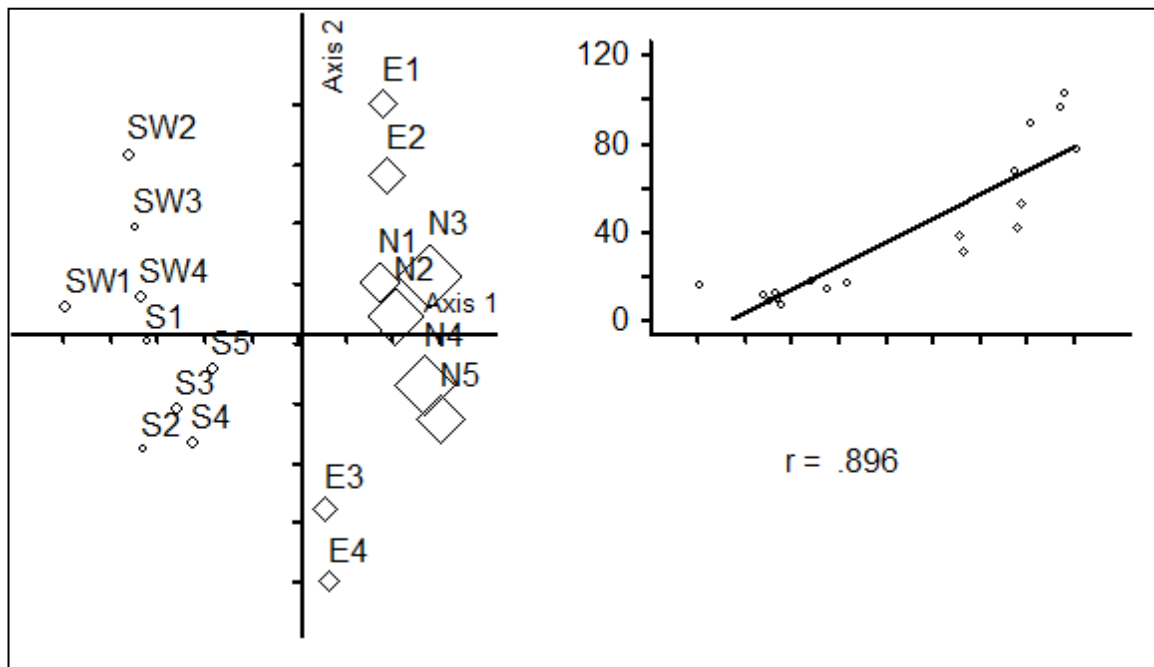


Figura 13. Gráfica de correlación de *Eragrostis intermedia* Hitchc., especie que se distribuye con una mayor densidad en los sitios del norte-este y va disminuyendo su distribución hacia los sitios sur-oeste. Con un valor de correlación=.896 para el eje 1

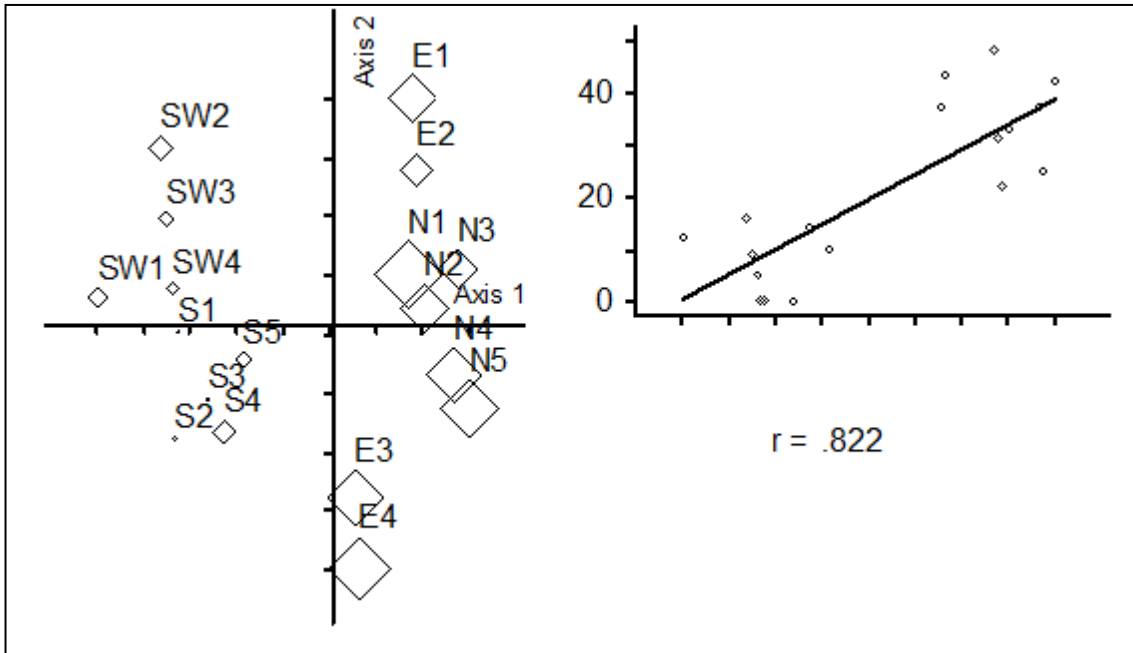


Figura 14. Gráfica de correlación de *Muhlenbergia rigida* (Kunth) Kunth., especie que se presenta con una mayor densidad en los sitios del norte-este y va disminuyendo su distribución hacia los sitios sur-oeste. Con un valor de correlación=.822 para el eje 1

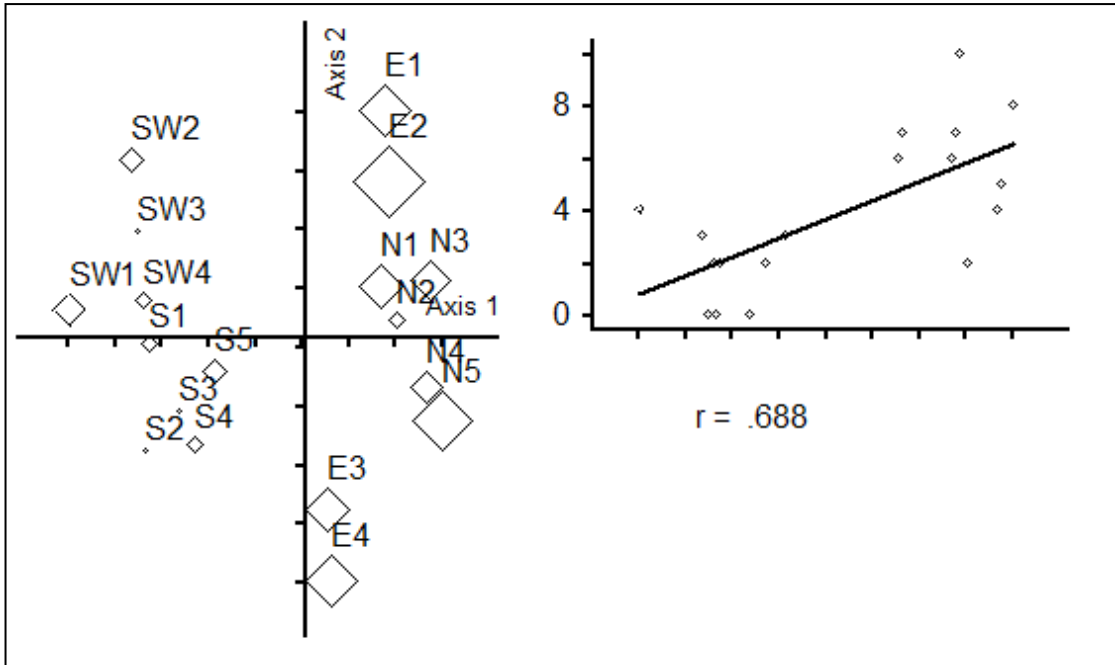


Figura 15. Gráfica de correlación de *Loeselia mexicana* (Lam.) Brand, especie que se encuentra con una mayor densidad en los sitios del norte-este y va disminuyendo su distribución hacia los sitios sur-oeste. Con un valor de correlación=.688 para el eje 1

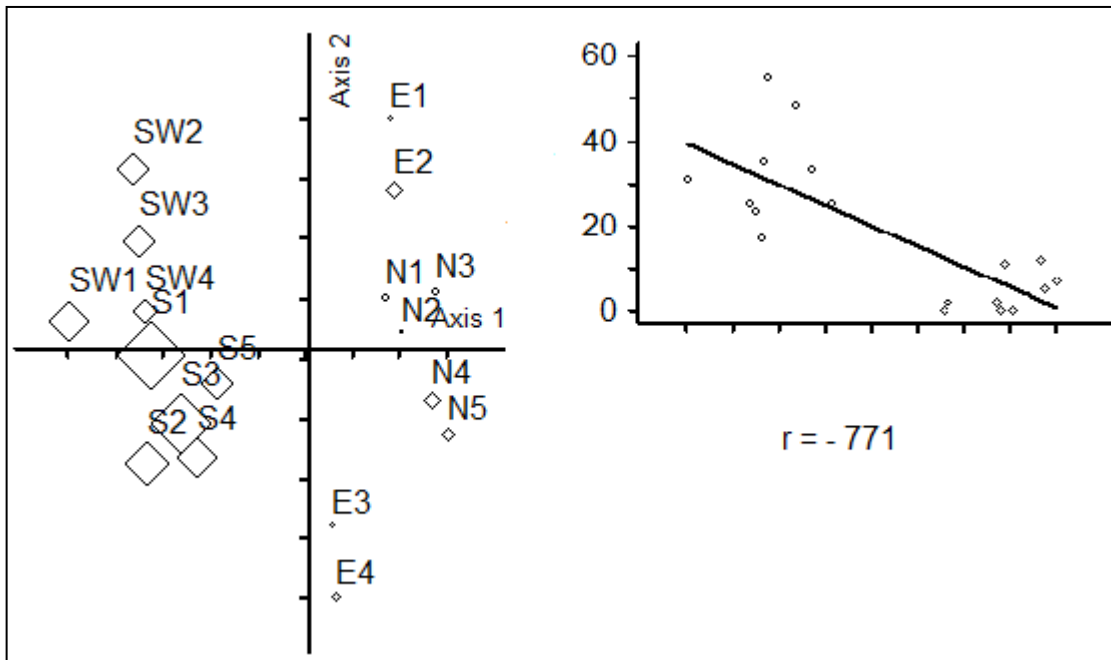


Figura 16. Gráfica de correlación de *Gnaphalium arizonicum* A. Gray, especie que se encuentra con una mayor densidad en los sitios del sur- suroeste y va disminuyendo su distribución hacia los sitios norte-este. Con un valor de correlación= -0.771 para el eje 1

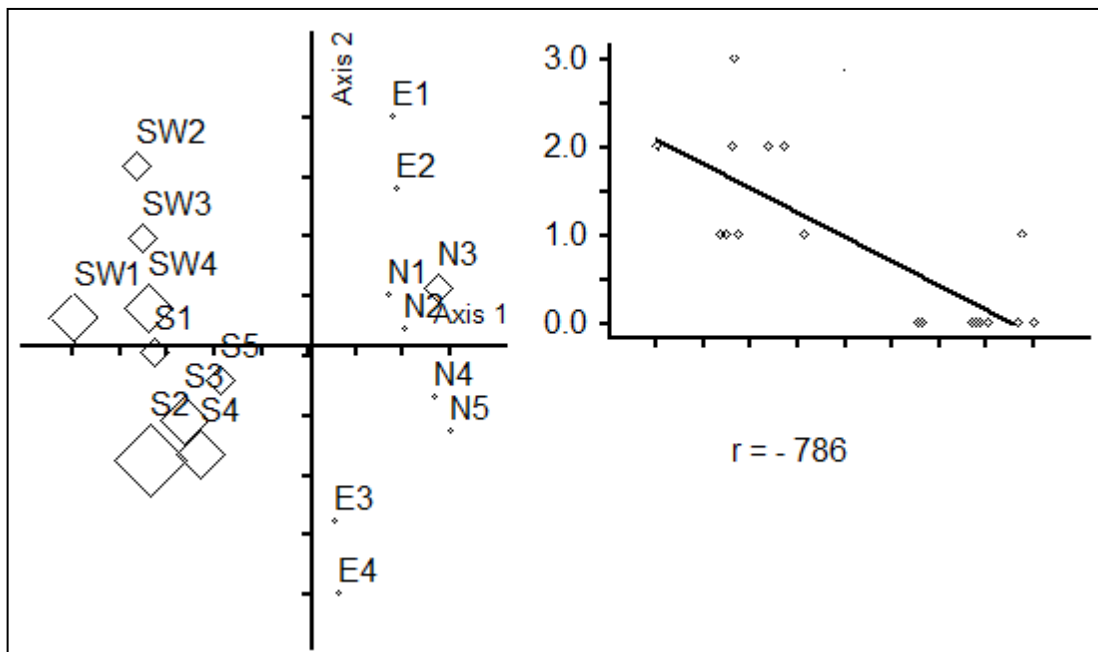


Figura 17. Gráfica de correlación de *Schinus molle* L., especie que se encuentra con una mayor densidad en los sitios del sur- suroeste y va disminuyendo su distribución hacia los sitios norte-este. Con un valor de correlación= -0.786 para el eje 1

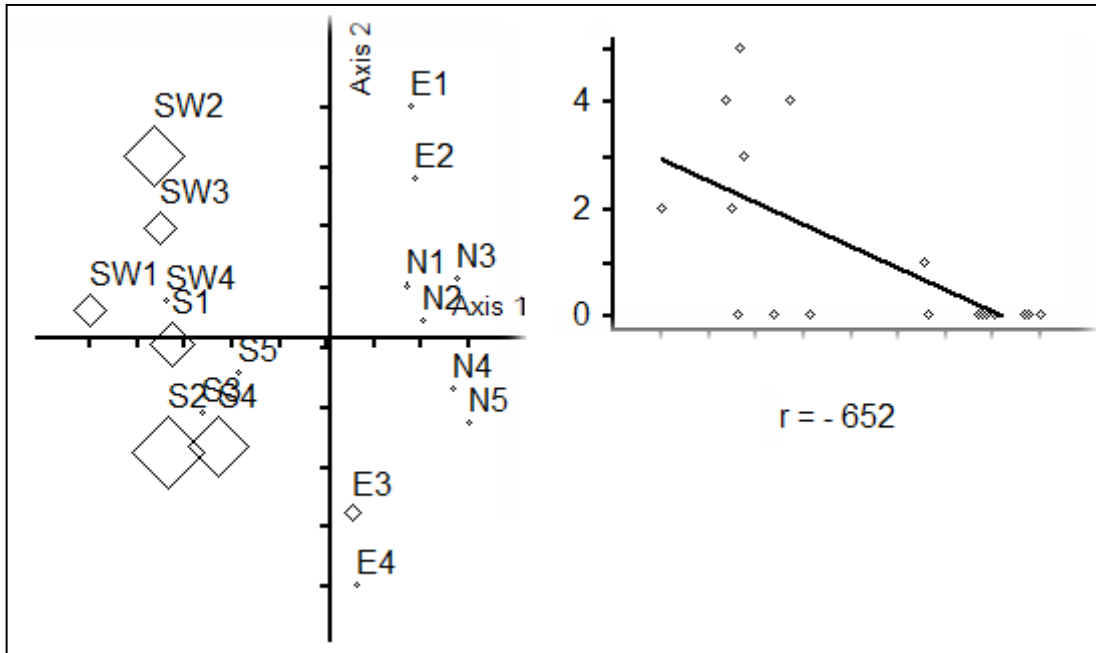


Figura 18. Gráfica de correlación de *Agave salmiana* var. *ferox* Otto ex Salm-Dyck, especie que presenta una mayor densidad en los sitios del sur-oeste y va disminuyendo su distribución hacia los sitios norte-este. Con un valor de correlación = -0.652 para el eje 1

7. DISCUSIÓN

7.1 Análisis Florístico

Al comparar las familias botánicas dominantes del Cerro Metecatí y Tetzcutzingo que se muestran en la figura 4, se observa que fueron similares, pues en ambas montañas se trata de especies de las Familias: Asteraceae, Poaceae, Fabaceae, Solanaceae, Lamiaceae, aunque difieren en cuanto a número de especies, debido a que en Tetzcutzingo se registró en general un mayor número de especies.

Este resultado concuerda con lo encontrado en otros sitios del Valle de México como en la flora del cerro Tláloc (Sánchez-González *et al.*, 2006), la flora del Pedregal de San Angel (Castillo-Argüero *et al.*, 2004), y en otros entornos del Estado de México (Medina-Lemus y Tejero-Díez, 2006) donde es notable la riqueza de especies de Asteraceae. Acerca de estas familias botánicas dominantes, ya se ha señalado que alcanzan una alta diversificación biológica en la Faja Volcánica Transmexicana (Rzedowski, 1991; Graham, 1998; Suárez-Mota *et al.*, 2013).

Debe ser considerado que la presencia de ciertas especies exóticas de gran talla como *Schinus molle* indican que la zona ha sido fuertemente alterada, por lo cual, la proliferación de otras especies exóticas (introducidas) herbáceas o arbustivas encontradas, posiblemente ha sido favorecida por actividades antropogénicas (visitantes, pastoreo y agricultura). Al respecto Sánchez-González *et al.* (2006), señalan que en el cerro Tláloc la vegetación está sujeta a perturbaciones humanas recurrentes que modifican la composición florística del bosque, lo que es una generalidad para el Valle de México (Calderón de Rzedowski y Rzedowski, 2005).

Por otra parte, la Figura 9 muestra el número de especies en los diferentes tipos de vegetación, donde se observa que la mayor riqueza de especies se encuentra en el bosque de *Pinus-Quercus*, seguido del matorral de *Eysenhardtia polystachya* y posteriormente el

pastizal. Estos resultados difieren de los registros previos de Pulido-Salas (1986), en los cuales reporta al pastizal con un mayor número de especies, en comparación con el matorral de *Eysenhardtia polystachya*.

En cuanto a la riqueza de especies del área de estudio, en comparación con otros sitios del Valle de México, se reconoció que Metecatl tiene una mayor riqueza con respecto a Cerro Gordo y zonas aledañas (Castilla-Hernández y Tejero-Díez, 1983), Sierra Monte Alto (Bracho, 1985), Huehuetoca (Romero-Rangel y Rojas-Zenteno, 1991) Teotihuacán (Torres-Soria, 2001), Tenancingo-Malinalco-Zumpahuacán (López-Patiño *et. al.*, 2012); mientras que es menor que en Tetzcutzingo (Pulido-Salas, 1982) y que el Pedregal de San Ángel (Rzedowski, 1954) (Cuadro 5).

Al comparar el número de especies entre Metecatl y Tetzcutzingo según los resultados de Pulido-Salas y Koch (1988), en Metecatl se registró un menor número de especies. Lo anterior puede estar relacionado con la intensidad de la colecta, ya que en Tetzcutzingo se recolectó durante un ciclo bianual, mientras que en Metecatl fue un ciclo anual, por lo que posiblemente quedaron afuera del muestreo las especies con floración bi-anual. Otra posible causa es que, debido a las actividades antropocéntricas, en dos décadas pudieron haberse establecido especies que no estaban antes en ambos cerros.

Además, es importante considerar la influencia de la orientación de las laderas en la composición florística del Metecatl, ya que por su ubicación, la zona norte-este del cerro es la primera en recibir la trayectoria de los vientos cálidos, y por lo tanto existe una mayor humedad en el ambiente, en comparación con los sitios sur-oeste en donde los vientos húmedos inciden en menor proporción. Lo anterior ha sido sugerido por Armillas 1987, quien menciona que las masas de aire húmedo del Golfo que producen la lluvia en el Valle de México inciden inicialmente en el Cerro Tlaloc, de manera que toda la zona de Texcoco

recibe relativamente menos precipitación pluvial (Aldana, 1994). Como lo establece González-Medrano (2003), los rasgos climáticos se ven modificados local y regionalmente por la variada fisiografía del país, la altura de los macizos montañosos y la exposición a los vientos.

Al respecto, en el trabajo realizado por Martínez de La Cruz (2010) en Malinalco, Edo. de México, menciona que existe allí una alta riqueza de especies comparada con otras regiones de México, lo cual se debe probablemente al clima. Esto sugiere la importancia que tiene la precipitación pluvial sobre el crecimiento de las especies; en Malinalco, la precipitación pluvial ocurre de mayo a octubre, mientras que en el Metecatl (Figura 2) el período de lluvias se presenta de junio a septiembre.

Cabe señalar, que de acuerdo con el análisis acerca de la dinámica de la flora del Valle de México de Rzedowski y Calderón de Rzedowski (1993), se presenta un listado de especies consideradas como nativas raras, en peligro de extinción o aparentemente extintas en la región, de las cuáles en Metecatl se encontraron cinco de estas especies y son: *Cologania grandiflora*, *Commelina erecta*, *Hymenocallis harrisiana*, *Sedum longipes* y *Thevetia thevetioides*.

7.2 Vegetación

Se distinguieron 3 tipos de vegetación: bosque de *Pinus-Quercus*, matorral de *Eysenhardtia polystachya* y pastizal. Estos tipos de vegetación son semejantes a los descritos por Pulido-Salas (1986), en Tetzcutzingo, lo cual explica la similitud florística entre ambas montañas. Una excepción sería que, en Tetzcutzingo, se registró vegetación acuática y subacuática, la cual no fue registrada en Metecatl. Lo que probablemente esté relacionado al entubamiento de algunos flujos de manantiales que bajan de la montaña.

Lauer (1978) encontró una relación muy estrecha entre los tipos de vegetación y el clima en la vertiente oriental del Valle de México, señalando que el relieve, los suelos, el balance hídrico del suelo y el microclima determinan la localización de los tipos de vegetación a pequeña escala, pues condicionan los procesos fisiológicos, las formas vitales y el crecimiento. La temperatura, humedad, aridez y precipitación total definen los límites de las unidades vegetales. Esto se pudo observar claramente en la ubicación de los microsítios que se registraron en el Metecatl, ya que se observó que algunas especies contaban con mejores condiciones ecológicas que otras, lo que permitió su establecimiento, además de un mejor desarrollo.

En cuanto a la influencia de las actividades humanas en la vegetación del sitio, se ha observado una evidente perturbación ocasionada por los visitantes, también debido a las actividades agrícolas en comunidades aledañas y al efecto de quemadas periódicas que han causado alteraciones en la composición florística del área de estudio. En el cerro Metecatl existen terrazas para producir cultivos, las cuales han modificado la vegetación natural; entre las especies frecuentemente cultivadas en los alrededores de las terrazas se encuentran *Triticum aestivum*, *Zea mays*, *Suaeda torreyana* y *Phaseolus coccineus*.

7.3 Análisis ecológico

Los resultados del Análisis de Correspondencia Canónica, mostraron la influencia de los factores del medio analizados, principalmente la altitud y la orientación, en la diferenciación florística de las UM.

Aún son escasos los estudios de microhábitats en la zona, en los que se considere la influencia de factores ambientales sobre la composición de especies. Aun cuando el gradiente altitudinal en Metecatl es de unos 400 metros, se determinó que existen diferencias florísticas entre las UM ubicadas a mayor altitud, en comparación con aquellas a menor altitud. Esto coincide con lo encontrado en áreas relativamente cercanas al sitio de estudio, pues, Sánchez-González y López-Mata (2003) reportaron para el norte de la Sierra Nevada, que la estructura y el patrón de distribución de las especies existentes, están definidos principalmente por el gradiente de altitud, que a su vez, representa variaciones en la temperatura y precipitación pluvial. Lo anterior concuerda con lo observado en el Metecatl donde se advierten diferencias en la flora pues, en las UM del norte-este, normalmente con mayor humedad se encuentran especies como: *Pinguicula moranensis* Kunth, *Bomarea hirtella* (Kunth) Herb., *Zephyranthes carinata* Herb., *Begonia gracilis* Kunth, *Nemastylis tenuis* (Herb.) S. Watson, *Sisyrinchium shaffneri* S. Watson, que no se encontraron en las UM del sur-oeste, generalmente más secas, donde se distribuyeron especies como: *Bouteloua gracilis* Vasey, *B. curtipendula* (Michx.) Torr., *Gnaphalium oxyphyllum* A. Gray, *Mammillaria rhodantha* Link & Otto, *Muhlenbergia implicata* (Kunth) Trin., *Schinus molle* L. y *Yucca filifera* Chabaud.

Esto último coincide con lo mencionado por Romero-Manzanares *et al.* (2014), quienes encontraron en bosques de San Luis Potosí, México, mayor densidad de especies de *Bouteloua*, *Agave* y diversas cactáceas en laderas sur, frecuentemente menos húmedas; así, la

presencia de humedad es un factor que determina el establecimiento de algunas especies en el caso de Metecatl.

Diferentes investigadores han reportado que, en una escala local, la pendiente y orientación de las unidades de muestreo influyen en la composición florística de las comunidades vegetales, debido a interacciones con respecto del ángulo de la pendiente, la luz disponible, la incidencia calórica y los niveles de humedad (Parker, 1991; Crowell y Lane, 2001; Korb *et al.*, 2007). En las laderas norte con menor incidencia solar, la humedad del suelo es generalmente más alta y tienen menor pérdida de humedad; mientras que la radiación solar tiene mayor incidencia en las laderas orientadas al sur, por lo que resulta en un incremento de la temperatura ambiente y del suelo (Ackerly *et al.*, 2001). Esto ayuda a explicar las diferencias florísticas encontradas en el Metecatl, entre las unidades de muestreo orientadas al norte y noreste con respecto a las sur-suroeste, pues, los vientos dominantes inciden inicialmente en las laderas con exposición norte, generando mayor humedad disponible para la flora característica de este medio, a diferencia de las laderas sur generalmente más secas que albergan especies xerófilas, como lo demuestra la presencia de gramíneas, cactáceas y agaves.

Islebe y Velázquez (1994) mencionan que la distribución de las comunidades vegetales del centro de México está relacionada con factores climáticos, en especial con la temperatura y la humedad, las cuales explican de la mejor manera los patrones biogeográficos. El complejo montañoso del que forma parte Metecatl, tiene una elevación de 2,700 msnm (INEGI, 1985), lo que parece ser suficiente para retener nubosidad y humedad de los vientos que recibe. Lo cual concuerda con Rozzi *et al.*, 1997 y Primack *et al.*, 2001 quienes mencionan que en lugares montañosos de latitudes intermedias, la topografía irregular genera marcadas

variaciones climáticas, que contribuyen en parte el alto endemismo y diversidad de especies vegetales.

En el caso de Metecatl, se determinó que existen diferencias florísticas entre las UM ubicadas en sitios con mayor altitud, en comparación con aquellas que se establecieron a menor altitud. La altitud es un factor físico que influye en las condiciones climáticas pues afecta la temperatura y la precipitación, las cuales tienen un efecto directo sobre el crecimiento vegetal y están correlacionadas de forma específica en cada sitio (Whittaker, 1970; Barton, 1994).

También es importante mencionar la influencia de la orientación, elevación y la pendiente, sobre la conformación de las asociaciones de especies en las comunidades vegetales (Vetaas y Chaudhary, 1998). La orientación de la ladera tiene efecto directo sobre las condiciones ambientales, como la temperatura por lo que es un factor determinante en la estructura y composición de la vegetación (del Castillo, 2000). En el caso del Metecatl las laderas de la zona norte-este son las primeras en recibir la trayectoria de los vientos húmedos, generando una mayor humedad en el ambiente, en comparación con las localizadas al sur-oeste en donde los vientos húmedos inciden en menor proporción. Se relaciona con lo mencionado por Valverde-Padilla (2002) en el sentido de que, las diferencias en la disponibilidad de agua en las zonas áridas están determinadas, entre otros factores, por la exposición de las laderas.

7.4 Adiciones al listado florístico

Se adicionan 62 especies al listado de Pulido-Salas y Koch (1988) (ANEXO A) que corresponden principalmente a especies cultivadas, lo cual posiblemente se debe a la cercanía que existe entre Metecatl y las poblaciones aledañas, ya que muchas de esas plantas son introducidas por algunas vías de dispersión como anemocoria ó epizoocoria. También, debe considerarse que probablemente el incremento en el número de especies, se deba a acciones humanas ya que, algunos pobladores han fomentado o introducido plantas para consumo y como ornamentales. Algunas de estas especies fueron *Punica granatum* L., *Ficus carica* L., *Pyrus malus* L., *Brugmansia arbórea* (L.) Steud., *Tropaeolum majus* L., *Clivia miniata* Regel, *Kniphofia uvaria* (L.) Oken, *Gladiolus hortulanus* L.H. Bailey, entre otras.

Se registraron 201 especies nativas del Valle de México, lo que refleja la contribución del sitio como reservorio ecológico; cuatro especies señaladas como endémicas en el Valle de México (Rzedowski, 1991) y cinco especies amenazadas (Rzedowski y Calderón de Rzedowski, 1993).

8. CONCLUSIONES

Con base en 360 números de colecta, en el Metecatl fue registrado un total de 4 divisiones, 5 clases, 73 familias, 211 géneros y 274 especies. Se adicionan, 62 especies al listado de Pulido-Salas (1982). De estas, 201 especies nativas y, lo que refleja la importancia del sitio como reservorio de diversidad vegetal, se registran 4 especies señaladas como endémicas, (ANEXO A) en el Valle de México (Rzedowski, 1991b) y 5 especies amenazadas (Rzedowski y Calderón de Rzedowski, 1993).

La comparación de la riqueza florística del cerro Metecatl, con otros estudios realizados en el Valle de México muestra, que existe cierta similitud con Teotihuacán, Tenancingo-Malinco-Zumpahuacán y Tetzcutzingo.

Al comparar el número de especies entre Metecatl y Tetzcutzingo según los resultados de Pulido-Salas y Koch (1988), se señala un menor número de especies para el Metecatl, lo cual se relaciona con actividades agrícolas y con factores ambientales (humedad, pendiente, orientación y altitud). Las principales familias botánicas dominantes para el Metecatl y Tetzcutzingo reflejan gran similitud, destacando las familias: Asteraceae, Poaceae, Fabaceae, Solanaceae, Lamiaceae.

En cuanto a las formas de crecimiento registradas en la zona de estudio, se distingue que las especies herbáceas representaron el mayor porcentaje, seguido de los arbustos y finalmente las rastreras.

Por otra parte, se observa la importancia de la orientación y altitud, que influyeron en la diferenciación de las Unidades de Muestreo (UM) y su flora acompañante, ya que hubo una evidente distinción de las UM localizadas en las laderas al (N)-noreste (E) con respecto a los ubicados la zona sur(S)- suroeste (SO).

En cuanto a las diferencias en la composición de las especies entre unidades de muestreo, se determinó, que se debió a varios factores, destacando las perturbaciones humanas, lo cual ha alterado la vegetación natural; sin embargo esas mismas alteraciones son espacios que quedan expuestos para la llegada y establecimiento de especies invasoras y ecológicamente resistentes como es el caso de las Asteraceae. Además se encontró que hay influencia de otros factores ambientales como son: humedad, clima, orientación y altitud.

Se reconocieron tres tipos de vegetación que pudieron ser claramente caracterizados: bosque de *Pinus-Quercus*, matorral de *Eysenhardtia polystachya* y pastizal.

Este trabajo permitió precisar la composición florística en un sitio poco explorado del Valle de México y dilucidar la influencia de factores ambientales en la distribución local de las especies. La diversidad florística que en conjunto albergan Tetzcutzingo y Metecatl (427 especies/100 ha), conforman un escenario natural con una importante riqueza botánica, que merece ser protegida en virtud, también, de la importancia cultural.

9. LITERATURA CITADA

- Ackerly, D. D., Knight, C. A., Weiss, S. B., Barton, K. y Starmer, K. P. 2001. Leaf size, specific leaf area and microhábitat distribution of chaparral woody plants: contrasting patterns in species level and community level analyses. *Oecologia* 130: 449-457.
- Alcántara, O. S. 2002. Paisajes Culturales en Mesoamérica, Paisajes Culturales en México. Sitios Potenciales para la Lista del Patrimonio Mundial. UNESCO, Centro del Patrimonio Mundial, San José de Costa Rica.
- Aldana, M. G. 1994. San Pablo Ixayoc: un caso de proletarización incompleta. Colección Tepetlaostoc. No 4. Universidad Iberoamericana. Edo. de México. México. 124 pp.
- Barneby, R. C. 1991. *Sensitivae censitae*: a description of the genus *Mimosa* Linnaeus (Mimosaceae) in the New World. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 65:97.
- Barrie, F. R. 2003. Seven new species and one new variety of *Valeriana* (Valerianaceae) from México. *Acta Botánica Mexicana* 62: 31 – 64.
- Barton, A. M. 1994. Gradient analysis of relationships among fire, environment, and vegetation in a southwestern USA mountain range. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 121: 251-265.
- Bracho, R. A. 1985. Estudio florístico de la parte inferior de la Sierra de Monte Alto en el Valle de México. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, D.F. México. 127 pp.
- Brown, J. H. 1988. Species Diversity. *In: Analytical Biogeography: An Integrated Approach to the Study of Animals and Plants Distribution*, Myers, A.A. and P.S. Giller (eds.). Chapman and Hall, New York, E.U.A. 57-90.

- Calderón de Rzedowski, G. y Rzedowski, J. 2005. Flora fanerogámica del Valle de México. Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro, Michoacán. México. 1406 pp.
- Castilla-Hernández, M. y Tejero-Díez, J. D. 1983 Estudio florístico del cerro Gordo y zonas aledañas (cercanas a San Juan Teotihuacán). Tesis de licenciatura, Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, Estado de México, México. 127 pp.
- CONABIO. 2000. Estrategia nacional sobre diversidad de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Cox, C. B. 2001. The biogeographic regions reconsidered. *Journal of Biogeography* 28: 511-523.
- Cronquist, A. 1981. *An Integrated System of Classification of Flowering Plants*. Columbia University Press, Nueva York. E.U. A. 1262 pp.
- Crowell, M. D. y Lane, S. N. 2001. Evaluating interactions between soil drainage and seedling performance in a restoration of *Pinus sylvestris* woodland, Scotland. *Global Ecology and Biogeography* 10:147-160.
- Dahlgren, R. M. T., Clifford, H. T. y Yeo, P. F. 1985. *The families of the monocotyledons. Structure, evolution, and taxonomy*. Springer-Verlag, New York. E.U.A. 520 pp.
- Del Castillo, R. F. 2000. Composición y estructura de una nopalera bajo situaciones contrastantes de exposición de ladera y herbivoría. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 65: 5-22.
- De la Fuente, C. 1999. *Nezahualcoyotl, brazo de león: (Pieza épica)*. Toluca: Instituto Mexiquense de la Cultura. Edo de México. México. 60 pp.

- Diario Oficial de la Federación. DOF. <<http://www.dof.gob.mx/>>. (consultado 20 junio 2013).
- Engleman, E. M. y Koch, S. D. 1976. Guía de excursión al cerro Tezcotcingo (inédito). 2 pp.
- Espejo, S. A. y López-Ferrari, F. A. R. 1998. Current floristic and phytogeographic knowledge of Mexican Bromeliaceae. *Revista de Biología Tropical* 46: 493-513.
- FAO. Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales, Informe México 2010, superficie forestal actualizada al periodo 2000 –2005 y la respectiva proyección para el periodo 2005–2010.
- Frame, D., Espejo, A. and López-Ferrari, A. R. 1999. A conspectus of Mexican Melanthiaceae including a description of new taxa of *Schoenocaulon* and *Zigadenus*. *Acta Botánica Mexicana* 48: 27-50.
- Fryxell, P. A. 1980. Three new species of Malvaceae from México. *Phytologia* 46:392-393.
- Gandullo, R y Faggi, A.M. 2006. La vegetación rupícola del Parque Provincial Copahue. Neuquén, Argentina. *Kurtziana* Vol. 32 No.1-2: 13-24.
- García, E. 2004. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Instituto de Geografía. UNAM. D.F. México. 90 pp.
- García-Sánchez, R. y Monroy-Ata, A. 2005. Micrositios del pasto navajita (*Bouteloa gracilis*) en comunidades de pastizal y de matorral del altiplano mexicano. *Revista especializada en Ciencias Químico-Biológicas* 8:61-70.

- Gobierno del Estado de México. 2001. Proyecto de conservación ecológica de la zona metropolitana del Valle de México. Toluca, Estado de México. México. 160 pp.
- González-Medrano, F. 2003. Las Comunidades Vegetales de México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, D.F. México. 74 pp.
- Graham, A. 1998. Factores históricos de la diversidad biológica de México. *In* Diversidad biológica de México: orígenes y distribución, T. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). Instituto de Biología, UNAM. D. F. México. 689-713.
- Guzmán, U., Arias, S. y Dávila, P. 2003. Catálogo de Cactáceas Mexicanas. Universidad Nacional Autónoma de México y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, D. F. México. 315 pp.
- Instituto Nacional de Ecología (INE), 2000 Inventario Nacional Forestal. Secretaría de medio ambiente y recursos naturales (SEMARNAT). D. F. México.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 1985. Carta Geológica Texcoco E14 B31 escala 1:50: 000. 1ª edición. D.F. México.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 1985. Carta Edafológica Texcoco E14 B31 escala 1:50: 000. 1ª edición. D.F. México.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 1985. Carta Topográfica Texcoco E14 B31 escala 1:50: 000. 1ª edición. D.F. México.
- INEGI. 2005. Censo de Población y Vivienda. Principales resultados por localidad (ITER). <<http://www.inegi.org.mx>>. (consultado el 28 de junio).
- International Plant Names Index. IPNI. <<http://www.theplantlist.org/>>. (consultado el 15 de mayo 2013).

- Isla de Bauer, L. 2002. Deterioro/preservación ambiental y agricultura: Programa de Hidrociencias, Colegio de Postgraduados, Instituto de Recursos Naturales. Edo. de México. México. 168 pp.
- Islebe, G. A. y Velazquez, A. 1994. Affinity among mountain ranges in Megamexico: A phytogeographical scenario. *Vegetatio* 115: 1-9.
- Korb, J. E., Daniels, M. L., Laughlin, D. C. y Fule, P. Z. 2007. Understory communities of warm-dry, mixed-conifer forests in southwestern Colorado. *Southwestern Naturalist* 52:493-503.
- Kutiel, P. 1997. Spatial and temporal heterogeneity of species diversity in a Mediterranean ecosystem following fire. *International Journal Wildland Fire* 7:307–315.
- Lauer, W. 1978. Tipos ecológicos del clima en la vertiente oriental de la meseta mexicana. Comentario para una carta climática 1:500 000. *Comunicaciones Proyecto Puebla-Tlaxcala* 15: 235-248.
- León-Portilla, M. 1992. Fuentes indígenas de la cultura náhuatl, textos de los informantes de Sahagún: Ritos, sacerdotes y atavíos de los dioses. UNAM/IIH. México. 176 pp.
- Lesbre, P. 2001. El Tetzcutzingo en la obra de Fernando de Alva Ixtlilxochitl: realeza, religión prehispánica y cronistas coloniales. *Estudios de Cultura Náhuatl* 32:323-340.
- Li, F. W., Pryer, K. M y Windhamc, M. D. 2012. *Gaga*, a new fern genus segregated from *Cheilanthes* (Pteridaceae). *Systematic Botany* 37:845-860.
- López-Patiño, E. J., López-Sandoval, J. A., Beltrán-Retis, A. S., Aguilera-Gómez, L. I. 2012. Composición de la flora arbórea en el área natural protegida Tenancingo-Malinalco-Zumpahuacán, Estado de México. México. *Polibotánica* 34:51-98.

- Lot, A. y Chiang, F. (Comps.) 1986. Manual de Herbario. Administración y Manejo de Colecciones, Técnicas de Recolección y Preparación de Ejemplares Botánicos. Consejo Nacional de la Flora de México, A.C., D.F. México. 142 pp.
- Martínez, M. y Matuda, E. 1979. Flora del Estado de México. Biblioteca del Gobierno del Estado de México (tres tomos). Gobierno del Estado de México. Toluca. México.
- Martínez de la Cruz, I. 2010. La Flora y Vegetación Ruderal de Malinalco. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo. de México. México. 144 pp.
- McCune, B. y Mefford, M. J. 1999. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data, Version 4. MjM Software Design, Gleneden Beach, OR, USA. 237 pp.
- McCune, B. y Grace, J. B. 2002. Analysis of Ecological Communities. MJM Software Design, Gleneden Beach, Oregon, E.U.A. 304 pp.
- McVaugh, R. 1992. Gymnosperms and Pteridophytes. Ed. W. Anderson. *In*: Flora Novogaliciana. A Descriptive Account of the Vascular Plants of Western México. The University of Michigan Press. E.U.A. Ann Arbor. Vol. 17. 467 pp.
- Medina-Lemus, J. G. y Tejero-Díez, J. D. 2006. Flora y Vegetación del parque estatal Atizapán-Valle Escondido, Estado de México. México. *Polibotánica* 22:1-43.
- Méndez-Larios, I. y Villaseñor, J. L. 2001. La familia Scrophulariaceae en México: diversidad y distribución. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 69: 101-121.
- Mickel, J. T. y Smith, A. R. 2004. The Pteridophytes of Mexico. *Memoirs of the New York Botanical Garden United States*. 88: 1-1054.

- Missouri Botanical Garden (W3 Tropicos). <<http://www.tropicos.org>>. Consultado 20 enero 2013.
- Mooser, F. 1963. Historia tectónica de la Cuenca de México. Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros Vol.15 No. 11-12: 239-245.
- Ortiz-Solorio, C. y Cuanalo de la Cerda, H. 1977. Levantamiento Fisiográfico del Área de Influencia de Chapingo. Colegio de Postgraduados, Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, Edo. de México. México. 83 pp.
- Palmer, W. M. 1993. Putting things in even better order: the advantages of canonical correspondence analysis. *Ecology* 74: 2215-2230.
- Parker, K. C. 1991. Topography, substrate, and vegetation patterns in the northern Sonoran Desert. *Journal of Biogeography* 18:151-163.
- Peñafiel, A. 1897. Nomenclatura geográfica de México. Etimologías de los nombres de lugar correspondientes a los principales idiomas que se hablan en la República, México. Primera parte. Oficina tipográfica de la Secretaria de Fomento. D.F. México. 224 pp.
- Pomar, J. B. 1991. Relación de Texcoco. Relaciones de la Nueva España, ed de G. Vázquez Madrid, Historia. Edo de México. México. 289 pp.
- Price, T. D., Zimmermann E. N., Van Der Meer J. P., Lexer J. M., Leadley P., Jorritsma T. M. I., Schaber J., Clark F. D., Lasch P., McNulty, S., Wu J. & Benjamin S. 2001. Regeneration in gapmodels: Priority issues for studying forest responses to climate change. *Climatic Change* 51: 475-508.
- Primack, R., Roíz R., Feinsinger, P., Dirzo, R. y Massardo, F. 2001. Fundamentos de conservación biológica. Perspectivas latinoamericanas. Fondo de Cultura Económica, D.F. México 225- 228.

- Pulido-Salas, M. T. P. 1982. Inventario de la flora y guía ilustrada para identificar las especies en el Cerro Tetzcutzinco, Edo. de Méx. Tesis de licenciatura en biología. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. D.F. México. 276 pp.
- Pulido-Salas, M. T. P. 1986. Proyecto para conservar y utilizar al Cerro Tetzcutzingo, Texcoco. Tesis de maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. México. 189 pp.
- Pulido-Salas, M. T. P. y Koch, S. D. 1988. Lista florística del Cerro Tetzcutzingo. Boletín de la Sociedad Botánica de México 48: 81-94.
- Pulido-Salas, M. T. P., González-Espinosa, M. y Pattison, G. 1990. Propuesta para proteger y utilizar áreas pequeñas con interés biológico y cultural en México. Tetzcutzingo, un ejemplo. Presentación oral. II. Simposio Internacional sobre Áreas Naturales Protegidas en México. 22-26 de Octubre, Universidad Nacional Autónoma de México, ENEP-Los Reyes-Iztacala. D.F. México.
- Pulido-Salas, M. T. P. 1993. Guía ilustrada de las plantas del Cerro Tezcutzingo, especies comunes en el valle de México. Cuadernos 17. Instituto de Biología. U.N.A.M. D.F. México. 237 pp.
- Ramamoorthy, T. P. y Elliott, M. 1993. Mexican Lamiaceae: diversity, distribution, endemism and evolution. *In*: Ramamoorthy T.P., Bye, R., Lot, A., Fa, J. (Eds.) Biological Diversity of Mexico: origins and distribution. Oxford University Press. New York, USA. 513-539.
- Ricklefs, R. E. 2004. A comprehensive framework for global patterns in biodiversity. *Ecology Letters* 7:1-15.

- Rojas-Rabiela, T., Martínez-Ruíz, J. L. y Murillo, L. D. 2009. Cultura hidráulica y simbolismo mesoamericano del agua en el México prehispánico. CIESAS, IMTA, Cátedra UNESCO-IMTA. D.F. México. 98 pp.
- Romero-Rangel, S. y Rojas-Zenteno, E. C. 1991. Estudio florístico de la región de Huehuetoca, Estado de México. *Acta Botánica Mexicana* 14:35-37.
- Romero-Manzanares, A., Luna-Cavazos, M. y García-Moya, E. 2014. Factores físicos que influyen en las relaciones florísticas de los piñonares (Pinaceae) de San Luis Potosí, México. *Revista de Biología Tropical* 62:795-808.
- Rozzi, R., Feinsinger, P. y Riveros, R. 1997. La enseñanza de la ecología en el entorno cotidiano. Módulo de educación ambiental. Ministerio de educación de Chile, Santiago. Chile. 71 pp.
- Ruggiero, A. y Ezcurra, E. 2003. Regiones y transiciones biogeográficas: Complementariedad de los análisis en biogeografía histórica y ecológica. *In: Una perspectiva latinoamericana de la biogeografía* (Morrone, J.J. y Llorente, J. eds). Facultad de Ciencias, UNAM. D. F. México 141–154.
- Rzedowski, J. 1954. Vegetación del Pedregal de San Ángel. D.F. México. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas* Vol. 8 No. 1-2:59-129.
- Rzedowski, J. 1972. Contribuciones a la fitogeografía florística e histórica de México III. Algunas tendencias en la distribución geográfica y ecológica de las Compositae mexicanas. *Ciencia México* 27: 123-132.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa. D.F. México. 432 pp.

- Rzedowski, J. 1979. Problemática y metodologías de los estudios florísticos de México. Ponencia inédita. Coloquio sobre estudios florísticos y su proyección en México. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional. México. D.F.
- Rzedowski, J. 1991a. Diversidad y orígenes de flora fanerogámica de México. *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 Calderón de Rzedowski, G. 1993. Datos sobre la dinámica de la flora fanerogámica del Valle de México, con énfasis en especies nativas raras, en peligro de extinción y aparentemente extintas. *Acta Botánica Mexicana* 25:81-108.
- Rzedowski, J. 1998. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *En: Ramamoorthy, T.P., Bye, R., Lot, A. y Fa, J. Comp. Diversidad Biológica de México: Orígenes y Distribución.* Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. D.F. México. 129-145.
- Sánchez-González, A y López-Mata, L. 2003. Clasificación y ordenación de la vegetación del norte de la Sierra Nevada, a lo largo de un gradiente altitudinal. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Botánica* 74: 47-71.
- Sánchez-González, A., López-Mata, L. y Vibrans, H. 2006. Composición y patrones de distribución geográfica de la flora del bosque de oyamel del Cerro Tlaloc, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 79:67-78.
- Servicio Meteorológico Nacional <<http://www.smn.cna.gob.mx>> Consultado el 2 de junio de 2012.

- Steinmann, V. W. 2002. Diversidad y endemismo de la familia Euphorbiaceae en México. *Acta Botanica Mexicana* 61: 61-93.
- Sousa, M. y Delgado, A. 1993. Mexican Leguminosae: phytogeography, endemism, and origins. *In: Ramamoorthy, T. P., Bye, R., Lot, A y Fa, J. Ed. Biological diversity of México: origins and distribution. Oxford University Press, New York. EUA.459-511.*
- Suárez-Mota, M. E., Téllez-Valdés, O., Lira-Saade, R. y Villaseñor, J. L. 2013. Una regionalización de la Faja Volcánica Transmexicana con base en su riqueza florística. *Botanical Sciences* 91:93-105.
- Ter Braak, C. J. F. 1986. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology* 67:1167–1179.
- Toledo, V. M. 1994. La diversidad biológica de México, nuevos retos para la investigación en los noventas. *Ciencias* 34: 43-59.
- Torres-Soria, P. 2001. Flora fanerogámica de la zona arqueológica de Teotihuacán, Estado de México. *Polibotánica* 12:57-83.
- Turner, B. L. y Nesom, G. L. 1998. Biogeography, diversity, and endangered or threatened status of Mexican Asteraceae. *In: Ramamoorthy, T.P., Bye, R., Lot, A. y Fa, J. Eds. Biological diversity of México: origins and distribution. Oxford University Press, New York. E. U.A. 559-575.*
- Valverde-Padilla, P. L. 2002. Cambios en la abundancia, dominancia y diversidad de formas de vida vegetales entre laderas norte y sur en el Valle semiárido de Zapotitlán, Puebla. *ContactoS* 45: 45-50.
- Vázquez, Y. C. y Orozco, S. A. 1989. La destrucción de la naturaleza. Fondo de Cultura económica. D. F. México. 102 pp.

- Vetaas, O. R. y Chaudhary, R. P. 1998. Scale and species-environment relationships in a central Himalayan oak forest, Nepal. *Plant Ecology* 134:67-76.
- Villaseñor, J. L. 1990. The genera of Asteraceae endemic to Mexico and adjacent regions. *Aliso* 12:685-692.
- Villaseñor, J. L. 1991. Las Heliantheae endémicas a México: una guía hacia la conservación. *Acta Botánica Mexicana* 15:29-46.
- Villaseñor, J. L y Ortiz, E. 2014. Biodiversidad de las plantas con flores (División Magnoliophyta) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: S134-S142.
- Whittaker, R. H. 1970. *Communities and ecosystems*. MacMillan. New York, E.U.A. 385 pp.
- Zamudio, S. 1999. Notas sobre la identidad de *Pinguicula moranensis* H.B.K., con la descripción de una variedad nueva. *Acta Botánica Mexicana* 49: 23-34.

10. ANEXO

ANEXO A. Listado Florístico, arreglo taxonómico de las familias de plantas vasculares registradas en el Cerro Metecatl Estado de México, según las clasificaciones de Cronquist (1981), Mickel y Smith (2004) y Dalhgren *et al.* (1985). NC-Número de colecta, FB- Forma biológica: H-hierba, Hr- hierba rastrera, A-árbol, a-arbusto, T-trepadora, NA- Nuevas adiciones a la lista (Pulido-Salas, 1988). TH- Tipo de hábitat: BPQ- Bosque de *Pinus-Quercus*, ME- Matorral de *Eysenhardtia polystachya*, P- Pastizal, T-Terrazas, EC-Escapada de cultivo, N-Nativa, E- Exótica, En-Endémica Rzedowski, (1991b).

División / Familia	Especie	No. colecta	FB	NA	TH Hábitat	N	E
Lycopodiophyta							
Selaginellaceae	<i>Selaginella pallescens</i> (C. Presl) Spring	320	H		BPE	N	
Polypodiophyta							
Adiantaceae	<i>Adiantum andicola</i> Liebm.	225	H		BPE y ME	N	
	<i>Cheilanthes bonariensis</i> (Willd.) Proctor	232	H	*	BPE	N	
Polypodiaceae	<i>Asplenium monanthes</i> L.	354	H		BPE y ME	N	
	<i>Pleopeltis polylepis</i> (Roem. ex Kunze) T. Moore	32	H		BPE y ME	N	
	<i>Phlebodium pseudoaureum</i> (Cav.) Lellinger	230	H		BPE	N	
	<i>Polypodium thyssanolepsis</i> A. Braun ex Klotzsch	34	H		BPE y ME	N	
Pteridaceae	<i>Cheilanthes hirsuta</i> Link	53	H		BPE y ME	N	
	<i>Cheilanthes myriophylla</i> Desv.	229	H		BPE y ME	N	
Coniferophyta							
Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	124. 113	A	*	BPE	N	
	<i>Juniperus deppeana</i> Steud.	240	A		BPE	N	
Liliopsida							

Agavaceae	<i>Agave americana</i> L.	356	a	*	ME	N	
	<i>Agave salmiana</i> var <i>ferox</i> (K.Koch) Gentry	331	a	*	ME y P	N	
	<i>Manfreda pringlei</i> Rose	156	H		BPE	N	
	<i>Yucca filifera</i> Chabaud	22	a	*	ME y P	N	E
	<i>Aloe vera</i> (L.) Burm. f.	283	a	*	EC	E	
Alstroemeriaceae	<i>Bomarea hirtella</i> (Kunth) Herb.	231	T		ME y BPE	N	
Amaryllidaceae	<i>Agapanthus africanus</i> (L.) Hoffmanns.	280	H	*	EC	E	
	<i>Allium rhizomatum</i> Wooton & Standl.	29	H		BPE	N	
	<i>Clivia miniata</i> Regel	344	H	*	EC		
	<i>Hypoxis mexicana</i> Schult. & Schult. f.	112	H		BPE	N	
	<i>Hymenocallis harrisiana</i> Herb.	247	H		EC	N	
	<i>Sprekelia formosissima</i> (L.) Herb.	272	H		ME y BPE	N	E
	<i>Zephyranthes carinata</i> Herb.	31	H		BPE y T	N	
Araceae	<i>Zantedeschia aethiopica</i> (L.) Spreng.	245	H	*	EC	E	
Bromeliaceae	<i>Tillandsia recurvata</i> (L.) L.	255	E		BPE y ME	N	
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i> L.	38, 307	H		BPE y ME	N	
	<i>Commelina scabra</i> Benth.	270	H		BPE	N	
	<i>Commelina tuberosa</i> L.	5	H		BPE	N	
	<i>Tinantia erecta</i> (Jacq.) Schltdl.	262	H		BPE	N	
	<i>Tripogandra</i> <i>purpurascens</i> (S. Schauer) Handlos	17	H		BPE	N	
	<i>Tradescantia crassifolia</i> var. <i>crassifolia</i> Cav.	249	H		BPE y ME	N	
	<i>Eleocharis acicularis</i> (L.) Roem & Schult.	205	H	*	ME	N	
Cyperaceae	<i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Endl.	88, 137	H		BPE y ME	N	
	<i>Cyperus manimae</i> Kunth	96	H		BPE y ME	N	
	<i>Cyperus spectabilis</i> Link	191, 82	H		BPE y ME	N	
	<i>Cyperus seslerioides</i> Kunth	332	H		P	N	

Iridaceae	<i>Cyperus tenuis</i> Sw.	244	H		BPE	N
	<i>Gladiolus hortulanus</i> L.H. Bailey	238	H	*	EC	E
	<i>Nemastylis tenuis</i> (Herb.) S. Watson	142	H		BPE	N
	<i>Tigridia vanhouttei</i> Roezl ex Van Houtte	273	H	*	EC	N
	<i>Sisyrinchium shaffneri</i> S. Watson	76	H		BPE	N
Liliaceae	<i>Milla biflora</i> Cav.	36	H		T	N
	<i>Echeandia leptophylla</i> Benth.	318	H		BPE	N
	<i>Calochortus barbatus</i> (Kunth) J.H. Painter	224	H		BPE	N
Orchidaceae	<i>Dichromanthus cinnabarinus</i> (Lex.) Garay	227	H	*	BPE	N
Poaceae	<i>Aegopogon cenchroides</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	268	H		P	N
	<i>Aristida adscensionis</i> L.	333	H		BPE	N
	<i>Avena fatua</i> L.	59	H		T, ME	E
	<i>Bothriochloa saccharoides</i> (Sw.) Rydb.	188, 199	H		P, ME	N
	<i>Bouteloua curtipendula</i> (Michx.) Torr.	42	H		P, ME	N
	<i>Bouteloua gracilis</i> Vasey	196, 189	H		P, ME	N
	<i>Briza subaristata</i> Lam.	97	H		BPE, ME	N
	<i>Bromus carinatus</i> Hook & Arn.	74, 63, 209	H		BPE	N
	<i>Chloris submutica</i> Kunth	49	H		BPE y P	N
	<i>Chloris virgata</i> Sw.	55	H		BPE	N
	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	242	H	*	T	E
	<i>Eragrostis intermedia</i> Hitchc.	45, 215	H		BPE, ME y P	N
	<i>Eragrostis lugens</i> Nees	197, 283	H		BPE y ME	N
	<i>Hilaria cenchroides</i> Kunth	211	H		P	N
	<i>Leptochloa dubia</i> (Kunth) Ness	184, 53	H	*	BPE, ME y P	N
<i>Muhlenbergia implicata</i>	67,	H		P, ME	N	

	(Kunth) Trin.	360				
	<i>Muhlenbergia rigida</i> (Kunth) Kunth	195	H		P, ME	N
	<i>Muhlenbergia robusta</i> (E. Fourn.) Hitchc	314	H		BPE, ME y P	N
	<i>Panicum bulbosum</i> Kunth	186, 62, 193	H		BPE	N
	<i>Pennisetum villosum</i> Fresen.	79, 190, 144	H	*	BPE, ME	E
	<i>Schizachyrium sanguineum</i> (Retz.) Alston	64	H	*	BPE, ME y P	N
	<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) M.Kerguelen	202, 81	H		P y ME	N
	<i>Stipa constricta</i> Hitchc.	192	H		BPE y ME y P	N
	<i>Stipa stricta</i> Lam.	239	H		BPE y ME y P	E
	<i>Triticum aestivum</i> L.	198	H	*	T	E
Xanthorrhoeaceae	<i>Kniphofia uvaria</i> (L.) Oken	30	H	*	EC	E
Magnoliopsida						
Amaranthaceae	<i>Alternanthera pungens</i> Kunth	23	Hr		T y ME	E
	<i>Amaranthus hybridus</i> L.	290	H		ME	N
	<i>Suaeda torreyana</i> S. Watson	321	H	*	T	N
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i> L.	175	A		ME y P	E
Apiaceae	<i>Apium leptophyllum</i> (Pers.) F.Muell. ex Benth.	305	H		T	N
	<i>Eryngium comosum</i> F. Delaroche	77	H		BPE y ME	N
Apocynaceae	<i>Thevetia thevetioides</i> (Kunth) K.Schum.	266	a		ME	E
	<i>Vinca major</i> L.	285	H	*	BPE	E
Asclepiadaceae	<i>Asclepias linaria</i> Cav.	109	H		BPE y ME	N
	<i>Gonolobus uniflorus</i> Kunth	110	H		BPE	E
Asteraceae	<i>Ageratina choricephala</i> (B.L.Rob.) R.M.King & H.Rob.	334	H		BE	N
	<i>Archibaccharis serratifolia</i> (Kunth)	293	H		BPE	N

S.F.Blake				
<i>Artemisia ludoviciana</i>	302	H	BPE	N
subsp. <i>mexicana</i> (Willd. ex Spreng)- D.D.Keck				
<i>Aster subulatus</i> Michx.	349	H	BPE y P	N
<i>Baccharis conferta</i> Kunth	26	H	BPE	N
<i>Baccharis multiflora</i> Kunth	297	H	BPE	N
<i>Baccharis pteronioides</i> Kunth	170, 177	H	BPE	N
<i>Baccharis thesioides</i> Kunth	278	H	BPE y ME	N
<i>Bidens odorata</i> Cav.	73, 180, 162	H	BPE y P	N
<i>Calendula officinalis</i> L.	260	H	T y EC	E
<i>Cirsium raphilepis</i> (Hemsl.) Petr	68	H	* T	N
<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	176	H	BPE	N
<i>Conyza sophiifolia</i> Kunth	19	H	BPE	N
<i>Cosmos bipinnatus</i> Cav.	83, 185	H	BPE y P	N
<i>Dahlia coccinea</i> Cav.	248	H	ME	N
<i>Dahlia rudis</i> Sorensen	5	H	BPE y ME	N
<i>Dyssodia papposa</i> (Vent.) Hitc.	178	H	BPE	N
<i>Dyssodia pinnata</i> (Cav.) B.L.Rob.	335	H	BPE	N
<i>Erigeron delphinifolius</i> Willd.	161, 92	H	BPE	N
<i>Erigeron pubescens</i> Kunth	166, 91	H	BPE y ME	N
<i>Erigeron scaposus</i> DC.	146	H	BPE, P y ME	N
<i>Erigeron longipes</i> DC.	246	H	BPE y P	N
<i>Eupatorium glabratum</i> Kunth	187	H	BPE	N
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	348	H	BPE y ME	N
<i>Gazania rigens</i> (L.) Gaerth.	359	H	* EC	E
<i>Gnaphalium arizonicum</i>	84	H	P y	N

A. Gray				BPE	
<i>Gnaphalium oxyphyllum</i>	66	H		P	N
A. Gray					
<i>Gnaphalium viscosum</i>	50	H		P y	N
Kunth				BPE	
<i>Gymnosperma glutinosa</i>	135,	H		BPE	N
(Spreng.) Less.	59				
<i>Haplopappus venetus</i>	267	H		BPE	N
(Kunth) S.F. Blake					
<i>Helianthus annuus</i> L.	322	H	*	T	N
<i>Leucanthemum vulgare</i>	353	H	*	BPE	E
(Vaill.) Lam.					
<i>Matricaria recutita</i> L.	254	H		BPE	E
<i>Pinaropappus roseus</i>	71,	H		BPE y	N
(Less.) Less.	308			T	
<i>Sanvitalia procumbens</i>	183	Hr		T	N
Lam.					
<i>Simsia amplexicaulis</i>	12	H		BPE	N
(Cav.) Pers.					
<i>Schkuhria pinnata</i> (Lam.)	99	H		BPE	N
Kuntze ex Cabrera					
<i>Senecio inaequidens</i> DC.	275	H	*	BPE	E
<i>Senecio salignus</i> DC.	15	H		BPE y	E
				ME	
<i>Senecio vulgaris</i> L.	336	H	*	ME	E
<i>Sonchus oleraceus</i> (L.) L.	265	H		T y P	N
<i>Stevia suaveolens</i> Lag	294	H		BPE	N
<i>Stevia serrata</i> Cav.	78,	H		BPE	N
	150				
<i>Stevia nepetifolia</i> Kunth	148	H	*	BPE y	N
				P	
<i>Stevia monardifolia</i>	243	H		BPE	N
Kunth					
<i>Tagetes erecta</i> L.	250	H		BPE y	N
				T	
<i>Tagetes micrantha</i> Cav.	261	H		BPE	N
<i>Taraxacum officinale</i>	279	H		P y ME	E
Webb					
<i>Tithonia tubiformis</i>	300	H		T	N
(Jacq.) Cass.					
<i>Tragopogon porrifolius</i> L.	217	H	*	T	E
<i>Verbesina virgata</i> Cav.	172,	H		BPE	N
	167				
<i>Zaluzania augusta</i> (Lag.)	93,	H		BPE y	N
Sch. Bip.	168,			ME	

		147				
	<i>Zinnia peruviana</i> (L.) L.	337	H		BPE	N
Begoniaceae	<i>Begonia gracilis</i> Kunth	233,	H		BPE y	N
		220			ME	
Betulaceae	<i>Alnus jorullensis</i> Kunth	236	A		BPE	N
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	253	a		ME	N
	<i>Podranea ricasoliana</i> (Tanfani) Sprague	347	a	*	EC	E
Brassicaceae	<i>Brassica rapa</i> L.	137	H		T	N
	<i>Eruca sativa</i> Mill.	121	H		T	E
	<i>Pennellia micrantha</i> (A. Gray) Nieuwl.	6	H		T	N
	<i>Lepidium virginicum</i> L.	14	H		ME, T	N
Boraginaceae	<i>Heliotropium</i> <i>curassavicum</i> L.	316	Hr	*	BPE	N
	<i>Lithospermum strictum</i> Lehm.	140	H	*	BPE	N
Cactaceae	<i>Mammillaria rhodantha</i> Link & Otto	143	a		ME y P	N
	<i>Opuntia hyptiacantha</i> F.A.C. Weber	119	a		ME y P	N
	<i>Opuntia streptacantha</i> Lem.	118	a		ME y P	N E
Campanulaceae	<i>Lobelia gruina</i> Cav.	222	H	*	BPE	N
Caryophyllaceae	<i>Arenaria lycopodioides</i> Willd. ex Schltld.	291	H		BPE	N
	<i>Stellaria cuspidata</i> Willd. ex Schltld.	304	H		BPE	N
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium album</i> L.	10	H		T	E
	<i>Chenopodium</i> <i>ambrosoides</i> L.	257	H		T	N
Cistaceae	<i>Helianthemum</i> <i>glomeratum</i> (Lag.) Lag. ex Dunal	264	H		BPE y ME	N
Crassulaceae	<i>Echeveria mucronata</i> Schltld.	139	H	*	T	N
	<i>Sedum moranense</i> Kunth	131	Hr		BPE y ME	N
	<i>Sedum longipes</i> Rose	323	Hr		BPE	N
	<i>Sedum praealtum</i> subsp. <i>parvifolium</i> (R.T. Clausen) R.T. Clausen	111	A		BPE y ME	E
Convolvulaceae	<i>Ipomoea capillacea</i> (Kunth) G. Don	134	H	*	BPE	N

	<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth	117	T		BPE	N
	<i>Ipomoea tricolor</i> Cav.	338	T		ME	N
	<i>Ipomoea stans</i> Cav.	274, 7	H		BPE, ME y P	N
	<i>Ipomoea trifida</i> (Kunth) G. Don	299	T		BPE	E
Cucurbitaceae	<i>Cucurbita pepo</i> L.	295	Hr		T	N
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia dentata</i> Michx.	52	H		BPE	N
	<i>Euphorbia graminea</i> Jacq.	151, 160	H		BPE	N
	<i>Euphorbia radians</i> Benth	174	Hr	*	T Y P	N
	<i>Euphorbia prostrata</i> Aiton	263	Hr		BPE	E
	<i>Ricinus communis</i> L.	324	a	*	ME	E
Fabaceae	<i>Astragalus strigosus</i> Kunth	21, 80	H		ME	N
	<i>Brongniartia intermedia</i> Moric. ex Ser.	281	H		ME	N
	<i>Calliandra grandiflora</i> (L'Her.) Benth.	298	a		ME	N
	<i>Cologania angustifolia</i> Kunth	140	H		BPE y T	N
	<i>Cologania grandiflora</i> Rose	152	H		BPE	N
	<i>Dalea reclinata</i> (Cav.) Willd.	145	H		BPE y ME	N
	<i>Descurainia impatiens</i> (Cham. & Schltdl.) O.E.Schulz	339	H		T y ME	N
	<i>Desmodium uncinatum</i> (Jacq.) DC.	352	H		T y ME	N
	<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ort.) Sarg.	136, 114	a		ME	N
	<i>Mimosa biuncifera</i> Benth.	105	a		ME	N
	<i>Medicago polymorpha</i> L.	102, 141	H		T	E
	<i>Medicago sativa</i> L.	314	H		T	E
	<i>Melilotus indicus</i> (L.) All	56	H		T	E
	<i>Phaseolus coccineus</i> L.	103, 27	H		T	N
	<i>Phaseolus pluriflorus</i> Maréchal & al.	140	H		T	N
	<i>Senna multiglandulosa</i> (Jacq.) H. S. Irwin &	306	a		ME	N

	Barneby					
	<i>Trifolium amabile</i> Kunth	346	Hr		BPE	N
	<i>Zornia thymifolia</i> Kunth	252	Hr		BPE	N
Fagaceae	<i>Quercus deserticola</i> Trel.	325	A		BPE	N
	<i>Quercus frutex</i> Trel.	317	a		BPE	N
	<i>Quercus rugosa</i> Nèe	355	a		BPE	N
Gentianaceae	<i>Gentiana spathacea</i> Kunth	20	H	*	BPE	N
Geraniaceae	<i>Pelargonium x hortorum</i> L. H.Bailey	276	H	*	EC	E
	<i>Geranium hernandesii</i> Moç & Sessè ex DC.	303	H	*	BPE	E
Lamiaceae	<i>Marrubium vulgare</i> L.	9	H		ME	E
	<i>Leonotis nepetifolia</i> (L.) R. Brown.	212, 1	H		ME	E
	<i>Salvia hirsuta</i> Jacq.	58	H	*	BPE	N
	<i>Salvia laevis</i> Benth.	203	H		BPE y ME	E
	<i>Salvia lavanduloides</i> Kunth	43	H	*	BPE	N
	<i>Salvia leucantha</i> Cav.	345	H	*	BPE	N
	<i>Salvia polystachya</i> Cav.	218, 44	H		BPE y ME	N
	<i>Salvia elegans</i> Vahl	292	H		BPE	N
	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	259	H		BPE y T	E
Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill.	234, 29	A	*	EC	N
Lentibulariaceae	<i>Pinguicula moranensis</i> Kunth	48	H		BPE	N
Loasaceae	<i>Mentzelia hispida</i> Willd.	286	H		BPE y ME	N
Loganiaceae	<i>Buddleia cordata</i> Kunth	214	A		BPE	N
	<i>Buddleja sessiliflora</i> Kunth	326	a		BPE	N
Lythraceae	<i>Cuphea aequipetala</i> Cav.	158	H		BPE y ME	N
	<i>Punica granatum</i> L.	340	A	*	EC	E
Malvaceae	<i>Abutilon pictum</i> (Gillies ex Hook.) Walp.	271	A	*	EC	E
	<i>Anoda cristata</i> (L.) Schltld.	35	H		ME	N
	<i>Malvaviscus arboreus</i> Cav.	288	a		BPE	E
Moraceae	<i>Ficus carica</i> L.	37	A	*	EC	E

Myrtaceae	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh	165, 169	A	*	T	E
Nyctaginaceae	<i>Mirabilis jalapa</i> L.	149	H		BPE	N
Oleaceae	<i>Ligustrum lucidum</i> W.T.Aiton	235	A		BPE	E
Onagraceae	<i>Fuchsia magellanica</i> Lam.	327	H	*	EC	E
	<i>Gaura coccinea</i> Nutt. ex Pursh	61	H		T y ME	N
	<i>Lopezia racemosa</i> Cav.	182	H		T	N
	<i>Oenothera rosea</i> L'Hér. ex Aiton	221, 39	H		BPE	N
	<i>Oenothera tetraptera</i> Cav.	41	H		BPE	N
Oxalidaceae	<i>Oxalis corniculata</i> L.	258	H		BPE	N
	<i>Oxalis divergens</i> Benth. ex Lindl.	341	H		BPE	N
	<i>Oxalis hernandezii</i> DC.	14	H		BPE y ME	N
	<i>Oxalis latifolia</i> Kunth	328	H		BPE	N
	<i>Oxalis pes-caprae</i> L.	315	H		BPE	E
	<i>Oxalis tetraphylla</i> Cav.	357	H		BPE y ME	N
Papaveraceae	<i>Argemone ochroleuca</i> Sweet	228	H		ME	N
	<i>Hunnemannia</i> <i>fumariifolia</i> Sweet	277	H	*	BPE	N
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca icosandra</i> L.	159, 165	H		BPE	N
Piperaceae	<i>Peperomia campylotropa</i> A.W.Hill.	120, 241	Hr		BPE	N
Plumbaginaceae	<i>Plumbago pulchella</i> Boiss.	144, 311	H		BPE	N
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i> L.	251	Hr		T y ME	N
	<i>Talinum napiforme</i> DC.	8	Hr		BPE	N
Polygonaceae	<i>Fallopia convolvus</i> (L.) À. Love	329	T	*	BPE	E
	<i>Rumex crispus</i> L.	130	H		T	N
	<i>Rumex pulcher</i> L.	133	H		T	E
Polemoniaceae	<i>Loeselia mexicana</i> (Lam.) Brand	125	H		BPE	N
Primulaceae	<i>Anagallis arvensis</i> L.	107, 129	H		BPE	E
Ranunculaceae	<i>Ranunculus petiolaris</i> Kunth ex DC.	127	H	*	BPE	N
	<i>Thalictrum strigillosum</i>	313	H		BPE	N

	Hemsl.					
Resedaceae	<i>Reseda luteola</i> L.	47	H		T	E
Rosaceae	<i>Amelanchier denticulata</i> (Kunth) K. Koch	138, 123	a		BPE	N
	<i>Crataegus pubescens</i> (C. Presl) C. Presl	301	A		BPE	N
	<i>Prunus persica</i> (L.) Stokes	312	A		EC	E
	<i>Prunus serotina</i> Ehrh. subsp. <i>capulli</i> (Cav.) McVauh	115	A		BPE	N E
	<i>Pyrus malus</i> L.	319	A		EC	E
	<i>Rubus liebmannii</i> Focke	296	T	*	BPE	N
Rubiaceae	<i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schltld.	69,46	H		BPE y ME	N
	<i>Borreria verticillata</i> (L.) G.Mey.	60	H	*	BPE	N
	<i>Crusea diversifolia</i> (Kunth) W.R.Anderson	213	H		BPE	N
Rutaceae	<i>Ruta graveolens</i> L.	181	H		T	E
Scrophulariaceae.	<i>Castilleja tenuiflora</i> Benth	216	H	*	BPE	N
	<i>Buchnera obliqua</i> Benth.	219	H	*	BPE	N
	<i>Lamourouxia dasyantha</i> (Cham. & Schltld.) W.R. Ernest.	16	H		BE y ME	N
	<i>Penstemon campanulatus</i> (Cav.) Willd.	342	H		BPE y ME	N
	<i>Penstemon roseus</i> (Cerv. ex Sweet) G. Don	256	H		BPE	N
Solanaceae	<i>Brugmansia arborea</i> (L.) Steud.	269	A	*	EC	E
	<i>Cestrum thyrsoides</i> Kunth	351	H	*	BPE	N
	<i>Datura stramonium</i> L.	284, 27	H		ME	N
	<i>Lycianthes rantonnei</i> (Carrière) Bitter	282	a	*	BPE	E
	<i>Jaltomata procumbens</i> (Cav.) J.L.Gentry	128	H		T	N
	<i>Nicotiana glauca</i> Graham	122	A		T	E
	<i>Solandra maxima</i> (Sessè & Moc.) P.S. Green	330	A		EC	N
	<i>Solanum lanceolatum</i> Cav.	287	H		T	N
	<i>Solanum nigrescens</i> M.	113,	H		T	N

	Martens & Galeotti	132				
	<i>Solanum rostratum</i>	18	H		ME	N
	Dunal					
Tropaeolaceae	<i>Tropaeolum majus</i> L.	309	T	*	EC	E
Valerianaceae	<i>Valeriana sorbifolia</i>	54	H		BPE	N
	Kunth					
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.	343	H	*	EC	N
	<i>Lippia graveolens</i> Kunth	350	H	*	BPE	N
	<i>Priva grandiflora</i>	51,	H	*	BPE y	N
	(Ortega)Moldenke	226			ME	
	<i>Verbena gracilis</i> Cham.	289	H		BPE y	N
					ME	
	<i>Verbena menthifolia</i>	33	H		BPE	N
	Benth.					
Vitaceae	<i>Cissus sicyoides</i> L.	173	T		ME	N

ANEXO B. Matriz (18 sitios y 90 especies), datos de densidad de las especies para el análisis de semejanza florística y el Análisis de Correspondencia Canónica (ACC)

Clu	Smo	Bco	Bpt	Gna	Gno	Ggl	Ssu	Sse	Vvi	Zau	Cgr	Epo	Eca	Pic	Spo	Sla	Ppu
1	0	6	0	2	0	2	0	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0
1	0	2	0	0	0	0	2	1	0	0	1	0	0	0	3	0	0
2	1	0	4	5	4	1	2	0	2	0	0	3	0	2	6	0	3
3	0	2	3	12	0	0	0	2	1	1	3	4	0	4	4	2	0
2	0	0	4	7	0	4	2	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0
1	0	4	0	0	0	0	0	0	2	5	0	0	0	6	3	0	2
4	0	4	4	11	1	3	0	1	2	3	0	0	2	2	9	0	0
2	0	0	0	0	6	8	3	1	3	0	0	2	3	3	7	3	2
3	0	6	4	2	0	7	2	3	3	0	0	4	0	0	11	0	3
0	2	0	0	31	2	0	0	0	0	2	3	7	1	0	2	0	0
0	1	0	0	25	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	1	0
0	1	0	1	23	2	6	0	0	0	4	0	2	0	0	2	0	0
0	2	0	0	17	3	3	1	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0
0	1	0	0	55	4	0	0	0	4	0	2	0	1	0	0	0	0
0	3	0	3	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
0	2	2	0	48	2	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
0	2	0	0	33	6	0	0	2	0	0	0	6	0	2	0	0	0
0	1	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	5	1	0	2	0	0

Cae	Mhi	Aan	Mbi	Ist	Sin	Bgr	Dre	Cer	Csc	Ede	Afa	Bcu	Bgr	Bca	Ein	Mim	Mri
8	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	8	15	0	67	53	48
3	3	0	2	0	0	1	0	2	0	0	0	5	9	0	89	47	33
6	2	3	3	2	1	0	2	3	1	4	0	12	21	10	103	52	25
5	0	2	0	4	0	3	0	2	0	3	6	7	8	13	96	46	37
2	2	0	0	3	4	0	0	3	0	0	0	16	11	0	77	34	42
6	0	0	2	2	0	0	0	0	0	2	3	10	6	6	42	31	31
4	4	2	3	5	1	0	0	0	0	0	4	21	17	0	53	45	22
1	2	4	2	3	0	2	2	3	1	0	8	18	4	8	38	46	37
8	0	3	0	2	0	3	0	2	0	6	12	9	15	0	31	32	43
2	3	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	14	27	0	15	31	12
0	4	0	0	4	0	0	0	1	3	0	0	21	34	0	11	27	16
2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	17	46	4	8	35	9
0	3	2	0	2	0	0	0	0	2	0	0	23	53	7	12	47	5
2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	32	48	0	6	38	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	55	0	9	44	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	19	41	0	17	58	0

0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	7	33	5	14	35	14
0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	12	40	0	16	21	10

Sco	Cag	Cni	Cma	Csp	Cse	Cte	Eac	Cbo	Cmy	Pth	Eco	Ali	Cbo	Ede	Epu	Spi	Sol
15	9	34	45	41	26	0	0	0	0	0	0	3	9	0	4	0	0
0	5	26	31	23	55	13	0	0	0	0	0	0	5	0	1	0	1
28	10	18	43	31	34	20	0	0	4	3	2	2	10	5	2	0	0
31	14	36	50	14	41	16	0	4	2	0	5	0	14	7	0	1	0
0	8	41	25	36	44	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0
0	13	24	22	8	17	0	0	5	0	4	0	1	13	0	0	0	0
26	6	32	40	18	33	0	0	4	0	0	0	1	6	4	0	3	1
17	0	27	56	4	29	0	0	0	3	5	1	0	0	6	4	0	0
19	8	16	48	8	43	0	0	2	0	3	0	0	8	5	0	0	2
0	0	9	12	38	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	12	46	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	4	9	37	38	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	15	9	21	10	10	3	0	0	2	3	0	2	0	0	0
0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
0	8	15	32	0	0	0	1	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0
2	0	12	43	12	14	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	20	37	11	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Rlu	Ade	Bhi	Arh	Hce	Cbi	Lne	Geo	Pgr	Zth	Mro	Spr	Pco	Bco	Bob	Tre	Emu	Lra
0	1	0	0	7	9	5	0	2	7	0	3	0	2	3	1	0	0
3	0	0	3	5	11	0	0	7	9	0	2	0	0	1	2	0	0
0	2	0	0	0	18	10	0	2	11	0	0	0	1	0	4	0	3
2	0	0	6	6	15	13	6	4	8	2	4	0	0	2	2	0	0
0	0	0	2	0	12	9	0	3	5	0	1	0	0	2	5	0	6
0	0	0	8	11	39	6	0	2	15	0	0	0	3	0	7	0	0
4	1	0	0	15	20	0	4	5	7	0	3	0	4	1	3	0	0
0	0	3	3	0	21	8	8	3	2	3	1	0	0	1	9	0	0
0	0	0	7	9	16	0	12	2	0	0	3	4	0	3	0	3	5
2	0	0	0	0	10	3	0	3	6	0	0	7	0	0	0	5	7
0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4	0	8	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	8	4	0	6	0	0	0	5	0	0	0	0	6
0	0	1	0	0	12	7	0	2	8	0	0	7	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	2	4	0	3	5	0	3	0	5	2	0	0	2	0	0	0

0	0	0	0	0	14	0	0	0	7	0	1	0	2	0	0	0	0
---	---	---	---	---	----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Ica	Qde	Yfi	Asa	Qfr	Pth	Ohy	Cmy	Mrh	Gun	Lme	Spa	Ote	Egr	Bte	Pbu	Oro	Mja
4	2	0	0	0	0	0	0	0	4	6	11	3	0	2	13	0	2
0	4	0	0	3	2	0	0	0	7	2	21	4	1	3	15	2	3
7	1	0	0	0	4	0	3	2	3	5	18	0	0	2	10	0	0
5	6	0	0	5	3	0	2	0	6	4	23	5	3	3	8	0	0
4	3	0	0	4	4	0	0	2	2	8	9	0	0	2	17	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	32	1	0	4	11	0	0
5	1	0	0	2	5	0	4	0	5	10	25	0	0	0	20	3	4
0	0	0	1	0	3	2	2	3	0	6	10	2	2	5	7	0	0
0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	7	16	0	3	2	0	0	0
0	0	0	2	0	2	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	2
0	0	0	4	0	4	0	0	2	6	3	7	0	0	0	13	0	0
0	0	2	2	0	0	3	2	3	0	0	8	0	0	0	9	0	0
0	0	0	0	0	3	2	3	1	2	2	14	0	0	3	0	1	0
0	0	4	3	0	0	0	0	3	8	2	12	0	0	0	0	0	0
0	0	2	5	0	0	3	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	4	3	0	2	0	0	6	3	0	0	8	0	0
0	0	3	4	0	0	3	2	1	0	2	0	0	1	0	12	1	0
9	0	0	0	0	3	2	0	2	5	3	12	0	0	0	0	0	0

Acrónimos de especies

Clu= <i>Cupressus lusitanica</i>	Cni= <i>Cyperus niger</i>	Zth= <i>Zornia thymifolia</i>
Smo= <i>Schinus molle</i>	Cma= <i>Cyperus manimae</i>	Mro= <i>Mammillaria rhodantha</i>
Bco= <i>Baccharis conferta</i>	Csp= <i>Cyperus spectabilis</i>	Spr= <i>Sedum praealtum</i>
Bpt= <i>Baccharis pteronioides</i>	Cse= <i>Cyperus seslerioides</i>	Pco= <i>Phaseolus coccineus</i>
Gna= <i>Gnaphalium arizonicum</i>	Cte= <i>Cyperus tenuis</i>	Bco= <i>Buddleja cordata</i>
Gno= <i>Gnaphalium oxyphyllum</i>	Cbo= <i>Cheilanthes bonariensis</i>	Bob= <i>Buchnera obliqua</i>
Ggl= <i>Gymnosperma glutinosa</i>	Cmy= <i>Cheilanthes myriophylla</i>	Tre= <i>Tillandsia recurvata</i>
Ssu= <i>Stevia suaveolens</i>	Pth= <i>Polypodium thyssanolepsis</i>	Emu= <i>Echeveria mucronata</i>
Sse= <i>Stevia serrata</i>	Eco= <i>Eryngium comosum</i>	Lra= <i>Lopezia racemosa</i>
Vvi= <i>Verbesina virgata</i>	Ali= <i>Asclepias linaria</i>	Mja= <i>Mirabilis jalapa</i>
Zau= <i>Zaluzania augusta</i>	Cbo= <i>Conyza bonariensis</i>	Sni= <i>Solanum nigrescens</i>
Cgr= <i>Calliandra grandiflora</i>	Ede= <i>Erigeron delphinifolius</i>	Bgr= <i>Begonia gracilis</i>
Epo= <i>Eysenhardtia polystachya</i>	Epu= <i>Erigeron pubescens</i>	Dre= <i>Dalea reclinata</i>
Eca= <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Spi= <i>Schkuhria pinnata</i>	Cer= <i>Commelina erecta</i>
Pic= <i>Phytolacca icosandra</i>	Sol= <i>Sonchus oleraceus</i>	Csc= <i>Commelina scabra</i>
Spo= <i>Salvia polystachya</i>	Oro= <i>Oenothera rosea</i>	Ede= <i>Euphorbia dentata</i>
Sla= <i>Salvia laevis</i>	Ote= <i>Oenothera tetraptera</i>	Afa= <i>Avena fatua</i>
Cpu= <i>Crataegus pubescens</i>	Rlu= <i>Reseda luteola</i>	Bcu= <i>Bouteloua curtipendula</i>
Ppu= <i>Plumbago pulchella</i>	Ade= <i>Amelanchier denticulata</i>	Bgr= <i>Bouteloua gracilis</i>
Bte= <i>Bouvardia ternifolia</i>	Bhi= <i>Bomarea hirtella</i>	Bca= <i>Bromus carinatus</i>
Lme= <i>Loeselia mexicana</i>	Arh= <i>Allium rhizomatum</i>	Ein= <i>Eragrostis intermedia</i>
Cae= <i>Cuphea aequipetala</i>	Hce= <i>Hilaria cenchroides</i>	Mim= <i>Muhlenbergia implicata</i>
Mhi= <i>Mentzelia hispida</i>	Cbi= <i>Cosmos bipinnatus</i>	Mri= <i>Muhlenbergia rigida</i>
Aan= <i>Adiantum andicola</i>	Lne= <i>Leonotis nepetifolia</i>	Pbu= <i>Panicum bulbosum</i>
Mbi= <i>Mimosa biuncifera</i>	Gco= <i>Gaura coccinea</i>	Spa= <i>Setaria parviflora</i>
Ist= <i>Ipomoea stans</i>	Pgr= <i>Priva grandiflora</i>	Sco= <i>Stipa constricta</i>
Csp= <i>Cyperus spectabilis</i>	Gco= <i>Gaura coccinea</i>	Oro= <i>Oenothera rosea</i>
Ali= <i>Asclepias linaria</i>		Ote= <i>Oenothera tetraptera</i>
Ede= <i>Erigeron delphinifolius</i>	Mro= <i>Mammillaria rhodantha</i>	Bhi= <i>Bomarea hirtella</i>
Epu= <i>Erigeron pubescens</i>	Ica= <i>Ipomoea capillacea</i>	Lne= <i>Leonotis nepetifolia</i>

FORMATO DE ETIQUETAS

HERBARIO-HORTORIO DEL COLEGIO DE POSTGRADUADOS, MONTECILLO, MÉXICO, MÉXICO.
PLANTAS DE MÉXICO

4 dupl.

Oenothera tetraptera Cav.

EDO. MEXICO: Mpio. Texcoco. Cerro Metecatl, 7 km al este de la ciudad de Texcoco. 19° 27'N y 98°49'O. Alt. 2600 m. Situado en la ladera noreste. Hierba ramificada de 30cm aprox., hojas sinuado-dentadas, flores solitarias, hojas oblanceoladas, petalos blanquecinos o rosados, fruto cápsula.

14 Abril 2012

Col. y Det. M. Hernández C.

41