

65



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

CAMPUS IZTACALA

DESCRIPCION ESTRUCTURAL DE LAS
COMUNIDADES VEGETALES EN LAS
TERRAZAS FLUVIALES DEL RIO EL SALA-
DO, EN EL VALLE DE ZAPOTITLAN DE LAS
SALINAS, PUEBLA, MEXICO



T E S I S

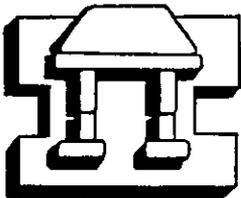
PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O

P R E S E N T A :

OSWALDO OLIVEROS GALINDO

DIRECTOR: DR. RAFAEL LIRA SAADE



IZTACALA

LOS REYES IZTACALA, TLALNEPANTLA, MEXICO 2000

283-20



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



CONTENIDO



DEDICATORIAS Y AGRADECIMIENTOS

RESUMEN

1. INTRODUCCIÓN

Introducción..... 1-1

2. ANTECEDENTES

Antecedentes..... 2-1

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general..... 3-1

3.2 Objetivos particulares..... 3-1

4. ÁREA DE ESTUDIO

4.1 Localización del área de estudio..... 4-1

4.2 Clima..... 4-2

4.3 Fisiografía..... 4-3

4.4 Geología..... 4-3

4.5 Suelos..... 4-3

4.6 Ríos..... 4-5

5. MÉTODOS

5.1 Revisión bibliográfica y cartográfica.....	5-1
5.2 Trabajo de campo.....	5-1
5.2.1 Tipo de muestreo.....	5-1
5.2.2 Área de muestreo.....	5-1
5.2.3 Datos de los muestreos.....	5-4
5.2.4 Colecta de especies.....	5-5
5.3 Análisis de los datos.....	5-5
5.3.1 Índice de dominancia.....	5-5
5.3.1.1 Frecuencia.....	5-5
5.3.1.2 Densidad.....	5-5
5.3.1.3 Cobertura.....	5-6
5.3.2 Estructura de la vegetación.....	5-6
5.3.2.1 Clasificación.....	5-6
5.3.2.2 Ordenación.....	5-7
5.3.2.3 Diversidad Beta (β).....	5-7
5.3.3 Vegetación.....	5-8
5.3.4 Descripción de formas de vida.....	5-8
5.3.5 Estructura de tamaños.....	5-8
5.3.6 Estructura de sexos.....	5-9

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Vegetación.....	6-1
6.1.1 Tetecheras de <i>Neobuxbaumia tetetzo</i>	6-1
6.1.2 Cardonales de <i>Cephalocereus columna-trajani</i>	6-2
6.1.3 Selva Baja Perennifolia con espinas laterales (Mezquital).....	6-4
6.1.3.1 Asociación de <i>Prosopis laevigata</i> - <i>Celtis pallida</i> - <i>Cercidium praecox</i> - <i>Opuntia pilifera</i> - <i>Myrtillocactus geometrizans</i> - <i>Pachycereus hollianus</i>	6-4
6.1.3.2 Asociación de <i>Prosopis laevigata</i> - <i>Acacia constricta</i> - <i>Cercidium praecox</i> - <i>Acacia farnesiana</i> - <i>Celtis pallida</i> - <i>Castela tortuosa</i>	6-5
6.1.3.3 Asociación de <i>Prosopis laevigata</i> - <i>Cercidium praecox</i> - <i>Vallesia glabra</i> - <i>Myrtillocactus geometrizans</i> - <i>Celtis pallida</i> - <i>Pachycereus marginatus</i>	6-6
6.1.4 Matorral espinoso con espinas laterales.....	6-7
6.1.4.1 Asociación de <i>Cercidium praecox</i> - <i>Caesalpinia melanadenia</i> - <i>Mimosa luisana</i> - <i>Echinopterys eglandulosa</i> - <i>Mascagnia parvifolia</i>	6-8
6.1.4.2 Asociación de <i>Opuntia pilifera</i> - <i>Mimosa luisana</i> - <i>Cercidium praecox</i> - <i>Ipomea arborescens</i> - <i>Stenocereus stellatus</i> - <i>Bursera schlechtendalii</i>	6-8
6.1.5 Candelillar de <i>Euphorbia antisyphilitica</i>	6-9
6.1.6 El mezquital: Vegetación dominante sobre las terrazas aluviales.....	6-10
6.2 Listado florístico.....	6-11
6.3 Valores estructurales.....	6-11
6.3.1 Frecuencia.....	6-11

6.3.2 Densidad.....	6-11
6.3.3 Cobertura.....	6-12
6.3.4 Índice de dominancia.....	6-12
6.3.5 Dominancia del Mezquite en las terrazas aluviales.....	6-17
6.4 Clasificación y ordenación.....	6-17
6.4.1 Clasificación por muestreos.....	6-18
6.4.2 Clasificación por zonas.....	6-20
6.4.3 Ordenación por muestreos.....	6-21
6.4.4 Inexistencia del patrón de degradación en la zona.....	6-23
6.5 Diversidad beta.....	6-25
6.5.1 La heterogeneidad ambiental promueve una alta diversidad β	6-26
6.6 Estructura de tamaños.....	6-27
6.6.1 <i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M. C. Johnston. (MIMOSACEAE).....	6-28
6.6.2 <i>Cercidium praecox</i> (Ruiz & Pavón) Harms. (CAESALPINIACEAE).....	6-29
6.6.3 <i>Celtis pallida</i> Torrey. (ULMACEAE).....	6-30
6.6.4 <i>Castela tortuosa</i> Liebm. (SIMAROUBACEAE).....	6-31
6.6.5 <i>Opuntia pilifera</i> F. A. C. Weber (CACTACEAE).....	6-32
6.6.6 <i>Pachycereus hollianus</i> (F. A. C. Weber) F. Buxb. (CACTACEAE).....	6-33
6.6.7 <i>Myrtillocactus geometrizans</i> (C. Martius) Console (CACTACEAE).....	6-34
6.7 Estructura de las expresiones sexuales.....	6-35
6.7.1 El hermafroditismo: expresión sexual dominante en las especies vegetales.....	6-37
6.8 Formas de vida.....	6-38
6.8.1 Temporada de secas.....	6-38
6.8.2 Temporada completa.....	6-40
6.8.3 Respuesta de las plantas de las comunidades vegetales, ante las condiciones ambientales de una zona semidesértica.....	6-41

7. CONCLUSIONES

Conclusiones.....	7-1
-------------------	-----

8. BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía.....	8-1
-------------------	-----

APENDICE 1

Listado florístico

DEDICATORIAS Y AGRADECIMIENTOS

A MIS PADRES:

JOSE LUIS OLIVEROS Y GUADALUPE GALINDO
GRACIAS POR SU AMOR, PACIENCIA Y CONFIANZA,
ESTE TRABAJO ES GRACIAS A USTEDES,
LOS QUIERE Y ADMIRA
SU HIJO OSWALDO.

A MIS HERMANOS:

LUIS ERNESTO Y DANIEL OLIVEROS
GRACIAS POR SER MIS HERMANOS, LOS QUIERO.

A MIS ABUELITOS:

ERNESTO GALINDO, CARMEN REYES Y GLORIA MEJÍA
SIMPLEMENTE GRACIAS, LOS QUIERE Y ADMIRA
SU NIETO OSWALDO.

A MIS TIOS(AS):

RODOLFO MORALES, AURORA BADILLO, MIGUEL ANGEL OLIVEROS, LUPITA
MULIA, MIREYA GALINDO, SERGIO MORALES, LAURA BERMEO, GUILLERMINA
GALINDO, CATALINA GALINDO Y MARISELA GALINDO.
GRACIAS POR SER DE LA FAMILIA.

A MIS PRIMOS Y AMIGOS DE SIEMPRE:

EDITH GUADARRAMA, IZTEL COMPAIN, MIGUEL ANGEL OLIVEROS, OLIVER
MORENO, LOLKI LÓPEZ, ARMANDO MORALES, CHRISTIAN MORENO,
RODOLFO MARTÍNEZ, DANIEL ESPINOZA, AMERICA CORNEJO,
JOSE LUIS SALAS, QUIRICO MORALES Y ROBERTO AQUINO.
NUNCA OLVIDARE SU MOMENTO EN MI VIDA.

A TI MARISOL:

GRACIAS POR TU AMOR, PACIENCIA Y CARÍÑO
DURANTE TODO ESTE TIEMPO, GRACIAS POR
SER MI COMPAÑERA, MI AMIGA Y MI NOVIA.
TE AMARÉ POR SIEMPRE.



AGRADECIMIENTOS



Quiero agradecer primeramente a mi director de Tesis Dr. Rafael Lira Saade por permitir la realización de este trabajo bajo su tutoría y por brindarme sus conocimientos, su paciencia y su amistad durante todo este tiempo. Quiero agradecer a la M en C. Silvia Romero Rangel y a la Dra. Patricia Dávila por aceptarme dentro del Laboratorio de Recursos Naturales para la realización de esta tesis, además de las pertinentes sugerencias que hicieron durante la realización del proyecto y al final de este. A él Biol. Daniel Muñoz Iniestra, M en C. Ángel Durán Díaz, M en C. Silvia Romero Rangel, Dr. Miguel Verdú y Dr. Alfonso Valiente Banuet, por formar parte de mi comité tutorial y por su apoyo en todo momento para la realización y finalización de este trabajo. Así mismo, quiero agradecer al Dr. José Luis Villaseñor y a él Dr. Oswaldo Téllez por apoyarme en la corroboración e identificación de material botánico; a la Biol. Susana Gama por apoyarme en la identificación de Cactáceas; a la Dra. Darisol Pacheco por identificar las especies de Poaceas colectadas y a Carlos Morín, Martín Paredes, Marisol Juárez, Guillermo Sánchez y Claudia Fabián por ayudarme en el trabajo de campo y por su colaboración en la identificación de material botánico.

De la misma manera, quiero agradecer a la Biol. Edith López Villafranco por ayudarme en la identificación de algunas especies y por las facilidades dentro del Herbario IZTA para la corroboración de algunas especies; Así mismo, quiero agradecerle su amistad y cariño durante mi formación como botánico. También quiero agradecer a todas aquellas personas que me ayudaron en mi formación como biólogo, y que me encaminaron hacia el conocimiento de las plantas: Edith López, Rogelio Fragoso, Daniel Tejero, Leonor Abundis, Silvia Rangel, José Luis Gama y Carlos Rojas, así mismo, otros profesores que me han alentado en mi superación como Rodolfo García Collazo, Saúl Flores, Francisco López, Manuel Mandujano, Rafael Chávez, Ramón Moreno y Arnulfo Reyes.

A la todas aquellas personas que en algún momento me brindaron su tiempo y su amistad dentro y fuera de la UBIPRO.

Finalmente a mis amigos y compañeros de siempre; Guillermo Sánchez, Martín Paredes, Carlos Morín, Marisol Juárez, Claudia Fabián, Iván Rocha, Vicente Mata, Manuel Espino, Leticia Velázquez, Juan García, Alma Lilia Álvarez, Xavier Caballero, América Espinosa, Verónica Hernández, Edgar Hernández, Teresa Infante, Rocío López y Alma Delia Buitrón.

Si se me olvida alguien perdón, gracias a todos.



RESUMEN



El Valle de Zapotitlán de las Salinas enclavado dentro de la Provincia Florística y Reserva de la Biósfera de Tehuacán-Cuicatlán presenta una variedad y riqueza de comunidades vegetales dadas por la heterogeneidad de las unidades geomorfológicas ahí existentes. Las terrazas aluviales y las islas que forman parte del sistema aluvial, son sistemas geomorfológicos que no han sido estudiados, en cuanto a la descripción y estructura de la vegetación, debido a ello, el presente trabajo consistió en describir la estructura de las comunidades vegetales ahí existentes. El trabajo de campo se realizó de Febrero de 1998 a Noviembre de 1999, en el se realizaron muestreos sistemáticos por medio de cuadrantes de 400m² en las cuatro zonas descritas en este trabajo; a cada especie dentro del cuadrante se le tomaron datos de altura, cobertura, densidad y frecuencia, así como su sexualidad y forma de vida. Con base a los datos y observaciones de campo se describieron 5 tipos de vegetación, con 3 asociaciones para la selva baja perennifolia con espinas laterales y 2 para el matorral espinoso con espinas laterales; de tal manera las especies más dominantes de este tipo de comunidades son *Prosopis laevigata* y *Cercidium praecox* acompañados por cactáceas columnares y arborescentes. También con base al análisis de clasificación y ordenación se deslindo la posibilidad de un tajante patrón de perturbación a lo largo de las zonas de estudio, ya que se presenta una heterogeneidad entre zonas conservadas y degradadas. Debido a esta misma heterogeneidad de topofomas se denota una alta diversidad beta a lo largo de las cuatro zonas de estudio con base a la distribución específica de algunas especies. La estructura de tamaños señaló el bajo reclutamiento de las especies más dominantes de las terrazas, a excepción de especies de cactáceas que presentaron un elevado número de individuos por reproducción vegetativa. La expresión sexual denotó datos en las especies vegetales de Zapotitlán, que no habían sido objeto de estudio, proporcionando la pauta para realizar trabajos sobre sexualidad en poblaciones de plantas y su relación con cambios ambientales. Las formas de vida de las plantas de las terrazas, señalan las adaptaciones morfológicas de algunas especies con respecto a las interacciones con el ambiente para su supervivencia y desarrollo. En general se observó una alta degradación dentro de las terrazas con base a la alta erosión y fragmentación de la zona, además del impacto por parte del hombre a estos sistemas aluviales. Los resultados obtenidos en este estudio son de gran utilidad para el diagnóstico biológico del proyecto UBIPRO, con en el fin de plantear estrategias de restauración en la zona para el desarrollo sustentable de sus habitantes.



1. INTRODUCCION



El Valle de Tehuacán-Cuicatlán localizado en los estados de Puebla y Oaxaca, es una zona semiárida de 10,000 Km² de extensión, donde se concentra un alto porcentaje de plantas y animales endémicos, rasgo que se acentúa gradualmente hacia las porciones más tropicales de este Valle (Smith, 1965; Rzedowski, 1978; Villaseñor, Dávila y Chiang, 1990; Dávila *et al.* 1993; Valiente-Banuet, *et al.* 1995).

Debido a ello, este Valle goza de una excepcional diversidad biológica, lo cual se ha demostrado con el desarrollo de numerosas investigaciones, principalmente con estudios de índole florístico y fitogeográfico, desde hace un poco más de 60 años (Villaseñor, Dávila y Chiang, 1990; Dávila *et al.* 1993; Valiente-Banuet *et al.* en prensa).

Aunque, estos últimos estudios han sido abundantes en la región, cabe destacar que las descripciones de la vegetación dentro del Valle han recibido escasa atención. Sin embargo, los trabajos existentes han permitido describir que, dentro del Valle de Tehuacán-Cuicatlán existe un mosaico de comunidades vegetales proporcionados por diferencias litológicas, geomórficas y climáticas (Zavala, 1982; Osorio *et al.* 1996; Garcia, 1991; Pérez *et al.* 1993; Flores-Hernández *et al.* 1999; Valiente-Banuet *et al.* en prensa).

Dentro de esta región, se encuentra el Valle de Zapotitlán, que es considerado desde el punto de vista biológico como un relicto de matorral xerófilo, el cual, conserva una exótica y extraña cobertura vegetal dominada principalmente con gigantescos cactus centenarios (Zavala, 1982).

Dentro del Valle de Zapotitlán, se presenta una gran variedad y riqueza de comunidades vegetales atribuidas principalmente a las transformaciones ocurridas a finales del Cuaternario (Pleistoceno-Holoceno), específicamente por procesos de erosión remontante (Brunet, 1967; Osorio-Beristain *et al.* 1996; Valiente-Banuet *et al.* en prensa). Estos procesos permitieron, que en las cimas planas de los cerros se presenten calizas como roca madre, mientras que en las zonas de laderas, se observan afloramientos de roca lutita. Finalmente, a lo largo del cauce del "Río El Salado" se presentan zonas de depositación aluvial (Osorio-Beristain *et al.* 1996).

Por esta depositación aluvial se forman las terrazas, que están constituidas por materiales litológicos transportados de diferentes orígenes, que rellenan las partes bajas del valle, con suelos profundos y que sirven de soporte para el desarrollo de comunidades vegetales conocidas como Mezquiales, dominados principalmente por "el Mezquite" *Prosopis laevigata*, "el Mantecoso o palo verde" *Cercidium praecox*, "el Discolote" *Celtis pallida* y "el Garambullo" *Myrtillocactus geometrizans*. Por otra parte, dentro de este sistema se presenta el desarrollo de "islas", formadas a partir del aislamiento de algunas terrazas fragmentadas por erosión hídrica, en donde se observan niveles de degradación muy altos y sobre las cuales prosperan diversas asociaciones vegetales dependiendo de la extensión y manejo de cada una (UBIPRO, 1998).

Estas terrazas e islas donde se disponen los mezquiales, son el punto de partida para el diagnóstico físico y biológico del proyecto "Evaluación del deterioro ambiental, restauración y conservación ecológica y manejo sustentable de recursos naturales en la subcuenca baja de Zapotitlán de las Salinas, Puebla", de la Unidad de Biología, Tecnología y Prototipos (UBIPRO). Esto es importante porque en la última década, en ella se realizan diferentes actividades productivas como la agricultura temporal, ganadería extensiva y extracción de leña. En la actualidad, estos sistemas se encuentran muy fragmentados, encontrándose sitios con diferentes grados de deterioro, que van desde los que aparentemente aún conservan su condición natural original a los que presentan serios problemas de degradación como los "badland" o "tierras malas" causados por fenómenos

naturales, como la erosión hídrica y eólica, actividades humanas que han provocado la pérdida de la cobertura vegetal, por cambios en el uso del suelo, perjudicando parcial o totalmente a los sistemas naturales y, en consecuencia, propiciando la desaparición de estos o su remplazamiento por otros sistemas, aunado a ello con la pérdida de diversidad biológica (Torri y Rodolfi, 2000; Clarke y Rendell, 2000; Regüés *et al.* 2000).

De hecho, los estudios sobre estructura y descripción de la vegetación han sido escasos en las terrazas e islas aluviales en Zapotitlán, debido a ello, se realiza este estudio con el fin de contribuir al conocimiento de la estructura vegetal del sistema aluvial de Zapotitlán, a través, del estudio estructural-ecológico de las terrazas e islas que la conforman. Así mismo, contribuir con el diagnóstico biológico del proyecto general de la UBIPRO.

Por otra parte, dentro del proyecto se sugieren patrones o manifestaciones de degradación dentro de las terrazas aluviales en Zapotitlán, a través de cuatro zonas (Fig. 1.1), que van desde la zona A, donde se encuentran las granjas avícolas a las faldas del cerro El mirador (presumiblemente las más conservadas) hasta la zona D, partes bajas del jardín botánico y vivero de cactáceas "Helia Bravo" y a las faldas del cerro Barranca las Salinas (presumiblemente las más deterioradas) (Cuadro 1.1).

CUADRO 1.1		DETALLA LOS DIFERENTES MUESTREOS REALIZADOS EN LAS CUATRO ZONAS EN ESTUDIO	
ZONA	PATRONES DE DEGRADACIÓN	LOCALIZACIÓN	COORDENADAS
A	Conservado y semiconservado	Faldas del cerro el mirador, granjas avícolas	18°17'264" y 18°18'519" N 97°29'221" y 97°29'531" W
B	Conservado y semiconservado	500 mts., al suroeste del Poblado de Zapotitlán	18°18'845" y 18°19'002" N 97°29'229" y 97 29'689" W
C	Perturbado, muy perturbado y en recuperación	Entre las terrazas de la zona C y A	18°19'176" y 18°19'275" N 97°28'528" y 97°28'963" W
D	Muy perturbado, perturbado	Parte baja del jardín botánico, faldas del cerro Barranca las Salinas	18°19'345" y 18°19'581" N 97°27'025" y 97°27'340" W

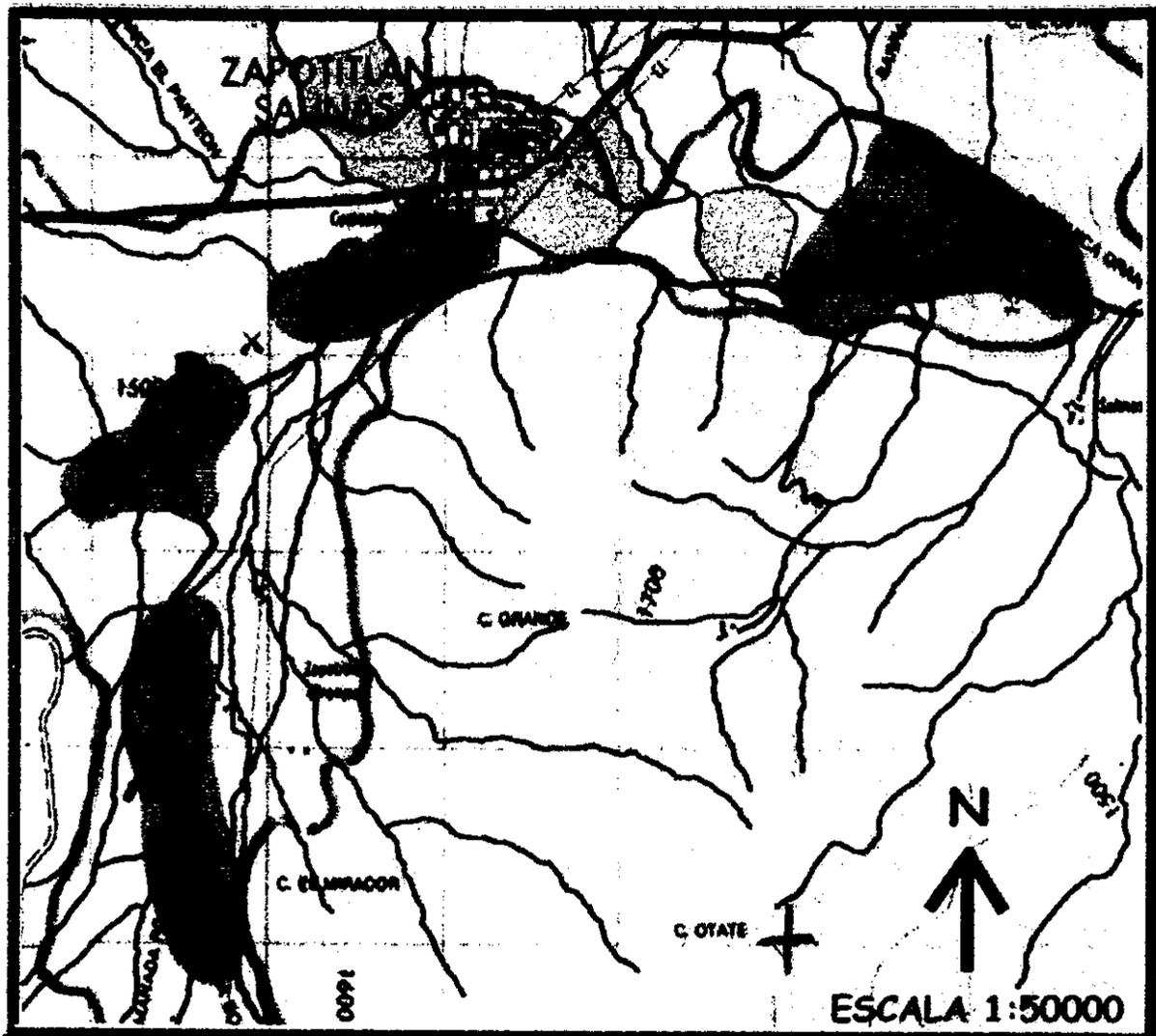


Fig. 1.1 Mapa de Zapotitlán, indicando las cuatro zonas de estudio sobre las terrazas aluviales.

Estos patrones de degradación en la zona, se describieron con base, en aspectos degradativos del suelo (fragmentación, compactación, indicios de salinización, cambios en el uso del suelo) y a las diferencias en tamaño y cobertura del mezquite. Esto se abordó, con base, en el análisis de fotointerpretación de aerofotos pancromáticas blanco/negro de escala aproximada de 1:20,000, y cuyos patrones fueron corroborados en campo. Debido a ello, la pregunta que se quiere responder con este estudio ¿es si la estructura vegetal refleja o no, los patrones propuestos de degradación de los sistemas de terrazas e islas aluviales de Zapotitlán?

De tal manera, la descripción ecológico-estructural de la vegetación en este trabajo será realizada, con base, a los siguientes criterios: Descripción de los tipos de vegetación que conforman las terrazas e islas aluviales, así como algunas topoformas adyacentes a estas, donde se presente con una cierta abundancia el Mezquite, que nos proporcionen un marco de referencia con otros tipos de vegetación en la zona; obtener atributos ecológicos espaciales, de densidad y de biomasa de las especies vegetales, con el fin de obtener un índice de dominancia de cada especie en este sistema aluvial (Osorio-Beristain *et al.* 1996). Los índices de similitud y ordenación con base a los atributos antes mencionados, se realizarán con el fin de observar agrupamientos que nos denoten la presencia de los patrones de degradación propuestos, a través de las cuatro zonas. La diversidad beta nos dará a conocer la homogeneidad en la repartición de especies entre las cuatro zonas, debido a que con base, a la heterogeneidad de unidades litológicas y del relieve se espera que se denote un elevado índice de diversidad (Osorio-Beristain *et al.* 1996; Valiente-Banuet *et al.* en prensa). Se espera que la estructura de tamaños y de sexos de las especies vegetales, reflejen indicadores que ayuden a determinar patrones degradativos en las zonas; de tal manera con la estructura de tamaños se mostrará el comportamiento del reclutamiento de las especies más dominantes sobre este sistema aluvial. Finalmente las formas de vida y/o de crecimiento, nos señalará, de que manera las especies de las comunidades vegetales han respondido al ambiente (Danin y Orshan, 1990), correlacionándose con otras zonas áridas del mismo Valle y de México.

El presente trabajo pretende describir la estructura de la vegetación sobre las terrazas e islas aluviales de Zapotitlán, además de coadyuvar a determinar indicadores que permitan denotar patrones de degradación en la zona.



2. ANTECEDENTES



La provincia florística del Valle de Tehuacán-Cuicatlán ha sido estudiada desde hace poco más de 60 años (Osorio-Beristain *et al.* 1996). Estos trabajos han sido enfocados principalmente al conocimiento de las cactáceas, estudios florísticos, de fitogeografía y ecológicos.

Entre los estudios sobre cactáceas destacan los de Bravo-Hollis (1930-1931, 1956, 1969, 1978 y 1991), quien más a contribuido al conocimiento de éste grupo de plantas; Gold y Matuda en 1956, describieron las relaciones entre cactáceas y otras fanerógamas; Meyrán en 1973, publicó una guía botánica de cactáceas y otras suculentas del Valle.

Dentro de los trabajos florísticos destaca el de Villaseñor (1982) quien describe las especies de la familia Compositae (Asteraceae) dentro del Valle; Dávila (1983) describe la flora genérica de ésta provincia florística y ella misma junto con otros colaboradores publicaron en (1993), lo que es hasta ahora el listado más detallado de la flora de todo el Valle de Tehuacán-Cuicatlán, donde se presenta un total de 189 familias, 922 géneros y 2750 especies de fanerógamas registradas.

Entre los trabajos fitogeográficos de la zona se presenta el de Villaseñor, Dávila y Chiang (1990), donde se realizó un análisis fitogeográfico de la flora genérica del Valle.

En lo que se refiere a los estudios sobre vegetación, autores como Miranda (1947 y 1948), Smith (1965) y Rzedowski (1973) describen de una manera muy general la vegetación de esta provincia florística, mientras que Jaramillo y González (1982), García (1987) y García (1991) realizan una descripción más detallada de las comunidades vegetales presentes en la

zona. Pérez *et al.* (1993) realizan una descripción de la vegetación y uso de suelo al sur del Valle de Tehuacán. Recientemente Flores-Hernández *et al.* (1996 y 1999) describió la vegetación esclerófila perennifolia del Valle de Tehuacán, encontrando esta comunidad sobre cerro Viejo y Zotoltepec. Además en prensa se encuentra la vegetación del Valle de Tehuacán por Valiente-Banuet *et al.*, donde se reconocen claramente 29 tipos de vegetación en base a criterios estructurales, fisonómicos y composición de especies de todo el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Por otra parte en los trabajos de ecología Valiente-Banuet *et al.* (1996) describe la relación ecológica entre murciélagos y algunas cactáceas columnares; así mismo, él en (1997) realiza una descripción de las relaciones de polinización de dos cactáceas columnares (*Neobuxbaumia mezcalaensis* y *Neobuxbaumia macrocephala*).

Específicamente para el Valle de Zapotitlán, se han realizado estudios de índole ecológica, donde destacan los trabajos de Valiente-Banuet y Ezcurra (1991); Valiente-Banuet *et al.* (1991) donde se describen interacciones entre *Neobuxbaumia tetetzo* y *Mimosa luisana*. Finalmente Cardel *et al.* (1997) evalúa el estatus ecológico y la densidad poblacional de *Beaucarnea gracilis*.

Respecto a los estudios de la vegetación del Valle de Zapotitlán, se presentan los trabajos de Zavala (1982), quien describe cuatro unidades de vegetación para la zona, y Osorio-Beristain, (1996) quien describe y analiza la vegetación y la diversidad β presente en el Cerro Cutá y alrededores.

Aunque éstos últimos estudios han contribuido al conocimiento de la vegetación, estructura y diversidad florística, aún faltan por estudiar ciertas zonas dentro del Valle de Zapotitlán, como son las terrazas e islas aluviales, que presentan un gran interés botánico y ecológico, además que se desconocen casi por completo factores de expresión sexual y reclutamiento de las especies vegetales, en los mezquiales del sistema aluvial del Río "El Salado" en Zapotitlán de las Salinas.



3. OBJETIVOS



3.1 Objetivo general

- Describir la estructura de las comunidades vegetales de las terrazas aluviales del Río "El Salado" en Zapotitlán de las Salinas, Puebla.

3.2 Objetivos particulares

- Describir los tipos de vegetación que forman parte de las terrazas e islas aluviales de Zapotitlán.
- Determinar la frecuencia, densidad relativa, cobertura e índice de dominancia de las especies vegetales.
- Determinar el índice de similitud y ordenación de las diferentes zonas que componen el sistema aluvial
- Determinar la diversidad β a través de las diferentes zonas en estudio.
- Describir la estructura de tamaños de las especies vegetales más dominantes de las terrazas aluviales.
- Describir la estructura de sexos de las especies vegetales más representativas en el área de estudio.
- Describir las formas y espectros de vida de las especies vegetales que forman parte de este sistema.
- Contribuir a determinar y describir los patrones de degradación en las diferentes zonas del sistema aluvial.



4. AREA DE ESTUDIO



4.1 Localización del área de estudio

El presente trabajo se desarrolló en el Valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla; situado dentro de la Reserva de la Biósfera de Tehuacán-Cuicatlán, al suroeste de la ciudad de Tehuacán. Este Valle de Zapotitlán limita al noreste con la Sierra Madre Oriental, Sierra de Zongolica y Tecamachalco, al noroeste con el Cerro Tlacotepec y al suroeste con la Sierra de Zapotitlán y Sierra Mixteca (Ramírez, 1996).

Específicamente el área de estudio se ubica a lo largo del Río "El Salado", sobre las terrazas aluviales del mismo, entre los $18^{\circ}16'59''$ y $18^{\circ}20'11''$ de latitud norte y entre los $97^{\circ}26'51''$ Y $97^{\circ}30'13''$ de longitud oeste; con una extensión aproximada de 28.657 Km^2 (Fig. 4.1).

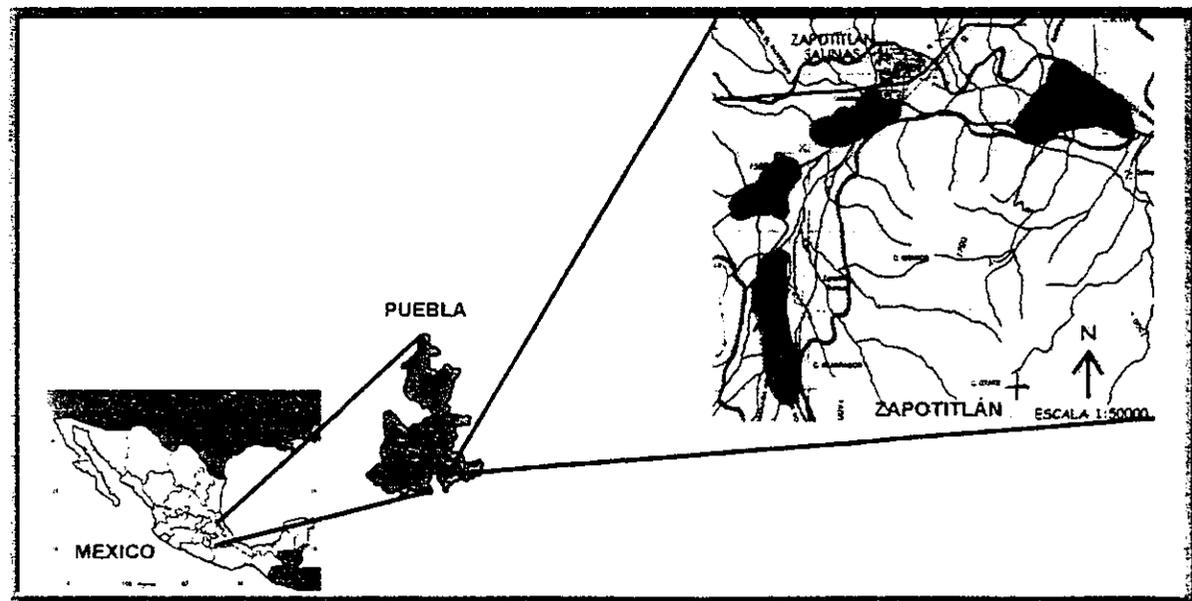


Fig. 4.1 Área de estudio en Zapotitlán de las Salinas, Puebla.

4.2 Clima

El clima del Valle de Zapotitlán, es producto de las características físicas de la atmósfera y de la posición de ésta con respecto a la circulación atmosférica (Zavala, 1982). Así mismo la Sierra Madre Oriental, y específicamente la Sierra de Zongolica constituyen una barrera para los vientos húmedos del Golfo de México, formando así una sombra de lluvia en el Valle, debido a ello, la precipitación anual oscila entre los 375 y 450 mm (Fig 2).

El clima general de Zapotitlán de las Salinas corresponde al tipo BShw"(w)(e)g, de acuerdo a la clasificación climática de Koopen modificada por García (1973); que se caracteriza por ser seco con lluvias en verano, con dos máximos de lluvia (Junio y Septiembre) separados por dos estaciones secas. La temperatura media anual oscila entre los 18 y 22.7 °C (Fig.4.2) (Valiente, 1991).

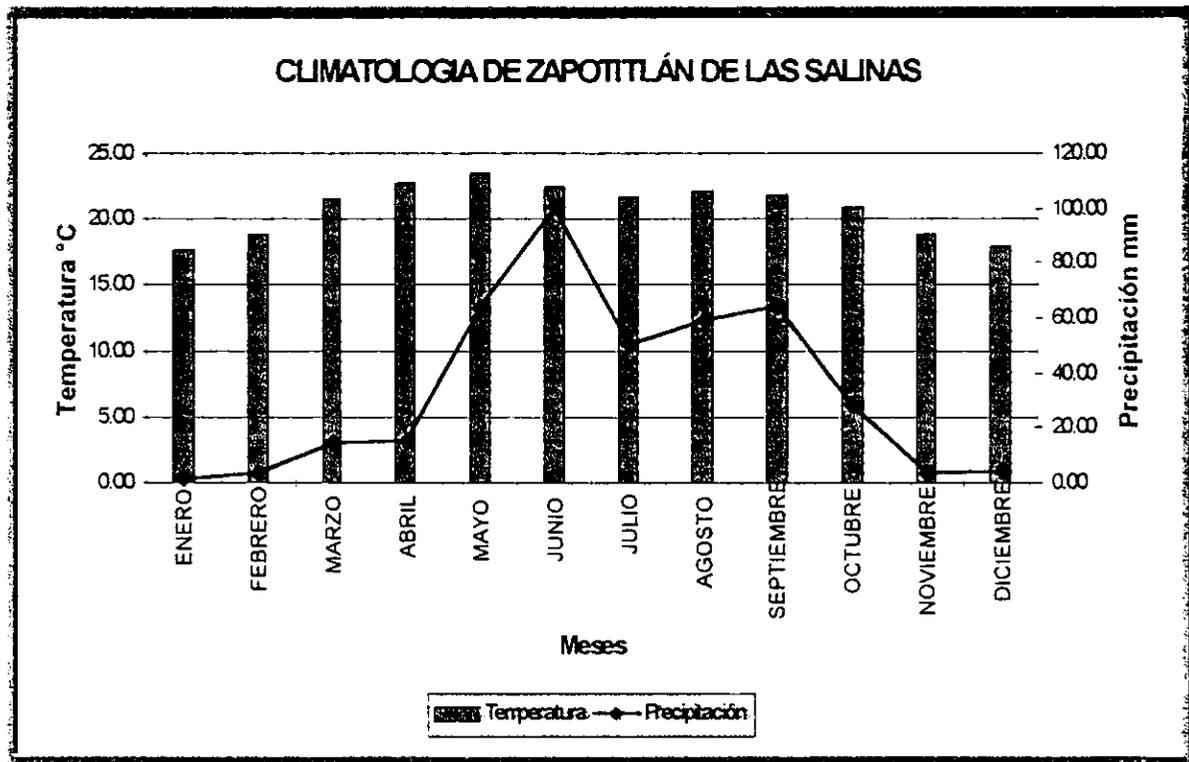


Fig. 4.2 Diagrama climatológico de Zapotitlán de las Salinas, basado en los datos de los últimos 20 años.

4.3 Fisiografía

Fisiográficamente el Valle de Zapotitlán pertenece a la Sierra Madre del Sur, a la Provincia de las Sierras Centrales de Oaxaca y al Sistema ecogeográfico Zapotitlán. Dentro del Valle se presentan algunas elevaciones propias de la Sierra de Zapotitlán; destacando la de Atzingo y Miahuatepec al este, los cerros Pajarito y Chacateca al norte, el Cerro Corral de piedra al sur y el Cerro de la Mesa al norte (Zavala, 1982). Específicamente en la zona de estudio se encuentran topofomas como laderas, terrazas e islas (estas últimas derivadas de la fragmentación de las terrazas aluviales por procesos hídricos), tanto inclinadas, como planas y onduladas.

4.4 Geología

El Complejo Basal de la zona, está formado por rocas metamórficas constituidas principalmente por esquistos de clorita y sericita, así como por rocas ígneas intrusivas que afloran en lomeríos redondos. Están representados en el área el periodo Jurásico y Cretácico; el primero formado por rocas continentales (Formación Matzitzi) y el segundo con mayor extensión constituido por rocas marinas que descansan discordantemente sobre las rocas del Jurásico y las metamórficas del Complejo Basal (Zavala, 1982).

Para el área de estudio se presentan rocas del Cretácico inferior y medio, en laderas y cimas de cerros, mientras que en las partes bajas se presentan depósitos de materiales no consolidados del Cuaternario tardío.

4.5 Suelos.

Los suelos de Zapotitlán son muy profundos, pedregosos y halomórficos, que se derivan principalmente de evaporitas cálcicas, donde suelen ser muy abundantes las sales, como los carbonatos y el sodio. Los tipos de suelo registrados para la zona (según FAO-UNESCO, 1980) son litosoles, rendzinas, vertisoles, xerosoles, regosoles y fluvisoles cálcicos. Estos

últimos dominan principalmente dentro del área de estudio, y las características de textura y pH se muestran en la siguiente tabla (Cuadro 4.1).

CUADRO 4.1		CARACTERÍSTICAS DE TEXTURA Y PH EN LOS SUELOS DEL ÁREA DE ESTUDIO	
ÁREA DE ESTUDIO	MUESTREOS	TEXTURA DEL SUELO**	pH*
ZONA A	A1	Franco arenosa	8.17
	A2	Franco arenosa y franco arcilloso arenosa	8.27
	A3	Franco arenosa	8.14
	A4	Arenosa y franco arenosa	7.74
	A5	Franco arenosa y arenosa	8.07
	A6	Franco arenosa y franco arcillosa	8.13
ZONA B	B1	Franco arenosa y arenosa	8.26
	B2	Franco arenosa	8.15
	B3	Franco arenosa y areno-francosa	8.23
	B4	Franco arenosa y arenosa	8.02
	B5	Franco arenosa y arenosa	7.64
	B6	Franco arenosa y arenosa	7.99
ZONA C	C1	Franco arenosa y areno-francosa	7.97
	C2	Arenosa y franco arenosa	7.77
	C3	Franco arenosa	7.89
	C4	Franco limosa y arcillosa	7.71
	C5	Franco limosa y arcillosa	8.07
	C6	Franco limosa y arcillosa	8.14
ZONA D	D1	Franco y franco limosa	8.20
	D2	Franco arenosa	7.75
	D3	Arcillosa y franco arcillosa	8.13
	D4	Arcillosa y franco arcillosa	8.57
	D5	Franco y franco limosa	8.10
	D6	Franco limosa y arcillosa	8.52

ÁREA DE ESTUDIO	MUESTREOS	TEXTURA DEL SUELO**	pH*
	D7	Franco arcillosa y arcillosa	8.45
	D8	Arcillosa y franco arcillosa	8.67
	D9	Arcillosa y franco arcillosa	8.76

Datos analizados y proporcionados por el laboratorio de Edafología (UBIPRO) UNAM *campus* IZTACALA
 * pH promedio entre los distintos estratos de cada muestreo.
 ** Textura dominante de los distintos estratos de cada muestreo.

4.6 Ríos

El Valle pertenece a la Cuenca Alta del Papaloapan en su mayor parte (Miranda, 1948) y solo en el extremo suroeste a la Cuenca del Balsas (Miranda, 1947). Específicamente el área de estudio, se encuentra irrigado por el Río Zapotitlán, que junto con el Río Tehuacán forman el Río "El Salado", uno de los principales afluentes del Papaloapan (Ramírez, 1996). En la región suroeste de Zapotitlán se presentan varios arroyos, de los cuales destacan el Acatepec y las Manzanas.



5. METODOS



5.1 Revisión bibliográfica y cartográfica

Se realizó la búsqueda de literatura especializada en trabajos de vegetación de la zona, así como antecedentes en estudios de botánica, ecología y florística. De tal manera, se obtuvieron datos climáticos, geológicos y edafológicos de la zona en estudio, con el fin de caracterizar los componentes bióticos y abióticos en el sistema aluvial de Zapotitlán.

5.2 Trabajo de campo

En principio, se efectuó una salida preliminar, con la que se verificó en campo los sitios en los que se encuentran las islas y las terrazas aluviales a estudiar. En esta visita se determinó el tipo de muestreo a utilizar para este trabajo.

5.2.1 Tipo de muestreo

El tipo de muestreo, se basó fundamentalmente en las diferencias fisonómicas de la vegetación, por ello, con el fin de reconocer las diferentes variantes de la vegetación en estudio, se optó por realizar cuadrantes de tipo sistemático o dirigidos, de acuerdo a las propiedades fisonómicas de la vegetación encontrada en el sitio (Matteucci y Colma, 1982).

5.2.2 Área de muestreo

El área de muestreo se obtuvo de acuerdo al área mínima propuesto por Cain, 1938; donde se realiza una curva de área-especie, donde al aumentar el área, aumentan las especies (Matteucci y Colma, 1982). Esta área se obtiene cuando la línea de especies se hace asíntota y no crece más (Fig. 5.1).

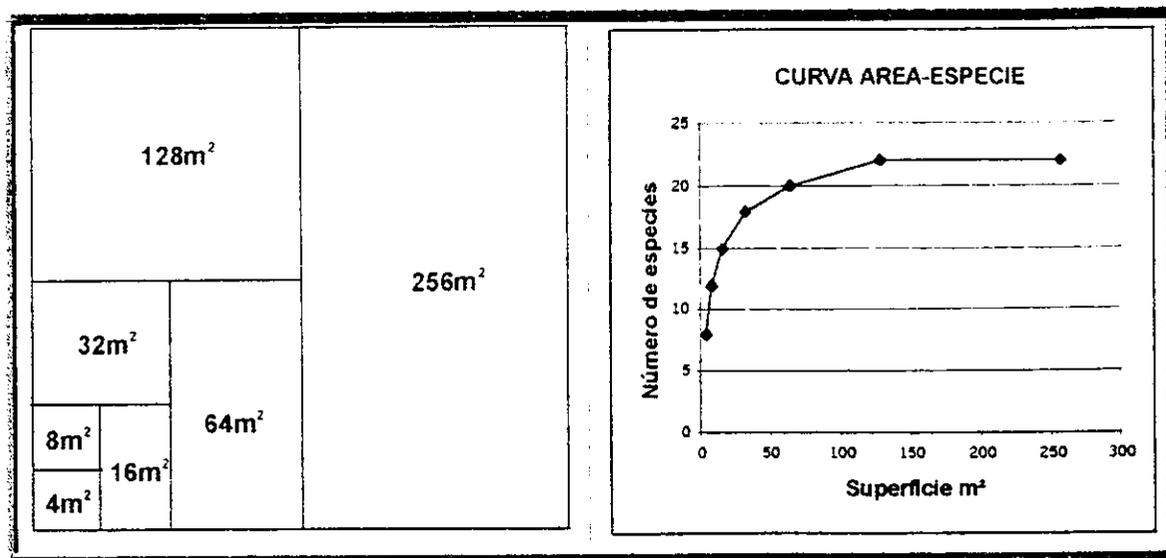


Fig. 5.1 Muestra el desarrollo para la obtención del área mínima (Tomado de Matteucci y Colma, 1982).

Con esto, se determinó que el área empleada para los muestreos sistemáticos, serían de 400 m², presentándose así 18 muestreos de 400 m² para las zonas A, B y C y 5 muestreos de 400 m² y 4 muestreos de áreas distintas que suma en total 400 m² para la zona D, dando con ello un total de 27 muestreos con una extensión total de 9600 m², que representa aproximadamente el 30% del área total de las cuatro zonas (Fig. 5.2 y Cuadro 5.1).

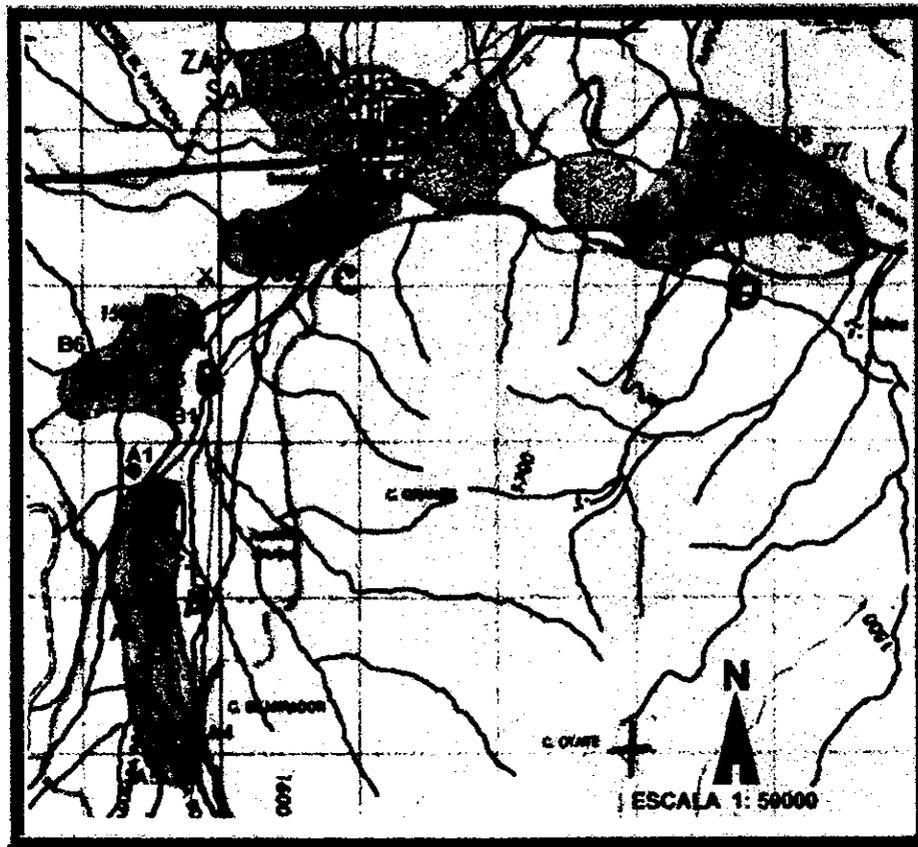


Fig. 5.2 Mapa del área de estudio indicando los diferentes sitios de muestro realizados en las cuatro zonas.

CUADRO 5.1		DETALLA LOS DIFERENTES MUESTREOS REALIZADOS EN LAS CUATRO ZONAS EN ESTUDIO
MUESTREO	TOPOFORMA	EXTENSIÓN
A1	Terraza poco profunda con rocas lutitas	400 m ²
A2	Terraza poco profunda frente a las granjas	400 m ²
A3	Terraza poco profunda dentro de las granjas	400 m ²
A4	Parte baja de la ladera oeste del cerro El Mirador	400 m ²
A5	Terraza pequeña con rocas lutitas	400 m ²
A6	Terraza de profundidad media, dentro de las granjas	400 m ²
B1	Terraza profunda con lomeríos	400 m ²
B2	Terraza poco profunda con lomeríos	400 m ²

MUESTREO	TOPOFORMA	EXTENSIÓN
B3	Terraza profunda plana	400 m ²
B4	Terraza profunda con lomeríos	400 m ²
B5	Terraza profunda con lomeríos	400 m ²
B6	Terraza profunda plana	400 m ²
C1	Terraza erosionada con pendientes	400 m ²
C2	Terraza erosionada con lomeríos	400 m ²
C3	Terraza en formación plana, poco profunda	400 m ²
C4	Terraza de profundidad media	400 m ²
C5	Terraza de profundidad media	400 m ²
C6	Terraza profunda plana	400 m ²
D1	Isla profunda plana y con lomeríos	400 m ²
D2	Parte baja de la ladera norte del cerro Barranca las Salinas	400 m ²
D3	Isla pequeña plana	45 m ²
D4	Isla pequeña plana	70 m ²
D5	Isla profunda plana y con lomeríos	400 m ²
D6	Terraza profunda con lomeríos	400 m ²
D7	Isla profunda con lomeríos	400 m ²
D8	Isla pequeña plana	175 m ²
D9	Isla pequeña plana	110 m ²

5.2.3 Datos de los muestreos

Dentro de cada cuadrante, fueron reconocidos a los árboles, arbustos y herbáceas perennes, que forman los elementos característicos y fisonómicos de la vegetación ahí existente. Cada especie de este tipo en cada cuadrante fue medida en tamaño y cobertura, así mismo se obtuvo el número de individuos de cada especie, su forma de vida y su expresión sexual. Del mismo modo se tomaron para cada muestreo datos de altura, suelo y posición geográfica de cada uno. Las especies herbáceas caducas, anuales, epifitas y parásitas fueron registradas florísticamente para el análisis de diversidad y vegetación.

5.2.4 Colecta de especies

Durante el trabajo de campo, de febrero de 1998 a noviembre de 1999, se efectuaron colectas de material botánico, las cuales fueron identificadas y depositadas en el Herbario IZTA y en la UBIPRO, dentro de la Escuela Nacional de Estudios Profesionales *campus* Iztacala, UNAM. Con el fin de respaldar el trabajo realizado, con base, a la lista florística generada en este estudio.

5.3 ANALISIS DE LOS DATOS

5.3.1 Índice de dominancia

El índice de dominancia, fue calculado de acuerdo al producto de los tres atributos ecológicos asignados a este estudio: [Frecuencia (%) * Densidad * Cobertura (m)]. Para este análisis fueron consideradas las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas perennes y leñosas, cuya fisonomía es característica en la zona de estudio.

5.3.1.1 Frecuencia

Este parámetro es una medida de la distribución espacial de las especies, dada como la frecuencia de aparición de cada una de ellas en cada muestreo o cuadrante de cada zona; que por si sola carece de importancia absoluta, teniéndose que asociar a otros atributos ecológicos (Matteucci y Colma, 1982). La frecuencia para cada especie fue obtenida de acuerdo a la siguiente formula:

F_i = Frecuencia

$F_i = (m_i/M) 100$

m_i = Número de subunidades muestrales en las que el atributo aparece

M = Número total de unidades muestrales

5.3.1.2 Densidad

Este atributo, se estimó como el número de individuos de cada especie entre el área total de cada muestreo, que en la mayoría de los casos fue de 400 m², a excepción de los muestreos realizados en las "islas" más pequeñas del sistema aluvial. Este parámetro es importante por

si solo, pero pesa más conjuntamente con otros (Matteucci y Colma, 1982). La densidad de cada especie fue obtenida con la siguiente fórmula:

$$D = (ni/A)$$

D = Densidad
ni = Número de individuos de la especie i
A = Área total

5.3.1.3 Cobertura

Este atributo de biomasa, fue calculado para cada especie a partir de la medición de dos diámetros perpendiculares de las copas de los árboles y arbustos, asumiendo una elipse; de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$C = [(d1+d2/4)^2 \pi]$$

C = Cobertura
d1 = Primer diámetro de la cobertura de la copa
d2 = Segundo diámetro de la cobertura de la copa
Pi = 3.1416

5.3.2 Estructura de la vegetación

La estructura de las comunidades vegetales, se obtuvo de acuerdo a los atributos ecológicos antes mencionados, a los cuales se les aplicó análisis estadísticos de clasificación y ordenación, además se obtuvo la diversidad beta, estructura de tamaños, sexualidad y formas de vida.

5.3.2.1 Clasificación

Tomando en cuenta la propuesta de degradación, señalada al inicio del trabajo, se esperaría una agrupación de las diferentes zonas, indicando patrones degradativos, desde la zona A a la D, debido a ello, se empleó un análisis cluster por el método de Jaccard, corrido en el programa Biodiversity Professional v. 1.02; ya que este método clasifica los muestreos de cada zona por la similitud de los diferentes grupos formados, a partir de datos de

cualitativos, en este caso por la presencia/ausencia de las especies vegetales en cada muestreo/zona (Zavala,1986).

5.3.2.2 Ordenación

Para definir si las diferentes zonas en estudio, presentan un patrón degradativo a lo largo del sistema aluvial, se planteó una ordenación de los diferentes muestreos con respecto a las variables de los atributos estructurales de la vegetación (frecuencia, densidad y cobertura). Este análisis despliega los efectos relativos de las fuentes más importantes de variación de las muestras y especies, debido a ello se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP) en el mismo programa antes mencionado, con el objetivo de observar las variables que influyen en la agrupación de los diferentes muestreos y zonas (Zavala. 1986; Gauch, 1982).

5.3.2.3 Diversidad Beta (β)

La diversidad es una medida de la distribución de las especies en las comunidades, de tal manera, es una medida de la heterogeneidad de un sistema, en este caso del sistema aluvial de Zapotitlán. La diversidad β (Wilson y Schmida, 1984), en este caso proporciona una medida de recambio de especies, en este caso, a lo largo de las cuatro zonas involucradas en este estudio, de acuerdo al número de especies nuevas encontradas y a las que desaparecen. La diversidad β se obtiene con la siguiente formula:

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

β = Diversidad beta
 a = Número de especies ganadas a lo largo de un gradiente
 b = Número de especies que desaparecen a lo largo de un gradiente
 α = Número promedio de especies entre zonas o comunidades

Posteriormente, se obtuvo una medida de diversidad total, a partir de la diversidad parcial encontrada en cada una de las zonas; mediante la siguiente ecuación:

$$Bt = 1/n \sum_{i=1}^n B_i$$

n = Número de combinaciones obtenidas (6) al comparar cada zona para el cálculo de la diversidad Bt

La Bt se puede interpretar como el valor que se obtendría en un sistema de n comunidades o zonas.

5.3.3 Vegetación

Los tipos de vegetación de la zona en estudio, fueron identificados por la clasificación de Miranda y Hernández X, 1963 y Valiente-Banuet *et al.* (en prensa). Para esta identificación se tomaron en cuenta datos florísticos y de dominancia principalmente, así como factores abióticos como el relieve, geología y suelo. Así mismo, se esquematizó la vegetación por medio de perfiles, esto de acuerdo a su distribución y altura de cada una de las especies presentes, representando así, las características fisonómicas y abundancia de las especies de cada tipo de vegetación (Matteucci y Colma, 1982; Granados y Tapia, 1990).

5.3.4 Descripción de formas de vida

La descripción de formas biológicas o de vida de las especies vegetales, fue realizada según el método de Raunkiaer, modificada por Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974; donde se sugiere una diferenciación de hábito debido a la estructura de renuevo de la planta, con el fin de observar la relación que presentan las especies dentro de las comunidades aluviales con respecto al ambiente.

5.3.5 Estructura de tamaños

Este análisis se realizó con el fin de observar el reclutamiento de las especies dominantes del sistema aluvial, debido a la importancia que presentan estas especies en la fisonomía y dinámica de las comunidades vegetales de la zona. Con esto se obtuvo gráficas piramidales de su tamaño, sirviendo de base para posteriores estudios demográficos en la zona de estudio. La estructura de tamaños consistió primeramente, en la obtención de intervalos de acuerdo a los números de datos de cada zona, aplicando la fórmula propuesta por Sturges y

posteriormente se obtuvo la amplitud o ancho de los intervalos, para la realización de las pirámides.

$$K = 1 + 3.322 * \log n$$

K = Número de intervalos

n = Tamaño de la muestra

$$W = A/K$$

W = Amplitud o ancho de intervalos

A = Amplitud (Valor mayor-Valor menor)

K = Número de intervalos

5.3.6 Estructura de sexos

Este análisis se realizó para conocer las distintas estrategias de reproducción que presentan las especies vegetales de la zona de estudio, con el fin de tener una idea más clara sobre las condiciones ambientales que repercuten en ellas y describir más claramente la estructura de las comunidades ahí presentes, también debido a que son pocos los estudios realizados en este ámbito, y de tal manera se espera dar la pauta para estudios posteriores de sexualidad en el sistema aluvial de Zapotitlán. Los criterios empleados para la clasificación de la expresión sexual son los siguientes (Cuadro 5.2):

CUADRO 5.2		DETALLA LOS DIFERENTES MUESTREOS REALIZADOS EN LAS CUATRO ZONAS EN ESTUDIO	
EXPRESIÓN SEXUAL*		CARACTERÍSTICAS	
Hermafroditas	Flores con los dos sexos	En la misma inflorescencia	
Dioica	Flores ♀ ó ♂	En organismos separados	
Monoica	Flores ♀ y ♂	En el mismo individuo, pero en separadas inflorescencias	
Andromonoica	Flores hermafroditas y ♂	En el mismo individuo, pero en separadas inflorescencias	
Androdioica	Flores hermafroditas y ♀	En organismos separados	
Ginmomonoica	Flores hermafroditas y ♀	En el mismo individuo, pero en separadas inflorescencias	
Ginmodioica	Flores hermafroditas y ♀	En organismos separados	

* Tomado de Willson, M. 1983



6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN



6.1 Vegetación

De acuerdo a la clasificación de Miranda y Hernández X. (1963) y Valiente-Banuet *et al.* (En prensa); fueron identificados 5 tipos de vegetación dentro de las 4 zonas de estudio. Estos son: "Tetechera de *Neobuxbaumia tetetzo*", "Cardonal de *Cephalocereus columna-trajani*", "Selva Baja Perennifolia con espinas laterales" (Mezquital), "Matorral Espinoso con espinas laterales" y "Candelillar de *Euphorbia antisyphilitica*".

6.1.1 Tetecheras de *Neobuxbaumia tetetzo*

Esta comunidad se presenta principalmente en laderas de cerros a lo largo del sistema aluvial, con pendientes de más de 10°, en donde existen afloramientos de rocas de lutitas y algunas calizas, y se encuentran entre los 1460 a 1520 m.s.n.m. sobre las laderas adyacentes a las terrazas y sobre algunas terrazas erosionadas profundas, *Neobuxbaumia tetetzo* (localmente llamada Tetecho) se presenta como la especie dominante e indicadora de esta comunidad, aunque tal dominancia no llega a ser tan notoria como en otras tetecheras presentes en laderas de cerros grandes, como el Cutá o Cerro grande. Esta comunidad se encuentra en la parte sur y suroeste de la zona C, en el suroeste de la zona A y al sur de la zona D, y se caracteriza por presentar un estrato arbóreo alto de 7 a 12 metros de altura, dominado principalmente por *N. tetetzo*, *Beaucarnea gracilis* y en algunos casos con menor densidad *Cephalocereus columna-trajani*; el estrato arbóreo bajo tiene de 2 a 5 metros de altura, y esta dominado por *Prosopis laevigata*, *Cercidium praecox*, *Pachycereus holliamus*, *Schoepfia angulata* y *Ziziphus amolle* (Fig. 6.1). Adicionalmente se encuentra un estrato arbustivo de 0.5 a 1.50 metros de altura, donde sobresale *Castela tortuosa*, *Opuntia depressa*, *O. pilifera*, *Caesalpinia melanadenia*, *Acacia constricta*, *Mimosa luisana* y *Agave karwinskii*. Finalmente, existe un estrato herbáceo perenne y uno decíduo; en el

primero de ellos, se encuentran principalmente pequeñas cactáceas como *Coryphantha pallida*, *Ferocactus robustus*, *F. latispinus* var. *spiralis*, *Mammillaria carnea*, *M. sphaelata*, así como *Justicia mexicana* y *Lantana achyranthifolia*, mientras que las especies deciduas están representadas por *Tournefortia volubilis*, *Iresine calea*, *Ipomoea conzatii*, *Loeselia caerulea*, *Bothriochloa barbinodis* y *Sanvitalia fruticosa*.

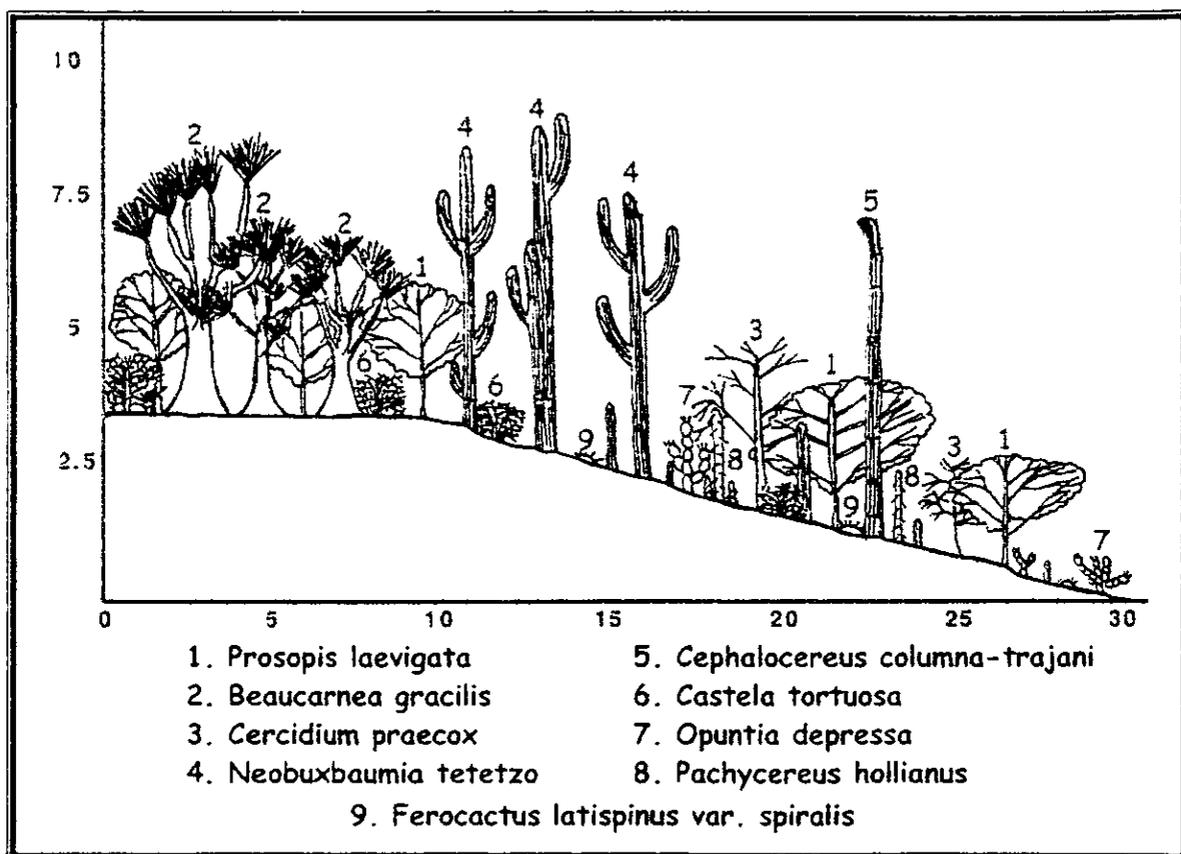


Fig. 6.1 Tetechera de *Neobuxbaumia tetetzo* con *Beaucarnea gracilis* y *Prosopis laevigata*.

6.1.2 Cardonales de *Cephalocereus columna-trajani*

Este tipo de vegetación, se encuentra en laderas de cerros con afloramientos de rocas calizas y sobre terrazas erosionadas donde aflora este mismo material parental, este tipo de vegetación se observa en la parte suroeste y noroeste de la zona C. Esta comunidad, al igual que la anterior, esta determinada solo por un elemento indicador, en este caso por el Cardón *Cephalocereus columna-trajani*, el cual esta asociado a *Prosopis laevigata*, *Neobuxbaumia tetetzo* y *Cercidium praecox* (Fig. 6.2). Esta comunidad se desarrolla sobre pendientes

pronunciadas derivadas de la erosión de las terrazas profundas y con afloramientos de rocas calizas. Se presenta un estrato arbóreo alto de 8 hasta 15 metros de altura, dominado por *C. columna-trajani* y *N. tetetzo*, siendo este ultimo el que presenta menor densidad. También está presente un estrato arbóreo bajo de 2 a 4 metros de altura, en donde encontramos a *P. laevigata*, *Cercidium praecox* y *Zapoteca formosa*. En el estrato arbustivo se encuentra a *Castela tortuosa*, *Caesalpinia melanadenia*, *Bursera schlechtendalii* y *Peniocereus viperinus* principalmente. Así mismo se encuentran pequeñas cactáceas como son *Mammillaria sphacelata* y *M. carnea*. Finalmente, el estrato herbáceo esta compuesto por *Lantana uchyranthifolia*, *Siphonoglossa ramosa*, *Tournefortia volubilis*, *Ruellia hirsutoglandulosa*, *Sanvitalia fruticosa* y *Sporobolus pyramidatus*.

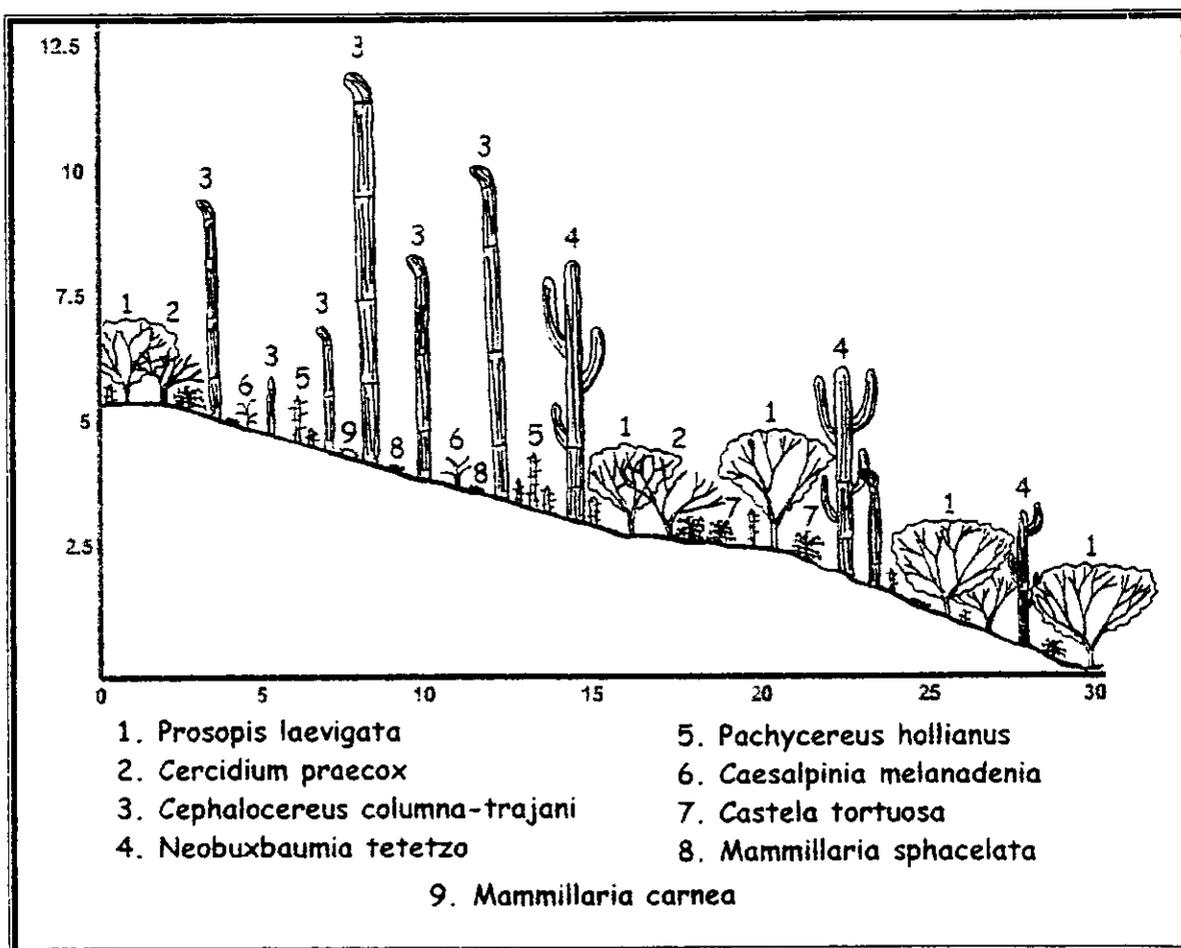


Fig. 6.2 Cardonal de *Cephalocereus columna-trajani*, junto con *Prosopis laevigata* y *Neobuxbaumia tetetzo*.

6.1.3 Selva Baja Perennifolia con espinas laterales (Mezquital)

Este tipo de vegetación se encuentra en un 80-85% en el área de estudio, tanto en suelos aluviales profundos como en suelos residuales en formación, caracterizados por diversos tipos de texturas. Esta comunidad perennifolia se encuentra dominada por *Prosopis laevigata*, (localmente llamada mezquite) y se caracteriza por la asociación de cactáceas columnares y en forma de candelabro, además de presentar como característica fundamental la presencia abundante sobre el mezquite de la parásita *Phoradendron californicum* y de la epífita *Tillandsia recurvata*, esta última también sobre *Cercidium praecox*. No todas las comunidades de mezquital son semejantes, pues existen diferencias en estructura, distribución, tamaños, densidad y composición florística; estas características fueron fundamentales para poder describir las tres principales asociaciones que presenta esta comunidad en el sistema aluvial en estudio y que se describe a continuación.

6.1.3.1 Asociación de *Prosopis laevigata* - *Celtis pallida* - *Cercidium praecox* - *Opuntia pilifera* - *Myrtillocactus geometrizans* y *Pachycereus hollianus*

Esta asociación se encuentra principalmente en terrazas de las zonas A y B, la cual se caracteriza por presentar una cobertura arbórea densa y cerrada en las partes más conservadas, y se desarrolla principalmente sobre suelos aluviales cálcicos, profundos y semiprofundos y de textura arenosa. La altura de las especies dominantes de esta comunidad va desde 3 metros en algunas zonas, hasta otras donde el mezquite llega a presentar hasta casi 7.5 metros de altura y 10 m de cobertura. Otra característica de esta comunidad es la presencia de elementos caducifolios, como *Mimosa luisana*, *Caesalpinia melanadenia*, *Bursera schlechtendalii* e *Ipomoea arborescens*.

En el estrato arbóreo de esta asociación (3 a 8 metros de altura), se encuentran a *Cercidium praecox*, *Opuntia pilifera*, *Myrtillocactus geometrizans*, *Pachycereus hollianus*, *P. marginatus*, *Stenocereus stellatus*, así como *Acacia bilimekii* y *Bursera arida*, aunque estas últimas son muy escasas. Por otra parte el estrato arbustivo (0.50 a 2.7 metros) está compuesto por *Celtis pallida*, *Castela tortuosa*, *Zanthoxylum liebmannianum*, *Agave*

marmorata y *Agave karwinskii* (Fig. 6.3). Dentro de esta asociación encontramos diversas cactáceas como *Opuntia pubescens*, *Coryphantha pallida*, *Mammillaria sphacelata*, *Mammillaria carnea* y *Ferocactus robustus*. Finalmente, el estrato herbáceo está compuesto principalmente por asteráceas como *Parthenium tomentosum*, *Parthenium bipinnatifidum*, *Stevia salicifolia*, *Zinnia peruviana*, *Viguiera dentata* y *V. pinnatilobata*, además de otras como *Heliotropium angiospermum*, *Chamaesyce cumbrae*, *Rivinia humilis*, *Bouteloa curtipendula*, *Chloris rufescens*, *Eragrostis cilianensis*, *Setaria grisebachii*, *Talinum paniculatum*, *Solanum trydinamum*, *Hybanthus oppositifolius*, *Sedum allantoides*, *Sarcostemma elegans* y *Phoradendron californicum*.

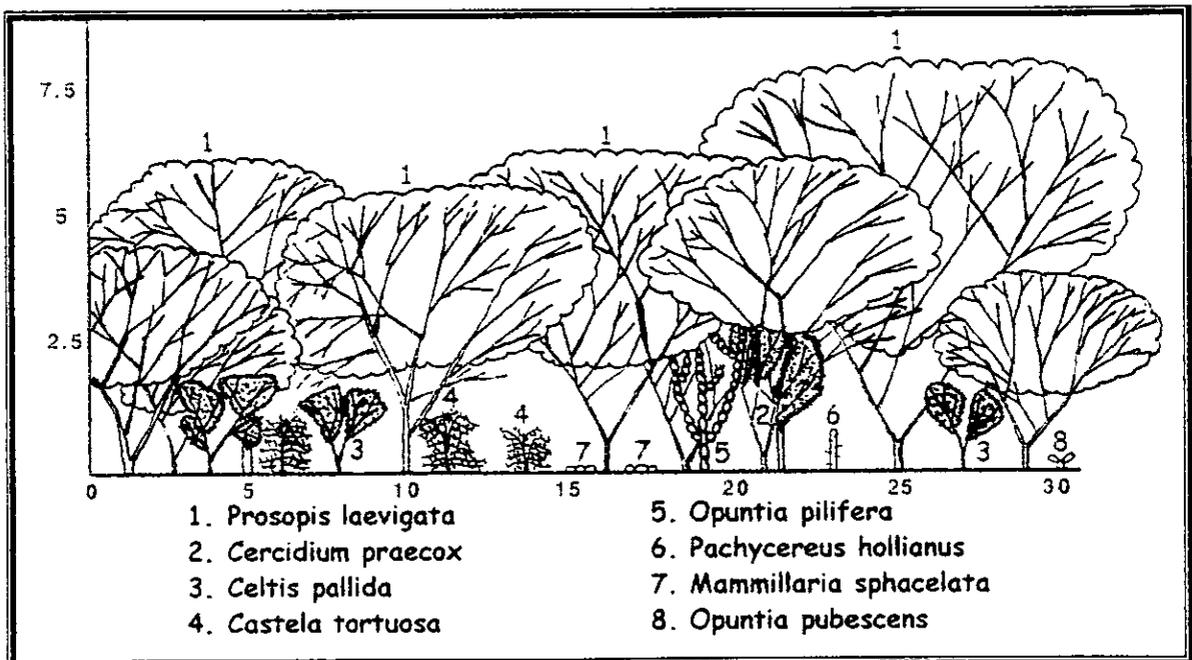


Fig. 6.3 Mezquital con *Prosopis laevigata*, *Celtis pallida*, *Cercidium praecox* y *Castela tortuosa* en la zona B.

6.1.3.2 Asociación de *Prosopis laevigata* - *Acacia consricta* - *Cercidium praecox* - *Acacia farnesiana* - *Celtis pallida* y *Castela tortuosa*

Esta asociación se presenta principalmente dentro de la zona C, sobre terrazas compactadas y fragmentadas con notoria erosión eólica y pluvial, así, como en los pequeños montículos

en formación dentro del río. también se presenta en algunos sitios de la zona A, especialmente en el lado oeste del río. Se caracteriza por ser un bosque de porte bajo abierto, asociado a áreas de cultivo de maíz, se presenta sobre suelos poco profundos de textura limosa-arcillosa, donde el elemento dominante *P. laevigata*, que no sobrepasa los 3 metros de altura. Algunas de las especies arbóreas y arbustivas que se asocian al mezquite son; *Cercidium praecox*, *Schinus molle*, *Acacia constricta*, *A. farnesiana*, *Morkillia mexicana*, *Mimosa luisana*, *Castela tortuosa* y *Dalea carthagenensis*. Así mismo se encuentran cactáceas como *Opuntia pilifera*, *O. pubescens*, *Mammillaria carnea*, *M. sphaelata* y *Pachycereus hollianus*. Dentro del estrato herbáceo se presentan *Gomphrena decumbens*, *Bothriochloa barbinodis*, *Eragrostis atrovirens*, *Setaria grisebachii*, *Solanum rostratum*, *Parthenium tomentosum*, *Parthenium bipinnatifidum*, *Sanvitalia fruticosa*, *Sanvitalia procumbens*, *Viguiera dentata*, *Zinnia peruviana*, *Phoradendron californicum* y *Tillandsia recurvata*.

6.1.3.3 Asociación de *Prosopis laevigata* - *Cercidium praecox* - *Vallesia glabra* - *Myrtillocactus geometrizans* - *Celtis pallida* y *Pachycereus marginatus*

Esta última asociación se presenta exclusivamente dentro de la zona D, que se caracteriza por presentar terrazas fragmentadas, islas y "badland" por efectos de erosión, con suelos profundos y semiprofundos principalmente de textura arcillosa, y en algunas partes de la zona se presentan suelos con principios de salinización. Esta comunidad se caracteriza por tener bosques densos y cerrados en las islas más grandes y de difícil acceso, mientras que la vegetación con menor cobertura y árboles más bajos se localizan en islas menos extensas y transitadas por el ganado. En el estrato arbóreo se presenta como elemento dominante a *Prosopis laevigata* y *Cercidium praecox*, junto con ellos se encuentran algunas cactáceas como *Myrtillocactus geometrizans*, *Opuntia pilifera*, *Pachycereus marginatus*, *P. hollianus* y *Stenocereus stellatus* (Fig. 6.4). Los arbustos dominantes que se presentan son; *Vallesia grabra*, *Castela tortuosa* y *Celtis pallida*, además de otros no tan dominantes como *Maytenus phyllantoides* y *Ximenia americana*. El estrato herbáceo está constituido por cactáceas como *Opuntia pubescens*, *O. pumila*, *Mammillaria sphaelata* y *M. carnea*, así como de asteráceas como *Flaveria trinervia*, *Gymnosperma glutinosum*, *Parthenium*

tomentosum, *Viguiera dentata*, *V. pinnatilobata* y *Zinnia peruviana*. Otras herbáceas presentes en esta asociación son *Heliotropium angiospermum*, *Ipomoea longipedunculata*, *Chamaesyce cumbrae*, *Euphorbia postrata*, *Rivinia humilis*, *Talinum paniculatum*, *Solanum rostratum* y *S. trydinamum*. Finalmente los pastos presentes en esta zona son: *Aristida glauca*, *Bothriochloa barbinodis*, *Bouteloa curtispindula*, *Chloris pluriflora*, *Setaria grisebachii*, *Sporobolus pyramidatus* y *Distichlis spicata*, esta última indicadora de procesos de salinización.

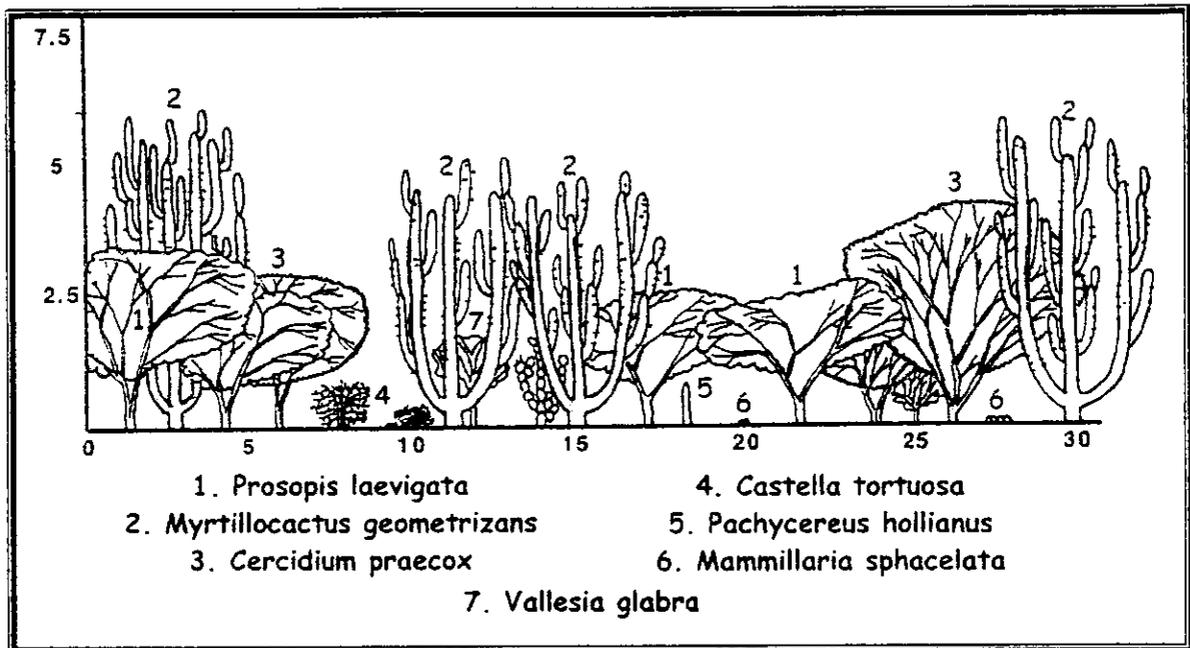


Fig. 6.4 Mezquital de *Prosopis laevigata*, *Myrtillocactus geometrizans* y *Vallesia glabra* en la zona D.

6.1.4 Matorral espinoso con espinas laterales

Este tipo de vegetación se caracteriza por presentar arbustos espinosos caducifolios, y se encuentran dentro de la zona A y en la parte suroeste de la zona B, en sitios con suelos residuales en formación con pequeñas inclinaciones y en laderas como la del cerro El Mirador, donde se observa principalmente la presencia de arenas con afloramientos de rocas de lutita. Este tipo de vegetación esta constituido por dos asociaciones, caracterizadas

por la presencia y dominancia de especies arbóreas y arbustivas caducifolias, con escasa o nula presencia del mezquite.

6.1.4.1 Asociación de *Cercidium praecox* - *Caesalpinia melanadenia* - *Mimosa luisana* - *Echinopterys eglandulosa* y *Mascagnia parvifolia*

Esta asociación se encuentra dentro del sistema aluvial, en la ladera oeste del cerro El Mirador y sobre suelos residuales en formación atrás de la zona de granjas, y se desarrollan sobre suelos con lutitas. El estrato arbóreo de esta comunidad, presenta una altura de 3 a 8 metros, donde se observa a *Cercidium praecox*, *Pilosocereus chrysacanthus*, *Bursera aptera*, *Neobuxbaumia tetetzo* y *Manihotoides pauciflora*. El estrato arbustivo esta compuesto por *Caesalpinia melanadenia*, *Mimosa luisana*, *Echinopterys eglandulosa*, *Mascagnia parvifolia* y *Aeschynomene purpusii*. En el estrato herbáceo se presenta *Lippia graveolens*, *Justicia mexicana*, *Ruellia hirsutoglandulosa*, *Justicia candicans*, *Cordia curassavica*, *Bouteloa curtipendula*, *Loeselia caerulea*, *Callisia navicularis* y *Euphorbia rossiana*, además de *Tillandsia dasyliriifolia* y *T. recurvata*.

6.1.4.2 Asociación de *Opuntia pilifera* - *Mimosa luisana* - *Cercidium praecox* - *Ipomoea arborecens* - *Stenocereus stellatus* y *Bursera schlechtendalii*

Esta asociación se encuentra en la parte noroeste de la zona A y suroeste de la zona B, sobre suelos arenosos con afloramientos de rocas lutitas (Fig. 6.5). El estrato arbóreo de esta comunidad presenta una altura de 3 a 6 metros, donde se observa la presencia de *Cercidium praecox* como elemento dominante, acompañado por *Stenocereus stellatus*, *Ipomoea arborecens*, *Myrtillocactus geometrizans*, *Bursera arida* y *Bursera aptera*. El estrato arbustivo se caracteriza por presentar individuos, tanto espinosos como caducifolios de 0.5 a 2 metros de altura, tales como, *Mimosa luisana*, *Bursera schlechtendalii*, *Caesalpinia melanadenia* y *Manihotoides pauciflora*. Las cactáceas que se presentan dentro de esta asociación son *Opuntia pilifera*, *O. pubescens*, *Coryphantha pallida*, *Ferocactus robustus*, *F. latispinus* var. *spiralis* y *Mammillaria sphacelata*. Finalmente el estrato herbáceo, que no es muy abundante, esta caracterizado por *Gomphrena decumbens*,

Iresine schaffneri, *Sanvitalia procumbens*, *Loeselia caerulea*, *Justicia mexicana*, además de la enredadera *Ipomoea conzatii* y la epífita *Tillandsia recurvata*.

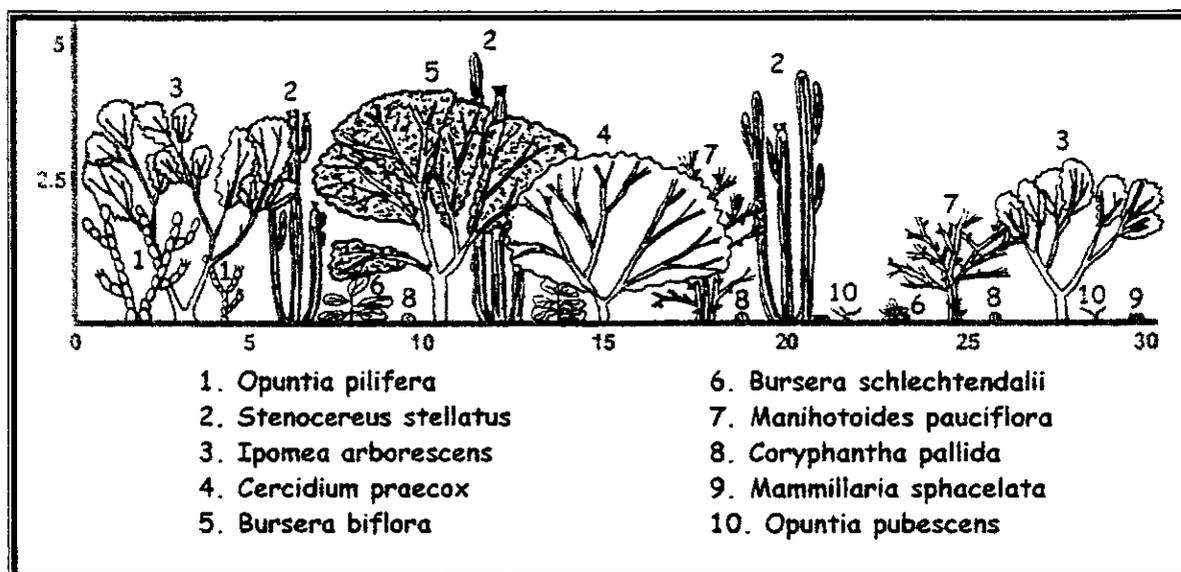


Fig. 6.5 Matorral espinoso con espinas laterales de *Cercidium praecox*, *Stenocereus stellatus* y *Bursera schlechtendalii* en la zona A

6.1.5 Candelillar de *Euphorbia antisyphilitica*

Este tipo de vegetación se encuentra en la ladera norte del cerro Barracas las Salinas, sobre suelos con afloramientos de rocas calizas con escasas lutitas. Presenta una gran densidad de *Euphorbia antisyphilitica*, localmente llamada Candelilla, y el estrato arbóreo (3 a 10 metros) está compuesto por *Neobuxbaumia tetetzo*, *Cercidium praecox*, *Plumeria rubra* y *Prosopis laevigata*. El estrato arbustivo, por otra parte se caracteriza por presentar elementos caducifolios como *Castela tortuosa*, *Mimosa luisana*, *Jatropha neopauciflora*, *Manihotoides pauciflora* y *Maytemus phyllantoides*. Algunas de las cactáceas que se encuentran en este tipo de vegetación son: *Opuntia pilifera*, *Mammillaria sphacelata*, *Coryphantha pallida* y *Echinocactus platyacanthus* f. *grandis*, este último con alturas mayores a 1 metro. Finalmente, el estrato herbáceo esta compuesto por *Siphonoglossa ramosa*, *Mentzelia hispida*, *Gomphrena decumbens*, *Gimnosperma glutinosum*, *Gibasis cosobrina*, *Pedilanthus cymbiferus* y *Selaginella lepidophylla*.

6.1.6 El mezquital: Vegetación dominante sobre las terrazas aluviales.

Los sistemas de terrazas aluviales, formados por depositación, mantienen casi siempre una vegetación perennifolia (Moustafa y Klopatek, 1995), lo cual, en el caso de este estudio, se encuentra dominada en un 80-85% por la "selva baja perennifolia con espinas laterales". Esta comunidad, también denominada "mezquital" se clasificó en tres asociaciones con base en la densidad y dominancia de las especies que acompañan al mezquite; lo cual, representa una novedad para la zona, respecto a trabajos dentro del Valle como los de Zavala, 1982; Pérez *et al.* 1993 y Osorio-Beristain *et al.* 1996, que no habían reportado este escenario para la zona del Valle de Zapotitlán.

Con base en la altura, cobertura de los individuos y profundidad de los suelos donde prosperan, se observó que los mezquiales más conservados se encuentran casi exclusivamente en la zona B, aunque también están presentes en algunas partes de la zona de "las granjas" dentro de la zona A y en algunas islas de la zona D. En contraste, los menos conservados y más deteriorados se encuentran principalmente dentro de la zona C, asociados principalmente a áreas de cultivo, además de algunos corrales y huertos. También, se pueden reconocer en algunas terrazas de la zona B y en la mayoría de islas y "badlands" de la zona D.

Los otros tipos de vegetación encontrados dentro del sistema de terrazas aluviales, se clasifican de acuerdo a cambios en el relieve de las terrazas. Así, las "Tetecheras" y "Cardonales" se asocian a laderas y terrazas erosionadas con afloramientos de rocas lutitas y calizas, mientras que los "matorrales espinosos con espinas laterales" se encuentran sobre suelos residuales en formación con afloramientos de rocas lutitas y en laderas contiguas a las terrazas. Finalmente, el "Candelillar" se asocia también a laderas contiguas a terrazas con afloramientos de rocas calizas.

Osorio-Beristain *et al.* (1996) y Valiente-Banuet *et al.* (En prensa) señalan la presencia de "matorrales espinosos con espinas laterales" en cimas planas de cerros. En la zona de nuestro trabajo, este mismo tipo de vegetación se encontró en los suelos residuales en

formación muy cerca del río "El Salado". Otro rasgo sobresaliente es la presencia del Candelillar, que no había sido reportado en otros trabajos como el de Zavala, 1982 y Osorio-Beristain *et al* 1996 para este Valle.

6.2 Listado florístico

Se identificaron un total de 132 especies y 105 géneros pertenecientes a 42 familias de plantas vasculares (Apéndice 1), siendo las familias más representativas; Cactaceae (19 sp.), Asteraceae (15 sp.), Poaceae (10 sp.), Euphorbiaceae (9 sp.), Mimosaceae (7 sp.), Solanaceae (5 sp.), Acanthaceae (4 sp.), Convolvulaceae (4 sp.) y Bromeliaceae (4 sp.).

6.3 Valores estructurales

6.3.1 Frecuencia

Este atributo ecológico en la estructura de las comunidades vegetales, estuvo fuertemente jerarquizado en términos de la frecuencia espacial por especie, en donde *Prosopis laevigata*, *Cercidium praecox*, *Opuntia pilifera*, *Castela tortuosa* y *Pachycereus hollianus* destacan con medidas alrededor del 90% y 80% en toda el área de estudio. Por otra parte, especies como *Myrtillocactus geometrizans*, *Celtis pallida* y *Mammillaria sphaelata* presentaron frecuencias entre el 70 % y 55 %, mientras que el resto de las especies estuvieron por debajo de estos valores (Cuadros 6.1, 6.2, 6.3 y 6.4).

6.3.2 Densidad

Al igual que la frecuencia, la densidad presentó también una fuerte jerarquización de las especies más numerosas dentro de las cuatro zonas, así, *Prosopis laevigata*, *Pachycereus hollianus*, *Mammillaria sphaelata*, *Castela tortuosa*, *Myrtillocactus geometrizans*, *Opuntia pilifera* y *Cercidium praecox*, fueron las que presentaron mayor densidad dentro de toda el área (Cuadros 6.1, 6.2, 6.3 y 6.4).

6.3.3 Cobertura

Al igual que en los dos atributos antes mencionados, dentro de las comunidades de las cuatro zonas, se encontró una fuerte jerarquización en términos de cobertura por especie, así, *Prosopis laevigata*, *Cercidium praecox*, *Opuntia pilifera*, *Myrtillocactus geometrizans*, *Acacia constricta* y *Castela tortuosa*, presentan el 90 % de la cobertura vegetal en las terrazas e islas aluviales en estudio (Cuadros 6.1, 6.2, 6.3 y 6.4).

6.3.4 Índice de dominancia

Este valor, que es el producto de la frecuencia, densidad y cobertura por especie, demostró el mismo patrón jerárquico de especies, de acuerdo a los atributos antes analizados, así *Prosopis laevigata*, *Cercidium praecox*, *Celtis pallida*, *Opuntia pilifera*, *Castela tortuosa* *Myrtillocactus geometrizans* y *Pachycereus hollianus* son las especies de mayor dominancia, de acuerdo a los valores estructurales, en las terrazas e islas aluviales de Zapotitlán (Cuadros 6.1, 6.2, 6.3 y 6.4).

CUADRO 6.1 VALORES ESTRUCTURALES Y DE DOMINANCIA PARA LA
ZONA A

ESPECIE	FRECUENCIA $F_i = (m_i/M)100$	DENSIDAD $D_iR = n_i/A$	COBERTURA $C = (D_1 + D_2/4)^2 P_i$	INDICE DE DOMINANCIA $F_i * D_iR * C$
<i>Prosopis laevigata</i>	66.667	0.034	1343.295	3022.413
<i>Cercidium praecox</i>	100.000	0.021	634.882	1322.671
<i>Acacia constricta</i>	33.333	0.019	609.659	389.504
<i>Opuntia pilifera</i>	83.333	0.019	228.817	365.471
<i>Celtis pallida</i>	66.667	0.010	151.780	101.187
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	50.000	0.007	281.631	93.877
<i>Mimosa luisana</i>	50.000	0.009	132.481	60.721
<i>Caesalpinia malanadenia</i>	50.000	0.008	126.296	52.623
<i>Castela tortuosa</i>	66.667	0.008	93.014	51.674
<i>Mentzelia hispida</i>	33.333	0.013	85.832	35.763
<i>Pachycereus hollianus</i>	66.667	0.030	14.533	28.661
<i>Ipomea arborescens</i>	33.333	0.005	80.317	14.502
<i>Stenocereus stellatus</i>	33.333	0.005	55.973	10.106
<i>Mascagnia parvifolia</i>	33.333	0.007	31.390	7.412
<i>Opuntia pubescens</i>	83.333	0.031	2.243	5.764
<i>Bursera aptera</i>	33.333	0.005	37.267	5.694
<i>Lippia graveolens</i>	33.333	0.010	16.055	5.575
<i>Echinopterys eglandulosa</i>	16.667	0.005	48.900	3.735
<i>Manihotoides pauciflora</i>	33.333	0.003	36.691	3.567
<i>Bursera schlechtendalii</i>	33.333	0.004	26.245	3.281
<i>Mammillaria sphacelata</i>	66.667	0.019	0.885	1.106
<i>Mammillaria carnea</i>	66.667	0.021	0.760	1.076
<i>Pilosocereus chysacanthus</i>	16.667	0.002	37.680	1.047
<i>Ipomea conzatii</i>	50.000	0.003	5.023	0.837
<i>Schinus molle</i>	16.667	0.001	56.395	0.783
<i>Bursera arida</i>	16.667	0.001	45.351	0.630
<i>Opuntia depressa</i>	16.667	0.003	12.130	0.505
<i>Schoepfia angulata</i>	16.667	0.003	8.256	0.459
<i>Aeschynomene purpusii</i>	16.667	0.003	7.660	0.372
<i>Fouquieria formosa</i>	16.667	0.001	21.750	0.302
<i>Pachycereus marginatus</i>	16.667	0.003	3.391	0.188
<i>Justicia mexicana</i>	33.333	0.002	2.649	0.184
<i>Agave karwinskii</i>	16.667	0.005	1.828	0.140
<i>Dalea carthagenensis</i>	16.667	0.001	3.870	0.054
<i>Beaucarnea gracilis</i>	16.667	0.000	7.550	0.052
<i>Ruellia hirsutoglandulosa</i>	33.333	0.004	0.132	0.017
<i>Neobuxbaumia tetetzo</i>	16.667	0.001	0.886	0.012
<i>Coryphantha pallida</i>	16.667	0.005	0.135	0.011
<i>Ferocactus robustus</i>	33.333	0.001	0.299	0.008
<i>Lantana achyranthifolia</i>	16.667	0.001	0.466	0.006
<i>Ferocactus latispinus</i>	16.667	0.001	0.217	0.005
<i>Cordia curassavica</i>	16.667	0.001	0.296	0.004
<i>Lantana camara</i>	16.667	0.001	0.085	0.002

CUADRO 6.2

VALORES ESTRUCTURALES Y DE DOMINANCIA PARA LA
ZONA B

ESPECIE	FRECUENCIA $F_i = (m_i/M)100$	DENSIDAD $D_iR = n_i/A$	COBERTURA $C = (D_1 + D_2/4)^2 P_i$	INDICE DE DOMINANCIA $F_i * D_iR * C$
<i>Prosopis laevigata</i>	100.000	0.045	2225.198	10106.109
<i>Celtis pallida</i>	100.000	0.024	284.528	675.753
<i>Cercidium praecox</i>	100.000	0.015	455.317	664.004
<i>Castela tortuosa</i>	100.000	0.023	104.657	239.838
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	66.667	0.015	210.189	216.028
<i>Opuntia pilifera</i>	100.000	0.013	138.877	179.382
<i>Pachycereus hollianus</i>	100.000	0.028	12.440	34.730
<i>Acacia bilimekii</i>	16.667	0.009	150.967	22.016
<i>Pachycereus marginatus</i>	50.000	0.003	97.223	16.204
<i>Schoepfia angulata</i>	50.000	0.006	25.701	8.031
<i>Agave karwinskii</i>	50.000	0.012	8.620	5.028
<i>Opuntia pubescens</i>	66.667	0.017	1.484	1.649
<i>Zanthoxylum liebmanianum</i>	33.333	0.006	6.100	1.271
<i>Schinus molle</i>	16.667	0.002	22.182	0.770
<i>Agave marmorata</i>	16.667	0.005	7.933	0.606
<i>Sedum allantoides</i>	33.333	0.014	0.979	0.462
<i>Bursera arida</i>	16.667	0.001	21.855	0.304
<i>Ferocactus robustus</i>	16.667	0.002	8.625	0.299
<i>Mammillaria sphacelata</i>	50.000	0.010	0.481	0.241
<i>Stenocereus stellatus</i>	16.667	0.002	7.047	0.196
<i>Bursera schlechtendalii</i>	16.667	0.001	1.660	0.023
<i>Ipomea arborescens</i>	16.667	0.001	1.184	0.016
<i>Lantana achyranthifolia</i>	16.667	0.002	0.415	0.012
<i>Lantana camara</i>	16.667	0.001	0.225	0.005

CUADRO 6.3

VALORES ESTRUCTURALES Y DE DOMINANCIA PARA LA
ZONA C

ESPECIE	FRECUENCIA $F_i = (m_i/M)100$	DENSIDAD $D_iR = n_i/A$	COBERTURA $C = (D_1 + D_2/4)^2 P_i$	INDICE DE DOMINANCIA $F_i \cdot D_iR \cdot C$
<i>Prosopis laevigata</i>	100.000	0.028	727.521	2000.683
<i>Cercidium praecox</i>	100.000	0.012	221.440	267.573
<i>Castela tortuosa</i>	100.000	0.018	65.249	116.905
<i>Acacia constricta</i>	50.000	0.005	99.031	24.758
<i>Opuntia pilifera</i>	66.667	0.008	30.873	16.294
<i>Acacia farnesiana</i>	50.000	0.005	57.075	15.458
<i>Celtis pallida</i>	66.667	0.006	39.017	15.173
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	33.333	0.003	80.674	8.964
<i>Dalea carthagenensis</i>	16.667	0.020	23.711	8.068
<i>Pachycereus hollianus</i>	100.000	0.020	2.054	4.022
<i>Neobuxbaumia tetetzo</i>	33.333	0.011	9.514	3.568
<i>Schoepfia angulata</i>	16.667	0.005	36.040	3.254
<i>Schinus molle</i>	33.333	0.003	29.368	2.855
<i>Morkillia mexicana</i>	50.000	0.002	33.462	2.789
<i>Mammillaria sphacelata</i>	83.333	0.022	1.126	2.072
<i>Beaucarnea gracilis</i>	16.667	0.003	41.934	2.038
<i>Caesalpinia melanadenia</i>	16.667	0.003	15.669	0.762
<i>Mammillaria carnea</i>	66.667	0.015	0.307	0.316
<i>Bursera schlechtendalii</i>	33.333	0.003	2.778	0.309
<i>Cephalocereus columna-trajani</i>	33.333	0.008	0.631	0.158
<i>Opuntia depressa</i>	16.667	0.003	1.909	0.093
<i>Ziziphus amole</i>	16.667	0.000	12.819	0.089
<i>Stenocereus stellatus</i>	16.667	0.001	4.940	0.069
<i>Ferocactus robustus</i>	33.333	0.001	1.226	0.051
<i>Lantana achyranthifolia</i>	16.667	0.003	1.040	0.051
<i>Zapoteca formosa</i>	16.667	0.000	5.557	0.039
<i>Ipomea arborescens</i>	16.667	0.001	2.546	0.035
<i>Pachycereus marginatus</i>	33.333	0.003	0.215	0.018
<i>Lantana camara</i>	16.667	0.001	0.712	0.015
<i>Coryphantha pallida</i>	16.667	0.003	0.106	0.005
<i>Ferocactus latispinus</i>	16.667	0.002	0.176	0.005
<i>Cordia curassavica</i>	16.667	0.001	0.126	0.002
<i>Ruellia hirsutoglandulosa</i>	16.667	0.001	0.051	0.001
<i>Peniocereus viperinus</i>	16.667	0.000	0.038	0.000

CUADRO 6.4

VALORES ESTRUCTURALES Y DE DOMINANCIA PARA LA ZONA D

ESPECIE	FRECUENCIA $F_i = (m_i/M)100$	DENSIDAD $D_iR = n_i/A$	COBERTURA $C = (D_1 + D_2/4)2 P_i$	INDICE DE DOMINANCIA $F_i \cdot D_iR \cdot C$
<i>Prosopis laevigata</i>	100.000	0.036	1449.260	5193.183
<i>Cercidium praecox</i>	66.667	0.017	588.549	653.943
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	83.333	0.027	164.539	365.642
<i>Opuntia pilifera</i>	83.333	0.025	174.085	362.677
<i>Vallesia glabra</i>	66.667	0.009	347.103	212.118
<i>Celtis pallida</i>	66.667	0.015	162.855	158.332
<i>Pachycereus holllanus</i>	66.667	0.030	63.111	124.470
<i>Castela tortuosa</i>	50.000	0.015	148.129	111.097
<i>Ximenia americana</i>	50.000	0.007	117.286	41.539
<i>Opuntia pumila</i>	33.333	0.011	104.182	37.621
<i>Pachycereus marginatus</i>	33.333	0.008	52.684	14.635
<i>Mimosa luisana</i>	16.667	0.005	89.481	8.078
<i>Euphorbia antisiphilitica</i>	16.667	0.013	26.179	5.454
<i>Maytenus phyllanthoides</i>	33.333	0.001	43.371	1.807
<i>Mammillaria sphacelata</i>	50.000	0.023	1.400	1.575
<i>Opuntia pubescens</i>	33.333	0.020	2.065	1.405
<i>Neobuxbaumia tetetzo</i>	16.667	0.011	5.859	1.099
<i>Stenocereus stellatus</i>	33.333	0.001	37.284	1.036
<i>Plumeria rubra</i>	16.667	0.007	6.212	0.690
<i>Pilosocereus chrysacanthus</i>	16.667	0.001	45.900	0.637
<i>Morkillia mexicana</i>	16.667	0.003	8.515	0.414
<i>Schinus molle</i>	16.667	0.001	29.766	0.413
<i>Manihotoides pauciflora</i>	16.667	0.001	15.684	0.218
<i>Agave marmorata</i>	16.667	0.003	5.111	0.213
<i>Thompsonella minutiflora</i>	16.667	0.008	1.073	0.134
<i>Opuntia depressa</i>	16.667	0.001	8.170	0.113
<i>Agave karwinskil</i>	16.667	0.003	2.183	0.106
<i>Echinocactus platyacanthus</i>	16.667	0.003	1.441	0.080
<i>Coryphanta pallida</i>	33.333	0.005	0.258	0.039
<i>Mammillaria carnea</i>	33.333	0.007	0.171	0.038
<i>Ferocactus robustus</i>	16.667	0.003	0.484	0.027
<i>Lantana achyranthifolia</i>	16.667	0.003	0.514	0.021
<i>Jatropha neopauciflora</i>	16.667	0.000	1.277	0.009
<i>Ruellia rosea</i>	16.667	0.002	0.142	0.005
<i>Peniocereus viperinus</i>	16.667	0.001	0.255	0.004
<i>Nopalea cochenillifera</i>	16.667	0.001	0.130	0.002

6.3.5 Dominancia del Mezquite en las terrazas aluviales

El índice de dominancia, refleja fuertemente la importancia de *Prosopis laevigata* en las comunidades vegetales (en las cuatro zonas) dentro de las terrazas aluviales, la cual, se encuentra fuertemente jerarquizada, debido a su amplia distribución espacial, a su densidad y biomasa (Cuadros 6.1, 6.2, 6.3 y 6.4).

Estos resultados contrastan con los obtenidos por Osorio-Beristain *et al.* (1996), quienes señalan, que los mezquiales presentes en suelos aluviales a las faldas del Cerro Cutá presentan como elemento dominante a *Opuntia pilifera* seguido de *Prosopis laevigata*. Esto, aparentemente refleja la existencia de zonas donde el mezquite presenta una escasa densidad, frecuencia y cobertura, atribuidas principalmente por acciones antropogénicas, fragmentación de terrazas y/o formación de "badlands". Cabe señalar, que dicho trabajo se restringió a una zona en particular a las faldas del cerro Cutá, y por ello, si se toma en cuenta toda la comunidad de mezquiales de la zona aluvial, la dominancia de esta especie resulta ser más significativa y superior a la ahí planteada.

Por otra parte, las especies que después del mezquite presentan en general una alta dominancia son: *Cercidium praecox*, *Opuntia pilifera*, *Celtis pallida*, *Castela tortuosa*, *Myrtillocactus geometrizans* y *Pachycereus hollianus*; las cuales se presentan en mayor o menor proporción dependiendo de la densidad del mezquite en cada zona.

6.4 Clasificación y ordenación

Con base, a la propuesta de degradación en este trabajo, se esperaría que los análisis de clasificación y ordenación denoten con los datos estructurales de la vegetación un patrón de deterioro, desde la zona A, que es la más conservada, a la zona D, presumiblemente la más degradada (UBIPRO, 1998). Lo que uno esperaría al menos es que se formen grupos de los muestreos de acuerdo a la zona donde se encuentran.

6.4.1 Clasificación por muestreos

En la clasificación se obtuvo un dendograma o cluster que denota la similitud entre cada uno de los muestreos realizados en la zona, a partir de la información florística e índices de dominancia de las especies de cada uno de ellos. Con base, a lo que se pudiese esperar sobre el agrupamiento de los muestreos para cada una de sus zonas, el cluster da como resultado (con un criterio de corte del 30% de similitud), la inexistencia de grupos que delimiten, una relación ecológica-estructural que denote la propuesta de degradación señalada, y por el contrario, se observa la formación de 6 grupos (Fig. 6.6), los cuales se describen a continuación:

- El primer grupo está formado por los muestreos D3, D4, y D9, realizados dentro de la zona D y corresponde a islas (terrazas fragmentadas) pequeñas con escasa cobertura vegetal arbórea y arbustiva, baja densidad de individuos y se presentan sobre suelos salinos.
- El segundo grupo está compuesto por los muestreos D6, D7 y D8, dentro de la zona D, y corresponden a islas medianas, donde se denota una baja cobertura vegetal arbórea y arbustiva, pero mayor con relación al primer grupo.
- El tercer grupo está compuesto por los muestreos A3, A5, A6, B1, B3, B4, B5, B6, C6, D1 y D5, realizados dentro de las zonas A, B, C y D sobre terrazas poco profundas y profundas, donde se denota una alta cobertura vegetal arbórea presentada por el mezquite (*Prosopis laevigata*), así como una elevada densidad de individuos.
- El cuarto grupo está formado por los muestreos A2, B2, C3, C4 y C5, realizados dentro de las zonas A, B y C sobre terrazas poco y medianamente profundas, se caracterizan por presentar una baja cobertura vegetal arbórea y mayoritariamente una cobertura vegetal arbustiva, debido a la presencia de *Acacia constricta*, *Acacia farnesiana* y *Acacia bilimekii*.

- El quinto grupo compuesto por los muestreos C1, C2 y D2, realizados dentro de las zonas C y D, se caracteriza por encontrarse en terrazas erosionadas con inclinaciones y pequeñas laderas, presentándose así una cobertura vegetal de cactáceas columnares y arbustos caducifolios.
- Finalmente, el sexto grupo esta formado por los muestreos A1 y A4, realizados dentro de la zona A, y se caracterizan por presentar una elevada cobertura vegetal, dominada por arbustos espinosos y caducifolios presentándose así una fisonomía vegetal muy distinta a los grupos anteriores.

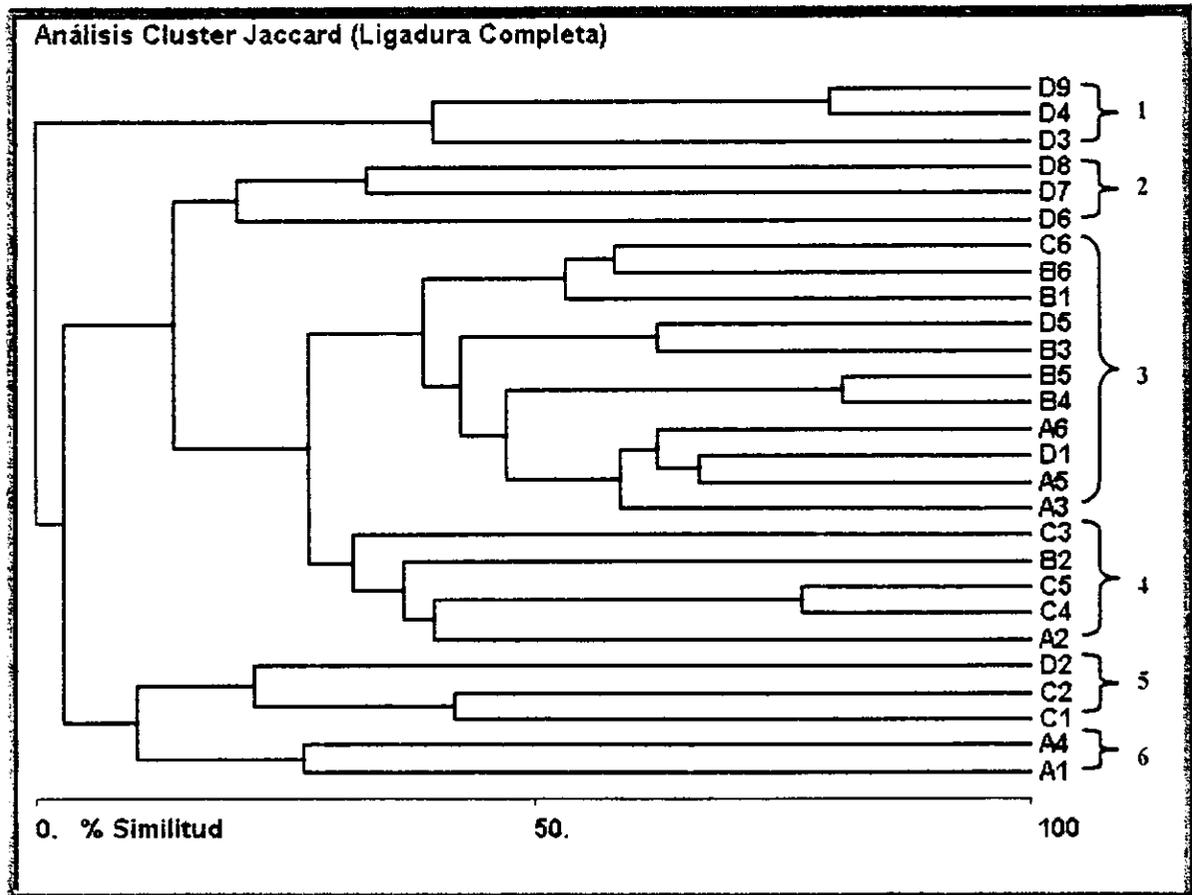


Fig. 6.6 Dendrograma que muestra el agrupamiento de los diferentes muestreos realizados, con base a las similitudes florísticas y ecológicas.

6.4.2 Clasificación por zonas

Cuando se consideran las zonas en su conjunto, es decir, incluyendo los datos florístico-estructurales de todos los muestreos para cada uno de ellas, se obtiene el dendrograma (Fig. 6.7), donde se denota una similitud del 36.36% entre las zonas D y B, una similitud de 41.46% entre las zonas B y C, finalmente, entre la zona C y A existe una similitud de 57.14% (Cuadro 6.5).

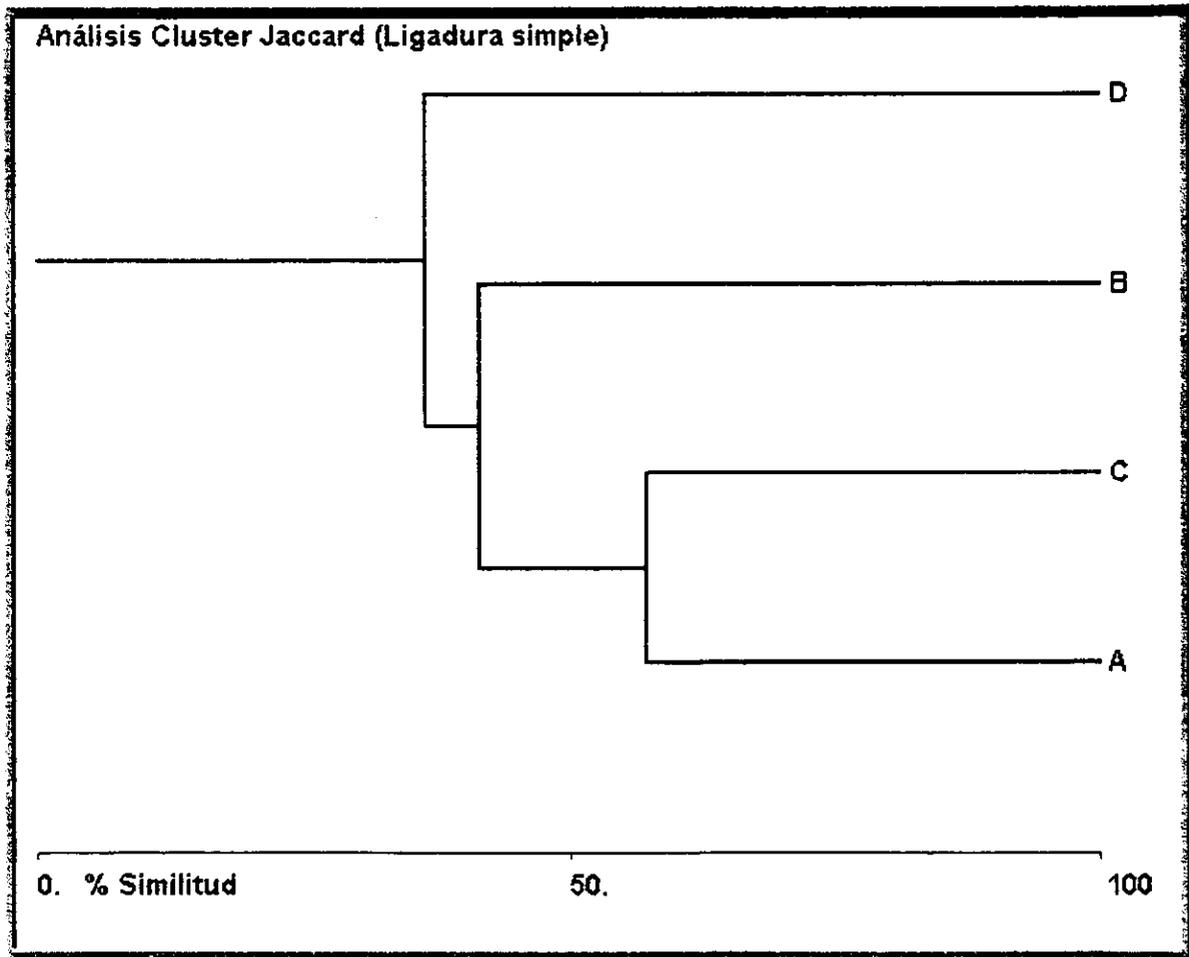


Fig. 6.7 Dendrograma que muestra la similitud de las cuatro zonas de estudio, en base a las similitudes florísticas y ecológicas.

CUADRO 6.5

VALORES DE SIMILITUD ENTRE LAS CUATRO ZONAS EN ESTUDIO

	A	B	C	D
A		42.55%	57.14%	41.07%
B			41.46%	36.36%
C				40.00%
D				

6.4.3 Ordenación por muestreos (ACP)

La ordenación se obtuvo a partir del análisis de componentes principales, con el fin de demostrar una relación lineal de las variables (índices de dominancia) de las especies vegetales en las diferentes zonas, y que demuestren el acomodo de los grupos de las cuatro zonas. El resultado del PCA indica que la variación explicada total es del 25.53% en los tres primeros componentes, con base a los atributos ecológicos espaciales, de densidad y cobertura de las especies vegetales (Cuadro 6.6). Esta baja variación en los tres primeros componentes, es proporcionada por las especies de menor índice de dominancia en el sistema aluvial (lectura del ACP), por lo tanto, los componentes encontrados no contribuyen significativamente en la variación, que indica lo constante que pueden ser las demás especies vegetales dentro del sistema aluvial (Fig. 6.8).

CUADRO 6.6 VARIACIÓN EXPLICADA DE LOS TRES PRIMEROS COMPONENTES PRINCIPALES.

COMPONENTE	VARIACIÓN EXPLICADA	ESPECIES VEGETALES	LECTURA
I	12.16 %	<i>Justicia mexicana</i>	- 0.2787
		<i>Aeschynomene purpusii</i>	- 0.2682
		<i>Echinopterys eglandulosa</i>	- 0.2682
		<i>Fouquieria formosa</i>	- 0.2682
		<i>Mascagnia parvifolia</i>	- 0.2665
II	6.95 %	<i>Coryphantha pallida</i>	- 0.3199
		<i>Vallesia glabra</i>	- 0.3156
		<i>Ximena americana</i>	- 0.3123
		<i>Opuntia pumila</i>	- 0.3092
		<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	- 0.2928
III	6.42 %	<i>Bursera schlechtendalii</i>	0.3342
		<i>Stenocereus stellatus</i>	0.3160
		<i>Bursera arida</i>	0.3157
		<i>Ipomea arborescens</i>	0.3114
		<i>Ipomea conzatii</i>	0.2644

Por otra parte, en el diagrama bidimensional del ACP (Fig. 6.8) se identifican cuatro grupos, ordenados de acuerdo a los tres primeros componentes principales, es decir, el primer grupo está ordenado de acuerdo al primer componente principal, el segundo grupo corresponde al segundo componente principal y finalmente el tercer grupo corresponde a él tercer componente. Estos componentes no explican la mayoría de la variación significativa de las especies del sistema aluvial, sin embargo, denota la similitud estructural de las demás especies dentro de las cuatro zonas en estudio (Grupo 4). Finalmente, este análisis con base a los atributos ecológicos-florísticos, denotan una ordenación de los muestreos que hace suponer la inexistencia del patrón de degradación propuesto.

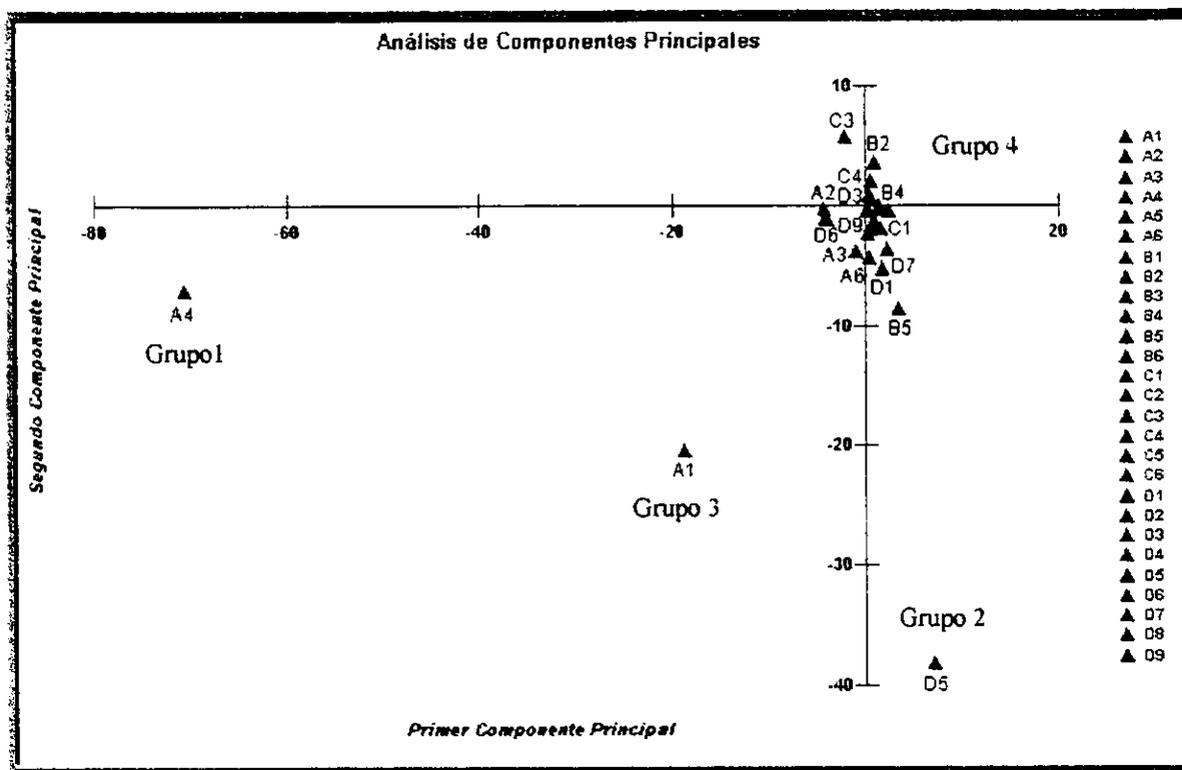


Fig. 6.8 Representación gráfica del ACP, en función de los dos primeros componentes principales derivados a partir del índice de dominancia de las especies vegetales.

6.4.4 Inexistencia del patrón de degradación en la zona

Los análisis de similitud y el análisis de componentes principales (Fig. 6.6, 6.7 y 6.8) demostraron, con base en los atributos florístico-estructurales de la vegetación, la inexistencia de un patrón de degradación como el que se planteó al inicio de este trabajo.

La alta heterogeneidad de relieves dentro del sistema aluvial, ha provocado la formación de un mosaico de comunidades vegetales en la zona, con diferentes grados de conservación y alteración atribuidas tanto a actividades naturales (erosión, fragmentación de suelos, formación de "badlands") como antropogénicas (creación de cultivos, tala, conservación selectiva de especies, etc.) (Paredes-Flores, com. pers). Debido a ello, es difícil determinar un exacto patrón de degradación dentro de las cuatro zonas de estudio, ya que imperan muchos factores biológicos, físicos y antropogénicos. Sin embargo, se encontró que la

degradación de las zonas del sistema aluvial se encuentra relacionada a la profundidad, fragmentación y alteración de los suelos, además de la cobertura, densidad y de algunas especies indicadoras y al manejo de los recursos naturales por el hombre hacia este sistema de terrazas e islas aluviales. Por lo tanto, en cada una de las zonas ocurren diversas acciones que determinan un grado de alteración, como los que se describen a continuación

La zona D, en donde los suelos presentan un alto grado de degradación, por la fragmentación y por la formación de "badlands" de sus terrazas e islas, mantiene una vegetación pobre en las islas más pequeñas, mientras que en las islas y terrazas más extensas y con menor accesibilidad para actividades ganaderas, se presenta una vegetación exuberante, de buen tamaño, con coberturas totales del 80 al 100%. Si bien esta zona presenta una elevada alteración debido a su alta erosión eólica e hídrica, fragmentación, compactación de los suelos y alta salinidad, no se puede determinar que sea la más alterada de todas, debido a que se presenta una considerable cobertura vegetal en algunas de las terrazas e islas que la conforman.

La zona C, por su parte, está conformada por terrazas con un alto grado de erosión y compactación edáfica, además del desmonte al que es sometido la vegetación en ciertas actividades antropogénicas. Es la zona con mayor influencia antropogénica, donde los elementos vegetales como el mezquite presentan bajas alturas y coberturas, principalmente por la escasa disposición de agua. *Acacia constricta* y *A. farnesiana* son dos especies que se presentan en esta zona, las cuales, son consideradas como plantas oportunistas, debido a que se desarrollan en lugares alterados con disponibilidad de espacio; y cuyos indicadores vegetales señalan una alteración en el lugar, siendo éste, junto con la zona anterior una áreas más alteradas del sitio de estudio.

La zona B, presenta en su mayoría los suelos más profundos, arenosos, mejor drenados y menos salinos. Esto se refleja, con la presencia de una vegetación exuberante con especies vegetales de altas densidades y coberturas casi totales del 90 al 100%. Esta zona, muestra una menor degradación en comparación con las anteriores, y el reclutamiento de algunas

especies es más evidente, posiblemente debido a las amplias coberturas de algunas especies que pudiesen servir de nodrizas para el desarrollo de otras plantas, como lo señalan Valiente-Banuet *et al.* (1991) para otras especies en la misma zona de estudio. Así mismo, debido al difícil acceso que presenta esta zona para el ganado, se considera como la que menor impacto antropogénico de toda el área de estudio.

La zona A hacia la porción de "las granjas", presenta suelos menos profundos en comparación con la zona B, aunque estos también son arenosos y bien drenados. La conservación de la cobertura vegetal ahí existente ha creado una comunidad densa en número y biomasa de especies, aunque las coberturas son menores en relación con la zona anterior. En el extremo oeste de esta misma porción, del otro lado del río, se presentan suelos residuales someros y en formación, cuya vegetación está dominada por arbustos caducifolios. En general esta zona está conservada, sin embargo, no es la menos degradada como se pensaba en la propuesta al inicio del trabajo.

6.5 Diversidad beta

La diversidad β que se obtuvo es de 64.69%, con base en la comparación de las cuatro zonas, cuyo máximo valor de 87.67% corresponde al comparar las especies vegetales de la zona A con B, y la mínima de 47.97% al comparar las especies de la zona B con D (Cuadro 6.7). Este resultado, se puede atribuir a la presencia de distintas formas de relieve y litología, así mismo, a la profundidad y desarrollo de los suelos, que dan como resultado diversas asociaciones vegetales dentro de las terrazas aluviales, las cuales, presentan un número considerable de especies restringidas a ellas. En este análisis se utilizaron todas las especies vegetales encontradas en este estudio (Apéndice 1).

CUADRO 6.7 VALORES DE DIVERSIDAD β OBTENIDOS PARA CADA UNA DE LAS ZONAS EN ESTUDIO

BETA	A	B	C	D
A		87.67%	72.04%	67.04%
B	46		56.39%	47.97%
C	58	43		57.05%
D	56	47	55	

Diversidad beta parciales (por arriba de la diagonal) y especies que se comparten entre cada zona (por debajo de la diagonal)

6.5.1 La heterogeneidad ambiental promueve una alta diversidad β

La heterogeneidad de relieves dentro de este sistema aluvial (terrazas, islas, pequeñas lomas, partes bajas de laderas y suelos en formación) da como resultado una distribución amplia y riqueza de la flora ahí presente, que responde a los distintos tipos de vegetación de la zona.

Los valores de diversidad beta encontrados en este trabajo ($\beta_t = 64.69\%$), denotan una alta diversidad debido a la distribución y recambio de las especies de acuerdo a los diferentes tipos de vegetación y a la heterogeneidad de unidades ambientales, en donde ciertas especies vegetales se restringen a ellos. Esto se puede constatar, con algunos resultados de diversidad beta encontrados para el Valle de Tehuacán por algunos autores (Cuadro 6.8).

CUADRO 6.8 COMPARACIÓN DE LOS VALORES DE DIVERSIDAD BETA CON OTROS TRABAJOS PARA EL VALLE DE TEHUACÁN

AUTOR(ES)	SITIO DE ESTUDIO	COMUNIDADES VEGETALES	DIVERSIDAD β
Osorio-Beristain <i>et al.</i> 1996	Cerro Cutá Zapotitlán	Cardonal, Tetechera, Matorral Espinoso, Mezquital, Selva Baja Caducifolia	71.30%
Flores-Hernández <i>et al.</i> 1999	Cerro Viejo y Zotoltepec	Matorral esclerófilo perennifolio (Mexical), Encinares	53.00%
Oliveros-Galindo, O. (Este trabajo)	Terrazas aluviales en Zapotitlán	Mezquital (85%), Matorral espinoso, Tetechera, Cardonal, Candelillar (15%)	64.69%

Estos resultados, denotan una alta diversidad beta en el Valle, debido a la amplia heterogeneidad climática y edáfica, las cuales, manifiestan diferentes comunidades vegetales con una mezcla de elementos tropicales y boreales, contribuyendo así, a la gran diversidad regional (γ) que se encuentra dentro del Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

6.6 Estructura de tamaños

La obtención de estructura de tamaños se realizó para *Prosopis laevigata*, *Cercidium praecox*, *Opuntia pilifera*, *Celtis pallida*, *Castela tortuosa*, *Myrtillocactus geometrizans* y *Pachycereus hollianus*, debido a que son especies que presentan el mayor índice de dominancia, una alta densidad en las cuatro zonas y son individuos que fisonómicamente forman parte fundamental de las comunidades vegetales de la zona. El análisis del reclutamiento se estimó, de acuerdo a tres estrategias de permanencia; la primera, corresponde a plantas que presentan establecimiento por semilla; la segunda, con relación a las plantas que no reclutan por semilla, pero que se propagan vegetativamente y la tercera, concierne a plantas que aparentemente no presentan reclutamiento por semilla, ni por estructuras de perennación. De este análisis se logró obtener, un conocimiento más amplio, sobre el reclutamiento de las especies antes mencionadas, que a continuación se describen.

6.6.1 *Prosopis laevigata* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M. C. Johnston. (MIMOSACEAE)

Este árbol perennifolio, localmente llamado mezquite, presenta un alto grado de agresividad o capacidad colonizadora en áreas disturbadas, y presenta una alta capacidad de regeneración natural por semilla y por rebrote o retoño. Esto favorece la dispersión natural de la especie. La diseminación de la semilla es por zoocoria y endozoica, es decir, a través del aparato digestivo de animales como burros, borregos y especialmente cabras. En el sistema aluvial de Zapotitlán, se observa que los individuos de esta especie presentan alturas medias que oscilan entre los 2.50 y 4.80 metros (Fig. 6.9).

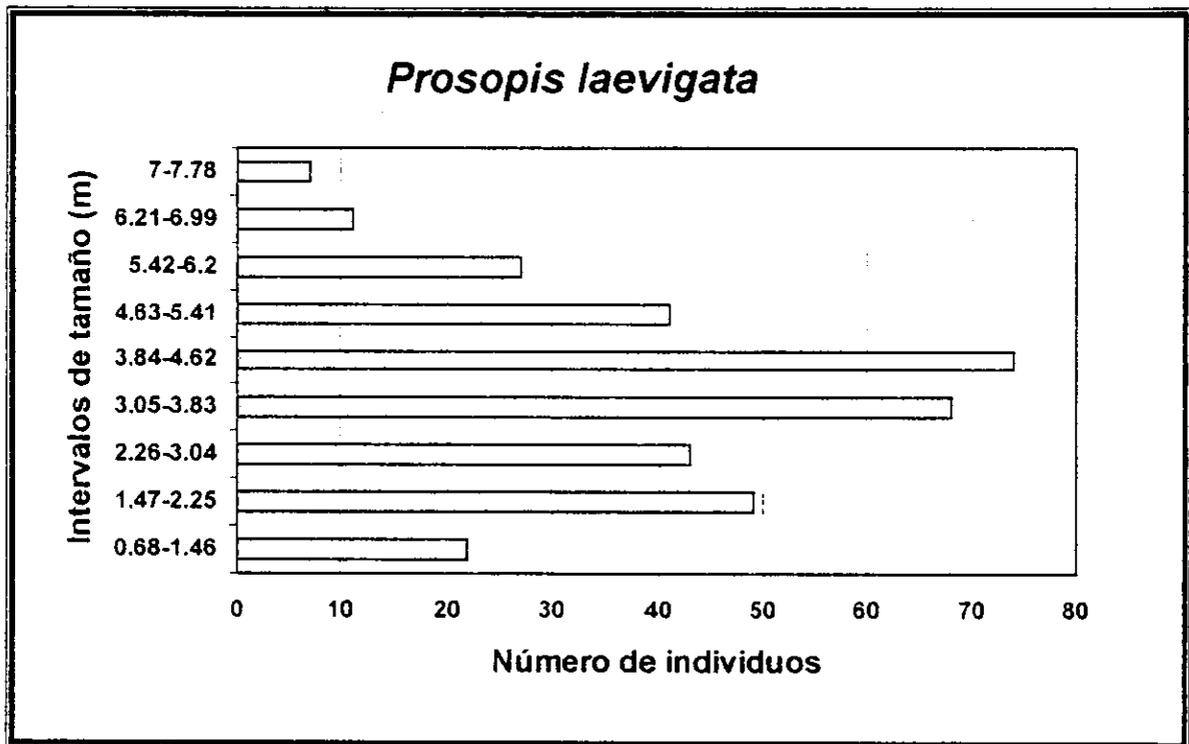


Fig. 6.9 Gráfica que muestra la estructura de tamaños de *Prosopis laevigata* dentro de las terrazas aluviales.

En ninguna de las cuatro zonas de estudio, se observaron plántulas menores de 50 cm, y en general es escaso el número de individuos jóvenes de esta especie. No existe aparentemente establecimiento por semilla, ni por medio de estructuras de perennación dentro de las terrazas aluviales, a excepción de algunos individuos que han sido favorecidos por la

actividad antropogénica (Paredes-Flores com. pers.). Esta baja densidad de plántulas hace suponer que los organismos adultos presentes son plantas relicto, cuyos individuos y/o antecesores han sobrevivido en periodos más húmedos que el actual (Rzedowski, 1988 y Magallón-Puebla *et al.* 1994). Por otro lado las causas del pobre reclutamiento de los individuos, puede estar dado por la baja viabilidad de la semillas a causa de la infección por insectos, por la compactación de los suelos que no permiten su óptima germinación y falta de humedad y minerales en el suelo para el desarrollo de las mismas, o simplemente la remoción de algunas plántulas jóvenes por el pastoreo de cabras.

6.6.2 *Cercidium praecox* (Ruíz & Pavón) Harms. (CAESALPINIACEAE)

Este árbol o arbusto perennifolio, denominada localmente palo verde, presenta un alto grado de capacidad colonizadora en áreas disturbadas, y presenta una considerable capacidad de regeneración natural por semilla y por rebrote o retoño. Al igual que *Prosopis laevigata*, las semillas y frutos de *Cercidium praecox* están infectadas por huevecillos de insectos, que inhiben el potencial de germinación de la especie, así como daños en sus tejidos por la infección de bacterias y hongos; y aunque estos individuos no presentan tanta presión por el hombre y ganado, de manera natural se puede observar una baja densidad de individuos jóvenes. Esto se observa en la pirámide de tamaños (Fig. 6.10), en donde la altura media oscila entre los 2.00 y 4.50 metros. Del mismo modo, se observa una nula producción de plántulas menores a 30 cm, aunque a diferencia del mezquite, se manifiesta reclutamiento con base a estructuras de perennación.

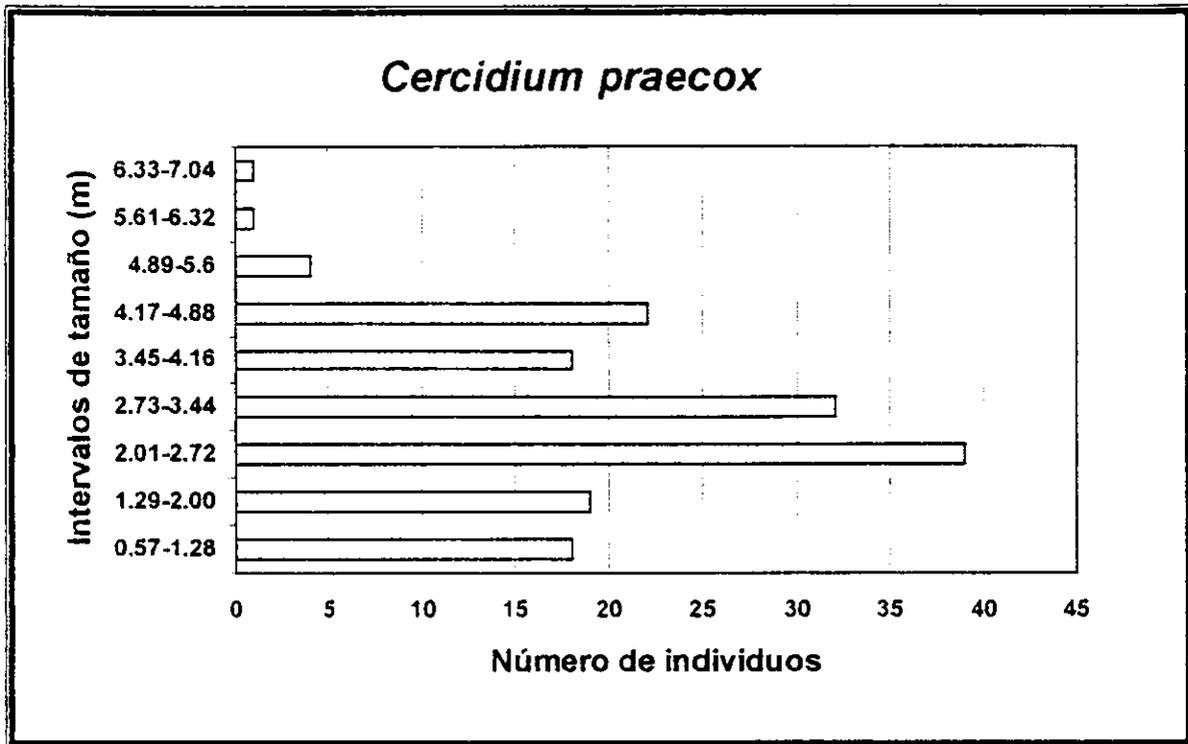


Fig. 6.10 Gráfica que muestra la estructura de tamaños de *Cercidium praecox* dentro de las terrazas aluviales.

6.6.3 *Celtis pallida* Torrey. (ULMACEAE)

Para este arbusto subcaducifolio, dentro del sistema aluvial, se observa que los individuos de esta especie presentan alturas medias que oscilan entre los 0.80 y 2.7 metros, y más específicamente entre 1.50 y 2.00 metros (Fig. 6.11). Esta especie presenta también, una baja producción de plántulas, sin embargo, se observa mayor proporción de reclutamiento de esta especie por semilla, en relación con las anteriores. Esto pudiese ser debido, a que su desarrollo y crecimiento parece estar asociado al mezquite, sobre todo cuando este último presenta una amplia cobertura y donde pudiese existir un efecto de "nodrizismo" entre estas dos especies, como la que se encuentra en el Valle entre *Mimosa luisana* y *Neobuxbaumia tetetzo* (Valiente-Banuet y Ezcurra, 1991; Valiente-Banuet *et al.* 1991).

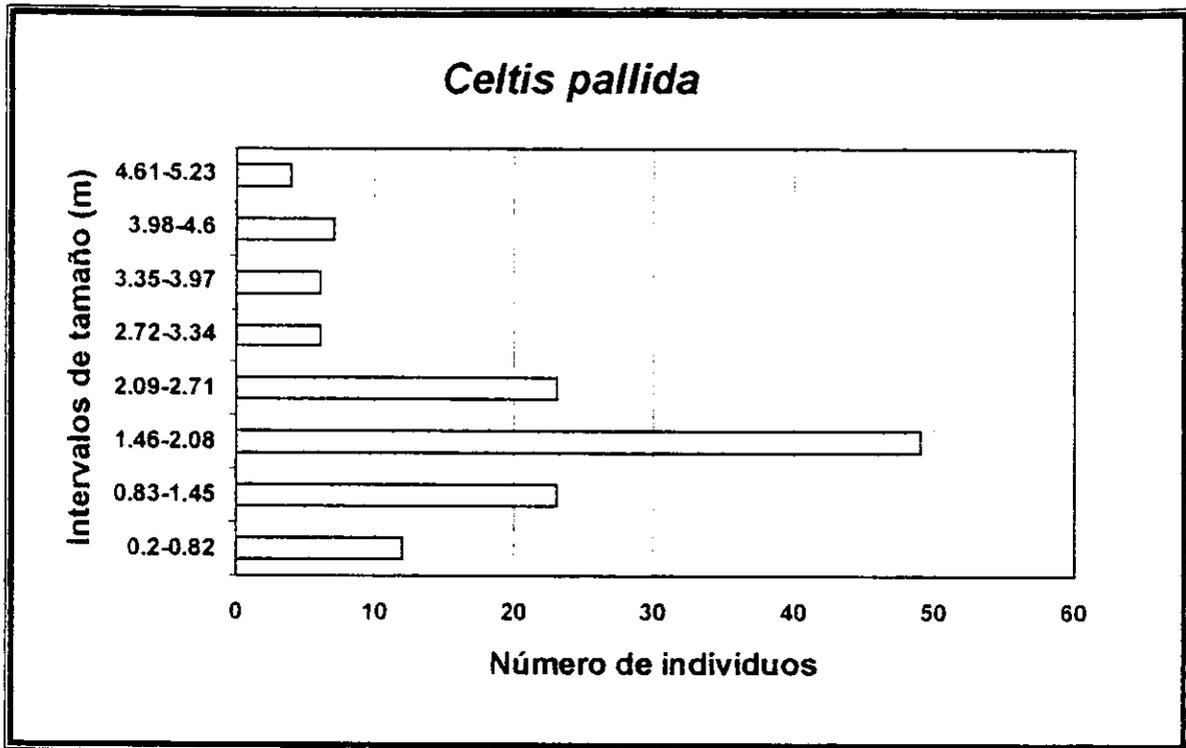


Fig. 6.11 Gráfica que muestra la estructura de tamaños de *Celtis pallida* dentro de las terrazas aluviales.

6.6.4 *Castela tortuosa* Liebm. (SIMAROUBACEAE)

Este arbusto caducifolio, denominada localmente venenillo, tiene principalmente un alto grado de regeneración por rebrote o retoño, aunque también por semilla. En la pirámide de tamaños de *Castela* (Fig. 6.12), se puede observar que la altura media de los individuos oscila entre 1.00 y 1.80 metros. De tal manera, se observa una escasa producción de plántulas menores a 40 cm. En comparación con las especies anteriores, se observa un mayor reclutamiento de individuos principalmente por estructuras de perennación, aunque mínimamente por semilla. Se ha observado que la biomasa de estos individuos, aumenta con la remoción de sus tallos por parte de las cabras, además de permitir el desarrollo de éstos por rebrote y retoño; por otra parte, aunque se ha observado la dispersión de frutos por algunas aves del lugar, el reclutamiento por semilla es escasamente observado en las terrazas aluviales.

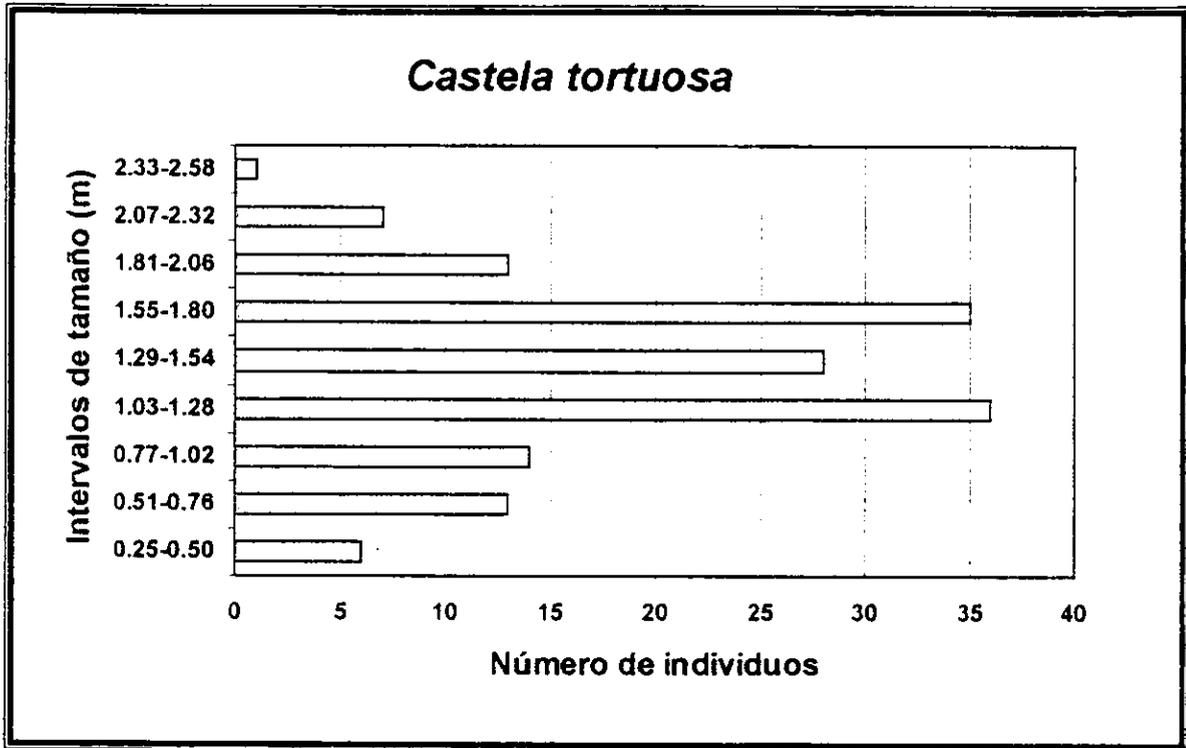


Fig. 6.12 Gráfica que muestra la estructura de tamaños de *Castela tortuosa* dentro de las terrazas aluviales.

6.6.5 *Opuntia pilifera* F. A. C. Weber (CACTACEAE)

Este arbusto perennifolio (raramente arborescente), presenta un alto grado de capacidad colonizadora en áreas favorecidas por la tala y el desmonte sobre suelos aluviales, y una alta capacidad de regeneración vegetativa y por clonación, siendo escaso el reclutamiento por semilla. A diferencia de las especies anteriores, esta especie se caracteriza por tener un mayor reclutamiento y por ende mayor producción de plántulas, las cuales van de los 0.10 a 0.30 metros de altura (Fig. 6.13). Como se mencionó anteriormente, esto es dado por su alta reproducción por brotes y retoños, favoreciendo su permanencia; sin embargo se observa una menor proporción de individuos mayores, posiblemente debido a la tala a la que son sometidos.

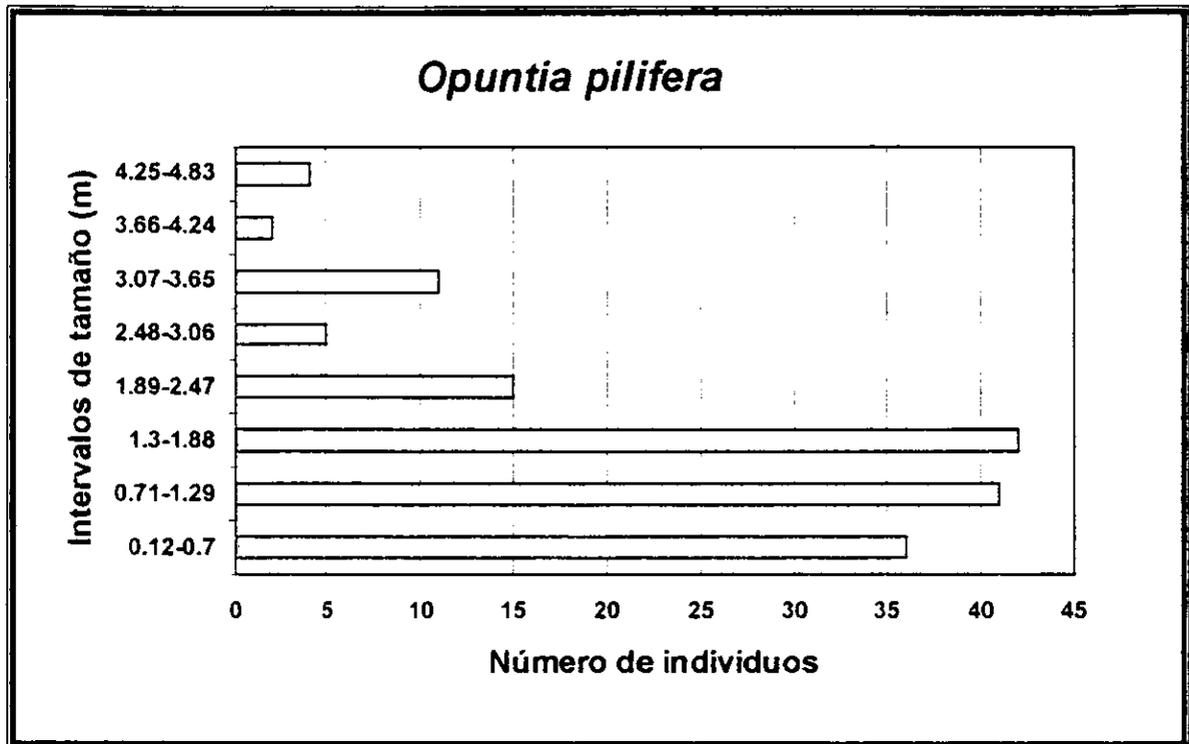


Fig. 6.13 Gráfica que muestra la estructura de tamaños de *Opuntia pilifera* dentro de las terrazas aluviales.

6.6.6 *Pachycereus hollianus* (F. A. C. Weber) F. Buxb. (CACTACEAE)

Esta cactácea columnar, localmente llamada baboso, es la especie del sistema aluvial, que presenta el mayor grado de capacidad colonizadora por regeneración vegetativa y sobre todo por clonación, donde se observa claramente la formación de individuos de diferentes tamaños en hileras contiguas; principalmente en áreas favorecidas por la tala y el desmonte de la vegetación (Paredes-Flores com. pers.). Debido a ello, esta especie tiene un alto reclutamiento de individuos y plántulas, que como se puede observar en la Fig. 6.14, las alturas oscilan entre los 0.06 a 0.30 metros. Este reclutamiento esta dado, por su alta reproducción por brotes y retoños vegetativos y por su utilización como cerco vivo. En términos generales, aparentemente estos individuos no tienen problemas en el establecimiento y desarrollo de sus poblaciones, favoreciendo así su distribución y permanencia en estos sistemas aluviales.

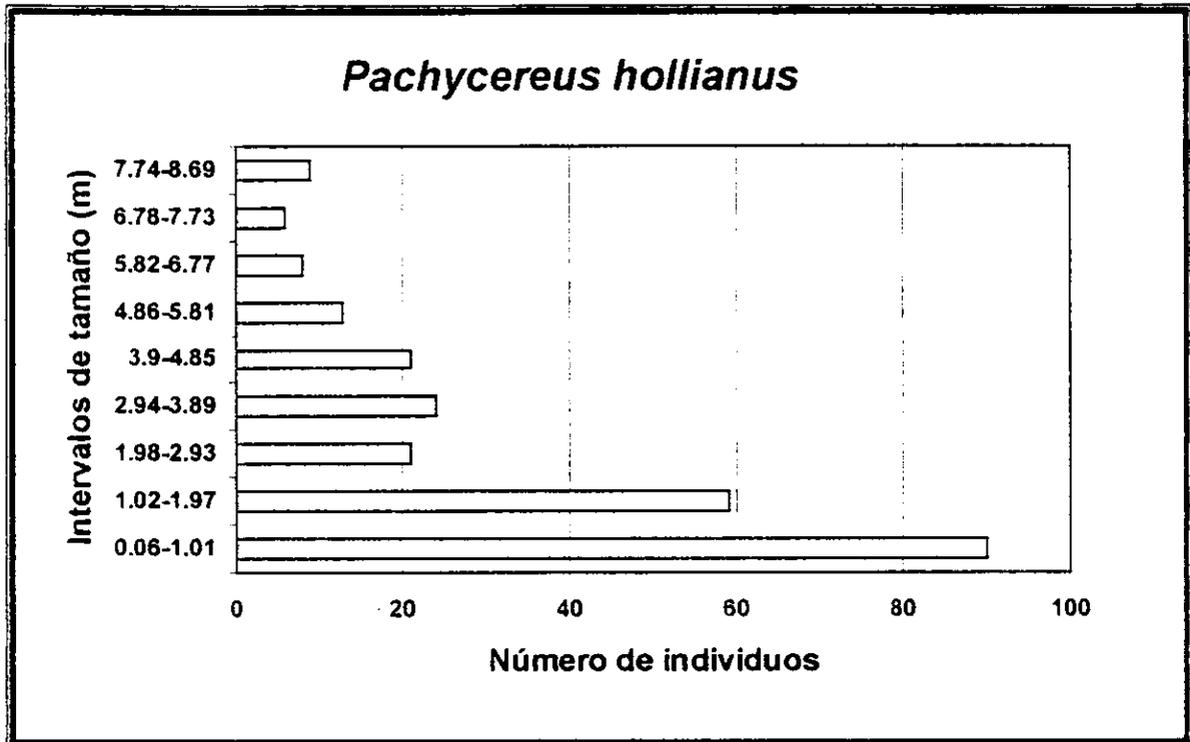


Fig. 6.14 Gráfica que muestra la estructura de tamaños de *Pachycereus hollianus* dentro de las terrazas aluviales.

6.6.7 *Myrtillocactus geometrizans* (C. Martius) Console (CACTACEAE)

Esta cactácea candelabriforme, junto con la especie anterior, son las que presentan mayor grado de reclutamiento por reproducción vegetativa. En este sistema aluvial se observa que los individuos de esta especie presentan alturas medias que oscilan entre los 2.13 y 4.22 metros (Fig. 6.15). Del mismo modo, se presenta una baja producción de plántulas por semilla, sin embargo, se observa el reclutamiento de individuos con alturas de 0.03 a 0.10 metros, debido principalmente a la reproducción vegetativa de la especie. Cabe señalar que el mayor reclutamiento se presentó bajo las coberturas de *Prosopis* y *Cercidium*, lo cual sugiere un efecto de "nodrizismo" entre estas especies.

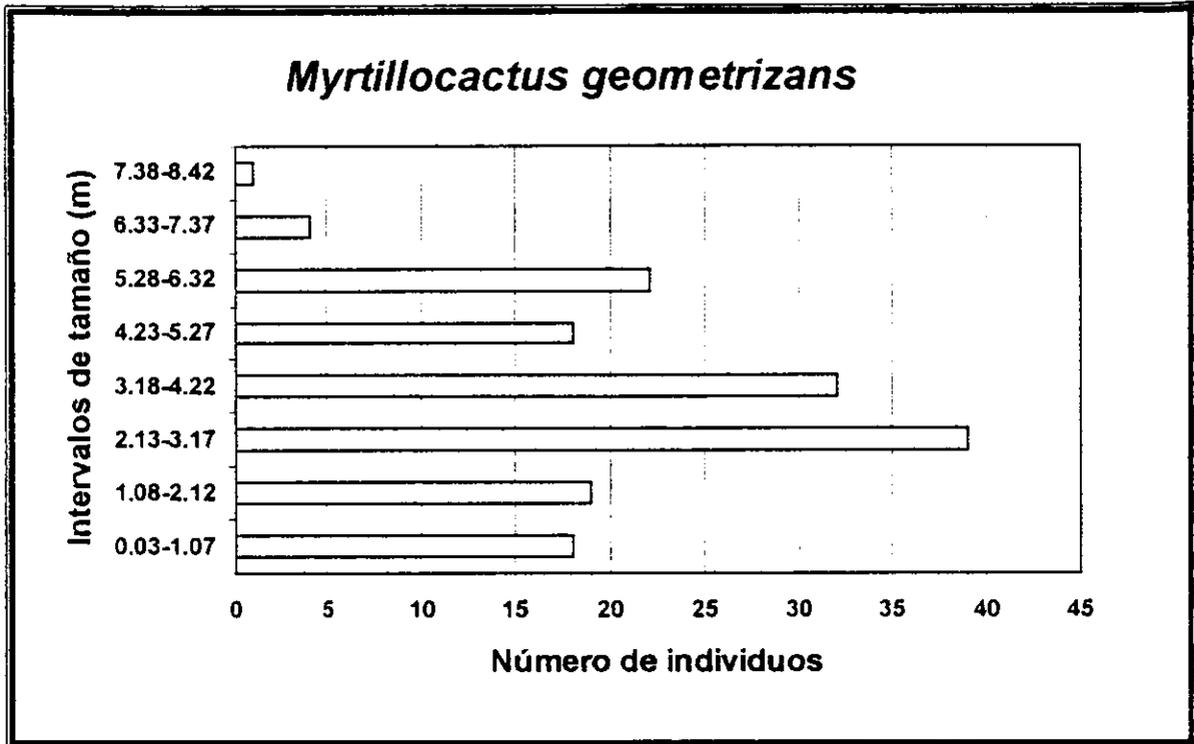


Fig. 6.15 Gráfica que muestra la estructura de tamaños de *Myrtillocactus geometrizans* dentro de las terrazas aluviales.

Estas especies analizadas, juegan un papel imponderable en la economía, cultura y sociedad de los habitantes de Zapotitlán, ya que de estas especies se obtienen una cierta variedad de productos útiles para ellos; sin embargo estas especies han tenido un gran daño y deterioro por el impacto ocasionado en el sistema aluvial, por ello muchos de estos individuos se encuentran altamente parásitados y enfermos, aunado a ello por las presiones ambientales y antropogénicas que recaen sobre ellas.

6.7 Estructura de las expresiones sexuales

La expresión sexual presente en las especies vegetales del sistema aluvial mostró 5 tipos de sexualidad floral, (Fig. 6.16) que se describen de la siguiente manera: El 78.98% corresponde a plantas hermafroditas (árboles, arbustos, hierbas y epífitas); el 8.69% es para las plantas dioicas, que son principalmente árboles y arbustos de las familias Burseraceae y

Olacaceae. Las plantas monoicas presentan un 7.97% de la flora total encontrada y son principalmente para la familia Euphorbiaceae, a demás de otras especies como *Celtis pallida*, *Cardiospermum haliacacabum* y *Distichlis spicata*. Finalmente las especies vegetales andromonoicas y gimnodioicas, presentan el 2.89% y 1.44% respectivamente. Dentro de las andromonioca están, *Plumeria rubra*, *Ipomoea arborescens*, *Bouteloa curtipendula* y *Chloris rufescens*; y en las gimnodioicas se encuentra a *Iresine calea* y *Bursera schlechtendalii*. Cabe mencionar que las expresiones sexuales androdioicas y gimnomonoicas no fueron observadas en las especies colectadas.

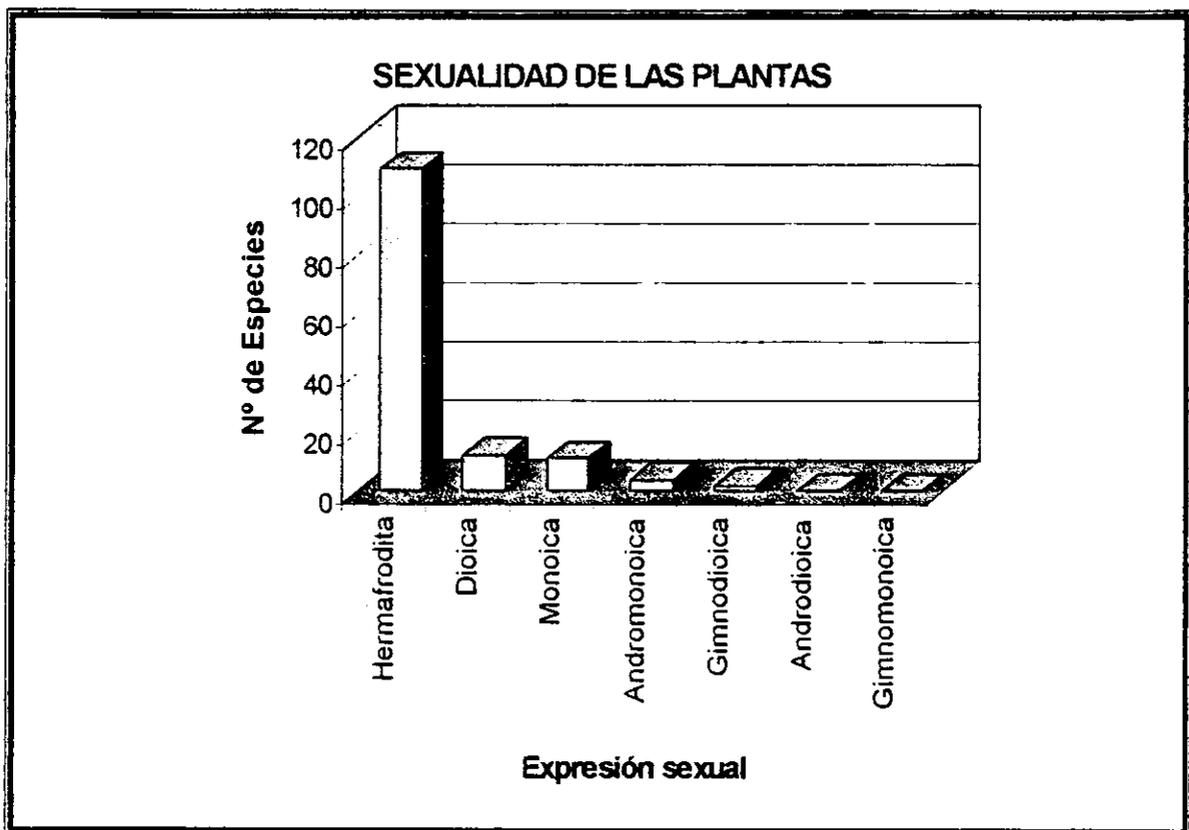


Fig. 6.16 Gráfica que muestra la estructura de sexos de las especies vegetales de la zona.

6.7.1 El hermafroditismo: expresión sexual dominante en las especies vegetales

De acuerdo a la clasificación y determinación de sexos en plantas (Willson, 1983; Dellaporta y Calderón-Urrea, 1993), la flora de las terrazas aluviales (Apéndice 1) está fuertemente jerarquizada en casi 80% por la presencia de plantas hermafroditas (Fig. 6.16). Este alto porcentaje de especies vegetales hermafroditas en Zapotitlán corresponde con la expresión sexual más común entre las angiospermas (Horovitz, 1978; Willson, 1983).

En México, son casi nulos los trabajos de expresión sexual en plantas, y más escasos los de comunidades de zonas áridas y semiáridas; sólo se tiene referencia del trabajo de Valiente-Banuet *et al.* (1997), quienes reportan diferentes expresiones sexuales para cactáceas columnares dentro del Valle. Debido a ello, no es posible encontrar un patrón que nos explique estos resultados para este tipo de comunidades, sin embargo, se manifiesta que los datos de expresión sexual para algunas especies del Valle de Tehuacán y en particular de Zapotitlán, son similares a los mencionados por Bullock (1985), para una "selva baja caducifolia" en Chamela, Jalisco; en donde se registran los siguientes resultados (Cuadro 6.9):

CUADRO 6.9 COMPARACIÓN DE LOS VALORES DE EXPRESIÓN SEXUAL		
EXPRESIÓN SEXUAL	BULLOCK (1985)	ESTE TRABAJO
Hermafrodita	70%	78.98%
Dioica	12.3%	8.69%
Monoica	13%	7.97%
Andromonoica	2%	2.89%
Gimnodioicas	0.6%	1.44%

EXPRESIÓN SEXUAL	BULLOCK (1985)	ESTE TRABAJO
Gimnomonoica	1.6%	----
Androdioica	0.1%	----

Cabe mencionar, que existen diferencias florísticas, estructurales y ambientales con la comunidad vegetal de "Chamela", sin embargo, se denota un patrón muy similar al encontrado en este estudio.

Estos resultados encontrados sobre expresión sexual, dan la pauta para realizar estudios sobre evolución del dioicismo y expresiones intermedias (Bawa, 1980), y cambios de expresión sexual por factores ambientales (Freeman, 1981), (Solomon, 1985) y (Korpelainen, 1998) en poblaciones de plantas presentes dentro del valle de Zapotitlán, con el fin de reconocer cambios en la expresión floral de las plantas, ante condiciones de degradación y conservación.

6.8 Formas de vida

Las formas de vida que presentan las especies vegetales del sistema aluvial, se determinaron durante las temporadas de secas y lluvias, con el fin de observar un comportamiento total de estas especies dentro de las comunidades vegetales en relación con el ambiente.

6.8.1 Temporada de secas

Las especies de las comunidades vegetales en esta temporada, presentan individuos con las siguientes formas biológicas (Fig. 6.17): Los fanerófitos cespitosos son representados en un 42.52%, y corresponde a la mayoría de los arbustos de la zona; las caméfitas (hierbas perennes y/o con leño perenne) tienen un 22.98% que corresponden principalmente a plantas suculentas y resistentes a la sequía; mientras que los fanerófitos escaposos se

presentan en un 20.68%, y que corresponde a los árboles y cactáceas arborescentes de la zona. De este modo, las formas de vida antes mencionadas proporcionan principalmente la fisonomía estructural de la vegetación semiárida del sistema aluvial en estudio.

En esta temporada son escasas y/o nulas las hierbas no perennes, a excepción de algunas hemigeófitas que fueron reconocidas por su permanencia hasta finales de la temporada. De la misma forma se presentan algunas enredaderas por su floración durante esta temporada, como el caso de *Ipomea conzatii*. Las especies epífitas y parásitas (que son escasas a nivel de especie) se presentan durante todo el año.

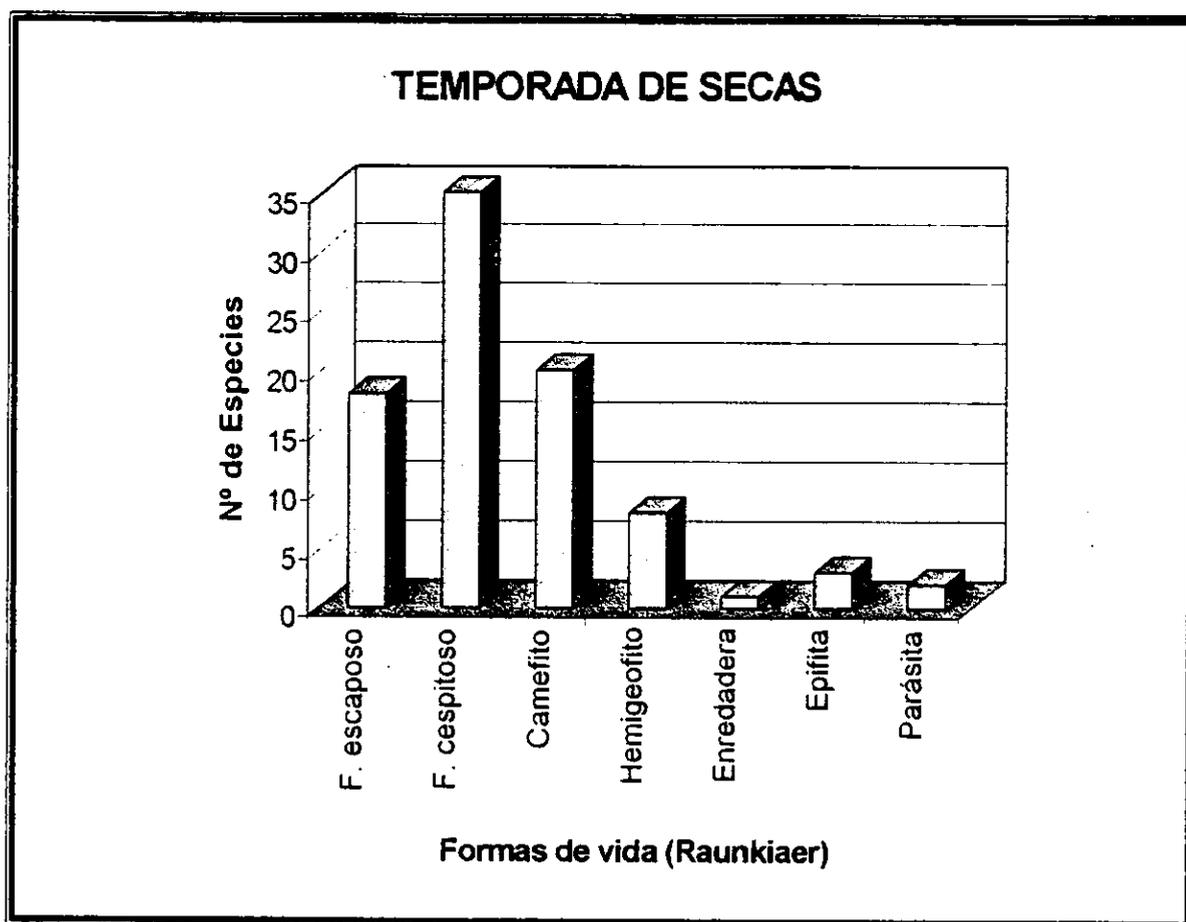


Fig. 6.17 Gráfica que muestra las formas de vida durante la temporada de secas

6.8.2 Temporada completa

Durante la temporada de lluvias, se observa un aumento de especies vegetales herbáceas en el sistema aluvial, que obedece a la riqueza florística y variedad de las formas de vida ahí encontradas (Fig. 6.18). Sin duda, la forma de vida herbácea más representativa de la zona de estudio corresponde a los hemigeófitas (más del 25% del total de la flora estudiada), que al presentar una reminiscencia vegetal facilita el crecimiento rápido del individuo y por ende su supervivencia al contacto con el agua de lluvia. También se observa la presencia, aunque en menor proporción, las formas de vida geófitas y terófitas (anual), con el 5.26% y 12.50% respectivamente.

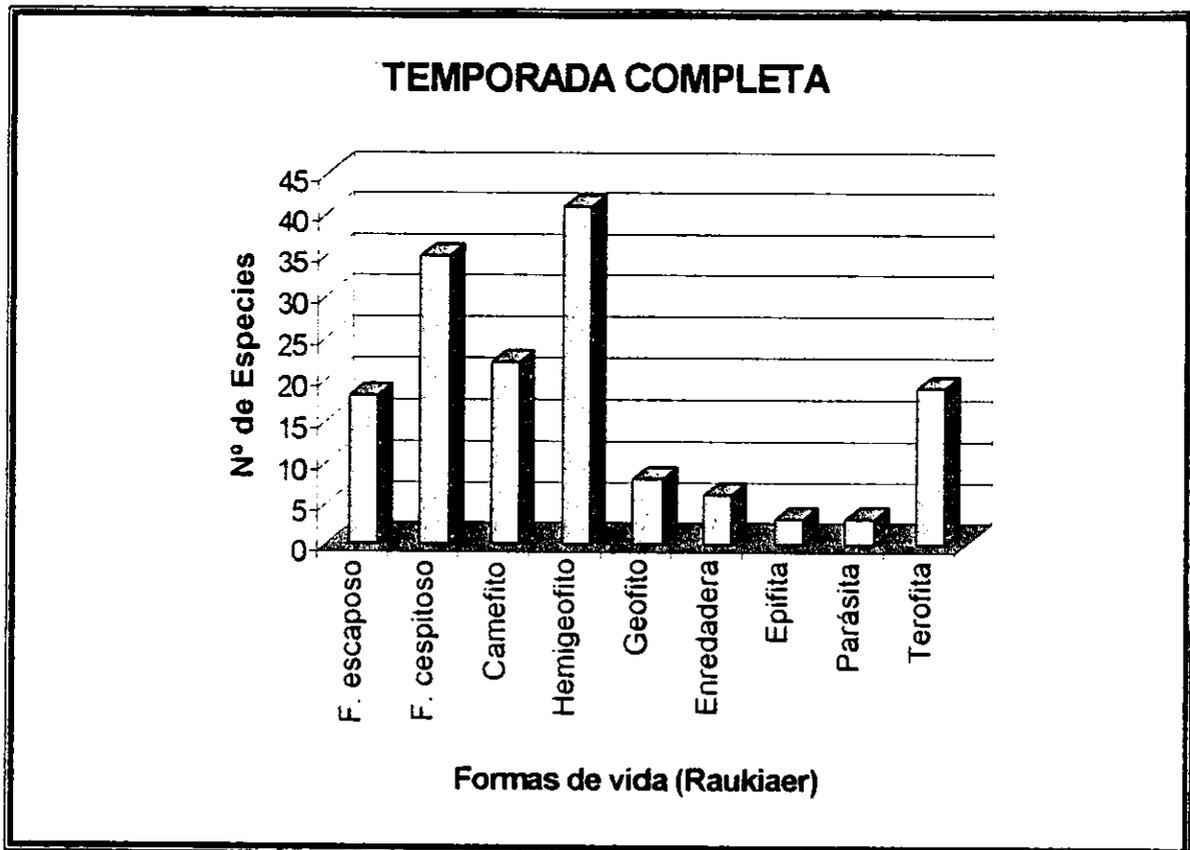


Fig. 6.18 Gráfica que muestra las formas de vida durante la temporada completa (secas-lluvias).

6.8.3 Respuesta de las plantas de las comunidades vegetales, ante las condiciones ambientales de una zona semidesértica

En términos generales la clasificación de formas de vida de Raunkiaer (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974) plantea que las yemas de renuevo de las plantas son un carácter adaptativo hacia las condiciones ambientales. Así, es posible encontrar en ambientes variables (p.ej. tipos de vegetación distintos) la misma especie con distinta forma de vida (Granados y Tapia, 1990).

Los resultados obtenidos al respecto, dentro de las terrazas aluviales de Zapotitlán (Fig 21 y 22), denotan la dominancia de individuos con estructuras de perennación a nivel del suelo (hemigeófitas), que permiten su desarrollo y crecimiento durante la temporada favorable (lluvias) y su latencia durante el estiaje. Así mismo, las fanerófitos cespitosos (arbustos) y caméfitas, cuyos elementos proporcionan la fisonomía de las comunidades ahí existentes son abundantes y característicos de este tipo de vegetación.

Con relación a otros trabajos realizados, se observan similitudes con lo encontrado en otras zonas semiáridas y áridas. Por ejemplo en el desierto del "Sinai" en Israel a una altitud similar y con 473 mm de precipitación, se presentan terófitas (anuales) y hemigeófitas como elementos dominantes, con escasos fanerofitos (Danin & Orshan, 1990). Por otra parte, un estudio realizado en sistemas aluviales de la reserva de la biósfera de "Mapimi", dentro del desierto Chihuahuense, señala a las hemigeófitas como las formas de vida dominantes (Montaña, 1990); mientras que en la reserva de la biósfera "El Vizcaino", en el desierto Sonorense, se presentan como formas de vida dominantes las terófitas (anuales), fanerófitas cespitosas, hemigeófitas y caméfitas (León *et al.* 1995). Finalmente, en un estudio realizado a través de un gradiente altitudinal en Zapotitlán. Montaña y Valiente-Banuet, (1998) señalan la dominancia de fanerófitos deciduos, así como suculentas cilíndricas y globosas, las cuales corresponden a fanerofitos cespitosos y camefitas, similares a las encontradas en este estudio y a la misma altitud.



7. CONCLUSIONES



- La heterogeneidad del relieve en las terrazas, así como la erosión y fragmentación que imperan en ellas, ha proporcionado condiciones optimas para el establecimiento de los diferentes tipos de vegetación de la zona, algunos de ellos restringidos a áreas de poca extensión. Aún cuando los tipos de vegetación son muy similares dentro de las terrazas e islas aluviales, cada uno presenta particularidades fisonómicas, florísticas y ecológicas que las distinguen.
- Atributos ecológicos como la frecuencia, densidad y cobertura mostraron que las comunidades vegetales dentro de las terrazas aluviales sólo son dominadas por algunas especies. En este caso *Prosopis laevigata*, *Cercidium praecox* y las cactáceas columnares y arborescentes, proporcionan la fisonomía característica de la vegetación dentro del sistema de terrazas aluviales.
- Los índices de similitud y ordenación, con base en los atributos ecológicos y florísticos de la vegetación, no reflejaron el patrón de degradación propuesto en este trabajo. Sin embargo, las cuatro zonas (A, B, C y D) presentan diferentes mosaicos de conservación y degradación, siendo este último proceso el que mayor importancia en la zona de estudio, debido principalmente al efecto de acciones naturales y antropogénicas.
- A pesar de la alta similitud florística entre las cuatro zonas (A, B, C y D), se presenta una alta diversidad β dada principalmente por la heterogeneidad del relieve en las terrazas, dando como resultado "sitios seguros" (relacionados con el tiempo y disponibilidad de agua) para algunas especies encontradas. Esta alta diversidad

responde a la gran diversidad regional (γ) que se encuentra dentro del valle de Tehuacán-Cuicatlán.

- En general, la estructura de tamaños de las siete especies analizadas, demostró un escaso reclutamiento de los individuos dentro del sistema aluvial, lo que refleja un bajo potencial regenerativo de las especies dominantes. Sin embargo, *Pachycereus hollianus* y *Opuntia pilifera*, son las especies, que presentan el mayor número de plántulas por reproducción vegetativa, principalmente por clonación. Es necesario hacer estudios de dinámica de poblaciones, con el fin de conocer las interacciones de desarrollo que presentan las especies vegetales del sistema aluvial.
- Con base, a los resultados de la expresión sexual, no se observó ninguna relación con las características ambientales. Sin embargo, se denotan datos en la expresión sexual de las especies vegetales del sistema aluvial de Zapotitlán, que no habían sido objeto de estudio para la zona. Por lo que se hace necesario un estudio completo de sexualidad en poblaciones de plantas y sus posibles cambios de expresión, con base en los cambios ambientales, esto con el fin de conocer indicadores de alteración dentro del sistema aluvial de Zapotitlán.
- Las formas de vida de las plantas, varían dependiendo de cambios en la precipitación, temperatura y altitud, sin embargo, de manera general en las zonas áridas y semiáridas, se presenta un patrón similar hacia al ambiente, con plantas cuya estructura de subsistencia está a nivel del suelo y por debajo de él en forma de semilla, además de la presencia de arbustos caducifolios y con succulencia. Con este hecho las plantas de las terrazas aluviales de Zapotitlán han respondido satisfactoriamente a las condiciones ambientales que imperan en la zona.
- Los resultados obtenidos en este trabajo, permiten señalar que existe un alto impacto en las comunidades vegetales de la zona de estudio, tanto por factores físicos como antropogénicos, reflejados, con base al estudio estructural de la vegetación. Estos

resultados son fundamentales para diagnóstico biológico del proyecto UBIPRO, que conjuntamente con otros estudios en la zona, tiene como finalidad, plantear a mediano y largo plazo estrategias de restauración y un desarrollo sustentable en la región de Zapotitlán de las Salinas y del Valle en general.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA



8. BIBLIOGRAFÍA



- Arias-Montes, S., S. Gama y U. Guzmán-Cruz. 1997. "Cactaceae" A. L. Juss. En: P. Dávila (Eds.) Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Fascículo 14. Instituto de Biología, UNAM, 143 p.
- Bawa, K. y P. Opler. 1977. "Spatial relationships between staminate and pistillate plants of dioecious tropical forest trees". *Evolution* 31: 64-68.
- Bravo-Hollis, H. 1930. "Las cactáceas de Tehuacán". *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Ser. Bot.* 1: 87-124.
- Bravo-Hollis, H. 1978. "Las cactáceas de México" Vol. I. UNAM, México. 743 p.
- Bravo-Hollis, H. 1991. "Las cactáceas de México" Vol. II. UNAM, México. 404 p.
- Bravo-Hollis, H. 1991. "Las cactáceas de México" Vol. III. UNAM, México. 643 p.
- Brunet, J. 1967. "Geologic studies". In: Byers, D.S. (Eds.) *The prehistory of the Tehuacán Valley. Vol. 1. Environment and subsistence.* Robert Peabody Foundation, Phillips Academy, Andover, University of Texas Press, Austin, Texas, USA.
- Bullock, S. 1985. "Breeding systems in the flora of a tropical deciduous forest in México". *Biotropica* 17(4): 287-301.

- Cardel, Y., V. Rico-Gray, J. García-Franco & L. Thien. 1997. "Ecological of *Beaucarnea gracilis* an endemic species of the semiarid Tehuacán Valley, México". *Conservation Biology* 11(2): 367-374.
- Clarke, M. y H. Rendell. 2000. "The impact of the farming practice of remodelling hillslope topography on badland morphology and soil erosion processes". *Catena* 40: 229-250.
- Danin, A. y G. Orshan. 1990. "The distribution of Raunkiaer life forms in Israel in relation to the environment". *Journal of Vegetation Science* 1: 41-48.
- Dávila, P. 1983. "Flora genérica del Valle de Tehuacán-Cuicatlán". Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias. UNAM, México, D.F. 694 p.
- Dávila, P., J. Villaseñor, R. Medina, A. Ramírez, A. Salinas, J. Sánchez-Ken y P. Tenorio. 1993. "Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán". Listados florísticos de México X. Instituto de Biología. UNAM. México, D.F. 195 p.
- Dellaporta, S. y A. Calderon-Urrea. 1993. "Sex determination in flowering plants". *The Plant Cell* 5: 1241-1251.
- Flores-Hernández, N. 1996. "Caracterización del matorral esclerófilo perennifolio del valle semiárido de Tehuacán, Puebla: una comparación con los existentes en el clima mediterráneo". Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. México, D.F. 42 p.
- Flores-Hernández, N., A. Valiente-Banuet, P. Dávila y J.L. Villaseñor. 1999. "La vegetación esclerófila perennifolia del Valle de Tehuacán, Puebla y sus similitudes con la vegetación esclerófila de climas mediterráneos". *Bol. Soc. Bot. México*. 64: 41-55.

- Freeman, C., E. McArthur, K. Harper & A. Blauer. 1981. "Influence of environment on the floral sex ratio of monoecious plants". *Evolution* 35: 194-197.
- García, D. 1987. "Clasificación fisonómica de la vegetación del valle de Tehuacán, Puebla". Tesis de licenciatura. ENEP Iztacala. UNAM. Tlalnepantla, Edo. Méx. 123 p.
- García, 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.
- Gauch, H. 1992. "Multivariate analysis in community ecology". Cambridge University Press. New York. 298 p.
- Granados, D. y R. Tapia. 1990. "Comunidades vegetales". Universidad Autónoma de Chapingo. México. 235 p.
- Gold, B. y E. Matuda 1956. "Las cactáceas de Tehuacán". *Cactáceas y suculentas de México* 1: 68-72.
- Horovitz, A. 1978. "Is the hermaphrodite flowering plant equisexual?". *Amer. J. Bot.* 65(4): 485-486.
- Jaramillo, V. y F. González 1983. "Análisis de la vegetación arbórea en la provincia florística de Tehuacán-Cuicatlán". *Bol. Soc. Bot. Mex.* 45: 49-65.
- Korpelainen, H. 1998. "Labile sex expression in plants". *Biol.Rev.* 73: 157-180.

- León, J., R. Coria y J. Cansino. 1995. "Flora de la Reserva de la Biósfera El Vizcaino, Baja California Sur". Listados florísticos de México XI. Instituto de Biología. UNAM. México, D.F.
- Magallón-Puebla, S. y S. Cevallos-Ferriz. 1994. "Fossil legume fruits from tertiary strata of Puebla, México". *Can. J. Bot.* 72: 1027-1038.
- Matteucci, S. y A. Colma 1982. "Metodología para el estudio de la vegetación". Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Washington, D.C. 169 p.
- Meyran, J. 1973. "Guía botánica de cactáceas y otras suculentas del Valle de Tehuacán". *Bol. Soc. Mex. Cact.* 1: 50.
- Miranda, F. 1947. "Estudio sobre la vegetación de México V. Rasgos de la vegetación en la Cuenca del río de las Balsas". *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural.* 8: 95-114.
- Miranda, F. 1948. "Datos sobre la vegetación en la Cuenca alta del Papaloapan". *Anales del Instituto de Biología. UNAM.* 19: 333-364.
- Miranda, F. y E. Hernández X. 1963. "Los tipos de vegetación de México y su clasificación". *Bol. Soc. Bot. México.* 28: 29-179.
- Montaña, C. 1990. "A floristic-structural gradient related to land forms in the southern Chihuahuan desert". *Journal of Vegetation Science* 1: 669-674.
- Montaña, C. y A. Valiente-Banuet 1998. "Floristic and life-form diversity along an altitudinal gradient in an intertropical semiarid mexican region". *The Southwestern Naturalist* 43(1): 25-39.

- Moustafa, A. & J. Klopatek. 1995. "Vegetation and landforms of the Saint Catherine area, southern Sinai, Egypt". *Journal of Arid Environments* 30: 385-395
- Mueller-Dombois, D. & H. Ellenberg (1974). "Aims and methods of vegetation ecology".
Jonh Wiley. New York, U.S.A.
- Osorio-Beristain, O., A. Valiente-Banuet, P. Dávila y R. Medina 1996. "Tipos de vegetación y diversidad beta en el valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla, México". *Bol. Soc. Bot. Méx.* 59: 35-58.
- Paredes-Flores, M. En proceso. "Contribución al estudio etnobotánico de la flora útil de Zapotitlán de las Salinas, Puebla". Tesis de licenciatura. ENEP Iztacala, UNAM. Tlalnepantla, Edo. de México.
- Pérez, M., A. Castillo, O. Ríos y R. Rosenzweig. 1993. "Mapa de vegetación y uso de suelo de la porción sur del Valle de Tehuacán". *Revista del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.* 5(6): 7-25
- Ramírez, A. 1996. "Contribución al conocimiento de la flora medicinal de Zapotitlán de las Salinas, Puebla". Tesis de licenciatura. Facultad de ciencias. UNAM. México, D.F. 94 p.
- Regüés, D., R. Guàrdia y F. Gallart. 2000. "Geomorphic agents versus vegetation spreading as causes of badland occurrence in a Mediterranean subhumid mountainous area". *Catena* 40: 173-187.
- Rzedowski, J. 1973. "Geographical relationships of the flora of Mexican dry regions". In: Graham, A. (Edr.) *Vegetation and vegetational history of Northern Latin America.* Elsevier. Amsterdam. Pp. 61-72

- Rzedowski, J. 1978. "Vegetación de México". Limusa. México, D.F. 432 p.
- Rzedowski, J. 1988. "Análisis de la distribución geográfica del complejo *Prosopis* (Leguminosae, Mimosoideae) en Norteamérica". *Acta Botánica Mexicana* 3: 7-19.
- Smith, C. 1965. "Flora, Tehuacán valley". *Fieldiana botany* 31: 101-143.
- Solomon, B. 1985. "Environmentally influenced changes in sex expression in an andromonoecious plant". *Ecology* 66(4): 1321-1332.
- Torri, D. y G. Rodolfi. 2000. "Badlands in changing environments: an introduction". *Catena* 40: 119-125.
- UBIPRO, 1998. "Investigación en problemática del deterioro ambiental, restauración de sistemas degradados y manejo sustentable de recursos naturales en zonas áridas". Proyecto UBIPRO. Unidad de Biología, Tecnología y Prototipos" UNAM.
- Valiente, L. 1991. "Patrones de precipitación en el valle semiárido de Tehuacán, Puebla, México". Tesis de Licenciatura. Facultad de ciencias. UNAM. México, D.F. 65 p.
- Valiente-Banuet, A. y E. Ezcurra. 1991. "Shade as a cause of the association between the cactus *Neobuxbaumia tetetzo* and the nurse plant *Mimosa luisana* in the Tehuacan Valley, Mexico". *Journal of Ecology* 79: 961-971.
- Valiente-Banuet, A., F. Vite y A. Zavala-Hurtado. 1991. "Interaction between the cactus *Neobuxbaumia tetetzo* and the nurse shrub *Mimosa luisana*". *Journal of Vegetation Science* 2: 11-14.

- Valiente-Banuet, A., P. Dávila, M.C. Arizmendi, A. Rojas-Martínez y A. Casas. 1995. "Bases ecológicas del desarrollo sustentable en zonas áridas: el caso de los bosques de cactáceas columnares en el Valle de Tehuacán y Baja California Sur, México". En: IV curso sobre desertificación y desarrollo sustentable en América Latina y el Caribe. Colegio de Postgraduados, Estado de México, México. Pp. 20-36.
- Valiente-Banuet, A., M. C. Arizmendi, A. Rojas-Martínez y L. Domínguez-Canseco 1996. "Ecological relationships between columnar cacti and nectar-feeding bats in Mexico". *Journal of Tropical Ecology* 12: 103-119.
- Valiente-Banuet, A., A. Rojas-Martínez, M. C. Arizmendi y P. Dávila, 1997. "Pollination biology of two columnar cacti (*Neobuxbaumia mezcalensis* and *Neobuxbaumia macrocephala*) in the Tehuacan Valley, central Mexico". *Amer. J. Bot.* 84(4): 452-455.
- Valiente-Banuet, A., A. Rojas-Martínez, A. Casas y M. C. Arizmendi. 1997. "Pollination ecology of two winter-blooming giant columnar cacti in the Tehuacán Valley, México". *Journal of Arid Environments* 37: 331-341.
- Valiente-Banuet, A., A. Casas, A. Alcántara, P. Dávila, N. Flores-Hernández, M. C. Arizmendi, J.L. Villaseñor, J. Ortega-Ramírez y J. Soriano. En prensa. "La vegetación del Valle de Tehuacán-Cuicatlán". *Bol. Soc. Bot. México*.
- Villaseñor, J. L. 1982. "Las Compositae del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Flora genérica". Tesis de licenciatura. Facultad de ciencias. UNAM. México, D.F. 174 p.
- Villaseñor, J. L., P. Dávila y F. Chiang. 1990. "Fitogeografía del valle de Tehuacán-Cuicatlán". *Bol. Soc. Bot. México*. 50: 135-149.

- Willson, M. 1983. "Plant reproductive ecology". John Wiley & Sons. New York, USA. Pp. 45-121.
- Wilson, M. & A. Shmida 1984. "Measuring beta diversity with presence-absence data". *Journal of Ecology* 72: 1055-1064.
- Zavala, J. 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(1): 99-120.
- Zavala, J. 1986. "Introducción al enfoque multivariado en estudios de vegetación". Cuadernos de Divulgación INIREB N°26. Xalapa, Veracruz, México. 58 p.

APÉNDICE 1

FLORA DE LAS TERRAZAS ALUVIALES DE ZAPOTITLÁN DE LAS SALINAS, PUEBLA.

LAS ESPECIES QUE SE PRESENTAN EN LA LISTA SE ENCUENTRAN ORDENADAS ALFABÉTICAMENTE POR FAMILIAS, GENEROS Y ESPECIES DE ACUERDO A LA CLASIFICACIÓN DE CRONQUIST (1981), PRESENTE EN CADA UNA DE LAS ZONAS DE ESTUDIO; SE DESCRIBE LA FORMA BIOLÓGICA (RAUNKIAER) Y LA EXPRESIÓN SEXUAL DE CADA ESPECIE.

FAMILIA/ESPECIE	FORMA DE VIDA	EXPRESIÓN SEXUAL	ZONAS			
			A	B	C	D
ACANTHACEAE						
<i>Justicia candidans</i> (Nees) L.D. Benson	Hemigeofita	Hermafrodita			X	X
<i>Justicia mexicana</i> Rose	Camefita y Hemigeofita	Hermafrodita	X			
<i>Ruellia hirsutoglandulosa</i> (Oersted) Hemsley	Terofita	Hermafrodita	X		X	X
<i>Siphonoglossa ramosa</i> Oersted	Hemigeofita	Hermafrodita	X		X	X
AGAVACEAE						
<i>Agave karwinskii</i> Zucc.	Camefita y Fanerofito cespitoso	Hermafrodita	X	X		X
<i>Agave marmorata</i> Roezl	Camefita	Hermafrodita		X		X
AMARANTHACEAE						
<i>Gomphrena decumbens</i> Jacq.	Hemigeofita	Hermafrodita	X	X	X	X
<i>Iresine calea</i> (Ibáñez) Standley	Camefita y Hemigeofita	Hermafrodita y Gimnodioica	X			
<i>Iresine schaffneri</i> S. Watson	Hemigeofita	Hermafrodita	X			
ANACARDIACEAE						
<i>Schinus molle</i> L.	Fanerofito escaposo	Hermafrodita		X	X	X
APOCYNACEAE						
<i>Plumeria rubra</i> L. f. <i>acutifolia</i> (Poiret) Woodson	Fanerofito escaposo	Hermafrodita y Andromonoica				X
<i>Vallesia glabra</i> (Cav.) Link	Fanerofito cespitoso	Hermafrodita				X
ASCLEPIADACEAE						
<i>Sarcostemma elegans</i> Decne.	Enredadera	Hermafrodita		X		
ASTERACEAE						
<i>Flaveria trinervia</i> (Sprengel) C. Mohr	Hemigeofita y Terofita	Hermafrodita				X
<i>Gymnosperma glutinosum</i> (Sprengel) Less.	Hemigeofita	Hermafrodita	X			X
<i>Montanoa tomentosa</i> Cerv.	Fanerofito cespitoso	Hermafrodita	X			
<i>Parthenium bipinnatifidum</i> (Ortega) Rolling	Hemigeofita	Hermafrodita	X	X	X	X
<i>Parthenium tomentosum</i> DC. var. <i>tomentosum</i> Boege	Terofita y Hemigeofita	Hermafrodita	X	X	X	X
<i>Sanvitalia fruticosa</i> Hemsley	Terofita	Hermafrodita	X	X	X	X
<i>Sanvitalia sp.</i>	Terofita	Hermafrodita	X			
<i>Sanvitalia procumbens</i> Lam.	Terofita	Hermafrodita	X			
<i>Simsia lagasciformis</i> DC.	Hemigeofita	Hermafrodita		X	X	

FLORA DE LAS TERRAZAS ALUVIALES DE ZAPOTITLÁN DE LAS SALINAS, PUEBLA.

FAMILIA/ESPECIE	FORMA DE VIDA	EXPRESIÓN SEXUAL	ZONAS			
			A	B	C	D
<i>Tuhonia tubiformis</i> (Jacq.) Cass.	Hemigeofita	Hermafrodita				X
<i>Trixis pringlei</i> Rob. & Greenm. var. <i>pringlei</i> C. Anderson	Hemigeofita	Hermafrodita	X	X		
<i>Verbesina</i> sp.	Hemigeofita	Hermafrodita	X		X	X
<i>Viguiera dentata</i> (Cav.) Sprengel	Hemigeofita y Camefita	Hermafrodita	X	X	X	X
<i>Viguiera pinnatilobata</i> (Schultz-Bip.) S. F. Blake	Hemigeofita y Camefita	Hermafrodita	X	X	X	X
<i>Zinnia peruviana</i> (L.) L.	Hemigeofita	Hermafrodita	X	X	X	X
BORAGINACEAE						
<i>Cordia curassavica</i> (Jacq.) Roemer & Schultes	Camefita	Hermafrodita	X		X	
<i>Heliotropium angiospermum</i> Murray	Hemigeofita	Hermafrodita	X	X	X	X
<i>Tournefortia volubilis</i> L.	Hemigeofita	Hermafrodita			X	
BROMELIACEAE						
<i>Hechtia podantha</i> Mez	Camefita	Dioica				X
<i>Tillandsia dasyliriifolia</i> F. Baker	Epifita	Hermafrodita	X			
<i>Tillandsia pueblensis</i> Lyman B. Smith	Epifita	Hermafrodita			X	
<i>Tillandsia recurvata</i> L.	Epifita	Hermafrodita	X	X	X	X
BURSERACEAE						
<i>Bursera aptera</i> Ramirez	Fanerofito cespitoso	Dioica	X			
<i>Bursera arida</i> (Rose) Standley	Fanerofito escaposo	Dioica	X	X		
<i>Bursera schlechtendalii</i> Englem.	Fanerofito cespitoso	Dioica y Gimnodioica	X	X	X	
CACTACEAE						
<i>Cephalocereus columna-trajani</i> (Karw.) K. Schum.	Fanerofito escaposo	Hermafrodita			X	
<i>Coryphanta pallida</i> Britton & Rose	Camefita	Hermafrodita	X		X	X
<i>Echinocactus platyacanthus</i> Link & Otto f. <i>grandis</i> (Rose) Bravo	Fanerofito cespitoso y Camefita	Hermafrodita				X
<i>Ferocactus latispinus</i> (Haw.) Britton & Rose var. <i>spiralis</i> (Karw. ex. Pfeiff.) N. P. Taylor	Camefita	Hermafrodita	X		X	
<i>Ferocactus robustus</i> (Pfeiff.) Britton & Rose	Camefita	Hermafrodita	X	X	X	X
<i>Mammillaria carnea</i> Zucc. ex Pfeiff.	Camefita	Hermafrodita	X		X	X
<i>Mammillaria sphacelata</i> Mart.	Camefita	Hermafrodita	X	X	X	X
<i>Myrtillocactus geometrizans</i> (C. Martius) Console var. <i>grandiaereolatus</i> (H. Brav.- Holl.) Backeb.	Fanerofito escaposo	Hermafrodita	X	X	X	X
<i>Neobuxbaumia tetetzo</i> (F.A.C. Weber) Backeb.	Fanerofito escaposo	Hermafrodita	X		X	X
<i>Nopalea cochenillifera</i> (L.) Salm-Dyck	Fanerofito cespitoso	Hermafrodita				X
<i>Opuntia depressa</i> Rose	Fanerofito cespitoso	Hermafrodita	X		X	X
<i>Opuntia pilifera</i> F.A.C. Weber	Fanerofito escaposo	Hermafrodita	X	X	X	X
<i>Opuntia pubescens</i> J. C. Wendl.	Camefita	Hermafrodita	X	X		X

FLORA DE LAS TERRAZAS ALUVIALES DE ZAPOTITLÁN DE LAS SALINAS, PUEBLA.

FAMILIA/ESPECIE	FORMA DE VIDA	EXPRESIÓN SEXUAL	ZONAS			
			A	B	C	D
<i>Opuntia pumila</i> Rose	Camefita	Hermafrodita				X
<i>Pachycereus hollianus</i> (F.A.C. Weber) Buxb.	Fanerofito escaposo	Hermafrodita	X	X	X	X
<i>Pachycereus marginatus</i> (DC.) Britton & Rose	Fanerofito escaposo	Hermafrodita	X	X	X	X
<i>Peniocereus viperinus</i> (F.A.C. Weber) Buxb.	Fanerofito cespitoso	Hermafrodita			X	X
<i>Pilosocereus chrysacanthus</i> (F.A.C. Weber) Byles & G. D. Rowley	Fanerofito escaposo	Hermafrodita	X			X
<i>Stenocereus stellatus</i> (Pfeiff.) Riccob.	Fanerofito cespitoso	Hermafrodita	X	X	X	X
CAESALPINIACEAE						
<i>Caesalpinia melanadenia</i> (Rose) Standley	Fanerofito cespitoso	Hermafrodita	X		X	
<i>Cercidium praecox</i> (Ruíz & Pavón) Harms	Fanerofito escaposo y cespitoso	Hermafrodita	X	X	X	X
CELASTRACEAE						
<i>Maytenus phyllanthoides</i> Benth.	Fanerofito cespitoso	Dioica				X
COMMELINACEAE						
<i>Callisia navicularis</i> (Ortega) D. Hunt	Hemigeofita y Terofita	Hermafrodita	X			
<i>Gibasis consobrina</i> D. Hunt	Hemigeofita	Hermafrodita				X
CONVOLVULACEAE						
<i>Ipomoea arborescens</i> G. Don	Fanerofito escaposo	Hermafrodita y Andromonoica	X	X	X	
<i>Ipomoea conzatii</i> Greenman	Enredadera	Hermafrodita	X			
<i>Ipomoea longipedunculata</i> (Mart. & Gal.) Hemsley	Enredadera	Hermafrodita			X	X
<i>Jacquemontia smihii</i> Rob. & Greenm.	Hemigeofita	Hermafrodita	X		X	X
CRASSULACEAE						
<i>Sedum allantoides</i> Rose	Hemigeofito	Hermafrodita		X		
<i>Thompsonella minutiflora</i> (Rose) Britton & Rose	Hemigeofito	Hermafrodita				X
CUSCUTACEAE						
<i>Cuscuta corymbosa</i> Ruíz y Pavón	Enredadera y Parásita	Dioica		X		X
EUPHORBIACEAE						
<i>Acalypha hederacea</i> Torrey	Terofita	Monoica		X		X
<i>Chamaesyce cumbrae</i> (Boiss.) Millsp.	Terofita	Monoica	X	X	X	X
<i>Croton ciliato-glanduliferus</i> Ortega	Hemigeofita y Terofita	Monoica		X		
<i>Euphorbia antisiphilitica</i> Zucc.	Camefita	Monoica				X

FLORA DE LAS TERRAZAS ALUVIALES DE ZAPOTITLÁN DE LAS SALINAS, PUEBLA.

FAMILIA/ESPECIE	FORMA DE VIDA	EXPRESIÓN SEXUAL	ZONAS			
			A	B	C	D
<i>Euphorbia postrata</i> Ait.	Terofita	Monoica				X
<i>Euphorbia rossiana</i> Pax	Terofita	Monoica	X			
<i>Jatropha neopauciflora</i> Pax	Fanerofito cespitoso	Monoica				X
<i>Manihotoides pauciflora</i> (Brandegee) Rogers & Appan	Fanerofito cespitoso	Monoica	X			X
<i>Pedilanthus cymbiferus</i> Schidl.	Fanerofito cespitoso y Camefito	Monoica				X
FABACEAE						
<i>Aeschynomeme purpusii</i> Brandegee	Fanerofito cespitoso	Hermafrodita	X			
<i>Dalea carthagenensis</i> (Jacq.) Macbr. var. <i>capitulata</i> (Rydb.) Barneby	Fanerofito cespitoso y Camefito	Hermafrodita	X		X	
<i>Nissolia microptera</i> Poiret	Hemigeofita	Hermafrodita			X	
FOUQUIERIACEAE						
<i>Fouquieria formosa</i> Kunth	Fanerofito cespitoso	Hermafrodita	X			
LOASACEAE						
<i>Mentzelia hispida</i> Willd.	Camefito y Fanerofito cespitoso	Hermafrodita	X			
LORANTHACEAE						
<i>Phoradendron californicum</i> Nutt.	Parásita	Hermafrodita	X	X	X	X
<i>Psittacanthus calyculatus</i> (DC.) G. Don	Parásita	Hermafrodita	X		X	
MALPIGHIACEAE						
<i>Echinopterys eglandulosa</i> (Adr. Juss.) Small	Fanerofito cespitoso	Hermafrodita	X			X
<i>Mascagnia parvifolia</i> Griseb.	Fanerofito cespitoso	Hermafrodita	X			
MALVACEAE						
<i>Anoda cristata</i> (L.) Schidl.	Geofita	Hermafrodita	X	X	X	X
<i>Herissantia crispa</i> (L.) Briz.	Terofita	Hermafrodita		X	X	X
<i>Sida abutilifolia</i> Miller	Terofita	Hermafrodita	X		X	X
MIMOSACEAE						
<i>Acacia bilimekii</i> Macbr.	Fanerofito escaposo y cespitoso	Hermafrodita		X		
<i>Acacia constricta</i> Benth.	Fanerofito cespitoso	Hermafrodita	X		X	
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	Fanerofito cespitoso	Hermafrodita			X	
<i>Lysiloma divaricata</i> (Jacq.) Macbr.	Fanerofito escaposo	Hermafrodita	X			
<i>Mimosa luisana</i> Brandegee	Fanerofito cespitoso	Hermafrodita	X			X
<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M. C. Johnston	Fanerofito escaposo y cespitoso	Hermafrodita	X	X	X	X
<i>Zapoteca formosa</i> (Kunth) H. Hern. subsp. <i>mollicula</i> (Mart. & Gal.) H. Hern.	Fanerofito escaposo	Hermafrodita				X

FLORA DE LAS TERRAZAS ALUVIALES DE ZAPOTITLÁN DE LAS SALINAS, PUEBLA.

FAMILIA/ESPECIE	FORMA DE VIDA	EXPRESIÓN SEXUAL	ZONAS			
			A	B	C	D
NOLINACEAE						
<i>Beaucarnea gracilis</i> Lem.	Fanerofito escaposo	Dioica	X		X	
NYCTAGINACEAE						
<i>Commicarpus scandens</i> (L.) Standley	Hemigeofita	Hermafrodita				X
<i>Salpianthus</i> sp.	Hemigeofita y Terofita	Hermafrodita	X	X		X
OLACACEAE						
<i>Schoepfia angulata</i> Planchon	Fanerofito cespitoso	Dioica	X	X	X	
<i>Ximenia americana</i> L.	Fanerofito cespitoso	Dioica				X
PHYTOLACCACEAE						
<i>Rivinia humilis</i> L.	Hemigeofita y Geofita	Hermafrodita	X	X	X	X
POACEAE						
<i>Aristida glauca</i> (Nees) Walp.	Terofita	Hermafrodita			X	X
<i>Bothriochloa barbinodis</i> (Lagasca) Herter	Hemigeofita	Hermafrodita	X	X	X	X
<i>Bouteloua curtipendula</i> (Michaux) G. Torrey	Geofita	Hermafrodita y Andromonoica	X	X	X	X
<i>Chloris rufescens</i> Lagasca	Hemigeofita	Hermafrodita y Andromonoica	X	X	X	X
<i>Distichlis spicata</i> (L.) E. greene	Terofita y Hemigeofita	Dioica				X
<i>Eragrostis atrovirens</i> Trin.	Hemigeofita	Hermafrodita	X	X	X	X
<i>Eragrostis cilianensis</i> (All.) Vign.	Hemigeofita	Hermafrodita	X	X	X	X
<i>Leptochloa</i> sp.	Hemigeofita	Hermafrodita		X		X
<i>Setaria grisebachii</i> Fourn.	Hemigeofita	Hermafrodita	X	X	X	X
<i>Sporobolus pyramidatus</i> (Lam.) A. Hitchc.	Geofita	Hermafrodita	X	X		X
POLEMONIACEAE						
<i>Loeselia caerulea</i> (Cav.) G. Don	Terofita	Hermafrodita	X		X	X
PORTULACACEAE						
<i>Talinum paniculatum</i> (Jacq.) Gaertner	Geofita	Hermafrodita	X	X	X	X
RHAMNACEAE						
<i>Ziziphus amolle</i> (Sessé & Mociño) M. C. Johnston	Fanerofito cespitoso	Hermafrodita				X

FLORA DE LAS TERRAZAS ALUVIALES DE ZAPOTITLÁN DE LAS SALINAS, PUEBLA.

FAMILIA/ESPECIE	FORMA DE VIDA	EXPRESIÓN SEXUAL	ZONAS			
			A	B	C	D
RUTACEAE						
<i>Zanthoxylum liebmannianum</i> (Engler) P. Wilson	Fanero fito cespitoso	Dioico		X		
SAPINDACEAE						
<i>Cardiospermum halicacabum</i> L.	Enredadera	Monoica	X	X	X	X
SELAGINELLACEAE						
<i>Selaginella lepidophylla</i> (Hook. & Grev.) Spring	Hemigeofito	Hermafrodita				X
SIMAROUBACEAE						
<i>Castela tortuosa</i> Liebm.	Fanero fito cespitoso	Hermafrodita	X	X	X	X
SOLANACEAE						
<i>Nicotiana glauca</i> Graham	Fanero fito cespitoso	Hermafrodita	X			
<i>Physalis foetens</i> Poiret	Hemigeofito	Hermafrodita				X
<i>Physalis philadelphica</i> Lam.	Hemigeofito	Hermafrodita		X		X
<i>Solanum rostratum</i> Dunal	Geofito	Hermafrodita	X	X	X	X
<i>Solanum tridynamum</i> Dunal	Geofito	Hermafrodita	X	X	X	X
ULMACEAE						
<i>Celtis pallida</i> Torrey	Fanero fito cespitoso y enredadera	Monoica	X	X	X	X
VERBENACEAE						
<i>Lantana achyranthifolia</i> Desf.	Geofito	Hermafrodita	X	X	X	X
<i>Lantana camara</i> L.	Hemigeofito y Camefito	Hermafrodita	X	X	X	
<i>Lippia graveolens</i> Kunth	Camefito	Hermafrodita	X			
VIOLACEAE						
<i>Hybanthus oppositifolius</i> (L.) Taub.	Terofita	Hermafrodita	X	X	X	X
ZYGOPHYLLACEAE						
<i>Kallstroemia hirsutissima</i> Vail	Hemigeofita	Hermafrodita			X	X
<i>Morkillia mexicana</i> (Mociño & Sessé) Rose & Painter	Fanero fito Escaposo y cespitoso	Hermafrodita			X	X