

## TIPOS DE VEGETACIÓN Y DIVERSIDAD $\beta$ EN EL VALLE DE ZAPOTITLÁN DE LAS SALINAS, PUEBLA, MÉXICO

OSCAR OSORIO BERISTAIN<sup>1</sup>, ALFONSO VALIENTE-BANUET<sup>1</sup>, PATRICIA DÁVILA<sup>2</sup>  
Y ROSALINDA MEDINA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, Apartado postal 70-275,  
Coyoacán, 04510 México, D. F., México.

<sup>2</sup>Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Apartado postal 70-356,  
Coyoacán, 04510 México, D. F., México.

**Resumen.** El Valle de Zapotitlán de las Salinas localizado en la porción occidental del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, mantiene una flora muy diversa con una alta proporción de especies endémicas. En este trabajo se describen los principales tipos de vegetación en un gradiente altitudinal que va de los 1350 a los 1700 m. en el Cerro Cutá y alrededores enfatizando la distribución diferencial tanto de comunidades como de las especies (diversidad  $\beta$ ). La descripción se hizo con base en la caracterización de las diferentes unidades geomórficas existentes en la zona (laderas con diferente orientación y litología, así como zonas de suelos profundos aluviales a lo largo del Río Salado y zonas planas en las cimas de los cerros). La descripción de cada tipo de vegetación se hizo con criterios estructurales, fisonómicos y florísticos utilizando muestreos con área. Con base en esta información se obtuvieron índices de dominancia de las especies y la diversidad considerando el recambio de especies entre comunidades.

La gran riqueza de comunidades responde a la heterogeneidad de los suelos como producto de diferencias litológicas y geomorfológicas, generando parches que conforman mosaicos de vegetación con un gran número de especies restringidas a cada uno de ellos. De esta manera se obtuvo una alta diversidad  $\beta$  (71.3%), que contribuye a una elevada diversidad gamma ( $\gamma$ ) a nivel regional.

**Palabras clave:** Diversidad beta, Geomorfología, Valle de Tehuacán, Vegetación.

**Abstract.** The Zapotitlán de las Salinas Valley located in the South Western portion of the Tehuacán-Cuicatlán Valley, harbours a high plant diversity with a high proportion of endemism. In this study we describe the different plant communities along an altitudinal gradient between 1350 to 1700 meters above the sea level, in the vicinities of the Cerro Cutá, emphasizing on the differential species distribution among communities ( $\beta$  diversity). The plant communities description was conducted considering the different geomorphic surfaces (slopes with different lithologies, altitudes and aspects, alluvial deposits along the Salado River and flat zones on the top of hills) and they were described by means of field samplings analyzing their structure and composition.

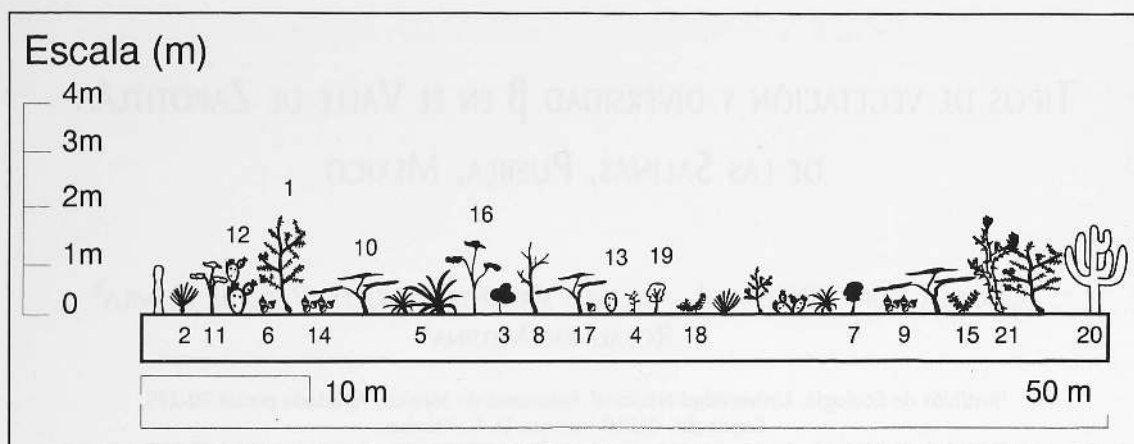
The vegetation-type diversity is associated to soil and lithological heterogeneity in the study site producing a mosaic of plant communities in which a total species turnover of 71.3% indicates a high number of species restricted to different vegetation types. This high  $\beta$ -diversity contributes to the high regional diversity ( $\gamma$ -diversity) reported for the Zapotitlán Valley.

**Key words:** Beta diversity, Geomorphology, Valle de Tehuacán, Vegetation.

Los desiertos mexicanos concentran un alto porcentaje de plantas y animales endémicos, y una considerable proporción de diversidad biológica, que se acentúa hacia las porciones más tropicales de su distribución geográfica (Valiente-Banuet, 1990). De estas regiones sobresale por su alta diversidad la Provincia Fitogeográfica de Tehuacán-Cuicatlán (Rzedowski,

1978) localizada entre los estados de Puebla y Oaxaca, la cual es un centro de gran endemismo (Dávila *et al.* 1993).

La zona ha sido estudiada desde hace 60 años desde el punto de vista florístico y fitogeográfico (Smith, 1965; Villaseñor, Dávila y Chiang, 1990; Dávila *et al.* 1993). Sin embargo los estudios de vegetación han



**Figura 1.** Perfil diagramático del matorral espinoso con espinas terminales. 1. *Mimosa luisana* 2. *Verbesina* sp. 3. *Cordia curassavica* 4. *Sanvitalia fruticosa* 5. *Agave karwinskii* 6. *Mammillaria carnea* 7. *Caesalpinia melanadenia* 8. *Cercidium praecox* 9. *Mammillaria napina* 10. *Bursera aloexylon* 11. *Ipomoea arborescens* 12. *Opuntia pilifera* 13. *Ferocactus flavovirens* 14. *Mammillaria haageana* 15. *Karwinskia humboldtiana* 16. *Fouquieria formosa* 17. *Coryphantha pallida* 18. *Cnidoscolus tehuacanensis* 19. *Castela tortuosa* 20. *Myrtillocactus geometrizans* 21. *Ceiba parvifolia*

recibido poca atención (Miranda, 1948; Zavala, 1982; Jaramillo y González, 1983; García, 1991), por lo que el conocimiento de la distribución espacial de las especies en las diferentes comunidades bióticas es aún fragmentario. Las investigaciones realizadas hasta la fecha sobre la flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán indican la presencia de cerca de 2800 especies, número equivalente al 1% de la flora mundial, además de poseer un elevado grado de endemismo (Smith, 1965; Dávila *et al.* 1993), rasgo que se presenta en islas oceánicas con una larga historia de aislamiento (Valiente-Banuet, 1990). Con sus 10,000 km<sup>2</sup>, el Valle de Tehuacán mantiene una riqueza de especies similar a la que presenta el Desierto Sonorense con una superficie claramente superior de 275,000 km<sup>2</sup> (Valiente-Banuet, 1995).

A pesar de los estudios existentes en la zona, no se tiene una idea clara de la distribución de esta di-

versidad, es decir si se distribuye homogéneamente en el espacio regional, considerando el número de especies a lo largo de gradientes ambientales o entre comunidades (diversidad  $\beta$ ). Por la elevada diversidad de especies que es posible encontrar en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán, es de fundamental importancia la comprensión de la distribución de las especies en las comunidades, como una forma de analizar el papel de la heterogeneidad ambiental en la explicación de la diversidad (Wilson y Shmida, 1984).

En el caso del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, esta heterogeneidad se hace presente principalmente como producto de grandes transformaciones ocurridas a finales del Cuaternario, dadas por eventos de erosión remontante (Brunet, 1967). Así, la historia geológica del valle puede resumirse en cuatro episodios principales (Nava, 1965; Brunet, 1967; Fuentes-Aguilar, 1970):

i] La formación del complejo basal que data del

Cuadro 1. Características ambientales de los sitios de muestreo

Sitios de Muestreo	Altitud (m.)	Pendiente (%)	Orientación
Cimas planas de cerros	1560	0	
Suelos derivados de lutitas	1450	25	Suroeste
Suelos planos aluviales profundos	1380	0	
Suelos derivados de lutitas-calizas	1650	15-20	Este
Suelos derivados de areniscas	1500	10-20	Sureste
Suelos derivados de calizas	1650	30-40	Suroeste
Cima plana del Cerro Cutá	1700	0	

Cuadro 2. Tipos de vegetación en los sitios de muestreo de acuerdo a Miranda y Hernández X. (1963)

Sitios de muestreo	Tipo de vegetación
Cimas planas de Cerros	Matorral espinoso con espinas terminales
Laderas con suelos derivados de lutitas	Tetechera de <i>Neobuxbaumia tetetzo</i>
Suelos aluviales profundos	Selva Baja Espinosa Perennifolia
Laderas con suelos derivados de lutitas-calizas	Tetechera-Cardonal
Laderas con suelos derivados de areniscas	Cardonal de <i>Stenocereus stellatus</i>
Laderas con suelos derivados de calizas	Cardonal de <i>Cephalocereus columna-trajani</i>
Cima plana del Cerro Cutá	Selva Baja Caducifolia

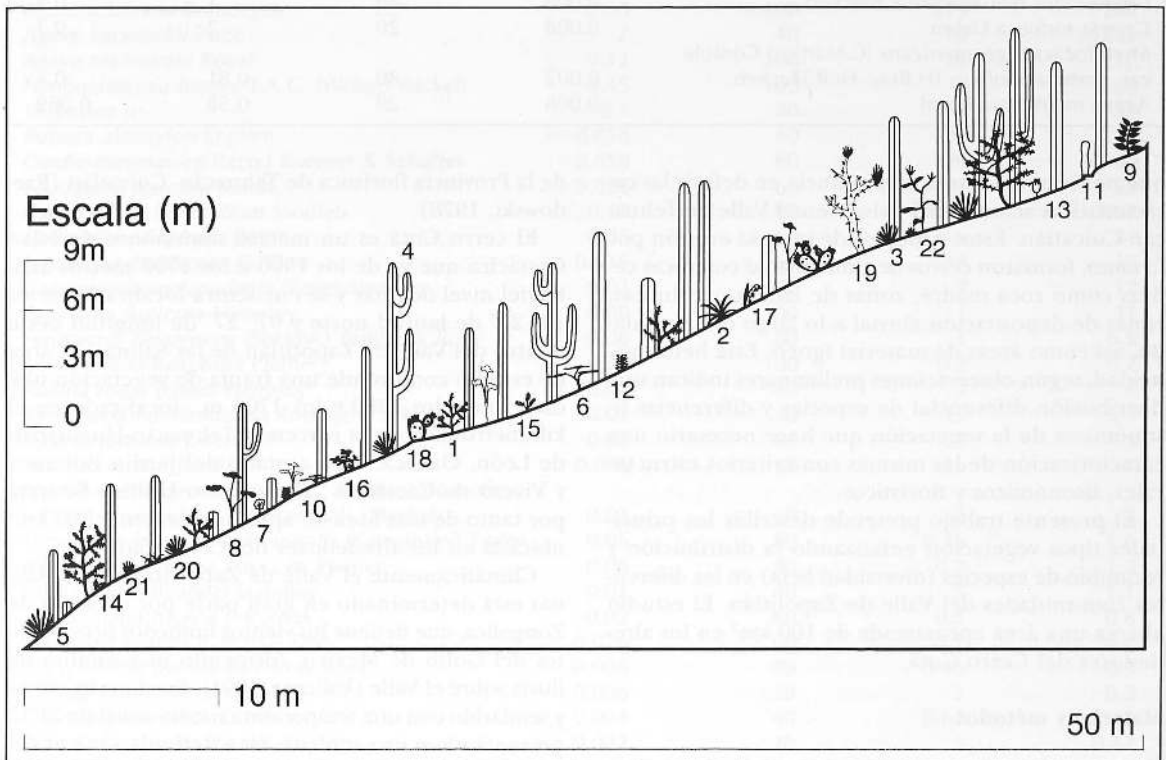
Paleozoico-Mesozoico, en especial hasta el Jurásico.

ii] Una inmersión de la cuenca a principios del Cretácico Inferior, la cual formó el portal del Balsas, y el aislamiento del Valle de Tehuacán respecto del Golfo de México con una depositación de sedimentos marinos, ricos en material salino.

iii] Una serie de movimientos orogénicos que forman las principales sierras de la cuenca, la aíslan y

por tanto, el Valle de Tehuacán-Cuicatlán, constituido ya en una cuenca, pierde conexión con la Depresión del Balsas, dando origen a un lago endorréico en un periodo que va del Cretácico Inferior a finales del Terciario.

iv] La captación por parte del río Santo Domingo, afluente del Papaloapan, del río Salado y sus tributarios por erosión remontante, constituye el periodo



**Figura 2.** Perfil diagramático de una tetechera dominada por *Neobuxbaumia tetetzo*. 1. *Mimosa luisana* 2. *Agave karwinski* 3. *Agave marmorata* 4. *Neobuxbaumia tetetzo* 5. *Verbesina* sp 6. *Bursera aloexylon* 7. *Cordia curassavica* 8. *Fouquieria formosa* 9. *Calliandra eriophylla* 10. *Ipomoea arborescens* 11. *Myrtillocactus geometrizans* 12. *Sanvitalia fruticosa* 13. *Ferocactus flavovirens* 14. *Mammillaria* spp. 15. *Ruellia rosea* 16. *Karwinskia humboldtiana* 17. *Iresine calea* 18. *Opuntia pilifera* 19. *Ceiba parvifolia* 20. *Cathestecum brevifolium* 21. *Tillandsia makoyana* 22. *Plumeria rubra*

Cuadro 3. Densidad, frecuencia, cobertura e Índice de Dominancia (I.D.) para las plantas presentes en un matorral espinoso con espinas terminales en Zapotitlán de las Salinas, Puebla.

Especie.	Densidad. (No.ind./m <sup>2</sup> )	Frecuencia (%)	Cobertura (m <sup>2</sup> )	I.D.
<i>Mimosa luisana</i> Brandegee.	0.054	100	90.5	489
<i>Verbesina</i> sp.	0.09	100	40.3	363
<i>Cordia curassavica</i> (Jacq.) Roemer & Schultes	0.082	80	47	309
<i>Sanvitalia fruticosa</i> Hemsley.	0.378	100	6	222.5
<i>Agave karwinskii</i> Zucc.	0.136	60	18	145
<i>Mammillaria carnea</i> Zucc. ex Pfeiffer	0.07	100	19.5	137
<i>Caesalpinia melanadenia</i> (Rose) Standley	0.032	80	19.2	49
<i>Cercidium praecox</i> (Ruiz & Pavón) Harms	0.012	60	40.2	29
<i>Mammillaria napina</i> J. Purpus	0.108	100	2.26	24
<i>Bursera aloexylon</i> Engelm.	0.02	80	10	16
<i>Ipomoea arborescens</i> G. Don.	0.012	20	31.1	7.4
<i>Opuntia pilifera</i> F.A.C. Weber	0.018	60	4.44	5
<i>Ferocactus flavovirens</i> (Sheidw) Britton & Rose	0.05	100	0.8	4
<i>Mammillaria haageana</i> Pfeiffer	0.138	100	0.24	3.3
<i>Karwinskia humboldtiana</i> Roemer & Schultes	0.008	80	4.5	3
<i>Fouquieria formosa</i> Kunth.	0.01	40	5	2
<i>Coryphantha pallida</i> Britton & Rose	0.076	80	0.18	1.1
<i>Cnidosculus tehuacanensis</i> Breckon	0.008	40	1	0.3
<i>Castela tortuosa</i> Liebm.	0.008	20	2	0.3
<i>Myrtillocactus geometrizans</i> (C.Martius) Console var. <i>grandiaereolatus</i> (H.Brav.-Holl.)Backeb.	0.002	80	0.81	0.1
<i>Agave marmorata</i> Roezl	0.006	20	0.58	0.069

que nos interesa por su importancia en definir las características actuales del paisaje en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Estos procesos de intensa erosión por lo tanto, formaron cerros de cimas planas con rocas calizas como roca madre, zonas de ladera con lutitas, zonas de depositación aluvial a lo largo del río Salado, así como áreas de material ígneo. Esta heterogeneidad, según observaciones preliminares indican una distribución diferencial de especies y diferencias fisiológicas de la vegetación que hace necesario una caracterización de las mismas con criterios estructurales, fisiológicos y florísticos.

El presente trabajo pretende describir los principales tipos vegetación enfatizando la distribución y recambio de especies (diversidad beta) en las diferentes comunidades del Valle de Zapotitlán. El estudio abarca una área aproximada de 100 km<sup>2</sup> en los alrededores del Cerro Cutá.

## Material y métodos

### Área de estudio

El Valle de Zapotitlán de las Salinas, se ubica en la porción occidental del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, con una superficie de 397 km<sup>2</sup>, y junto con el Valle de Cuicatlán, constituyen dos unidades fisiográficas

de la Provincia florística de Tehuacán-Cuicatlán (Rzedowski, 1978).

El cerro Cutá es un macizo montañoso de edad Cretácica que va de los 1500 a los 1700 metros arriba del nivel del mar y se encuentra localizado en los 18° 20' de latitud norte y 97° 27' de longitud oeste dentro del Valle de Zapotitlán de las Salinas. El área de estudio comprende una franja de vegetación ubicada entre los 1380 y los 1700 m., localizado en el kilómetro 25.6 de la carretera Tehuacán-Huajuapán de León, Oaxaca, a un costado del Jardín Botánico y Vivero de Cactáceas "Helia Bravo Hollis". Se trata por tanto de una área de aproximadamente 100 km<sup>2</sup> ubicada en los alrededores del Cerro Cutá.

Climáticamente el Valle de Zapotitlán de las Salinas está determinado en gran parte por la Sierra de Zongolica, que detiene los vientos húmedos provenientes del Golfo de México, formando una sombra de lluvia sobre el Valle (Valiente, 1991). Su clima es cálido y semiárido con una temperatura media anual de 21°C, presentándose una canícula bien definida a mitad del período de lluvias; con una precipitación media anual de 400 mm a 450 mm (Valiente, 1991). Existe una gran diversidad de afloramientos geológicos y tipos de suelo en el Valle de Zapotitlán de las Salinas, estos son: someros, pedregosos, halomórficos con diferentes estados de alcalinidad y salinidad, entre los

cuales encontramos: Litosoles, Cambisoles cálcicos, y Xerosoles cálcicos derivados de evaporitas del Cretácico Inferior y Medio, comprendiendo las formaciones Zapotitlán, Miahuatepec, San Juan Raya y Cipiapa (Dávila, *et al.*, 1993).

#### Muestras y su localización

El tipo de muestreo utilizado en la caracterización de la vegetación desde el punto de vista de fisonomía y dominancia de las especies fue un muestreo con área. La superficie total muestreada fue de 3500 m<sup>2</sup>, repartido en siete zonas de 500 m<sup>2</sup> cada una. El criterio

empleado en la ubicación de cada cuadro fue basado en las diferentes unidades geomórficas presentes en la zona de estudio que son: depósitos aluviales profundos localizados a lo largo del río Salado, laderas con diferentes orientaciones con suelos derivados de areniscas, lutitas y calizas, así como cimas planas de cerros que constituyen remanentes del fondo de la Cuenca (Valiente-Banuet, com. pers.). Un resumen de las características de los sitios de muestreo se presenta en el cuadro 1.

Cada cuadro de muestreo fue dividido en subunidades de 100 m<sup>2</sup>, para hacer las mediciones a los organismos reconocidos respectivamente: ¿ Árboles,

Cuadro 4. Densidad, frecuencia, cobertura e Índice de dominancia (I.D.) para las plantas presentes en una tetechera en Zapotitlán de las Salinas, Puebla

Especie	Densidad núm. ind./m <sup>2</sup>	Frecuencia %	Cobertura (m <sup>2</sup> )	I.D.
<i>Mimosa luisana</i> Brandege	0.33	100	219	7282
<i>Agave karwinskii</i> Zucc	7	40	19	5241
<i>Agave marmorata</i> Roezl	0.13	100	16	217
<i>Neobuxbaumia tetetzo</i> F.A.C. (Weber) Backeb	0.45	100	4	188
<i>Verbesina</i> sp	0.1	80	19	153
<i>Bursera aloexylon</i> Englem	0.058	80	28	130
<i>Cordia curassavica</i> (Jacq.) Roemer & Schultes	0.058	60	20	68
<i>Fouquieria formosa</i> Kunth	0.026	60	21	33
<i>Cathestecum brevifolium</i> Swallen	0.13	20	12.5	32.5
<i>Calliandra eriophylla</i> Benth.	0.05	60	6	21
<i>Ipomoea arborescens</i> G. Don	0.016	60	16	15
<i>Casalsipinia melanadenia</i> (Rose) Standley	0.03	60	7	12
<i>Sanvitalia fruticosa</i> Hemsley	0.08	100	1	11
<i>Ferocactus flavovirens</i> (Sheidw.) Britton & Rose	0.06	80	1	6.9
<i>Mammillaria haageana</i> Pfeiffer	0.23	100	0.2	6.2
<i>Ruellia rosea</i> (Nees) Hemsley	0.03	60	3	6
<i>Karwinskia humboldtiana</i> Roemer & Schultes	0.01	40	12	5.5
<i>Castela tortuosa</i> Liebm	0.02	60	3	4.3
<i>Acacia coulteri</i> Benth	0.006	40	16	4
<i>Myrtillocactus geometrizans</i> (C. Martius) Console var. <i>grandiaereolatus</i> (H.Brav-Holl.) Backeb	0.02	60	2	3
<i>Ferocactus latispinus</i> var <i>spiralis</i> (Kanwinsky) Taylor	0.05	80	0.36	1.6
<i>Mammillaria carnea</i> Zucc. ex Pfeiffer	0.06	80	0.2	1.2
<i>Iresine calea</i> (Ibañez) Standley	0.01	40	3	1.1
<i>Mammillaria napina</i> J. Purpus	0.02	60	0.5	0.8
<i>Loeselia caerulea</i> (Cav.) G. Don	0.076	60	0.1	0.7
<i>Coryphantha pallida</i> Britton & Rose	0.008	80	0.46	0.3
<i>Malpighia mexicana</i> A.Dr. Juss	0.006	20	2	0.2
<i>Opuntia pilifera</i> F.A.C. Weber	0.004	40	0.67	0.1
<i>Bursera fagaroides</i> (Kunth) Englem	0.002	20	3	0.12
<i>Ceiba parvifolia</i> Rose	0.01	20	0.8	0.17
<i>Chaptalia pringlei</i> E. Greene	0.004	20	0.7	0.057
<i>Pittocaulon praecox</i> (Cav.) H. Rob. & Bretell	0.01	40	0.003	0.0019
<i>Echinocactus platyacanthus</i> Link & Otto f. <i>grandis</i> (Rose) H.Brav-Holl	0.002	20	0.07	0.0028
<i>Ferocactus recurvus</i> Miller G. Lindsay	0.002	20	0.08	0.0034



Cuadro 5. Densidad, frecuencia, cobertura e índice de Dominancia (I.D.) para las plantas presentes en una selva baja espinosa perennifolia en Zapotitlán de las Salinas, Puebla

Especie	Densidad núm. ind./m <sup>2</sup>	Frecuencia %	Cobertura (m <sup>2</sup> )	I.D.
<i>Opuntia pilifera</i> F.A.C. Weber	0.172	100	72.5	1248
<i>Prosopis laevigata</i> (Humb & Bonpl ex.Willd) M.C. Johnston	0.03	100	183.7	551
<i>Celtis pallida</i> Torrey	0.044	100	84	369
<i>Stenocereus pruinosus</i> (Otto) F. Buxb.	0.036	100	28	102
<i>Agave marmorata</i> Roezl	0.036	60	28.45	61.4
<i>Castela tortuosa</i> Liebm.	0.024	100	22	53
<i>Verbesina</i> sp.	0.128	100	2.52	32.3
<i>Maytenus phyllantoides</i> Benth	0.01	60	15.29	9
<i>Pachycereus marginatus</i> (De Candolle) Berger & Buxbaum	0.054	20	4	4
<i>Sporobolus macrospermus</i> Scribn ex Beal	0.034	100	1.19	4
<i>Myrtillocactus geometrizans</i> (C. Martius) Console var. <i>grandiaereolatus</i> (H. Brav.-Holl.) Backeb.	0.016	60	4	3.5
<i>Ferocactus latispinus</i> var. <i>spiralis</i> (Kanvinsky) Taylor	0.008	80	3	2
<i>Cercidium praecox</i> (Ruiz & Pavón) Harms	0.004	20	10.09	0.9
<i>Opuntia decumbens</i> Salm-Dyck	0.062	80	0.015	0.07
<i>Agave macroacantha</i> Zucc.	0.02	60	0.458	0.5
<i>Mammillaria carnea</i> Zucc ex Pfeiffer	0.012	60	0.312	0.2
<i>Talinum paniculatum</i> (Jacq) Gaertner	0.066	20	0.024	0.031
<i>Coryphantha pallida</i> Britton & Rose	0.004	40	0.22	0.035
<i>Portulaca mexicana</i> Peter G. Wilson	0.002	20	0.012	0.00048
<i>Hechtia podantha</i> Mez.	0.002	20	1.5	0.06
<i>Pachycereus hollianus</i> (F.A.C. Weber) F. Buxb.	0.006	20	0.108	0.012
<i>Peniocereus viperinus</i> (F.A.C. Weber) F. Buxb.	0.002	20	0.017	0.00068

considerando a las plantas leñosas con un tronco principal no ramificado desde la base. *ii*] Arbustos, caracterizados por la presencia de varios tallos leñosos que salen del suelo tanto erguidos, como rastreos y suculentos. *iii*] Herbáceas, rastreras, enredaderas, con forma arrosada. *iv*] plantas sin tallo leñoso aéreo, con la parte superior herbácea, decidua y anual. Las formas de vida epífita, parásita sólo fueron registradas florísticamente.

Para cada individuo fueron tomadas las siguientes medidas: altura (m), dos medidas perpendiculares de la cobertura de la copa en metros. Para arbustos, enredaderas, herbáceas, rastreras, anuales se midió la altura máxima y dos diámetros perpendiculares de cobertura de las copas.

#### Fase de análisis

*Cálculo de la dominancia de las especies.* Fueron determinados los siguientes parámetros:

*i*] *Cobertura.* Es el área total medida expresada en m<sup>2</sup>; y fue calculada a partir de la medición de dos diá-

metros perpendiculares de las copas de árboles, arbustos, como se presenta en la siguiente fórmula:

$$C = \left\{ \left[ \frac{(d_1 + d_2)}{4} \right]^2 \pi \right\}$$

donde:

C = Cobertura promedio.

d<sub>1</sub> = Primer diámetro de cobertura de la copa

d<sub>2</sub> = Segundo diámetro de cobertura de la copa.

π = 3.1416

*ii*] *Frecuencia.* Expresada como el número de subunidades del muestreo en que apareció la especie en cuestión. Este valor es expresado en porcentaje.

*iii*] *Densidad.* Tomada como el número de individuos por unidad de área en m<sup>2</sup>.

*iv*] *Índice de dominancia (I.D.)* Fue evaluada la dominancia de las especies para cada área muestreada, (Valiente-Banuét, González y Piñero, 1995) calculándose de la siguiente manera.

I.D. = Frecuencia(%) \* Densidad (No.ind./m<sup>2</sup>) \* Cobertura(m<sup>2</sup>)

Cuadro 6. Densidad, frecuencia, cobertura e Índice de Dominancia (I.D.) para las plantas presentes en una tetechera-cardonal en Zapotitlán de las Salinas, Puebla

Especie	Densidad (núm. ind./m <sup>2</sup> )	Frecuencia (%)	Cobertura (m <sup>2</sup> )	I.D.
<i>Acacia coulteri</i> Benth	0.18	100	349	6354
<i>Verbesina</i> sp.	0.11	100	39	445
<i>Agave Karwinskii</i> Zucc.	0.25	80	19	382
<i>Neobuxbaumia tetetzo</i> (F.A.C. Weber) Backeb.	0.55	100	5	275
<i>Mammillaria colina</i> J. Purpus	0.03	100	34	136
<i>Mammillaria sphacelata</i> C. Martius	0.19	100	6	125
<i>Sanvitalia fruticosa</i> Hemsley	0.2	100	5	105
<i>Agave marmorata</i> Roezl	0.05	100	11	53
<i>Loeselia caerulea</i> (Cav.) G. Don.	0.1	80	6	51
<i>Portulaca mexicana</i> Peter G. Wilson	0.13	100	3.5	48
<i>Coryphantha pallida</i> Britton & Rose	0.08	100	5	45
<i>Mammillaria carnea</i> Zucc. ex Pfeiffer	0.47	100	0.6	29
<i>Mammillaria napina</i> J. Purpus	0.15	80	2	23
<i>Opuntia pilifera</i> F.A.C. Weber	0.04	80	4	15
<i>Mimosa luisana</i> Bändegee	0.01	60	11	12
<i>Ipomoea arborescens</i> G. Don.	0.01	60	16	11.8
<i>Stenocereus pruinosus</i> (Otto) F. Buxb	0.01	80	9	7
<i>Sedum dendroideum</i> D.C.	0.03	20	5	3.5
<i>Fouquieria formosa</i> Kunth	0.01	20	16	3.2
<i>Caesalpinia melanadenia</i> (Rose) Standley	0.01	60	2.5	2.8
<i>Myrtillocactus geometrizans</i> (C. Martius) Console var. <i>grandiaerolatus</i> (H. Brav.-Holl.) Backeb.	0.02	80	1.5	2.6
<i>Prosopis laevigata</i> (Humb & Bonpl ex Willd) M.C. Johnson	0.006	40	9	2.23
<i>Ferocactus flavovirens</i> (Scheidw) Britton & Rose	0.03	100	0.6	1.9
<i>Cercidium praecox</i> (Ruíz & Pavón) Harms	0.004	40	10.5	1.7
<i>Talinum paniculatum</i> (Jacq) Gaertner	0.05	80	0.26	1.1
<i>Agave macroacantha</i> Zucc.	0.02	60	0.5	0.66
<i>Pachycereus hollianus</i> (F.A.C. Weber) F. Buxb.	0.02	40	0.3	0.35
<i>Hechtia podantha</i> Mez	0.008	40	1	0.32
<i>Castela tortuosa</i> Liebm.	0.006	20	2.5	0.3
<i>Bursera aloexylon</i> Engelm.	0.006	60	0.5	0.21
<i>Selaginella lepidophylla</i> (Hook. & Grev.) Spring	0.032	60	0.03	0.07
<i>Cnidoscopus tehuacanensis</i> Breckon	0.008	60	0.11	0.05
<i>Cephalocereus columna-trajani</i> (F.A.C. Weber) Schuman	0.006	60	0.06	0.02
<i>Echinocactus platyacanthus</i> Link & Otto f. <i>grandis</i> (Rose) H. Brav.-Holl.	0.008	20	1.2	0.02
<i>Sporobolus macrospermus</i> Scribn ex Beal.	0.008	40	0.07	0.02
<i>Acacia constricta</i> Benth.	0.002	20	0.3	0.01
<i>Iresine celosia</i> L.	0.002	20	0.22	8.8x10 <sup>-3</sup>
<i>Echinocereus pulchellus</i> (C. Martius) Schuman	0.002	20	0.09	3x10 <sup>-3</sup>
<i>Thompsonella minutiflora</i> (Rose) Britton & Rose	0.004	20	0.0006	4.8x10 <sup>-5</sup>

v] *Perfil de la Vegetación*. Obtenido a partir de los datos de campo por área muestreada para Zapotitlán de las Salinas (figura 8.)

*Cálculo de la diversidad*. La diversidad  $\beta$  es una medida de la homogeneidad en la repartición de especies entre comunidades. Esta se calculó de acuerdo al

índice diversidad  $\beta$  propuesto por Wilson y Schmida (1984). Este índice proporciona una medida del recambio de especies, tomando en cuenta el número de especies nuevas encontradas y las que ya no se encuentran cuando se pasa de una comunidad a la siguiente (Magurran, 1989).

De esta forma la diversidad  $\beta$  se calculó por medio de la siguiente fórmula:

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

donde:

$\beta$  = Diversidad  $\beta$ .

$a$  = Número de especies ganadas o nuevas encontradas a lo largo de un gradiente o entre comunidades

$b$  = Número de especies que desaparecen a lo largo de un gradiente o entre comunidades.

$\alpha$  = Número promedio de especies entre comunidades.

Se obtuvieron los valores de diversidad  $\beta$  parciales, así como una medida total considerando todas las comunidades descritas,  $\beta\tau$  dada por la siguiente ecuación:

$$\beta\tau = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \beta_i$$

donde,

$n$  = Número de combinaciones obtenidas ( $n = 21$ ) al comparar cada comunidad para el cálculo de la diversidad  $\beta\tau$ .

$\beta\tau$  puede ser interpretado como el valor que se obtendría en un sistema de  $n$  comunidades. Los valores obtenidos fueron multiplicados por 100 para poner los valores en porcentaje.

Complementariamente se obtuvieron los índices de similitud florística entre comunidades por medio del índice de Jacqard (Magurran, 1989). Este índice es igual a 100 cuando los sitios comparados comparten las mismas especies, y por el contrario el índice toma el valor de 0 si éstos no presentan ninguna especie en común (Magurran, 1989).

El índice de Jacqard fue calculado de la siguiente manera:

$$C_j = i / [(a + b) - i] * 100$$

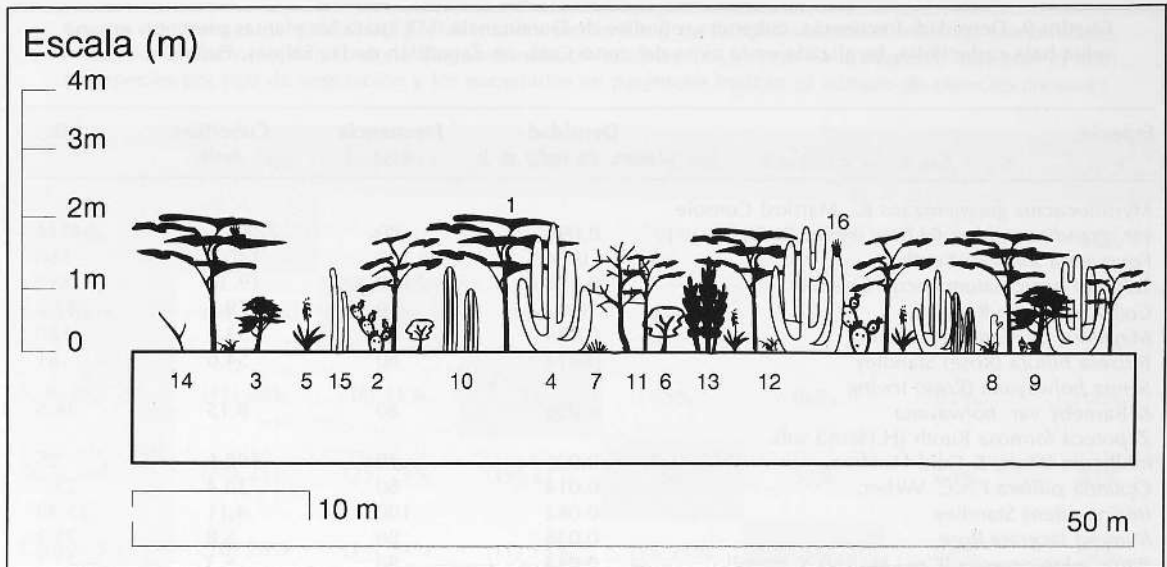
donde:

$C_j$  = Índice de Jacqard.

Cuadro 7. Densidad, frecuencia, cobertura, e Índice de Dominancia (I.D.) para las plantas presentes en un cardonal de *Stenocereus stellatus* en Zapotitlán de las Salinas, Puebla.

Especie	Densidad (núm. ind./m <sup>2</sup> )	Frecuencia (%)	Cobertura (m <sup>2</sup> )	I.D.
<i>Opuntia pilifera</i> F.A.C. Weber	0.15	100	42	653
<i>Fouquieria formosa</i> Kunth	0.05	100	114	593
<i>Cercidium praecox</i> (Ruíz & Pavón) Harms	0.03	100	88	299
<i>Mimosa luisana</i> Bandegge	0.07	100	35	267
<i>Ipomoea arborescens</i> G. Don.	0.048	100	47	227
<i>Acacia coulteri</i> Benth	0.02	100	50	139
<i>Caesalpinia melanadenia</i> (Rose) Standley	0.11	100	8	95
<i>Sanvitalia fruticosa</i> Hemsley	0.186	80	5	74
<i>Solanum tridynamum</i> Dunal	0.11	100	6	69
<i>Cathastecum brevifolium</i> Swallen	0.06	100	9	57
<i>Myrtillocactus geometrizans</i> (C.Martius)				
Console var. <i>grandiaereolatus</i> (H.Brav-Holl.) Backeb.	0.01	40	18	9
<i>Stenocereus pruinosus</i> (Otto) F. Buxb	0.01	100	9.2	9
<i>Agave karwinskii</i> Zucc.	0.04	60	3	8.34
<i>Melochia tomentosa</i> L.	0.03	80	3	8
<i>Opuntia pumila</i> Rose	0.1	100	0.25	2
<i>Gomphrena decumbens</i> Jacq.	0.05	100	0.2	1
<i>Verbesina neotenoriensis</i> B.Turner	0.008	80	1.3	0.83
<i>Bursera aloexylon</i> Engelm.	0.008	60	0.7	0.35
<i>Mammillaria carnea</i> Zucc. ex Pfeffier	0.028	100	0.05	0.15
<i>Cnidoscylus tehuacanensis</i> Breckon	0.004	20	1.4	0.11
<i>Coryphantha pallida</i> Britton & Rose	0.016	100	0.04	0.07
<i>Chamaesyce cumbrae</i> (Boiss.) Millsp.	0.02	80	0.03	0.07
<i>Sporobolus airoides</i> (Torr.) Torr.	0.02	40	0.01	0.01
<i>Mammillaria colina</i> J. Purpus	0.01	80	0.01	0.01
<i>Ferocactus latispinus</i> (Haw.) Britton & Rose	0.002	20	0.006	0.0002





**Figura 3.** Perfil diagramático de la selva baja espinosa perennifolia. 1. *Prosopis laevigata* 2. *Opuntia pilifera* 3. *Celtis pallida* 4. *Stenocereus pruinosus* 5. *Agave* sp 6. *Castela tortuosa* 7. *Verbesina* sp. 8. *Myrtillocactus geometrizans* 9. *Mammillaria* sp. 10. *Pachycereus marginatus* 11. *Cercidium praecox* 12. *Sporobolus airoides* 13. *Maytenus phyllantoides* 14. *Peniocereus viperinus* 15. *Pachycereus hollianus* 16. *Tillandsia recurvata*

**Cuadro 8.** Densidad, frecuencia, cobertura, e Índice de Dominancia (I.D.) para las plantas presentes en un cardonal de *Cephalocereus columna-trajani* en Zapotitlán de las Salinas, Puebla

Especie	Densidad (nún. ind./m <sup>2</sup> )	Frecuencia (%)	Cobertura (m <sup>2</sup> )	(I.D)
<i>Sporobolus pyramidatus</i> (Lam.) A. Hitch.	0.49	100	39.376	1929
<i>Mimosa luisana</i> Brandegee	0.08	100	135.412	1083
<i>Hechtia podantha</i> Mez	0.242	100	21.143	511
<i>Agave peacockii</i> Croucher	0.132	100	22.486	297
<i>Caesalpinia melanadenia</i> (Rose) Standley	0.082	80	38	249
<i>Agave macroacantha</i> Zucc.	0.282	100	8.69	245
<i>Euphorbia antisiphilitica</i> Zucc.	0.098	100	21.75	213
<i>Fouquieria formosa</i> Kunth	0.034	100	54.164	184
<i>Mascagnia parvifolia</i> Griseb	0.062	100	26.425	164
<i>Lippia graveolens</i> Kunth	0.062	80	32.524	161
<i>Ipomoea arborescens</i> G. Don.	0.04	20	8.115	140
<i>Selaginella lepidophylla</i> (Hook & Grev) Spring	0.264	100	1.736	46
<i>Verbesina neotenoriensis</i> B. Turner	0.032	80	5.629	14.4
<i>Cephalocereus columna-trajani</i> (F.A.C. Weber) Schuman	0.126	100	0.924	11.6
<i>Iresine calea</i> (Ibáñez) Standley	0.036	60	3.729	8
<i>Sanvitalia fruticosa</i> Hemsley	0.084	100	0.67	6
<i>Beaucarnea gracilis</i> Lem.	0.008	60	11.34	5.4
<i>Echinocactus platyacanthus</i> Link & Otto f. <i>grandis</i> (Rose) H.Brav.-Holl.	0.026	100	1.87	5
<i>Bursera aloexylon</i> Engelm.	0.016	60	3.18	3
<i>Mammillaria haageana</i> Pfeiffer	0.092	100	0.174	1.6

Cuadro 9. Densidad, frecuencia, cobertura, e Índice de Dominancia (I.D.) para las plantas presentes en una selva baja caducifolia, localizada en la cima del cerro Cutá, en Zapotitlán de las Salinas, Puebla

Especie	Densidad (núm. de ind./ m )	Frecuencia (%)	Cobertura (m <sup>2</sup> )	I.D.
<i>Myrtillocactus geometrizans</i> (C. Martius) Console var. <i>grandiaereolatus</i> (H.Brav.-Holl.) Backeb.	0.094	80	7306	54944
<i>Fouquieria formosa</i> Kunth	0.04	100	140.2	560
<i>Talinum paniculatum</i> (Jacq.) Gaertner	0.171	100	19.36	331
<i>Ceiba parvifolia</i> Rose	0.02	80	179.5	287.2
<i>Maytenus phyllantoides</i> Benth.	0.044	80	33.9	120
<i>Bursera biflora</i> (Rose) Standley	0.014	80	54.6	61
<i>Senna holwayana</i> (Rose) Irwing & Barneby var. <i>holwayana</i>	0.056	80	8.15	36.5
<i>Zapoteca formosa</i> Kunth (H.Hern.) sub. mollicula (Mart. & Gal.) H. Hern.	0.006	40	108.6	26
<i>Opuntia pilifera</i> F.A.C. Weber.	0.014	60	30.4	25.5
<i>Iresine nitens</i> Standley	0.062	100	4.11	25.48
<i>Mimosa lacerata</i> Rose	0.036	80	8.8	25.3
<i>Pittocaulon praecox</i> (Cav.) H. Rob & Bretell	0.044	80	6.3	22.2
<i>Plumeria rubra</i> L. f. <i>acutifolia</i> (Poiret) Woodson	0.02	80	12.2	19.5
<i>Zinnia peruviana</i> (L.) L.	0.104	60	1.16	7.23
<i>Acacia sericea</i> Mart. & Gal.	0.004	40	39.2	6.27
<i>Sporobolus pyramidatus</i> (Lam.) A. Hitch.	0.016	20	1.7	0.54
<i>Jacquemontia smithii</i> Rob. & Greenm.	0.006	60	1.2	0.4
<i>Ipomoea arborescens</i> G.Don.	0.008	60	0.83	0.39
<i>Salvia podadena</i> Briq.	0.018	20	0.87	0.31

$j$  = Es el número de especies comunes entre dos comunidades.

$a$  = Es el número de especies de la comunidad  $a$ .

$b$  = Es el número de especies de la comunidad  $b$ .

#### Colecta del material botánico

El trabajo de campo duró de marzo de 1994 a septiembre de 1995. El material colectado fue identificado en la mayoría de los casos hasta el nivel de especie. Con base en las colectas se elaboró el listado florístico de las plantas vasculares presentes en el área de estudio, actualizando los nombres científicos, considerando sinonimias o cualquier otra modificación nomenclatural. El material colectado se encuentra depositado en el Herbario Nacional del Instituto de Biología de la UNAM (MEXU).

#### Resultados

##### Listado florístico

Se identificaron un total de 184 especies, 130 géneros y 50 familias de plantas vasculares; de las cuales las Cactaceae (21 spp.), Asteraceae (16 spp.), Euphor-

biaceae (13 spp.), Poaceae (12 spp.), Mimosaceae (10 spp.), Agavaceae (7 spp.), Convolvulaceae (7 spp.), Amaranthaceae (6 spp.), Caesalpinaceae (5 spp.), Burseraceae (5 spp.) y Fabaceae (4 spp.), son las más representativas (apéndice 1).

##### Tipos de Vegetación

Fueron identificadas siete comunidades de acuerdo a la clasificación de la vegetación propuesta por Miranda y Hernández, X. (1963). Estas son: matorral espinoso con espinas terminales, tetechera, selva baja espinosa perennifolia, tetechera-cardonal, cardonal de *Stenocereus stellatus*, cardonal de *Cephalocereus columbarajani*, y selva baja caducifolia, localizadas en los alrededores del Cerro Cutá, representando más del 50% de la riqueza florística calculada en 300 especies para Zapotitlán de las Salinas (Villaseñor, comunicación personal; cuadro 2).

##### Matorral espinoso con espinas terminales

Este tipo de vegetación se encuentra principalmente en cimas planas de los cerros, siendo las Caesalpinaceae y Mimosaceae los grupos dominantes. Entre

Cuadro 10. Valores de diversidad  $\beta$  y del índice de similitud de Jaccard obtenidos entre las comunidades (cifras por arriba y por debajo de la diagonal, respectivamente). Los valores en la diagonal muestran el total de especies por tipo de vegetación y los encerrados en paréntesis indican el número de especies comunes

	Mat. Esp.	Tetechera	S. B. Esp. P	Tet.-Card.	Cardón S s	Card. C c-t	S. B. C.
Mat. Esp.	30	44%	81%	51%	54%	60%	88%
Tetechera	(19) 32%	42	79%	48%	72%	71%	87%
S. B. Esp. P	(11) 20%	(8) 11%	25	55%	86%	91%	100%
Tet.-Card.	(22) 25%	(25) 29%	(19) 22%	58	59%	60%	83%
Cardón S s	(16) 26%	(14) 21%	(11) 13%	(18) 21%	34	58%	94%
Card. C c-t	(19) 27%	(16) 23%	(13) 15%	(22) 32%	(15) 22%	43	76%
S. B. C.	(12) 14%	(15) 17%	(12) 1%	(16) 16%	(18) 14%	(13) 4%	65

$$\beta\tau = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n \beta_i = 71.3\%$$

Mat. Esp. = Matorral espinoso con espinas terminales

Tet. = Tetechera

S. B. Esp. P. = Selva baja espinosa perennifolia

Tet.-Card.= Tetechera-cardonal

Card. S. s. = Cardonal de *Stenocereus stellatus*

Card. C. c.-t.= Cardonal de *Cephalocereus columna-trajani*

S. B. C. = Selva baja caducifolia

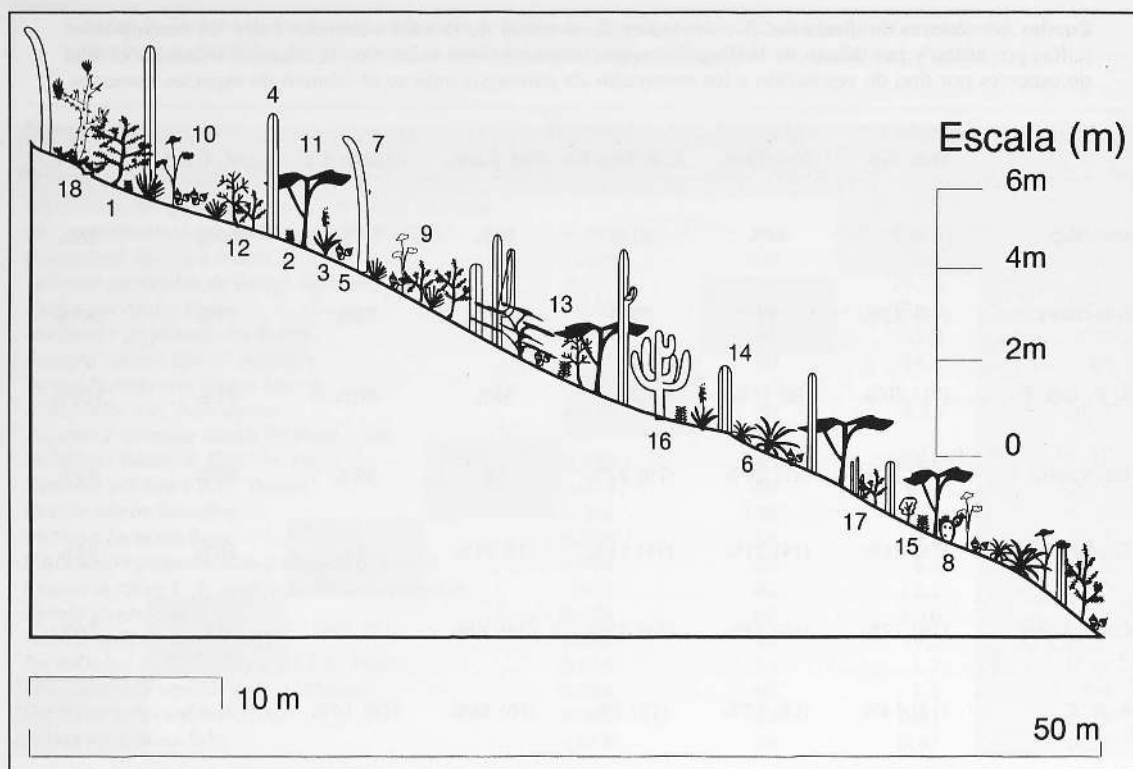
las especies más importantes podemos encontrar a: *Mimosa luisana*, *Cordia curassavica*, *Caesalpinia melanadenia*, *Bursera aloexylon*, *Fouquieria formosa* e *Ipomoea arborescens* conformando un matorral espinoso no mayor a los 2 m de altura (figura 1, cuadro 3). También se presentan diversas plantas suculentas y algunos elementos rosetófilos pertenecientes a: *Myrtillocactus geometrizans*, *Opuntia pilifera*, *Agave karwinskii*, *Agave marmorata* y algunas plantas suculentas globosas como: *Mammillaria carnea*, *Mammillaria napina*, *Mammillaria haageana*, *Ferocactus flavovirens* y *Coryphantha pallida*.

En este tipo de vegetación se encuentran en el estrato herbáceo las siguientes especies: *Sanvitalia fruticosa*, *Ruellia rosea*, *Chaptalia pringlei* y *Cathestecum brevifolium*.

#### Tetechera

Son agrupaciones de plantas crasas, altas de 3 a 11 m de altura, correspondientes a la cactácea columnar *Neobuxbaumia tetetzo*, especie que sobresale entre el matorral espinoso (figura 2, cuadro 4). Esta vegetación se restringe prácticamente a laderas de cerros con suelos derivados de lutitas, y en laderas con lutitas en contacto con suelos calizos.

Algunas especies de arbustos son importantes, como: *Mimosa luisana*, *Cordia curassavica*, *Fouquieria formosa*, *Bursera aloexylon*, *Bursera fagaroides*, *Castela tortuosa*, *Aca-cia coulteri*, *Ceiba parvifolia*, e *Ipomoea arborescens*. Se encuentra una mayor variedad de compuestas dentro de el estrato herbáceo destacando: *Chaptalia pringlei*, *Sanvitalia fruticosa*, *Gymnosperma glutinosum* y *Verbesina* sp.



**Figura 4.** Perfil diagramático de la Tetechera-Cardonal. 1. *Acacia coulteri* 2. *Verbesina* sp., *Sanvitalia fruticosa* 3. *Agave* sp. 4. *Neobuxbaumia tetetzo* 5. *Mammillaria* sp. 6. *Agave karwinski* 7. *Cephalocereus columna-trajani* 8. *Opuntia pilifera* 9. *Ipomoea arborescens* 10. *Fouquieria formosa* 11. *Prosopis laevigata* 12. *Cercidium praecox* 13. *Bursera aloexylon* 14. *Pachycereus marginatus* 15. *Caesalpinia melanadenia* 16. *Myrtillocactus geometrizans* 17. *Pachycereus hollianus* 18. *Sedum dendroideum*.

#### *Selva baja espinosa perennifolia*

Este tipo de vegetación se caracteriza por el predominio de *Prosopis laevigata*, constituyendo los llamados mezquites desarrollándose en suelos aluviales profundos (figura 3, cuadro 5).

En el estrato arbustivo están: *Celtis pallida*, *Castela tortuosa*, *Maytenus phyllantoides*, *Cercidium praecox*, así como algunas cactáceas como: *Stenocereus pruinosus*, *Myrtillocactus geometrizans*, *Opuntia pilifera*, *Opuntia tunicata*, *Pachycereus hollianus*, *Pachycereus marginatus* y *Peniocereus viperinus*.

En el estrato herbáceo se desarrollan *Verbesina* sp., *Talinum paniculatum*, *Portulaca mexicana* y algunas plantas rosetófilas como: *Hechtia podantha*, *Agave marmorata*, *Agave macroacantha*.

Además de una gran variedad de pastos como: *Aristida glauca*, *Bothriochloa barbinodis*, *Cenchrus myosuroides*, *Eragrostis mexicana*, *Heteropogon contortus*, *Sporobolus airoides*, *S. macrospermus*, y *S. pyramidatus* presentes

en los límites de los suelos aluviales profundos y a lo largo del río Salado.

#### *Tetechera-Cardonal*

Este tipo de vegetación se desarrolla sobre suelos derivados de lutitas en contacto con calizas, donde encontramos una mezcla de cactáceas columnares pertenecientes a: *Neobuxbaumia tetetzo* y *Cephalocereus columna-trajani* (figura 4, cuadro 6).

Existe una gran variedad de especies presentes en el estrato arbóreo y arbustivo sobresaliendo: *Acacia coulteri*, *Mimosa luisana*, *Fouquieria formosa*, *Caesalpinia melanadenia*, *Prosopis laevigata* y *Cercidium praecox* entre otras.

Otras especies de plantas suculentas y columnares presentes son: *Opuntia pilifera*, *Myrtillocactus geometrizans*, *Pachycereus hollianus*, *Pachycereus marginatus*, *Echinocereus pulchellus*, *Mammillaria haageana*, *Mammillaria sphaelata*, *Mammillaria carnea* y *Ferocactus flavovirens*.

Asimismo existe una gran variedad de plantas herbáceas, entre las que dominan: *Verbesina* sp, *Sanvitalia fruticosa*, *Loeselia caerulea*, *Portulaca mexicana*, y *Talinum paniculatum*.

#### Cardonal de *Stenocereus stellatus*

Este tipo de vegetación se desarrolla en suelos derivados de rocas ígneas, sobre laderas de poca pendiente cuya composición de especies está caracterizada por la presencia de plantas arbóreas de *Stenocereus stellatus* y *Myrtillocactus geometrizans* (figura 5, cuadro 7)

El porte arbóreo dominante se caracteriza por la presencia de *Fouquieria formosa*, *Mimosa luisana* y *Acacia coulteri*.

En el estrato herbáceo encontramos a *Sanvitalia fruticosa*, *Solanum tridynamum*, *Gomphrena decumbens*, junto con algunos pastos como: *Sporobolus airoides*, *Cathestecum brevifolium*.

#### Cardonal de *Cephalocereus columna-trajani*

Este tipo de vegetación se desarrolla sobre laderas, en suelos derivados de calizas, donde predomina la cactácea columnar *Cephalocereus columna-trajani* (figura 6, cuadro 8)

Entre los arbustos dominantes encontramos: *Mimosa luisana*, *Fouquieria formosa*, *Cercidium praecox*, así

como algunas especies arbustivas de: *Bursera aloexylon*, *Bursera árida*, *Bursera fagaroides*, *Caesalpinia melanadenia*, *Lippia graveolens*, *Ruellia rosea*, y *Mascagnia parvifolia*.

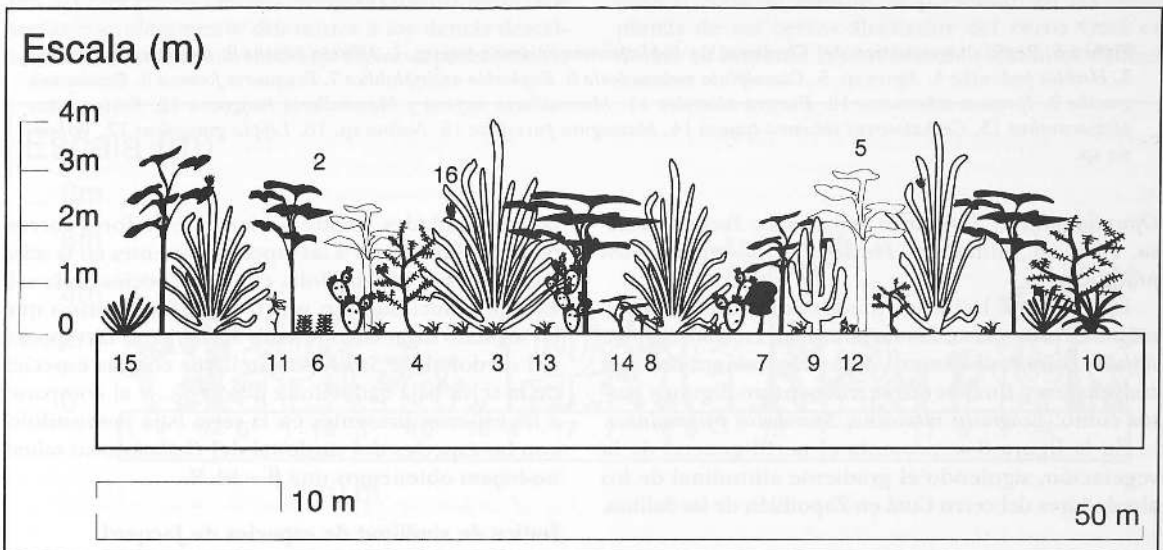
También podemos encontrar algunos elementos de la vegetación característicos del Izotal como son: *Beaucarnea gracilis* y una gran variedad de Agaves como: *Agave macroacantha*, *Agave peacockii*, *Agave karwinski* y *Agave marmorata*.

El estrato herbáceo está dominado por: *Verbesina neotenoriensis*, *Iresine calea*, *Hemiphyllacus mahindae*, *Lippia graveolens*, *Ruellia rosea*, *Sanvitalia fruticosa*, *Mascagnia parvifolia*, y *Siphonoglossa ramosa*. Mientras que los pastos están representados únicamente por *Sporobolus pyramidatus*.

#### Selva baja caducifolia

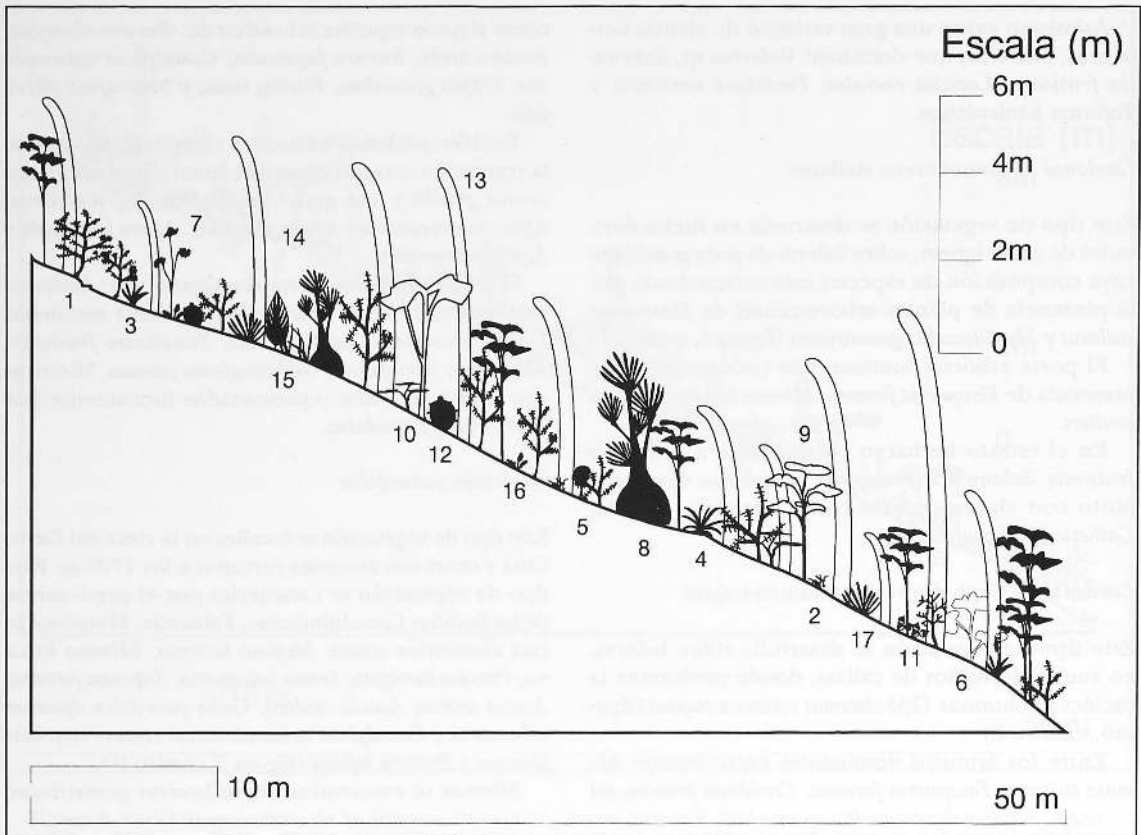
Este tipo de vegetación se localiza en la cima del Cerro Cutá y otros con altitudes cercanas a los 1700 m. Este tipo de vegetación se caracteriza por el predominio de las familias Caesalpiniaceae, Fabaceae, Mimosaceae con elementos como: *Mimosa lacerata*, *Mimosa luisana*, *Prosopis laevigata*, *Senna holwayana*, *Zapoteca formosa*, *Acacia sericea*, *Acacia coulteri*, *Ceiba parvifolia*, *Ipomoea arborescens*, y *Caesalpinia melanadenia* así como *Fouquieria formosa* y *Bursera biflora* (figura 7, cuadro 9)

Además se encuentran *Myrtillocactus geometrizans*,



**Figura 5.** Perfil diagramático del Cardonal de *Stenocereus stellatus*. 1. *Opuntia pilifera* 2. *Fouquieria formosa* 3. *Stenocereus stellatus* 4. *Mimosa luisana* 5. *Ipomoea arborescens* 6. *Sanvitalia fruticosa* 7. *Caesalpinia melanadenia* 8. *Solanum tridynamum* 9. *Myrtillocactus geometrizans* 10. *Agave karwinski* 11. *Melochia tomentosa* 12. *Mammillaria carnea* 13. *Cathestecum brevifolium* 14. *Bursera aloexylon* 15. *Verbesina neotenoriensis* 16. *Psittacanthus calyculatus* y *Tillandsia recurvata*.





**Figura 6.** Perfil diagramático del Cardonal de *Cephalocereus columna-trajani*. 1. *Mimosa luisana* 2. *Cenchrus myosuroides* 3. *Hechtia podantha* 4. *Agave* sp. 5. *Caesalpinia melanadenia* 6. *Euphorbia antisiphilitica* 7. *Fouquieria formosa* 8. *Beaucarnea gracilis* 9. *Ipomoea arborescens* 10. *Bursera aloexylon* 11. *Mammillaria napina* y *Mammillaria haageana* 12. *Echinocactus platyacanthus* 13. *Cephalocereus columna-trajani* 14. *Mascagnia parvifolia* 15. *Nolina* sp. 16. *Lippia graveolens* 17. *Verbesina* sp.

*Opuntia pilifera*, *Stenocereus marginatus*, *Yucca periculosa*, *Yucca* sp., junto con *Plumeria rubra*, y *Pittocaulon praecox*.

En el estrato herbáceo predominan: *Talinum paniculatum*, *Iresine nitens*, *Zinnia peruviana*, *Lantana achyranthifolia*, *Dalea carthagenensis*, *Sanvitalia fruticosa*, *Solanum tridynamum* y finalmente se encuentran algunos pastos como: *Eragrostis mexicana*, *Sporobolus pyramidatus*.

En la figura 8 se presenta el perfil general de la vegetación, siguiendo el gradiente altitudinal de los alrededores del cerro Cutá en Zapotitlán de las Salinas.

#### Diversidad Beta

El cuadro 10 muestra los valores correspondientes al cálculo de la diversidad  $\beta$  total ( $\beta\tau = 71.3\%$ ) obtenida en un área de 3,500m<sup>2</sup> a partir de la comparación de

las comunidades, donde los máximos valores corresponden al comparar a las especies presentes en la selva baja espinosa perennifolia con las especies de la selva baja caducifolia con una  $\beta = 100\%$ , mientras que en segundo lugar encontramos al comparar las especies del cardonal de *Stenocereus stellatus* con las especies de la selva baja caducifolia  $\beta = 94\%$ , y al comparar a las especies presentes en la selva baja perennifolia con las especies del cardonal del *Cephalocereus columna-trajani* obtenemos una  $\beta = 91\%$ .

#### Índice de similitud de especies de Jaccard

El cuadro 10 muestra también los valores (abajo de la diagonal) de similitud florística para las especies compartidas entre las comunidades. Con base en ello es evidente que los valores encontrados no sobrepasa

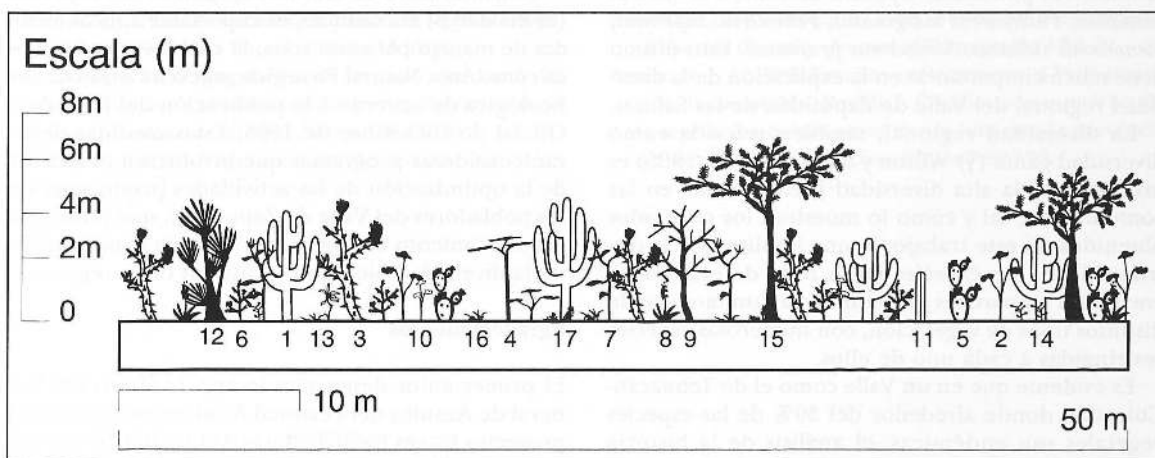
san el 32 % de similitud, pero llegan a tomar valores mínimos de hasta 1% correspondiente a las especies compartidas entre la selva baja espinosa perennifolia y la selva baja caducifolia. En el mismo cuadro se muestran los datos correspondientes al número de especies comunes (bajo la diagonal) entre las comunidades, donde se observa que el valor mínimo de 8 especies se tiene al comparar la selva baja espinosa perennifolia con la tetechera, mientras que el máximo corresponde a 28 especies compartidas al comparar la tetechera-cardonal con la tetechera, seguida de 22 especies compartidas entre el matorral espinoso con espinas terminales y la tetechera-cardonal y entre esta última con el cardonal de *Cephalocereus columna-trajani*.

### Discusión

La heterogeneidad ambiental dada principalmente por eventos históricos de erosión y depositación durante el Cuaternario constituyen uno de los rasgos ecológicos principales que caracterizan la zona de estudio. Tal y como lo han señalado diferentes autores, durante el Cuaternario tardío los eventos de erosión remontante determinaron principalmente la distribución de geoformas (Nava, 1965; Brunet, 1967 y Fuentes-Aguilar, 1970). Las zonas de suelos aluviales profundos, localizadas a lo largo del río Salado, por ejemplo, mantienen un tipo de vegetación perennifolia dominado por árboles como *Prosopis laevigata* constituyendo sistemas completamente diferentes a los demás descritos, encontrándose una selva baja espinosa perennifolia.

Otro de los rasgos sobresalientes de la zona estudiada es la dominancia de cactáceas columnares que constituyen a los cardonales, tetecheras y algunas zonas de transición entre éstas (tetechera-cardonal). Estos tipos de vegetación se encuentran prácticamente en zonas con pendientes que van del 10 al 40 %, a diferentes altitudes (1450-650 m) y con diferentes litologías superficiales como son calizas y lutitas. Lo que es sobresaliente es que estos componentes dominantes desaparecen en las zonas planas de cerros bajos como el del Jardín Botánico de Zapotitlán, los cuales constituyen remanentes del fondo de la Cuenca (Valiente-Banuet y Dávila, en preparación). En estas zonas se concentran suelos más antiguos que los de las laderas, las cuales se formaron por erosión.

Rzedowski (1955, 1957) señala que en zonas áridas y bajo una misma condición climática los suelos derivados de diferentes litologías, tienen diferentes capacidades de retención de agua ocasionando marcadas diferencias florísticas. Estos trabajos hacen evidente que la distribución de especies puede estar respondiendo a la capacidad de los suelos para mantener especies que claramente pueden tener umbrales diferentes a la germinación y a la sobrevivencia. Por otra parte MacAuliffe (1994) y Valiente-Banuet *et al.* (1995), indican que la distribución de especies bajo una misma condición litológica puede presentar diferencias florísticas y de vegetación como producto de la antigüedad de los suelos. Estas diferencias, para la zona de estudio, se presentan en las cimas planas de los cerros alrededor del cerro Cutá en donde es evidente la ausencia de elementos florísti-



**Figura 7.** Perfil diagramático de la selva baja caducifolia. 1. *Myrtillocactus geometrizans* 2. *Fouquieria formosa* 3. *Ceiba parvifolia* 4. *Bursera biflora* 5. *Opuntia pilifera* 6. *Mimosa lacerata* 7. *Plumeria rubra* 8. *Agave marmorata* 9. *Prosopis laevigata* 10. *Ipomoea arborescens* 11. *Pachycereus marginatus* 12. *Yucca periculosa* 13. *Solanum tridynamum* 14. *Lantana achyranthyfolia* 15. *Eragrostis mexicana* 16. *Senna holwayana* 17. *Zinnia peruviana*.

cos dominantes de la vegetación como son las cactáceas columnares.

La existencia de la selva baja caducifolia en la cima del cerro Cutá para el Valle de Zapotitlán no había sido reportada por otros trabajos de vegetación realizados en la zona de estudio. Zavala (1982) y García (1991) reportan para el Valle de Zapotitlán cuatro comunidades vegetales que son: Tetechera, Cardonal, Izotal y Matorral Espinoso. Esta selva baja caducifolia se encuentra a una altitud de 1700 m y por lo tanto a 200 metros por arriba de la zona de tetecheras y cardonales, factor que podría indicar la baja similitud florística existente en relación a las otras comunidades. La presencia de esta comunidad probablemente responde a un mayor suministro de agua dado por las lluvias y la presencia de neblinas a lo largo del año, relacionándose significativamente con la altura tal y como lo demuestra en la siguiente relación:

$Pp = 0.30 (\text{alt}) + (-42.13)$ , obteniéndose para la altitud de 1700 m una precipitación de 467.87 mm, inferior a la reportada (Pp máxima de 700 mm) por Miranda y Hernández (1963) para el establecimiento de la selva baja caducifolia.

La riqueza de los tipos de vegetación en el área descrita al estar bajo una misma condición climática, responde a la heterogeneidad de los suelos, los cuales son el producto de diferencias litológicas y geomorfológicas, las cuales son las responsables de la generación de patrones heterogéneos en la distribución de las comunidades y de las especies, muchas de las cuales se encuentran restringidas a condiciones muy locales, por ejemplo algunas cactáceas como: *Echinocereus pulchellus*, *Opuntia tunicata*, *Pachycereus hollianus*, *Pachycereus marginatus*, *Peniocereus viperinus*, *Stenocereus stellatus*, *Stenocereus pruinosus*. Esto último tiene mucha importancia en la explicación de la diversidad regional del Valle de Zapotitlán de las Salinas.

La diversidad regional, también referida como diversidad gama ( $\gamma$ ) Wilson y Shmida (1984, 1985) es producto de la alta diversidad  $\beta$  encontrada en las comunidades, tal y como lo muestran los resultados obtenidos en este trabajo, lo que implica que la distribución de las especies en la zona de estudio, se encuentra en parches que conforman un mosaico de distintos tipos de vegetación, con numerosas especies restringidas a cada uno de ellos.

Es evidente que en un Valle como el de Tehuacán-Cuicatlán donde alrededor del 30% de las especies vegetales son endémicas, el análisis de la historia geomorfológica y la distribución de especies es un aspecto fundamental en la comprensión del estado actual de la diversidad a todas sus escalas:  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$ .

Así los patrones encontrados en este trabajo enfatizan la necesidad de comprender los procesos que

determinan las propiedades de los suelos y las causas de la distribución diferencial de las especies de acuerdo a ellos. Estos estudios deberán analizar los procesos de establecimiento de las especies en diferentes sustratos y explicar si la distribución de especies responde a procesos que ocurren desde la germinación o a la sobrevivencia de individuos juveniles.

Estudios recientes como los de Valiente-Banuet, *et al.* (1996) para las cactáceas columnares indican por ejemplo que los dispersores de estas especies en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán son las mismas aves y murciélagos, así como los depredadores (Valiente-Banuet y Ezcurra, 1991) lo cual sugiere que la distribución diferencial de especies responde con mayor probabilidad a una heterogeneidad ambiental.

### Conclusiones

El diagnóstico realizado muestra una alta diversidad de comunidades con respecto a la riqueza de geofórmulas existentes en el Valle de Zapotitlán, y en específico en los alrededores del cerro Cutá. Esta variedad de condiciones ambientales repercute en gran medida sobre la alta diversidad  $\beta$  encontrada y enfatiza la importancia del análisis geomorfológico y edáfico del Valle así como del estado poblacional de las especies y a nivel de la comunidad para poder explicar los procesos involucrados en el mantenimiento de la diversidad. En este sentido el trabajo proporciona hipótesis que deberán ser corroboradas con investigaciones futuras.

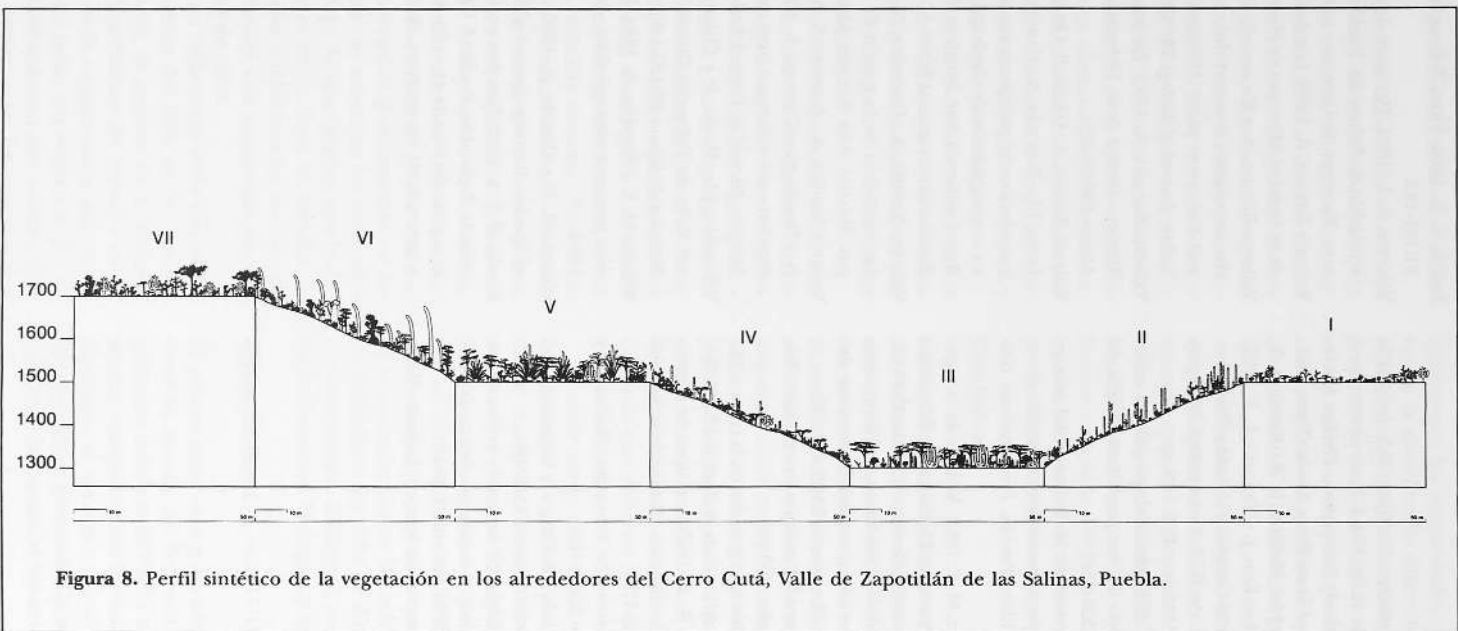
Considerando el elevado recambio de especies (diversidad  $\beta$ ) encontrado, es importante aplicar medidas de manejo para esta zona, la cual ha sido decretada como Área Natural Protegida, sujeta a Conservación Ecológica de acuerdo a la publicación del Periódico Oficial de Diciembre de 1995. Estas medidas deberán considerar programas que involucren el análisis de la optimización de las actividades productivas de los pobladores del Valle de Zapotitlán, que junto con el conocimiento biológico, permitan la conservación de la diversidad biológica y cultural de la región.

### Agradecimientos

El primer autor desea agradecer a la Dirección General de Asuntos del Personal Académico de la UNAM proyectos DGAPA IN-207993 y DGAPA IN 208195 por los apoyos otorgados para la realización de este trabajo. Asimismo se agradece a José Luis Villaseñor, Jorge Sánchez Ken y Fernando Chiang su apoyo en la identificación del material botánico.

## Bibliografía

- Brunet, J. 1967. Geologic studies. En: Byers, D.S. (ed.). *The prehistory of the Tehuacán Valley*. Vol. I. Environment and subsistence. Robert Peabody Foundation, Phillips Academy, Andover, University of Texas Press, Austin, Texas, USA.
- Dávila, A.P., Villaseñor, R.J.L., Medina, L. R., Ramírez, R. A., Salinas, T. A., Sánchez-Ken, J. y Tenorio, L. P. 1993. *Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán*. Listados Florísticos de México X Instituto de Biol. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 195 pp.
- Fuentes-Aguilar, R. B. Jr. 1970. Metodología para el análisis geográfico de la zona de San Juan Raya. *Boletín del Instituto de Geografía* 4:324-368.
- García, O. F. 1991. Influencia de la dinámica del paisaje en la distribución de las comunidades vegetales en la Cuenca del Río Zapotitlán. Puebla. *Investigaciones Geográficas* 23.
- Jaramillo, L. V. y González, M. F. 1983. Análisis de la vegetación arbórea de la Provincia Florística de Tehuacán-Cuicatlán. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 45:49-64.
- McAuliffe, J. R. 1994. Landscape evolution, soil formation, and ecological patterns and processes in Sonoran desert Bajadas. *Ecological Monographs* 64(2):111-148.
- Magurran, E. A. 1989. *Diversidad ecológica y su medición*. Ed. Vedral. Barcelona. España. 200 pp.
- Miranda, F. 1948. Datos sobre la vegetación en la cuenca alta del Papaloapan. *Anales del Instituto de Biología* 19:333-364.
- Miranda, F. y Hernández, X.,E. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 28:29-179.
- Nava, S. M. 1965. El ex-distrito de Tehuacán. *Publicaciones del Instituto de Geografía* 1:159-162.
- Rzedowski, J. 1955. Notas sobre la Flora y la Vegetación del Estado de San Luis Potosí. *Ciencia* 15:89-96.
- Rzedowski, J. 1957. Vegetación de las partes áridas de los estados de San Luis Potosí y Zacatecas. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 18:49-101.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa. México. 432 pp.
- Smith, C. E. 1965. Flora Tehuacán Valley. *Fieldiana Botany* 31:101-143.
- Valiente, B. L. 1991. Patrones de precipitación en el valle semiárido de Tehuacán, Puebla, México. Tesis Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM. México. 65 pp.
- Valiente-Banuet, A. 1990. Los desiertos de México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 41:83-84.
- Valiente-Banuet, A. y Ezcurra E. 1991. Shade as a cause of the association between the cactus *Neobuxbaumia tetetzo* and the nurse plant *Mimosa luisana* in the Tehuacán Valley. *Journal of Ecology* 79:961-971.
- Valiente-Banuet, A. 1995. La ecología y los desiertos de México. *Revista de la Universidad Nacional Autónoma de México* 536:39-42.
- Valiente-Banuet, A., Dávila, P., Ortega, R.J., Arizmendi, M.C., León, J.L., Breceda, A., Cancino, J. 1995. Influencia de la evolución del paisaje en una pendiente de Piedemonte en una vegetación de Cardonal de *Pachycereus pringlei* en Baja California Sur, México. *Investigaciones Geográficas Boletín*, num. especial 3:101-113.
- Valiente-Banuet, A., González, M. F. y Piñero, D.D. 1995. La vegetación de la región de Gómez Farías, Tamaulipas, México. *Acta Botánica Mexicana* 33:1-36.
- Valiente-Banuet, A., Arizmendi, A. M. C., Rojas-Martínez, A. y Domínguez-Canseco, L. 1996. Ecological relationships between columnar cacti and nectar-feeding bats in Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 12:103-119.
- Villaseñor, J.L., Dávila, P. y Chiang, F. 1990. Fitogeografía del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 50:135-149.
- Wilson, M. V. y Shmida, A. 1984. Measuring beta diversity with presence-absence data. *Journal of Ecology* 72:1055-1064.
- Wilson, M. V. y Shmida, A. 1985. Biological determinants of species diversity. *Journal of Biogeography* 12:1-20.
- Zavala, H. J. A. 1982. Estudios ecológicos en el Valle semiárido de Zapotitlán, Puebla I. Clasificación numérica de la vegetación basada en atributos binarios de presencia o ausencia de las especies. *Biotica* 7:99-120.





## APÉNDICE 1

**Listado florístico.** Se presentan ordenadas alfabéticamente las familias, géneros, y especies de acuerdo a la clasificación de Cronquist (1988), para cada comunidad reconocida en el Valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla. Mat. Esp. = Matorral espinoso; Tet = Tetechera; S. B. Esp. P. = Selva baja espinosa perennifolia; Tet-Card. = Tetechera-cardonal; Card, S s = Cardonal de *Stenocereus stellatus*; C. C. c-t = Cardonal de *Cephalocereus columna-trajani*; S. B. C. = Selva baja caducifolia.

Familia	Mat. Esp.	Tet.	S. B. Esp. P.	Tet. Card.	Card. S. s.	C. C. c-t.	S. B. C.
<b>Acanthaceae</b>							
<i>Justicia mexicana</i> Rose			X				
<i>Ruellia rosea</i> (Nees) Hemsley*	X	X		X			
<i>Siphonoglossa ramosa</i> Oersted				X	X	X	
<b>Agavaceae</b>							
<i>Agave karwinskii</i> Zucc.	X	X		X		X	
<i>Agave macroacantha</i> Zucc.			X	X		X	
<i>Agave marmorata</i> Roezl	X	X	X	X		X	X
<i>Agave peacocki</i> Croucher						X	
<i>Agave potatorum</i> Zucc.							X
<i>Yucca periculosa</i> F. Baker							X
<i>Yucca</i> spp.							X
<b>Amaranthaceae</b>							
<i>Amaranthus hybridus</i> L.							X
<i>Gomphrena decumbens</i> Jacq		X			X		
<i>Iresine calea</i> (Ibáñez) Standley	X	X				X	X
<i>Iresine celosia</i> L.				X			
<i>Iresine nitens</i> Standley							X
<i>Iresine schaffneri</i> S. Watson							X
<b>Anacardiaceae</b>							
<i>Actinocheita potentillifolia</i> (Turcz.) Bullock					X		
<i>Pseudosmodingium multifolium</i> Rose						X	X
<b>Anthericaceae</b>							
<i>Echeandia</i> sp.							X
<b>Apocynaceae</b>							
<i>Plumeria rubra</i> L. f. <i>acutifolia</i> (Poiret) Woodson		X					X
<i>Vallesia glabra</i> (Cav.) Link			X				
<b>Asclepiadaceae</b>							
<i>Cynanchum foetidum</i> (Cav.) Kunth				X			
<i>Metastelma schlechtendalii</i> Done						X	X
<i>Asclepias linaria</i> Cav.						X	
<b>Asteraceae</b>							
<i>Barroetea laxiflora</i> Brandegee var. <i>laxiflora</i>							X
<i>Bidens odorata</i> Cav.						X	
<i>Chaptalia pringlei</i> E. Greene	X	X					
<i>Florestina simplicifolia</i> B. Turner	X						
<i>Gymnolaena oaxacana</i> (Greenman) Rydb.							X
<i>Gymnosperma glutinosum</i> (Sprengel) Less.		X		X			

Familia	Mat. Esp.	Tet.	S. B. Esp. P.	Tet. Card.	Card. S. s.	C. C c-t.	S. B. C.
<i>Parthenium hysterophorus</i> L.				X			
<i>Pectis haenkeana</i> (D C.) Schultz-Bip.							X
<i>Pitocaulon praecox</i> (Cav.) H. Rob & Bretell		X		X			X
<i>Sanvitalia fruticosa</i> Hemsley	X	X	X	X	X	X	X
<i>Verbesina neotenoriensis</i> B. Turner							X
<i>Verbesina</i> sp.	X	X	X	X	X	X	X
<i>Viguiera dentata</i> (Cav.) Sprengel var. <i>dentata</i>					X		X
<i>Viguiera pinnatilobata</i> (Schultz-Bip.) S.F. Blake				X			
<i>Zinnia peruviana</i> (L.) L.		X					X
<b>Bombacaceae</b>							
<i>Ceiba parvifolia</i> Rose	X	X					X
<b>Boraginaceae</b>							
<i>Cordia curassavica</i> (Jacq.) Roemer & Schultes	X	X					
<i>Heliotropium angiospermum</i> Murray						X	
<i>Heliotropium calcicola</i> Fern.						X	
<i>Tournefortia volubilis</i> L.							X
<b>Bromeliaceae</b>							
<i>Hechtia podantha</i> Mez			X	X		X	
<i>Tillandsia makoyana</i> F. Baker		X					X
<i>Tillandsia recurvata</i> L.		X	X	X	X	X	X
<i>Tillandsia</i> aff. <i>macdougalli</i> Lyman B. Smith							X
<b>Burseraceae</b>							
<i>Bursera aloexylon</i> Engelm.	X	X		X	X		
<i>Bursera arida</i> (Rose) Standley						X	
<i>Bursera biflora</i> (Rose) Standley							X
<i>Bursera fagaroides</i> (Kunth) Engl.		X					
<i>Bursera schlechtendalii</i> Engl.	X						
<b>Cactaceae</b>							
<i>Cephalocereus columna-trajani</i> (Karwinsky) Schuman				X		X	
<i>Coryphantha pallida</i> Britton & Rose	X	X	X	X	X	X	
<i>Echinocactus platyacanthus</i> Link & Otto f. <i>grandis</i> (Rose) H.Brav.-Holl.				X		X	
<i>Echinocereus pulchellus</i> (C. Martius) Schuman				X			
<i>Ferocactus flavovirens</i> (Scheidw) Britton & Rose	X	X		X			
<i>Ferocactus latispinus</i> var. <i>spiralis</i> (Karwinsky) Taylor	X						
<i>Ferocactus robustus</i> (Pfeiffer) Britton & Rose		X		X			
<i>Mammillaria carnea</i> Zucc ex. Pfeiffer.	X	X	X	X	X	X	X
<i>Mammillaria haageana</i> Pfeiffer.	X	X	X	X	X	X	
<i>Mammillaria napina</i> J. Purpus	X			X		X	
<i>Mammillaria sphaelata</i> C. Martius			X	X		X	
<i>Myrtillocactus geometrizans</i> (C. Martius) Console var. <i>grandiaereolatus</i>							

Familia	Mat. Esp.	Tet.	S. B. Esp. P.	Tet. Card.	Card. S. s.	C. C c-t.	S. B. C.
(H.Brav.-Holl.) Backeb	X		X	X	X		X
Neobuxbaumia tetetzo							
(F.A.C. Weber) Backeb		X		X		X	
<i>Opuntia decumbens</i> Salm-Dyck			X		X		
<i>Opuntia pilifera</i> F.A.C. Weber	X		X	X	X		X
<i>Opuntia pumila</i> Rose			X		X		
<i>Opuntia tunicata</i>			X				
<i>Pachycereus hollianus</i>							
(F.A.C. Weber) F. Buxb.			X	X			
<i>Pachycereus marginatus</i>							
(D C.) Britton & Rose			X	X			
<i>Peniocereus viperinus</i>							
(F.A.C. Weber) F. Buxb.			X				
<i>Stenocereus pruinosus</i> (Otto) F. Buxb.			X	X			
<i>Stenocereus stellatus</i> (Pfeiffer) Riccob					X		
<b>Caesalpiniaceae</b>							
<i>Caesalpinia melanadenia</i>							
(Rose) Standley	X	X		X	X	X	
<i>Cercidium praecox</i> (Ruíz							
& Pavón) Harms	X		X	X		X	X
<i>Senna holwayana</i> (Rose)							
Irwin & Barneby var. holwayana							X
<i>Senna aff polyantha</i> (Colladon)							
Irwin & Barneby							X
<i>Senna wisliezeni</i> (A.Gray) Irwin							
& Barneby var. pringlei (Rose)							
Irwin & Barneby			X				
<b>Capparaceae</b>							
<i>Setchellanthus caeruleus</i> Brandegee						X	
<b>Caryophyllaceae</b>							
<i>Drymaria laxiflora</i> Benth.							X
<b>Celastraceae</b>							
<i>Maytenus phyllantoides</i> Benth.			X				
<i>Mortonia diffusa</i> Rose & Standley							X
<i>Schaefferia stenophylla</i> Standley							X
<b>Chenopodiaceae</b>							
<i>Chenopodium murale</i> L.							X
<b>Commelinaceae</b>							
<i>Callisia naviculata</i> (Ortega) D. Hunt		X					
<b>Convolvulaceae</b>							
<i>Ipomoea arborescens</i> G. Don	X	X		X	X	X	
<i>Ipomoea conzatii</i> Greenman							X
<i>Ipomoea pauciflora</i> Mart. & Gal.							X
<i>Ipomoea pubescens</i> Lam.							X
<i>Ipomoea</i> sp.				X		X	X
<i>Jacquemontia smithii</i> Rob. & Greenm.							X
<b>Crassulaceae</b>							
<i>Sedum allantoides</i> Rose		X		X			
<i>Sedum hemsleyanum</i> Rose							X

Familia	Mat. Esp.	Tet.	S. B. Esp. P.	Tet. Card.	Card. S. s.	C. C c-t.	S. B. C.
<i>Thompsonella minutiflora</i> (Rose) Britton & Rose		X		X			
<b>Cuscutaceae</b>							
<i>Cuscuta</i> sp.	X			X			
<b>Euphorbiaceae</b>							
<i>Acalypha</i> sp.				X			
<i>Argythamnia guatemalensis</i> Muell. Arg.	X	X	X	X	X	X	X
<i>Chamaesyce berteriana</i> (Balb.) Millsp.							X
<i>Chamaesyce cumbrae</i> (Boiss.) Millsp.		X		X	X	X	
<i>Cnidosculus tehuacanensis</i> Breckon	X			X	X	X	X
<i>Croton ciliato-glanduliferus</i> Ortega				X			X
<i>Euphorbiaceae antisiphilitica</i> Zucc.				X		X	
<i>Euphorbia dentata</i> Michaux		X					X
<i>Euphorbia</i> sp.		X					
<i>Jatropha dioica</i> Sessé	X					X	
<i>Manihotoides pauciflora</i> (Brandege) Rogers & Appan				X			
<i>Pedilanthus cymbiferus</i> Schldl.				X			
<i>Tragia nepetifolia</i> Cav.							X
<b>Fabaceae</b>							
<i>Aeschynomene compacta</i> Rose						X	X
<i>Dalea carthagenensis</i> (Jacq.) Mabr. var. <i>capitulata</i> (Rydh) Barneby							X
<i>Dalea</i> sp.					X		X
<i>Nissolia microptera</i> Poiret							X
<b>Fouquieriaceae</b>							
<i>Fouquieria formosa</i> Kunth	X	X		X	X	X	X
<b>Hyacinthaceae</b>							
<i>Hemiphyllacus mahindae</i> L. Hernández						X	
<b>Lamiaceae</b>							
<i>Salvia podadena</i> Briq.						X	X
<b>Loasaceae</b>							
<i>Mentzelia hispida</i> Willd.							X
<b>Loranthaceae</b>							
<i>Phoradendron lanatum</i> Trel.					X		
<i>Psittacanthus calyculatus</i> (D C.) G. Don.					X	X	X
<b>Malpighiaceae</b>							
<i>Echinopterys eglandulosa</i> (Adr. Juss.) Small					X		
<i>Gaudichaudia galeotiana</i> Adr. Juss.				X			
<i>Malpighia galeotiana</i> Adr. Juss.		X		X			
<i>Malpighia mexicana</i> Adr. Juss.							X
<b>Malvaceae</b>							
<i>Anoda crenatiflora</i> Ortega							X
<i>Hibiscus phoeniceus</i> Jacq.				X			X
<i>Malva</i> sp.							X

Familia	Mat. Esp.	Tet.	S. B. Esp. P.	Tet. Card.	Card. S. s.	C. C c-t.	S. B. C.
<i>Sida abutifolia</i> Miller							X
<b>Mimosaceae</b>							
<i>Acacia coulteri</i> Benth.		X		X			X
<i>Acacia cochliacantha</i> Humb. & Bonp. ex. Willd.				X			
<i>Acacia constricta</i> Benth.						X	
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.						X	
<i>Acacia sericea</i> Mart. & Gal.							X
<i>Calliandra eriophylla</i> Benth.	X	X		X			
<i>Mimosa lacerata</i> Rose							X
<i>Mimosa luisana</i> Brandegee	X	X		X	X	X	
<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex. Willd.) M. C. Johnston			X	X			
<i>Zapoteca formosa</i> (Kunth) H. Hern. subp. <i>mollicula</i> (Mart. & Gal.) H. Hern.		X					X
<b>Nolinaceae</b>							
<i>Beaucarnea gracilis</i> Lem.						X	
<i>Beaucarnea stricta</i> Lem.						X	
<i>Nolina</i> sp.						X	X
<b>Nyctaginaceae</b>							
<i>Allionia incarnata</i> L.							X
<i>Boerhaavia</i> sp.				X			
<i>Mirabilis oblongifolia</i> (A. Gray) Heimerl					X		X
<b>Phytolaccaceae</b>							
<i>Rivinia humilis</i> L.							X
<b>Polemoniaceae</b>							
<i>Loeselia caerulea</i> (Cav.) G. Don	X	X		X			
<b>Poaceae</b>							
<i>Aristida glauca</i> (Nees) Walp.			X				
<i>Bothriochloa barbinodis</i> (Lagosca) Herter			X				
<i>Bouteloua curtipendula</i> (Michaux) G. Torrey		X					
<i>Bouteloua gracilis</i> (Kenth) Scribner & Merr.		X					
<i>Cathetecum brevifolium</i> Swallen*	X	X			X	X	
<i>Cenchrus myosuroides</i> Kunth			X				
<i>Eragrostis mexicana</i> (Hornem.) Link.			X				X
<i>Heteropogon contortus</i> (L.) P. Beauv.			X				
<i>Panicum</i> sp.			X				
<i>Sporobolus airoides</i> (Torr.) Torr.			X		X		
<i>Sporobolus macrospermus</i> Scribn ex. Beal			X				
<i>Sporobolus pyramidatus</i> (Lam.) A. Hitchc.			X				X
<b>Portulacaceae</b>							
<i>Portulaca mexicana</i> Peter G. Wilson			X	X			
<i>Talinum paniculatum</i> (Jacq.) Gaertner			X	X		X	X
<b>Rhamnaceae</b>							
<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Roemer & Schultes) Zucc.	X					X	
<i>Karwinskia mollis</i> Schld.				X			



Familia	Mat. Esp.	Tet.	S. B. Esp. P.	Tet. Card.	Card. S. s.	C. C c-t.	S. B. C.
<i>Ziziphus amole</i> (Sessé & Mociño) M.C. Johnston			X				
<b>Rubiaceae</b>							
<i>Bouvardia erecta</i> (D C.) Standley					X		
<i>Hintonia latiflora</i> (Sessé & Mociño ex D C.) Bullock		X		X			
<b>Sapindaceae</b>							
<i>Cardiospermum haliacacabum</i> L.		X		X			
<b>Selaginellaceae</b>							
<i>Selaginella lepidophylla</i> (Hook. & Grev.) Spring				X		X	
<i>Selaginella rupestris</i> (Hook. & Grev.) Spring						X	
<b>Simaroubaceae</b>							
<i>Castela tortuosa</i> Liebm.	X	X	X	X			
<b>Solanaceae</b>							
<i>Grabowskia geniculata</i> (Fern.) C. L. Hitchc.							X
<i>Nicotiana glauca</i> Graham						X	
<i>Physalis</i> sp.							X
<i>Solanum trydynamum</i> Dunal				X	X		X
<b>Sterculiaceae</b>							
<i>Melochia tomentosa</i> L.				X	X		
<b>Turneraceae</b>							
<i>Turnera diffusa</i> Willd.						X	
<b>Ulmaceae</b>							
<i>Celtis pallida</i> Torrey			X				
<b>Verbenaceae</b>							
<i>Lantana achyranthifolia</i> Desf.					X		X
<i>Lippia graveolens</i> Kunth	X						X
<i>Lippia nutans</i> Rob. & Greenm.				X	X		X
<b>Zygophyllaceae</b>							
<i>Kallstroemia hirsutissima</i> Vail							X
<i>Morkillia mexicana</i> (Mociño & Sessé) Rose & Painter						X	X