LA VEGETACIÓN ESCLERÓFILA PERENNIFOLIA DEL VALLE DE TEHUACÁN, PUEBLA Y SUS SIMILITUDES CON LA VEGETACIÓN ESCLERÓFILA DE CLIMAS MEDITERRÁNEOS

NOE FLORES-HERNÁNDEZ^{1,4}, ALFONSO VALIENTE-BANUET¹,
PATRICIA DÁVILA², JOSÉ LUIS VILLASEÑOR³

¹Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, Apartado Postal 70-275, Ciudad Universitaria, 04510 México, D.F. Teléfono y fax 5622-9010. email: nfloresh@servidor.unam.mx y avalib@servidor.unam.mx

²UBIPRO, ENEP-Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Apartado Postal 314, México, 54090, Tlalnepantla, Edo de México. ³Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Apartado Postal 70-233, Ciudad Universitaria, 04510 México, D.F. ⁴Autor para correspondencia

Resumen. Este trabajo presenta una descripción de la vegetación esclerófila perennifolia del Valle de Tehuacán que es usada como base para compararla con 4 de las 5 zonas mediterráneas. La descripción de la vegetación se hizo considerando aspectos estructurales tales como la cobertura, altura, frecuencia y espectros de formas de vida. Esta vegetación denominada Mexical presenta estrechas similitudes con la vegetación de climas mediterráneos en cuanto a los espectros de formas de vida y una predominancia de anuales, lo que complementa la hipótesis de que la distribución de la vegetación esclerófila perennifolia no sólo es resultado de procesos asociados con el clima mediterráneo, siendo explicable su presencia en latitudes intertropicales principalmente por factores históricos.

Palabras clave: esclerófilo, perennifolio, convergencia, Valle de Tehuacán, vegetación, Puebla.

Abstract. The evergreen sclerophyllous vegetation of the Tehuacán Valley is described and compared with 4 of the 5 zones with Mediterranean-type climates. In the vegetation description structural aspects such as cover, height, frequency and life forms spectrum were considered. This vegetation type called Mexical has a close similarity in life forms spectrum with annuals predominance with the Mediterranean-type vegetation. Therefore, the evergreen sclerophyllous vegetation distribution within the tropics not only is explained in relation with Mediterranean-type climates, and also because by historical factors.

Key words: sclerophyll, evergreen, convergence, Tehuacan Valley, vegetation, Puebla.

El matorral esclerófilo perennifolio está constituido principalmente por arbustos achaparrados de 1 a 2 m de alto con hojas esclerófilas perennifolias, además de coberturas cercanas al 100 % (Rzedowski, 1978). Los principales elementos que componen esta vegetación son arbustos de los géneros *Arctostaphylos*, *Quercus*, *Rhus*, *Cercocarpus*, *Cotoneaster*, etc. (Miranda y Hernández X, 1963). En México, este matorral tiene su principal representante en Baja California, en la Sierra de Juárez y San Pedro Mártir, en un clima de tipo mediterráneo con lluvias en invierno y veranos secos; ocupa también una amplia extensión en California donde se le denomina Chaparral. La dis-

tribución de esta vegetación se extiende a otras 4 zonas en el mundo entre los 30° y 40° de latitud N y S, recibiendo nombres particulares entre los que destacan Matorral en Chile, Maquia en la cuenca Mediterránea, Fynbos en Sudáfrica y Mallee en Australia (di Castri, 1981). Todas estas zonas presentan un clima de tipo mediterráneo, por lo que esta vegetación ha sido tradicionalmente asociada principalmente a estos climas (Grisebach, 1872; Schimper, 1898; Ruebel, 1930; Cain, 1950; Naveh, 1967; Specht, 1969; Mooney y Dunn, 1972; Parsons, 1976; Thrower y Bradbury, 1977; di Castri, 1981; Pignatti y Pignatti, 1985).

Sin embargo, esta vegetación no es exclusiva de

estos climas, ya que en México presenta una distribución hasta el intertrópico donde predominan los climas con lluvias en verano (Valiente-Banuet *et al.*, 1998). La vegetación esclerófila perennifolia que se presenta en el centro de México en el Valle de Tehuacán, Puebla, no difiere de la existentes en las zonas mediterráneas cuando se consideran caracteres como estacionalidad y consistencia de las hojas, así como la forma de vida arbustiva dominante (Valiente-Banuet *et al.*, 1998). Esta vegetación es un relictos de la geoflora Madro-Terciaria de Axelrod que ocupó una franja continua en Norte América durante el Terciario (Axelrod, 1958; Valiente-Banuet *et al.*, 1998). Esta franja abarcó los bordes secos de los trópicos de Norte America en la mitad del Eoceno, y probablemente ocupó una gran extensión del suroeste de los Estados Unidos y México casi al inicio del Oligoceno. Esta flora extendió su rango en sentidos norte y sur así como este y oeste en respuesta al clima seco en expansión durante el Mioceno (Axelrod, 1958).

La sobrevivencia de bosques relictos del terciario presenta sus asociaciones mas cercanas en los bosques de México central, bajo un clima como el inferido para el mioceno y plioceno de California (Axelrod, 1975).

Un aspecto estructural sobresaliente de la vegetación de Chaparral en climas mediterráneos es la gran cantidad de formas de vida de las plantas, por lo que estos ecosistemas se consideran como los más diver-

sos en formas de vida (Pianka, 1978; Arroyo *et al.*, 1995). Esta característica de la vegetación, ha sido explicada por la presencia de grupos leñosos ancestrales y la diversificación de especies herbáceas ocurrida a finales del Terciario en respuesta, al parecer, a un incremento de la sequía (Arroyo *et al.*, 1995). De hecho, las formas de vida que predominan de acuerdo a listados florísticos no considerando la dominancia de las especies arbustivas son las geofitas y las anuales, lo cual sugiere que las especies responden principalmente a la sequía (Arroyo, *et al.* 1995). Asimismo, la existencia de una estrecha similitud en los espectros de formas de vida entre zonas mediterráneas del mundo (Raunkiaer, 1934), apoya la idea de que la respuesta de las plantas es principalmente al factor agua como limitante. De hecho, el porcentaje de especies anuales que se ha reportado es de hasta 51% y 27% en Israel y California respectivamente (Eig, 1932; Raven y Axelrod, 1978).

En lo referente al clima, las regiones mediterráneas presentan características climáticas comunes que incluyen veranos secos y calientes con alta radiación solar y altas tasas de evaporación e inviernos húmedos con baja radiación solar y bajas tasas de evaporación (Mooney *et al.*, 1977). En estas áreas por lo menos el 65% de la precipitación ocurre en invierno, donde la precipitación anual varía principalmente entre 275 y 900 mm, y donde el promedio anual de temperaturas invernales están generalmente por debajo de 15°C, pero donde las horas anuales debajo de 0°C comprende menos de 3% del total (Aschmann, 1973).

Este estudio presenta un listado florístico y una descripción detallada de la vegetación esclerófila perennifolia del Valle de Tehuacán, con base en criterios estructurales y florísticos. Además, se realiza un cálculo de la diversidad para las zonas de estudio. Esta información es usada a su vez, para comparar este sistema con los presentes en climas mediterráneos del mundo, poniendo énfasis en los espectros de formas de vida de la vegetación.

Material y métodos

Área de estudio. El Valle semiárido de Tehuacán, Puebla forma parte de la provincia florística de Tehuacán-Cuicatlán y se localiza en la zona sureste del estado de Puebla y noroeste de Oaxaca, entre los 17° 39' y 18° 53' de latitud norte y los 96° 55' y 97° 44' de longitud oeste. Presenta alrededor de 10,000 km² de superficie, abarcando varios valles intermontanos, separados por numerosas serranías pequeñas. Su clima es semiárido con una precipitación media anual de 400 mm y una canícula bien definida. Las condiciones áridas del valle se deben principalmente al

Cuadro 1. Abundancia de géneros por familia comparados con algunos ecosistemas mediterráneos. (Fuentes: Quezel, 1981 para la Cuenca Mediterránea; Mooney y Parsons 1973 para California).

Familia	Cuenca Mediterránea	California	Tehuacán
Anacardiaceae	2		2
Caprifoliaceae	2		1
Cistaceae	5		
Compositae	4	50	20
Cruciferae		13	
Ericaceae	3		2
Fabaceae	15		7
Gramineae		25	8
Gymnospermae	5		
Lamiaceae	10		2
Liliaceae	3		
Oleaceae	4		2
Rhamnaceae	3		2
Rosaceae	2		5
Scrophulariaceae	11		7

efecto de sombra orográfica que produce la sierra Madre Oriental y a la desecación paulatina de los mantos freáticos (Villaseñor, 1990).

Las dos zonas de estudio consideradas se encuentran localizadas en el macizo montañoso de Cerro Viejo, a los 18° 15' N y 97° 26' O y en el Cerro Zotaltepec, a los 18° 38' N y 97° 27' O. Sus altitudes son entre los 2350 y 2450 msnm aproximadamente. Ambas zonas son parte de macizos montañosos de roca caliza del Cretácico inferior (INEGI, 1987) que alcanzan una altura máxima de 2900 msnm dentro del Valle, comprendiendo la parte central de una cuenca continental Cenozoica formada de un brazo del mar Cretácico (Brunet, 1967).

Clima. Al no existir registros precisos de la precipitación y temperatura en las áreas de estudio, debido a la ausencia de estaciones meteorológicas en los sitios, se procedió a estimarlos con base en dos regresiones lineales en donde se utilizaron, por una parte, los datos de altitud y de precipitación media anual, así como altitud y temperatura media anual. Los datos empleados fueron obtenidos de Valiente (1991) y García (1981) quienes recopilan los datos de las estaciones meteorológicas cercanas a las áreas de estudio ubicadas dentro del Valle de Tehuacán.

Listado florístico. El listado florístico se preparó con base en colectas de material botánico realizadas en junio y julio de 1991 (Valiente-Banuet). Se efectuaron colectas complementarias en julio, septiembre, octubre y diciembre de 1995 (Valiente-Banuet y Flores-Hernández). En el caso del Cerro Zotaltepec la colecta se pudo extender a una mayor altitud, hasta los pinares en la cota de los 2900 msnm. Los ejemplares fueron numerados y enviados al Herbario Nacional del Instituto de Biología de la UNAM (MEXU) para su identificación y posterior inclusión en la colección.

Cada especie fue clasificada de acuerdo con el espectro de formas de vida de Raunkiaer (1934). Se recopiló, a través de bibliografía, el espectro de formas de vida que presentan las zonas con clima mediterráneo con el fin de realizar una comparación con el Valle de Tehuacán.

Cálculo de la diversidad beta entre las dos áreas estudiadas. A partir de las especies encontradas en cada zona se calculó la diversidad β de acuerdo con la siguiente ecuación propuesta por Wilson y Schmida (1984).

$$\beta = (a + b) / 2\alpha$$

Figura 1. Perfil de vegetación de la zona de palmas en el Cerro Viejo. 1. *Comarostaphylis polifolia*, 2. *Brahea nitida*, 3. *Ageratina espinosarum*, 4. *Litsea glaucescens*, 5. *Salvia candicans*, 6. *Dasyllirion serratifolium*, 7. *Quercus sebifera*, 8. *Citharexylum oleinum*, 9. *Rhus virens*, 10. *Nolina longifolia*, 11. *Cercocarpus fothergilloides*.

donde: β = diversidad beta; a = número de especies encontradas entre comunidades; b = número de especies que desaparecen entre comunidades y α = promedio de especies en las muestras entre comunidades.

Muestreos de la vegetación. Para describir la vegetación se hicieron muestreos con líneas de Canfield de 50 m (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974) de donde se obtuvo para cada especie leñosa el diámetro, cobertura relativa (%), altura máxima y mínima y frecuencia (%). A partir de estos datos se obtuvo un índice de dominancia relativo (IDR), que se calculó de la siguiente manera:

IDR = cobertura relativa x frecuencia (%) x densidad relativa

densidad relativa = # individuos por sp / 50

Los muestreos se hicieron en 3 zonas dentro del área de Cerro Viejo y en 2 zonas dentro del área de Cerro Zotoltepec, haciéndose un total de 15 líneas de Canfield. Con estos datos se construyeron perfiles diagramáticos de la vegetación tratando de representar la dominancia de cada especie.

Comparaciones con las zonas mediterráneas. Se determinaron las características relevantes que presenta la vegetación esclerófila perennifolia de los climas mediterráneos, en este sentido se consideraron características como cobertura, altura y espectros de formas de vida. Del mismo modo se determinó la abundancia de géneros por familia y los elementos Madro-Tethyanos (Axelrod, 1958) compartidos de ambientes mediterráneos con el Valle de Tehuacán.

Resultados

Clima. En los dos modelos de regresión linear calculados se obtuvo una $r^2 = 90\%$, ambas significativas ($p = 0.000$, $g.l. = 19$) de la variación de los datos, por lo que las funciones propuestas explican satisfactoriamente los cambios de estos parámetros con respecto a la altitud. Para Cerro Viejo a una altitud de 2 450 msnm se tiene una precipitación promedio anual estimada de 745.25 mm y una temperatura promedio anual de 13.9 °C. Para Cerro Zotoltepec a 2 350 msnm se tiene una precipitación promedio estimada de 715.85 mm y una temperatura de 14.6 °C. Esto señala que el tipo de clima predominante en las áreas donde se encuentra el Mexical es húmedo y templado.

Cuadro 2. Características estructurales de la vegetación de la zona de palmas del Cerro Viejo (la altura está expresada en metros).

Especie	Cobertura (%)	Altura máxima	Altura mínima	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa
<i>Quercus sebifera</i>	32.46	2.90	0.10	100	1125.06
<i>Rhus virens</i>	13.45	2.00	0.30	100	224.02
<i>Ageratina espinosarum</i>	12.13	2.00	0.30	100	202.14
<i>Citharexylum oleinum</i>	10.81	2.24	0.24	100	115.19
<i>Comarostaphylis polifolia</i>	9.65	1.40	0.14	100	147.88
<i>Brahea nitida</i>	8.87	6.00	0.20	100	100.37
<i>Litsea glaucescens</i>	6.13	1.10	0.18	100	8.09
<i>Dasyllirion serratifolium</i>	4.73	1.95	0.60	100	21.77
<i>Bouvardia longiflora</i>	4.07	0.70	0.20	33.3	1.78
<i>Nolina longifolia</i>	3.51	2.00	0.40	100	16.34
<i>Garrya ovata</i>	2.97	2.20	0.60	33.3	2.56
<i>Croton hypoleucus</i>	2.23	0.65	0.30	33.3	2.97
<i>Cercocarpus fothergilloides</i>	1.93	2.60	0.60	66.6	4.27
<i>Salvia candicans</i>	1.77	0.65	0.30	66.6	5.48
<i>Rhus standleyi</i>	1.67	1.10	0.50	66.6	2.95
<i>Havardia elastichophylla</i>	1.43	0.80	0.60	100	6.67
<i>Lamoureauxia pringlei</i>	1.00	1.20	0.60	33.3	0.22
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	0.87	2.30		33.3	0.19
<i>Desmanthus pumilus</i>	0.60	0.70		66.6	1.04
<i>Agave potatorum</i>	0.27	0.20		33.3	0.06
<i>Quercus greggii</i>	0.20	0.43		33.3	0.04
<i>Gochnatia hypoleuca</i>	0.13	1.20		33.3	0.03
<i>Xerospirea hartwegiana</i>	0.13	0.40		33.3	0.03
Total	121.01

Figura 2. Perfil de vegetación de la zona de meseta en el Cerro Viejo. 1. *Havardia elasticophylla*, 2. *Quercus sebifera*, 3. *Agave stricta*, 4. *Citharexylum oleinum*, 5. *Rhus virens*, 6. *Ageratina espinosarum*, 7. *Phyllanthus subcuneatus*, 8. *Garrya ovata*, 9. *Dasyllirion serratifolium*.

Listado florístico. Se realizaron un total de 542 números de colecta, de los cuales 375 corresponden a Cerro Viejo y 167 a Cerro Zotaltepec. De la colecta realizada se identificaron 71 familias, 151 géneros y 214 especies (ver apéndice 1). Las familias con más especies son: Asteraceae (32), Fabaceae (15), Lamiaceae (10), Euphorbiaceae (10), Mimosaceae (9), Scrophulariaceae (9), Poaceae (8), Fagaceae (6) y Rubiaceae (6). Existe cierta similitud de la abundancia de géneros por familia encontrada en el Valle de Tehuacán con algunos ecosistemas mediterráneos (cuadro 1).

Diversidad Beta. El cálculo de la diversidad Beta indica que existe un recambio de especies del 53% ($\beta=0.53$) entre ambas localidades estudiadas.

Descripción de la vegetación. En el área de Cerro Viejo se diferenciaron tres zonas con características contrastantes en cuanto a composición de elementos. La zona de palmas, donde el paisaje está dominado por *Brahea nitida*; la zona de árboles de *Quercus* (que es la única zona donde existe *Quercus obtusata*) y la zona de meseta, donde sólo existe un estrato arbustivo.

Cuadro 3. Características estructurales de la vegetación de la zona de meseta en el Cerro Viejo (la altura está expresada en metros).

Especie	Cobertura (%)	Altura máxima	Altura mínima	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa
<i>Quercus sebifera</i>	37.00	2.60	0.20	100	764.42
<i>Citharexylum oleinum</i>	9.13	2.80	0.30	100	36.53
<i>Havardia elasticophylla</i>	9.09	0.80	0.15	100	78.75
<i>Dasyllirion serratifolium</i>	5.73	2.00	0.35	100	38.18
<i>Rhus virens</i>	4.67	1.50	0.40	100	37.33
<i>Phyllanthus subcuneatus</i>	4.67	1.00	0.16	66.6	20.70
<i>Salvia candicans</i>	4.43	1.00	0.20	100	82.73
<i>Krameria cytisoides</i>	3.80	0.90	0.70	66.6	6.73
<i>Ageratina espinosarum</i>	2.93	1.30	0.60	66.6	5.20
<i>Garrya ovata</i>	2.87	1.70	1.00	66.6	3.82
<i>Agave stricta</i>	2.33	0.34		66.6	7.24
<i>Salvia aspera</i>	1.70	0.75	0.30	66.6	1.49
<i>Bouvardia longiflora</i>	1.20	0.70	0.25	33.3	0.80
<i>Rhus standleyi</i>	1.17	0.70	0.30	100	3.12
<i>Ceanothus greggii</i>	1.13	1.10	0.50	33.3	0.50
<i>Comarostaphylis polifolia</i>	1.07	0.90	0.30	33.3	0.47
<i>Leucaena confertiflora</i>	0.53	1.30	0.57	33.3	0.23
<i>Calia secundiflora</i>	0.53	1.90	0.68	33.3	0.23
<i>Agave potatorum</i>	0.33	0.50		33.3	0.07
<i>Lindleya mespiloides</i>	0.27	1.40		33.3	0.05
<i>Bouvardia ternifolia</i>	0.13	0.64		33.3	0.02
Total	94.73

Figura 3. Perfil de vegetación de la zona de árboles de *Quercus obtusata* en el Cerro Viejo. 1. *Dasyllirion serratifolium*, 2. *Ceanothus greggii*, 3. *Havardia elastichophylla*, 4. *Citharexylum oleinum*, 5. *Rhus virens*, 6. *Quercus sebifera*, 7. *Ceanothus greggii*, 8. *Quercus obtusata*, 9. *Brahea nitida*, 10. *Garrya ovata*.

La zona de palmas presenta una pendiente de 20°, orientación NE (50°) y altitud de 2475 msnm, la cobertura de la vegetación arbustiva alcanza el 121% en donde predomina un solo estrato arbustivo donde las

alturas varían alcanzando hasta 2.9 m si se excluye a *Brahea nitida* que llega a medir hasta 6 m y que domina fisonómicamente la vegetación. Dentro de las especies que predominan se encuentra *Quercus sebifera*,

Cuadro 4. Características estructurales de la vegetación de la zona de árboles de *Quercus obtusata* en el Cerro Viejo (la altura está expresada en metros).

Especie	Cobertura (%)	Altura máxima	Altura mínima	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa
<i>Garrya ovata</i>	16.03	3.50	0.20	100	128.27
<i>Quercus obtusata</i>	14.47	4.00	3.50	100	28.93
<i>Dasyllirion serratifolium</i>	9.63	1.70	0.50	100	83.42
<i>Havardia elastichophylla</i>	7.33	0.70	0.05	100	78.10
<i>Ceanothus greggii</i>	7.17	1.80	0.50	100	57.39
<i>Krameria cytoides</i>	5.80	1.30	0.50	100	19.25
<i>Citharexylum oleinum</i>	5.63	3.50	0.15	66.6	17.48
<i>Quercus sebifera</i>	5.30	2.00	0.15	100	49.39
<i>Salvia candicans</i>	4.83	0.85	0.10	100	77.33
<i>Dodonaea viscosa</i>	4.53	2.40	0.50	100	21.12
<i>Rhus virens</i>	4.27	0.50	0.20	66.6	11.36
<i>Brahea nitida</i>	3.80	4.50	0.15	66.6	10.12
<i>Litsea glaucescens</i>	2.27	1.00	0.40	66.6	3.02
<i>Leucaena confertiflora</i>	1.60	1.10	0.50	66.6	2.83
<i>Salvia thymoides</i>	1.53	0.20	0.04	33.3	0.67
<i>Comarostaphylis polifolia</i>	1.40	1.20	0.40	33.3	0.93
<i>Salvia aspera</i>	0.90	0.30	0.25	66.6	1.99
<i>Bouvardia longiflora</i>	0.67	0.35		33.3	0.14
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	0.67	0.70		33.3	0.29
<i>Bouvardia longiflora</i>	0.47	0.90		33.3	0.20
<i>Rhus standleyi</i>	0.40	0.25		33.3	0.09
<i>Bouvardia ternifolia</i>	0.37	0.60	0.20	33.3	0.16
<i>Ageratina calaminthifolia</i>	0.30	0.40		33.3	0.06
<i>Xerospirea hartwegiana</i>	0.23	0.20		33.3	0.05
<i>Forestiera rotundifolia</i>	0.13	0.60		33.3	0.03
<i>Senna guatemalensis</i>	0.13	0.55		33.3	0.03
Total	99.87

Figura 4. Perfil de vegetación de la zona de cañada en el Cerro Zotoltepec. 1. *Quercus sebifera*, 2. *Ageratina espinosarum*, 3. *Lindleya mespiloides*, 4. *Garrya ovata*, 5. *Rhus virens*, 6. *Citharexylum oleinum*.

Rhus virens, *Ageratina espinosarum*, *Citharexylum oleinum*, *Comarostaphylis polifolia*, *Litsea glaucescens*, *Dasyllirion serratifolium* y *Nolina longifolia* (cuadro 2 y figura 1).

La zona de meseta presenta una pendiente de 4°, una orientación SO (205°), y su altitud es de 2490

msnm, la cobertura de la vegetación arbustiva es de 94.7 % y la altura que alcanza es 2.8 m aproximadamente. Dentro de las especies predominantes se encuentran *Quercus sebifera*, *Citharexylum oleinum*, *Havardia elastichophylla*, *Dasyllirion serratifolium*, *Rhus virens*, *Sal-*

Cuadro 5. Características estructurales de la vegetación de la zona de cañada en el Cerro Zotoltepec (la altura está expresada en metros).

Especie	Cobertura (%)	Altura máxima	Altura mínima	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa
<i>Quercus sebifera</i>	53.653	4.32	0.60	100	1491.47
<i>Ageratina espinosarum</i>	18.43	2.40	0.70	100	294.83
<i>Lindleya mespiloides</i>	14.97	4.48	0.66	100	129.61
<i>Garrya ovata</i>	14.93	4.10	1.05	100	159.19
<i>Rhus virens</i>	10.51	3.40	1.73	66.6	36.39
<i>Salvia candicans</i>	9.27	1.40	0.23	100	98.23
<i>Citharexylum oleinum</i>	8.72	2.00	0.30	100	74.99
<i>Dodonaea viscosa</i>	8.66	3.95	0.70	100	74.99
<i>Satureja oaxacana</i>	8.40	1.60	0.60	33.3	22.38
<i>Amelanchier denticulata</i>	8.33	2.50	0.33	66.6	47.73
<i>Leucaena confertiflora</i>	8.17	3.34	0.94	66.6	28.28
<i>Desmanthus pumilus</i>	6.95	1.60	0.20	100	36.12
<i>Forestiera rotundifolia</i>	6.53	2.00	0.94	66.6	22.62
<i>Salvia thymoides</i>	5.61	1.10	0.15	66.6	29.87
<i>Comarostaphylis polifolia</i>	5.36	4.33	0.80	66.6	11.42
<i>Rhus standleyi</i>	5.33	2.48	1.04	66.6	9.22
<i>Mimosa lacerata</i>	5.12	3.02	1.09	66.6	20.46
<i>Xerospirea hartwegiana</i>	4.44	2.30	1.24	66.6	7.86
<i>Senna galeottiana</i>	1.33	3.30	3.15	66.6	1.17
<i>Agave potatorum</i>	0.95	0.43	0.23	33.3	0.63
Total	205.65

Figura 5. Perfil de vegetación de la zona inclinada en el Cerro Zotoltepec. 1. *Amelanchier denticulata*, 2. *Ageratina espinosarum*, 3. *Forestiera rotundifolia*, 4. *Salvia thymoides*, 5. *Rhus virens*, 6. *Quercus sebifera*, 7. *Salvia candicans*.

via candicans, *Phyllanthus subcuneatus*, *Krameria cytisoides*, *Ageratina espinosarum*, *Garrya ovata*, *Agave stricta* y *Salvia aspera* (cuadro 3 y figura 2).

La zona de árboles de *Quercus* presenta una pendiente de 7°, una orientación NO (308°) y una altitud de 2470 msnm, la vegetación arbustiva y arbórea presenta una cobertura del 100 %, aunque como se puede notar en el perfil de vegetación existen espacios abiertos. Las especies que sobresalen del estrato arbustivo son *Quercus obtusata* y *Brahea nitida*, y dentro de los elementos que predominan se encuentran *Garrya ovata*, *Dasyllirion serratifolium*, *Havardia elastichophylla*, *Salvia candicans*, *Ceanothus greggii*, *Quercus sebifera*, *Dodonaea viscosa*, *Krameria cytisoides*, *Citharexylum oleinum* y *Rhus virens* (cuadro 4 y figura 3).

En el área del Cerro Zotoltepec se diferenciaron dos zonas. La zona de cañada que corre de noroeste-suroeste, y la zona inclinada que se encuentra en la parte superior de esta ladera presentando una ligera inclinación.

La zona de cañada presenta una pendiente de 30°, una orientación NO (302°) y una altitud de 2 320 msnm. La vegetación presentó el 205 % de cobertura, siendo la única zona que alcanzó esta cubierta ve-

Cuadro 6. Características estructurales de la vegetación de la zona inclinada en el Cerro Zotoltepec (la altura está expresada en metros).

Especie	Cobertura (%)	Altura máxima	Altura mínima	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa
<i>Amelanchier denticulata</i>	36.69	1.48	0.28	100	1540.84
<i>Ageratina espinosarum</i>	27.56	1.83	0.25	100	789.87
<i>Forestiera rotundifolia</i>	17.27	2.76	0.46	100	253.13
<i>Salvia thymoides</i>	16.09	1.30	0.08	100	418.25
<i>Rhus virens</i>	15.27	3.00	1.10	100	122.19
<i>Salvia candicans</i>	12.91	1.64	0.12	100	301.14
<i>Quercus sebifera</i>	10.75	3.51	0.76	100	57.17
<i>Mimosa lacerata</i>	9.39	2.50	0.53	100	67.63
<i>Gochnatia hypoleuca</i>	5.27	1.65	0.27	100	24.57
<i>Agave sp.1</i>	5.18	1.18	0.37	100	41.44
<i>Citharexylum oleinum</i>	5.13	2.52	1.65	100	17.02
<i>Havardia elastichophylla</i>	3.45	1.20	0.25	66.6	6.10
<i>Opuntia sp.2</i>	1.67	1.56	0.84	33.3	0.00
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	1.43	1.70		33.3	0.31
<i>Agave ghiesbreghtii</i>	1.08	0.63	0.45	33.3	0.47
<i>Opuntia sp.1</i>	0.67	1.17		33.3	0.00
<i>Rhus standleyi</i>	0.63	1.40	0.64	66.6	0.55
<i>Garrya ovata</i>	0.43	2.13		33.3	0.09
<i>Yucca periculosa</i>	0.38	1.15		33.3	0.08
<i>Opuntia sp.3</i>	0.33	1.40		33.3	0.00
<i>Senna galeottiana</i>	0.12	0.48		33.3	0.02
Total	171.70				

getal. En general la vegetación presenta mayor altura, tal es el caso de *Lindleya mespiloides* que llega a medir hasta 4.5 m. Las especies que predominan son *Quercus sebifera*, *Ageratina espinosarum*, *Garrya ovata*, *Lindleya mespiloides*, *Salvia candicans*, *Dodonaea viscosa*, *Citharexylum oleinum*, *Amelanchier denticulata*, *Rhus virens*, *Desmanthus pumilus*, *Salvia thymoides*, *Leucaena confertiflora*, *Forestiera rotundifolia*, *Satureja oaxacana* y *Mimosa lacerata* (cuadro 5 y figura 4).

La zona inclinada presenta una pendiente de 7°, una orientación SO (250°) y una altitud de 2 280 msnm. La cobertura de la vegetación alcanza el 171% aunque existen espacios abiertos; la altura máxima la presentan manchones de *Rhus virens*. Sin embargo, la especie que domina en lo que se refiere a cobertura es *Amelanchier denticulata*, *Ageratina espinosarum*, *Forestiera rotundifolia*, *Salvia thymoides*, *Salvia candicans*, *Quercus sebifera*, *Mimosa lacerata*, *Gochnatia hypoleuca*, *Citharexylum oleinum* y *Havardia elastichophylla* (cuadro 6 y figura 5).

En la mayoría de las zonas un solo estrato arbustivo conforma más del 100 % de la cobertura, dominando los esclerófilos perennifolios, con alturas menores de 2 m, con hojas nanófilas y nanomicrofilas que forman ángulos que tienden a la vertical, y

modificaciones de tallo como son los lignotubérculos (cuadro 7).

Comparaciones con las zonas Mediterráneas. La vegetación del Valle de Tehuacán al igual que la vegetación de tipo Mediterráneo presentan una cobertura leñosa mayor al 40 %, con un solo estrato formado por arbustos esclerófilos y perennifolios (Barbour y Minnich, 1990).

El espectro de formas de vida indica que existe una predominancia de la forma de vida arbustiva o nanofanerófitas (42.5 %), siguiéndole las anuales o terófitas (39.2 %), caméfitas (10.8%) y árboles o microfanerófitas (7.1 %). El cuadro 8 muestra el espectro de formas de vida de la vegetación esclerófila perennifolia distribuida en Tehuacán y 4 zonas con clima mediterráneo. En esta tabla se puede observar que existen semejanzas estrechas de las proporciones de algunas formas de vida encontradas en el valle de Tehuacán con otras zonas; tal es por ejemplo el caso de las microfanerófitas de California, Italia y Australia, con las caméfitas de California y Sur de Australia, y con las terófitas de dos zonas de California, Chile e Italia.

Existen algunos géneros que presentan formas de vida anuales que son compartidos con California y

Cuadro 7. Características de las formas arbustivas predominantes de la vegetación esclerófila del Valle de Tehuacán (valores dados en porcentaje).

Altura de la planta		Ángulo de la hoja	
25 - 50 cm	10.7	Principalmente horizontal	7.1
50 - 100 cm	14.3	Principalmente vertical	92.9
1 - 2 m	67.9		
2 - 6 m	7.1		
Diámetro de la copa		Consistencia de la hoja	
		Malacófila	21.4
		Semiesclerófila	21.4
		Esclerófila	57.1
25 - 50 cm	17.9		
50 - 100 cm	25.0		
1 - 2 m	50.0		
2 - 5 m	7.1		
Tamaño de la hoja		Estacionalidad de la hoja	
		Perennifolia	85.7
		Caducifolia en invierno	10.7
		Caducifolia en verano	3.6
Leptófila	7.1		
0.10 - 0.25 cm ²			
Nanófila	50.0		
0.25 - 2.25 cm ²			
Nano-microfila	32.1		
2.25 - 12.25 cm ²			
Microfila	7.1		
12.25 - 20.25 cm ²			
Micro-mesófila			
20.25 - 56.25 cm ²	3.6		
		Morfología de tallos subterráneos	
		Rizomas	10.7
		Lignotubérculos	85.7

Chile, tal es el caso de *Bidens* (Asteraceae), *Euphorbia* (Euphorbiaceae), *Aristida* y *Muhlenbergia* (Poaceae), *Galium* (Rubiaceae) y *Solanum* (Solanaceae).

Con respecto a los géneros considerados Madro-Tethyanos que se comparten entre la flora de California y la vegetación esclerófila perennifolia del Valle de Tehuacán, tenemos que se comparten 20 y corresponden al 13.2 % de los géneros existentes en el mexical (cuadro 9), 8 de estos géneros son considerados como dominantes de acuerdo a la estimación del índice de dominancia acumulada en función de los sitios.

Discusión

La vegetación esclerófila perennifolia del Valle de Tehuacán prevalece en las condiciones climáticas más húmedas y templadas dentro del valle. El listado florístico registra la presencia de 217 especies dentro de las áreas de estudio en el Valle de Tehuacán, así como un recambio de especies del 53 % entre ambas localidades estudiadas, que representan cifras significa-

tivas para un cinturón de vegetación relativamente estrecho. Esto sugiere que puede existir una mayor diversidad en áreas adyacentes de la encontrada para el Valle de Tehuacán. La alta diversidad β (encontrada en el valle podría estar relacionada con la heterogeneidad ambiental manifestada climática y edáficamente en las áreas de estudio, así como a causas debidas a la mezcla de elementos tropicales y boreales (Valiente-Banuet *et al.*, 1998). Asimismo, la riqueza de géneros por familia que se presenta en el Valle de Tehuacán tiene similitud con los existentes en algunas zonas mediterráneas. Puesto que existe una gran diversidad en las formas de vida y las anuales son también importantes como en los ecosistemas mediterráneos, ello nos sugiere que el Mexical no difiere en composición y estructura de los ecosistemas mediterráneos ya que la cobertura y estratos presentan grandes similitudes.

Como se menciona en el trabajo previo de Valiente-Banuet *et al.* (1998) la distribución de la vegetación esclerófila perennifolia en el mundo no tiene una relación estrecha con la presencia de climas medite-

Cuadro 8. Composición (%) de las formas de vida de la vegetación esclerófila perennifolia del Valle de Tehuacán y otras áreas del mundo (Fuentes: 1.-Specht, 1969; 2.-Mooney y Dunn, 1970; 3.-Mooney y Parsons, 1973; 4.-Ish-Shalom-Gordon, 1993; 5. Parsons y Moldenke, 1975; 6. di Castri, 1981). **Mf** =Mesofanerófitas, **Mi** =Microfanerófitas, **Nf** =Nanofanerófitas, **F** =Fanerófitas, **Ca** =Caméfitas, **H** =Hemicriptófitas, **Cr** =Criptófitas, **T** =Terófitas.

Áreas	Mf	Mi	Nf	F	Ca	H	Cr	T	# sp	Referencias
México (Tehuacán)		7.1	42.5		10.8		0.5	39.2	217	
California (Sta Catalina)		9	9		5	27	5	41	391	2
California (San Dimas)			60		9	12.5	12.5	6		1
California (San Dimas)				15	5	33	7	40		3
California (Loc. Desc.)				41	16	18	11	14	44	5
Chile (Loc. Desc.)		2	17		6	20	12	42	319	2
Chile Central				24	14	20	6	36	108	5
Francia (Languedoc)	13		14.5		20	33.5	1.5	5.5		1
Italia (Loc. Desc.)		6	6		6	29	2	42	866	2
S. Australia (Dark Island)	5		52.5		12.5	12.5	12.5			1
Australia (Loc. Desc.)		9	48.1		19.6	9.6	7.4	6.2	270	6
Israel (Ariel)		3	15.1			8	12.1	55.8		4

ráneos, por lo que con este trabajo se complementa el argumento de que la vegetación esclerófila perennifolia del Valle de Tehuacán, por sus similitudes florísticas, estructurales y la incidencia de caracteres de las especies, tiene mucha relación con aquella que está presente en los climas mediterráneos. Adicionalmente con el hecho de que comparte un número importante de géneros considerados como Madro-Tethyanos permite enfatizar sobre la importancia de aspectos históricos en la distribución actual y la similitud del Mexical con la vegetación mediterránea del mundo.

La presencia de una vegetación esclerófila perennifolia con características similares a la existente en California enfatiza la hipótesis histórica de Axelrod (1958). A partir de su aparición en los bordes áridos de Norte América a partir del Eoceno, esta flora expandió su distribución norte-sur y este-oeste en respuesta al clima árido en expansión durante el Mioceno, alcanzando una mayor distribución durante el Plioceno conforme el clima semiárido continuó expandiéndose. Algunas especies Madro-Terciarias sobrevivieron hasta el presente en áreas de su distribución terciaria y llegaron a adaptarse a climas que difieren de los climas terciarios. Pero otras que tuvieron una distribución al norte en California, Nevada, Utah, Colorado y Oklahoma ahora se encuentran sus parientes más cercanos en áreas con inviernos moderados al sur, así mismo en las montañas del sur de Arizona al oeste de Texas, y una distribución continua al sur que comprende la Sierra Madre de México (Axelrod, 1958). Esta distribución continua es corroborada con elementos de tipo chaparral que se distribuyen desde Baja California, Coahuila, Tamaulipas, Nuevo León, San Luis Potosí, Guanajuato, Hidalgo, Distrito Federal, Puebla, Oaxaca hasta Chiapas (Valiente-Banuet *et al.*, 1998)

Agradecimientos

El primer autor agradece la ayuda brindada en el campo de Miguel Verdú, José Antonio Soriano, Hector Godínez y Alberto Rojas. Silvia Romero, Jerónimo Reyes, Lilian López y Jorge Sánchez quienes identificaron grupos específicos de plantas. José Alfredo Jiménez elaboró los perfiles de la vegetación. Este trabajo se llevó a cabo gracias al financiamiento otorgado por la DGAPA proyectos IN-208195, IN-207798.

Literatura citada

Arroyo M. T. K., L. Cavieres, C. Marticorena y M. Muñoz-Schick. 1995. Convergence in the Mediterranean Floras in Central Chile and California: Insights from

Cuadro 9. Elementos Madro-Tethyanos en la flora de California y la vegetación esclerófila perennifolia del Valle de Tehuacán (Axelrod, 1975; Raven y Axelrod, 1978), se anexa la dominancia relativa acumulada en función de los dos sitios estudiados.

Familia	Género	Dominancia relativa acumulada
Anacardiaceae	<i>Rhus</i>	172.25
Asclepiadaceae	<i>Asclepias</i>	
Asteraceae	<i>Ageratina</i>	611.46
Asteraceae	<i>Coreopsis</i>	
Cupressaceae	<i>Juniperus</i>	
Ericaceae	<i>Arbutus</i>	
Ericaceae	<i>Comarostaphylis</i>	49.76
Fagaceae	<i>Quercus</i>	1430.25
Garryaceae	<i>Garrya</i>	124.52
Lamiaceae	<i>Salvia</i>	478.92
Oleaceae	<i>Fraxinus</i>	
Polygaceae	<i>Polygala</i>	
Portulacaceae	<i>Portulaca</i>	
Rhamnaceae	<i>Ceanothus</i>	19.29
Rhamnaceae	<i>Karwinskia</i>	
Rosaceae	<i>Cercocarpus</i>	
Rosaceae	<i>Vauquelinia</i>	
Rutaceae	<i>Ptelea</i>	
Sapindaceae	<i>Dodonaea</i>	44.54
Sapotaceae	<i>Bumelia</i>	
Saxifragaceae		

Comparative Biogeography. En: M. K. T. Arroyo, P. H. Zedler y M. A. Fox (Eds.). *Ecology and Biogeography of Mediterranean ecosystems in Chile, California and Australia*. Springer-Verlag, New York. 43-88 pp.

Axelrod D. I. 1958. Evolution of the Madro-Tertiary geoflora. *The Botanical Review* 24(7):433-509.

Axelrod D. I. 1975 Evolution and biogeography of Madrean-Tethyan sclerophyll vegetation. *Annals of Missouri Botanical Garden* 62:280-334.

Aschmann H. 1973. Distribution and peculiarity of mediterranean ecosystems. En: di Castri, F. and Mooney H. A. (Eds.) *Mediterranean type ecosystems, origin and structure*. Springer-Verlag, Heidelberg. 11-20 pp.

Brunet J. 1967. Geologic studies. En Byers, D. S. (Ed.). *The prehistory of the Tehuacan Valley*. Vol. I Environment and subsistence. Robert Peabody Foundation, Phillips Academy, Andover. University of Texas Press, Austin, 66-90 pp.

Cain S. A. 1950. Lifeforms and phytoclimate. *The Botanical Review* 16:1-33.

Cody M. L. y Mooney H. A. 1978. Convergence versus nonconvergence in mediterranean-climate ecosystems. *Annual Review of Ecology and Systematics* 9:265-321.

- Cowling R. M. y Witkowski E. T. F. 1994. Convergence and non-convergence of plant traits in climatically and edaphically matched sites in Mediterranean Australia and South Africa. *Australian Journal of Ecology* **19**:220-232
- Cowling R. M., y Campbell B. M. 1980. Convergence in vegetation structure in the mediterranean communities of California, Chile and South Africa. *Vegetatio* **43**:191-197.
- Dávila A. P., Villaseñor R. J. L., Medina L. R., Ramírez R. A., Salinas T. A., Sánchez-Ken J. y Tenorio L. P. 1993. *Listados florísticos de México. X. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán*. Instituto de Biología UNAM. México. 185 p.
- di Castri F. 1981. Mediterranean-type shrublands of the world. En: di Castri F., Goodall D. W. y Specht R. L. (Eds.) *Ecosystems of the world. Vol. 11. Mediterranean-type shrublands*. Elsevier, Amsterdam. 1-52 pp.
- Eig A. 1932. Les éléments et les groupes phytogéographiques auxiliaires dans la flore palestinienne. *Feddes Report Specierum Nov Regni Veg Beih* **63** (2):1-20.
- García E. 1981. *Modificaciones al sistema climático de Köppen* (Para adaptarlo a las condiciones de la república mexicana). Ciudad Universitaria, México D.F., 239 p.
- Grisebach A. 1872. *Die vegetation der Erde nach ihrer klimatischen Anordnung*. Engelmann, Leipzig. 603 p.
- INEGI. 1987. Cartas Orizaba E14-6, 1:250 000 Edafológica y Geológica. Ed. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México.
- Ish-Shalom-Gordon N. 1993. Floristic composition and floral phenology of the Mediterranean batha of Ariel, Samaria. *Vegetatio* **109**:191-200.
- Miranda F. y Hernández X. E. 1963. Los tipos de vegetación en México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **28**:29-179.
- Mooney H. A. y Dunn E. L. 1970. Convergent evolution of mediterranean-climate evergreen sclerophyll shrubs. *Evolution* **24**: 292-303.
- Mooney H. A. y Dunn E. L. 1972. Land-use history of California and Chile as related to the structure of the sclerophyll scrub vegetations. *Madroño* **21**:305-319.
- Mooney H. A., Kummerow J., Johnson A. W., Parsons D. J., Keeley S., Hoffmann A., Hays R. Y., Giliberto J. y Chu C. 1977. The producers-their resources and adaptative responses. En: Mooney H. A. (Ed.) *Convergent evolution in Chile and California: Mediterranean climate ecosystems*. Stroudsburg, Pennsylvania. Dowden, Hutchinson & Ross. 85-143 pp.
- Mooney H. A. y Parsons D. J. 1973. Structure and function in the California chaparral-an example from San Dimas. En: di Castri F. y Mooney H. A. (Eds.) *Mediterranean type ecosystems, origin and structure*. Springer-Verlag, Heidelberg. 83-112 pp.
- Mueller-Dombois D. y Ellenberg H. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley & Sons. USA. 547 p.
- Naveh Z. 1967. Mediterranean ecosystem and vegetation types in California and Israel. *Ecology* **48**(3):445-459.
- Parsons D. J. 1976. Vegetation structure in the mediterranean scrub communities of California and Chile. *Journal of Ecology* **64**:435-447.
- Parsons D. J. y Moldenke A. R. 1975. Convergence in vegetation structure along analogous climatic gradients in California and Chile. *Ecology* **56**:950-957.
- Pianka E. R. 1978. *Evolutionary Ecology*. 2nd Ed. Harper & Row, New York.
- Pignatti E. y Pignatti S. 1985. Mediterranean type vegetation of SW Australia, Chile and the Mediterranean Basin, a comparison. *Annali Di Botanica* **43**:227-243.
- Quezel P. 1981. Floristic composition and phytosociological structure of sclerophyllous Matorral around the Mediterranean. En: di Castri F., Goodall D. W. y Specht R. L. (Eds.) *Ecosystems of the world. Vol. 11. Mediterranean-type shrublands*. Elsevier, Amsterdam. 107-121 pp.
- Raven P. H. y Axelrod, D. I. 1978. Origin and relationships of the California flora. *U Calif Pub Bot* **72**:1-34.
- Raunkiaer C. 1934. *The life forms of plants and statistical plant geography*. Clarendon Press, Oxford. 632 p
- Ruebel E. 1930. *Pflanzengesellschaften der Erden*. Hans Huber, Berna-Berlin. 464 p.
- Rzedowski J. 1978. *Vegetacion de Mexico*. Ed Limusa. México. 432 p.
- Schimper A. F. W. 1898. *Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage*. G. Fischer, Jena. 877 p.
- Specht R. L. 1969. A comparison of the sclerophyllous vegetation characteristic of mediterranean type climates in France, California, and southern australia. *Australian Journal of Botany* **17**:277-292.
- Thrower N. J. W. y Bradbury D. E. 1977. *Chile-California Mediterranean scrub atlas. A comparative analysis*. Dowden, Hutchinson and Ross, Stroudsburg, 237 pp.
- Valiente B. L. 1991. Patrones de Precipitación en el Valle Semiárido de Tehuacán, Puebla, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias UNAM. México. 65 p.
- Valiente-Banueta A., Flores-Hernández N., Verdú M., y Dávila P. 1998. The Chaparral vegetation in Mexico under nonmediterranean climate: the convergence and Madrean-Tethyan hypotheses reconsidered. *American Journal of Botany* **85**(9):1398-1408.
- Villaseñor J. L. 1990. The genera of Asteraceae endemic to Mexico and adjacent regions. *Aliso* **12**(4):685-692.
- Wilson M. V. y Shmida A. 1984. Measuring beta diversity with presence-absence data. *Journal of Ecology* **72**:1055-1064.

Apéndice 1. Listado florístico de la vegetación esclerófila perennifolia ubicada en Cerro Viejo y Cerro Zotol-tepec en el Valle de Tehuacán- Cuicatlán.

Acanthaceae

Holographis pueblensis T.F. Daniel
Stenandrium verticillatum Brandegee

Agavaceae

Agave atrovirens Karw. ex. Salm-Dyck
Agave ghiesbreghtii Lem. Ex Jacobi
Agave kerchovei Lem.
Agave potatorum Zucc.
Agave stricta Salm-Dyck
Beschorneria calcicola García-Mendoza
Yucca periculosa F. Baker

Amaranthaceae

Gomphrena decumbens Jacq.
Iresine rotundifolia Standl.

Anacardiaceae

Actinochaeta filicina (DC.) Barkley
Rhus chondroloma Standl. subsp. *huajuapensis* Young
Rhus standleyi Barkley
Rhus virens Lindh.

Arecaceae

Brahea nitida André

Asclepiadaceae

Asclepias linaria Cav.
Asclepias notha W.D. Stevens
Metastelma sp.

Asteraceae

Ageratina calaminthifolia (Kunth) R. M. King & H. Rob.
Ageratina espinosarum (A. Gray) R. M. King. & H. Rob.
Ageratum tehuacanum R. M. King & H. Rob
Baccharis mexicana Cuatrec.
Bidens anthemoides (DC.) Sherff
Chaptalia pringlei Greene
Chrysactinia mexicana A. Gray
Coreopsis parvifolia S.F. Blake
Dahlia coccinea Cav.
Dahlia merckii Lehm.
Gochnatia hypoleuca (DC.) A. Gray subsp. *obtusata* (S.F. Blake)
Gochnatia purpusii Brandegee
Gochnatia smithii B.L. Rob. & Greenm
Gymnosperma glutinosum (Spreng.) Less.
Heterosperma pinnatum Cav.
Jefea pringlei (Greenm.) Strother.
Montanoa leucantha (Lag. & Segura) S.F. Blake subsp. *arborescens* (DC.) V.A. Funk
Montanoa mollissima Brongn. ex Groenl.
Montanoa tomentosa Cerv. subsp. *Tomentosa*
Parthenium tomentosum DC. var. *tomentosum*
Perymenium asperifolium Sch. Bip. ex Klatt
Perymenium discolor Schrader
Perymenium mendezii DC. var. *angustifolium* (Brandegee) Fay
Stevia lucida Lag.
Stevia salicifolia Cav var. *Salicifolia*.
Tetrachyron brandegei (Greenm.) Wussow & Urbatsch.
Verbesina abscondita Klatt
Verbesina gracilipes B.L. Rob.

Viguiera dentata (Cav.) Spreng. var. *dentata*
Viguiera grammatoglossa DC.
Zinnia peruviana (L.) L.

Bignoniaceae

Tecoma stans (L.) Juss. ex Kunth

Boraginaceae

Antiphytum heliotropioides DC.
Antiphytum paniculatum I.M. Johnst.
Heliotropium calcicola Fernald
Lithospermum calcicola B.L. Rob

Bromeliaceae

Hechtia podantha Mez

Buddlejaceae

Buddleja cordata Kunth subsp. *cordata*

Burseraceae

Bursera fagaroides (Kunth) Engl.

Cactaceae

Ferocactus hamatacanthus Britton & Rose.
Ferocactus latispinus Britton & Rose.
Ferocactus robustus Britton & Rose.
Mammillaria haageana Pfeiffer
Mammillaria sphacelata C. Martius
Opuntia sp. 1
Opuntia sp. 2

Caesalpinaceae

Senna galeottiana (M. Martens & Galeotti) Irwin & Barneby
Senna guatemalensis (Donn. Sm.) Irwin & Barneby var. *Sco-pulorum* (Britton & Rose) Irwin & Barneby
Senna unijuga (Rose) Irwin & Barneby

Capparaceae

Setchellanthus caeruleus Brandegee

Caprifoliaceae

Abelia floribunda Decne.

Caryophyllaceae

Arenaria lycopodioides Willd.

Celastraceae

Mortonia diffusa Rose & Standl.

Commelinaceae

Callisia insignis C.B. Clarke
Gibasis consobrina D.R. Hunt
Thysantherum floribundum (M. Martens & Galeotti) Pichon
Tradescantia crassifolia Cav.

Convolvulaceae

Ipomoea purpurea (L.) Roth
Ipomoea stans Cav.
Ipomoea arborescens G. Don

Crassulaceae

Echeveria heterosepala Rose
Echeveria megacalyx E. Walther
Sedum dendroideum Moc. & Sessé ex DC.
Sedum liebmannianum Hemsl.
Sedum stahlII Solms-Laub.

Cupressaceae

Juniperus deppeana Steud.

Cuscutaceae

Cuscuta corimbosa Ruíz y Pav.

Cyperaceae

Cyperus spectabilis Link

Ericaceae

Arbutus xalapensis Kunth

Comarostaphylis polifolia (Kunth) Zucc. ex Klotzsch subsp. *polifolia*

Erythroxylaceae

Erythroxylum compactum Rose

Euphorbiaceae

Acalypha monostachya Cav.

Acalypha purpurascens Kunth

Chamaesyce dioica (Kunth) Millsp.

Croton ciliato-glandulosus Ortega

Croton hypoleucus Schltdl.

Euphorbia pueblensis Brandegee

Jatropha dioica Sessé ex Cerv.

Phyllanthus subcuneatus Greenm.

Sapium biloculare (S. Watson) Pax

Fabaceae

Astragalus strigosus Kunth

Brongniartia foliolosa Benth.

Brongniartia oligospermoides Baill.

Calia secundiflora (Ortega) Yakovlev

Dalea bicolor Humb. & Bonpl. ex Willd.

Dalea botterii (Rydb.) Barneby

Dalea caeciliae Harms

Dalea carthagenensis (Jacq.) Macbr. var. *capitulata* (Rydb.) Barneby.

Dalea filiciformis B.L. Rob. & Greenm.

Dalea foliolosa (Aiton) Barneby

Dalea greggii A. Gray

Dalea lutea (Cav.) Willd. var. *gigantea* (Rose) Barneby

Eysenhardtia polystachya (Ortega) Sarg.

Nissolia pringlei Rose

Phaseolus coccineus L.

Fagaceae

Quercus glabrescens Benth.

Quercus greggii (DC.) Trel.

Quercus laurina Humb. & Bonpl.

Quercus obtusata Humb. & Bonpl.

Quercus peduncularis Nees

Quercus sebifera Trel.

Flacourtiaceae

Neopringlea viscosa (Liebm.) Rose

Garryaceae

Garrya ovata Benth.

Hyacinthaceae

Hemiphyllacus latifolius S. Watson

Hemiphyllacus mahindae L. Hernández

ridaceae

Sisyrinchium angustissimum (B.L. Rob. & Greenm.) Greenm. & Thompson

Krameriaceae

Krameria cytisioides Cav.

Lamiaceae

Salvia aspera M. Martens & Galeotti

Salvia axillaris Moc. & Sessé ex Benth.

Salvia candicans M. Martens & Galeotti

Salvia lineata Benth.

Salvia oaxacana Fernald

Salvia pubescens Benth.

Salvia melissodora Lag

Salvia thymoides Benth.

Satureja oaxacana (Fernald) Standl.

Lauraceae

Litsea glaucescens Kunth

Lentibulariaceae

Pinguicula moranensis Kunth

Linaceae

Linum rupestre (A. Gray) Engelm.

Linum scabrellum Planch.

Loranthaceae

Phoradendron forestierae B.L. Rob. & Greenm.

Malpighiaceae

Bunchosia montana A. Juss.

Galphimia glauca Cav.

Gaudichaudia galeottiana Chodat.

Malpighia galeottiana A. Juss.

Malvaceae

Anoda cristata (L.) Schltdl.

Hibiscus martianus Zucc.

Melanthiaceae

Schoenocaulon tenuifolium (M. Martens & Galeotti) B.L. Rob. & Greenm.

Mimosaceae

Acacia angustissima (Mill.) Kuntze var. *angustissima*

Desmanthus pumilus (Schltdl.) Macbr.

Havardia elastichophylla A. Gray ex S. Watson

Pithecellobium leptophyllum (Cav.) L. Rico

Leucaena confertiflora Zárate subsp. *confertiflora*

Mimosa aculeaticarpa Ortega

Mimosa lacerata Rose

Mimosa pueblensis R. Grether

Mimosa purpusii Brandegee

Nolinaceae

Dasyllirion serratifolium Karw.

Nolina longifolia (Schult.) Hemsl.

Nyctaginaceae

Mirabilis oblongifolia (A. Gray) Heimerl

Mirabilis violacea (L.) Heimerl

Oleaceae

Forestiera phillyreoides (Benth.) Torr.

Forestiera rotundifolia (Brandegee) Standl.

Fraxinus purpusi Brandegee

Oxalidaceae

Oxalis divergens Benth. ex Lindley

Oxalis neaei DC.

Passifloraceae

Passiflora suberosa L.

Phytolaccaceae

Phytolacca icosandra L.

Pinaceae

Pinus oaxacana Mirov

Piperaceae

Peperomia campylotropa A.W. Hill

Poaceae

Aristida sp. nov.

Bouteloua triaena (Trin.) Scribn.

Erioneuron avenaceum (Kunth) Tateoka

Metcalfia mexicana (Scribn.) Conert

Muhlenbergia distichophylla (Presl) Kunth

Muhlenbergia emersleyi Vasey

Nassella mucronata (Kunth) Pohl

Poa annua L.

Polemoniaceae

Loeselia caerulea (Cav) G. Don

Polygalaceae

Polygala oscura Benth.

Portulacaceae

Portulaca mexicana P.G. Wilson

Ranunculaceae

Anemone mexicana Kunth

Rhamnaceae

Ceanothus greggii A. Gray

Karwinskia humboldtiana (Roem. & Schult.) Zucc.

Rosaceae

Amelanchier denticulata (Kunth)

Koch var. *denticulata*

Cercocarpus fothergilloides Kunth

Lindleya mespiloides Kunth

Vauquelinia australis Standl.

Xerospirea hartwegiana (Rydb.) Henr.

Rubiaceae

Bouvardia erecta (DC.) Standl.

Bouvardia longiflora (Cav.) Kunth

Bouvardia ternifolia (Cav.) Schltld.

Coutaportia ghiesbreghtiana (Baill.) Urb.

Galium fuscum M. Martens & Galeotti

Randia capitata DC.

Rutaceae

Choisya sp. nov.

Ptelea trifoliata L.

Sapindaceae

Dodonaea viscosa (L.) Jacq.

Sapotaceae

Sideroxylon salicifolium (L.) Lam.

Saxifragaceae

Pterostemon rotundifolius Ramírez

Scrophulariaceae

Castilleja tenuiflora Benth.

Hemichaena levigata (B. L. Rob. & Greenm.) Thieret

Lamourouxia dasyantha (Cham. & Schltld.) W.R. Ernst

Lamourouxia pringlei B.L. Rob. & Greenm.

Lamourouxia xalapensis Kunth

Leucophyllum pringlei (Greenm.) Standl.

Lophospermum purpusii (Brandegge) Rothm.

Penstemon isophyllus B.L. Rob.

Russelia obtusata S.F. Blake

Solanaceae

Solanum laurifolium Mill.

Solanum tridynamum Dunal

Turneraceae

Turnera diffusa Willd.

Urticaceae

Pilea trianthemoides Lindl. var. *microphylla* (Griseb.)

Valerianaceae

Valeriana laciniosa M. Martens & Galeotti

Verbenaceae

Citharexylum oleinum (Benth.) Moldenke

Lippia nutans B.L. Rob. & Greenm.

Violaceae

Hybanthus oppositifolius (L.) Taub.