



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
"ZARAGOZA"

**CARACTERIZACIÓN DEL HÁBITAT Y DE  
ATRIBUTOS ECOLÓGICOS DE ESPECIES  
HERBÁCEAS Y LEÑOSAS NATIVAS DE  
MATORRAL XERÓFILO**

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
B I O L O G O  
P R E S E N T A N:

**JANET PÉREZ CRUZ**

**RAZIEL KALID RODRÍGUEZ GONZÁLEZ**

Directora de tesis: *Dra. Ma. SOCORRO OROZCO ALMANZA*

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN EN ECOLOGÍA VEGETAL

MÉXICO, D. F.

NOVIEMBRE DE 2010

INVESTIGACIÓN REALIZADA CON EL FINANCIAMIENTO DE LA DGAPA,  
UNAM, MEDIANTE EL PROYECTO PAPIIT IN- 216610





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.

## DEDICATORIA

*Todo el esfuerzo realizado, antes y durante la elaboración de esta tesis no es el resultado de una acción personal, sino es la consecuencia del amor, la comprensión y confianza que me brinda mis padres; Tereso Pérez Peralta y María Cruz Sandoval y mis hermanas; Teresa Pérez Cruz y Diana G. Pérez Cruz, en pocas palabras "Mi Familia", quienes me han dado el tesoro mas grande de la vida, ¡amor! Y quienes pase lo que pase siempre están a mí lado brindándome su hombro para llorar o su entusiasmo para triunfar, y ya que no hay riquezas con que pagar todo lo que me dan, les ofrezco mi esfuerzo y dedicación en este trabajo. Gracias!!*

*Gracias mamá, eres el regalo más grande que Dios me pudo dar, tus regaños y tus consejos me han ayudado a llegar a donde estoy.*

*Papá no se como agradecerte por haberme apoyado en mi carrera, sin ponerme pretexto alguno siempre me diste más de lo que necesitaba.*

*Gracias Hermanas, por ser el motor que mueve mi vida, por ser mis amigas y confidentes, sin sus bromas, comentarios y peleas, no estaría escribiendo estas líneas, las Amo!*

*Gracias a todos mis familiares "Abuelitos, Tío, Tías y Primos" (lo dejo así porque si nombro a todos no acabo), por sus buenos deseos, a los que pensaban que no iba a terminar, lo logre!! Y fueron ustedes un impulso para salir a delante y los que siempre confiaron en mí, mil gracias no los defraude!!*

*Agradezco a mis compañeros de la generación, por todos los momentos que vivimos en la universidad, grandes recuerdos que llevaré en mí mente, saben... me divertí mucho y sobre todo en las salidas a campo. Siempre me acordare de ustedes (Ara, Kary, Nancy, Chintia, Sandra, Dany, Mario, Carlos, Richy, Tania, Eliseo, Elizabeth, Cesia, Alma, Dulce, José Luis, Rodo) sabemos que muchos se quedaron en el camino y otros siguen, pero lo importante es no rendirse y echarle ganas.*

*Agradezco a Colegio de Bachilleres por abrirme las puertas para mi superación y a todos los compañeros que laboran en él, en especial a mi Jefa Ruth E. Gómez por el apoyo que me brindo para que llegara al termino de mi carrera, a Rosalba, Martha, Rosy, Lulú, Marce, Karina, Germán, Héctor, Aimé y todos los que me faltan les estoy muy agradecida han sido una parte importante en mi vida, sus consejos y apoyo me dieron fuerzas para seguir adelante.*

*No puedo dejar de agradecer a mi fiel amigo, compañero y confidente, (Raziel), gracias por compartir tus sueños conmigo, por todo la confianza y comprensión que me das, fue un placer trabajar a tú lado, pero es aun más, el estar a tú lado! GRACIAS!!!!*

*Janet Pérez Cruz.*

## **DEDICATORIA**

### ***A Dios:***

*Por darme la oportunidad de vivir  
y darme una familia maravillosa. ¡Los AMO!*

### ***A mis padres***

*José Rodríguez y Marta González  
Que me dieron la vida y han estado conmigo  
en todo momento. Gracias por todo papá y mamá  
por darme una carrera para mi futuro y creer en mí  
y brindarme siempre su apoyo, por todo esto les  
agradezco de corazón el que estén a mi lado.*

### ***A mis hermanos:***

*Abdallah Habid y Alí Ituriel  
Por tener la dicha de compartir momentos de  
Felicidad y ser mis compañeros de toda la  
Vida.*

### ***A la banda:***

*A todos mis compañeros de la carrera de Biología,  
muy especialmente a Marlene, Dulce (Looser María),  
Gilberto (chabelo), Felipe, Ismael (el ojos), Blanca,  
Beyibeth, etc. Una disculpa por los que faltan, ahorita  
No me acuerdo de todos y ya me quiero dormir.  
Ya la pato por molestarme y no dejarme avanzar en la tesis.  
A mis compañeros del vivero (Claudia, Vero, Chava, José  
Edith, Dianofita, René, Jaime (Harry), Bety, Jocelyn, etc.  
No compartimos clases, pero  
En el vivero somos como una familia, los extrañaré.*

*Quiero dedicarle especialmente este trabajo compartido a  
“Mi niña hermosa” (Janet)  
Sabes que TE AMO, con todo mi corazón, mil ¡GRACIAS!*

*Por cierto... “ARRIBA LAS CHIVAS”*

*Raziel Kalid Rodríguez González*

## *AGRADECIMIENTOS*

*A la Universidad Nacional Autónoma de México por permitirnos ser parte de ella.*

*A la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza por la formación profesional que nos brindó durante cuatro años, a sus excelentes profesores, a todos y a cada uno, les estaremos eternamente agradecidos por todas las enseñanzas que nos proporcionaron sin poner un límite.*

*Con cariño agradecemos a la Dra. María Socorro Orozco Almanza por su apoyo y confianza. Por su capacidad para aportar ideas a nuestro trabajo, por su enseñanza académica, motivación personal y profesional y por su apoyo en las actividades de campo.*

*A los Sinodales: Dr. Arcadio Monroy Ata, Dra. Esther Ma. García Amador, Dr. Efraín Ángeles Cervantes y a la M. en C. Balbina Vázquez Benítez por la revisión y comentarios acertados para la mejora de este trabajo.*

*Muy especialmente al M. en C. Jorge Gutiérrez Gallegos y al futuro Biólogo Manuel por su apoyo en la identificación de las especies (sin usted no lo hubiéramos logrado).*

*Janet Pérez y Raziel Kalid Rodríguez*

# Índice de contenido

<b>Resumen</b>	<b>9</b>
<b>I. Introducción</b>	<b>10</b>
<b>II. Antecedentes</b>	<b>14</b>
2.1 Principales causas de deterioro ambiental.	14
2.2 Técnicas para la recuperación de ecosistemas degradados	16
2.3 técnicas de muestreo para el análisis de la vegetación.	17
2.4 Características de las especies clave.	19
<b>III. Hipótesis</b>	<b>23</b>
<b>IV. Objetivos</b>	<b>23</b>
<b>V. Metodología</b>	<b>24</b>
5.1 Zona de Estudio	24
5.2 Selección del sitio	25
5.3 Identificación de especies	25
5.4 Atributos morfológicos	26
5.5 Atributos ecológicos	27
5.6 Atributos biológicos	27
5.7 Características del hábitat	27
5.7.1 Caracterización Ecológica	27
5.7.2 Radiación Fotosintéticamente Activa	28
5.7.3 Propiedades físicas y químicas del suelo	28
5.8 Construcción de la matriz cualitativa	28
5.9 Matriz cuantitativa de especies	29
5.9.1 Abundancia	30
5.9.2 Grado de sociabilidad	30

5.9.3 Grado de vitalidad (Ciclo de vida)	30
<b>VI. Resultados y análisis de Resultados</b>	<b>31</b>
6.1 Especies presentes en ladera	31
6.2 Formas de crecimiento	38
6.3 Formas de vida según Raunkiaer	43
6.4 Ciclo de vida	45
6.5 Matriz cuantitativa	49
6.6 Matriz cualitativa	60
<b>VII. Conclusiones</b>	<b>69</b>
<b>VIII. Referencias</b>	<b>71</b>
<b>IX. Anexo</b>	<b>77</b>
9.1 Requerimiento de hábitat	77
9.2 Mosaicos de vegetación	83

## Índice de cuadros

<b>Cuadro 1.</b> Efectos de las perturbaciones en los ecosistemas _____	15
<b>Cuadro 2.</b> Estrategias para revertir el deterioro ambiental _____	16
<b>Cuadro 3.</b> Técnicas de muestreo para el análisis de la vegetación _____	18
<b>Cuadro 4.</b> Motivos de fracaso en plantaciones forestales _____	20
<b>Cuadro 5.</b> Atributos de la matriz cualitativa y metodología _____	29
<b>Cuadro 6.</b> Características ecológicas en planicie _____	32
<b>Cuadro 7.</b> Características ecológicas en ladera _____	35
<b>Cuadro 8.</b> Especies presentes en Ladera y Planicie _____	37
<b>Cuadro 9.</b> Formas de crecimiento _____	42
<b>Cuadro 10.</b> Ciclo de vida y permanencia del follaje de las especies presentes en la planicie _____	48
<b>Cuadro 11.</b> Ciclo de vida y permanencia del follaje de las especies presentes en la ladera _____	49
<b>Cuadro 12.</b> Matriz cuantitativa de la planicie. _____	51
<b>Cuadro 13.</b> Matriz cuantitativa de la ladera _____	59
<b>Cuadro 14.</b> Matriz cualitativa (parte I) _____	63
<b>Cuadro 14.</b> Matriz cualitativa (parte II) _____	64
<b>Cuadro 14.</b> Matriz cualitativa (parte III) _____	65
<b>Cuadro 14.</b> Matriz cualitativa (parte IV) _____	66
<b>Cuadro 14.</b> Matriz cualitativa (parte V) _____	67
<b>Cuadro 14.</b> Matriz cualitativa (parte VI) _____	68



## Índice de figuras

Figura 1. Tipos de perturbación que se presentan en los ecosistemas causados por el ser humano _____	14
Figura 2. Localización del Parque Ecológico Cubitos _____	26
Figura 3. Familias botánicas presentes en la vegetación el P. E.C _____	31
Figura 4. Número de especies por familias taxonómicas presentes en planicie y ladera _____	38
Figura 5. Formas de crecimiento presentes en ambas geoformas _____	39
Figura 6. Formas de crecimiento en ladera y planicie _____	40
Figura 7. Formas biológicas según Raunkiaer _____	44

## RESUMEN

En los últimos años se ha visto afectada la cubierta vegetal en la República Mexicana ocasionando alteraciones en los ecosistemas. Una forma de revertir este impacto ambiental es mediante la recuperación de dicha cubierta, utilizando especies acordes a cada sitio impactado. México no cuenta con listados de especies vegetales de uso potencial, que incluyan además de los requerimientos ecológicos y de uso, algunos caracteres morfológicos que le permitan al gestor ambiental seleccionarlas en función al hábitat a recuperar. Es por ello que el objetivo de este trabajo fue, en función a las características del hábitat, del terreno (geoforma) y de sus atributos morfológicos, biológicos y ecológicos realizar una matriz cualitativa de especies herbáceas y leñosas nativas, representativas de un matorral xerófilo, localizado en el Parque Ecológico Cubitos, Hidalgo, México. En el Parque se identificaron los sitios de ladera y de planicie como variables de la geoforma y en cada uno de ellos se realizó mensualmente un muestro de la vegetación, utilizando el método del cuadrante ( $15\text{ m}^2$ ) y para cada especie se registraron atributos morfológicos, ecológicos y biológicos, que permiten establecer una relación entre ellos y el hábitat en el que crecen. Para la identificación de las mejores especies, se elaboró una matriz cuantitativa, donde se calculó el índice de establecimiento exitoso (IEE) el cual representa la sumatoria de la abundancia, el grado de sociabilidad y el grado de vitalidad de cada especie y aquellas que presentaron los valores más altos (7 y 10) fueron consideradas como las mejores, ya que cubrieron la mayoría de los atributos.

Se identificaron 47 especies en la planicie y 10 en la ladera. De las especies registradas en la planicie, el 60% presentó un alto IEE y un porcentaje de 100% en atributos adicionales que las hacen más valiosos desde el punto de vista ecológico y económico. Estas especies presentaron sistemas radicales de medianos a profundos, formas de crecimiento arbustivo de porte mediano a alto, son caducifolias y las hojas en general son micrófilas, el suelo en el que se desarrollan es franco arenoso, y en función a la captación de luz registraron  $806\ \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ; la forma biológica de Raunkiaer dominante fue la fanerófito. En cuanto a las especies registradas en la ladera, el 52% presentó un alto IEE y también un 95% de atributos adicionales, presentando sistemas radicales poco profundos, formas de crecimiento herbáceo a arbustivo de porte bajo, son caducifolias o algunas de ellas poseen hojas crasas, crecen en un suelo franco arenoso, y en función a la luz que captan registraron  $955\ \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  y presentan dominancia las terófitas. Por lo anterior se concluye que las especies identificadas presentan características en función a la geoforma (ladera o planicie); sin embargo estas son especies típicas de un matorral xerófilo, que se pueden utilizar en sitio donde la temperatura y la humedad son similares.

## I. INTRODUCCIÓN

En los últimos 50 años, la cubierta vegetal de México se ha reducido significativamente, en particular durante los años 70. De acuerdo con el diagnóstico realizado dentro del Plan Estratégico Forestal (SEMARNAT, 2001), la superficie total arbolada del país en 1994 era de 56.8 millones de hectáreas; para el año 2000, dicha superficie se había reducido a 53 millones de hectáreas con un promedio de deforestación de unas 600 mil hectáreas anuales (SEMARNAT, 2001), esta gran pérdida forestal, refleja que las sociedades humanas han transformado su entorno a tal grado, que prácticamente no existe ecosistema alguno que actualmente esté libre de la influencia humana (Vitousek *et al.*, 1997).

Las principales causas de la pérdida de la cubierta vegetal en la República Mexicana son: la conversión de grandes extensiones de bosques a pastizales para mantenimiento de ganado vacuno y caprino; la tala de arbustos y árboles para la obtención de leña y carbón, que ha ocasionado el aumento en la erosión del suelo y, con ello la disminución de su capacidad para absorber el agua; el tráfico ilegal de especies y la contaminación del suelo, agua y aire. Esto tiene como consecuencia: la pérdida de especies y variación genética, el deterioro general de los suelos y al mismo tiempo la eliminación de fuentes importantes de leña y de otros productos forestales básicos para los habitantes de comunidades rurales (Rzedowski, 2006).

Los ecosistemas más amenazados en el país son: el bosque mesófilo de montaña, el manglar y la selva alta perennifolia, que generalmente son convertidos en pastizales para pastoreo y en terrenos agrícolas (Toledo 1988; Challenger, 1998); sin embargo, los matorrales xerófilos también están amenazados, ya que su utilización más frecuente es la que se practica a través de la ganadería, las cabras y borregos, son los animales más comunes en estos ambientes, aunque en algunas partes también pastorean reses, caballos, burros y mulas. Las cabras parecen estar bien adaptadas para alimentarse prácticamente de los arbustos

dominantes en estas zonas, incluyendo los espinosos y, exigen pocas cantidades de agua para sobrevivir (Rzedowski, 2006).

La falta de opciones para hacer un mejor uso de los recursos naturales, hace que el ser humano que habita las regiones áridas se empeñe en obtener más provecho de la vegetación natural, sin una planificación sustentable. De esta manera un gran número de plantas silvestres se utilizan para fines de construcción, cercas vivas, combustibles, textiles, medicinales y alimenticias, sobre todo en épocas de escasez. Unas cuantas especies como *Euphorbia antisyphilitica*, *Agave lechuguilla*, *Yuca carnerosana*, *Parthenium argentatum* y *Simmondsia chilensis*, son objeto de explotación intensiva con fines de comercio e industrialización a gran escala (Rzedowski, 2006).

La sobreexplotación de estas especies y de otras más con fines económicos, ha propiciado una disminución de las poblaciones naturales, alterando la composición florística original de las zonas así como el porcentaje de la cubierta vegetal (Rzedowski, 2006).

La Restauración Ecológica o actualmente Recuperación del Capital Natural (Aronson *et al.*, 2006) es una forma de revertir el impacto ambiental. Jackson (1992), la define como el proceso de recuperar un ecosistema deteriorado, imitando la estructura, función, diversidad y dinámica del ecosistema original a recuperar en términos ecológicos, a través del establecimiento de una cubierta vegetal protectora, compuesta de especies autóctonas y adaptadas al sitio, que faciliten el desarrollo de comunidades sucesoras y el establecimiento de organismos del suelo y fauna local (Rondón, 2005).

Ante tal deterioro de la cubierta vegetal, los gobiernos estatales, el ejército y las dependencias del gobierno federal han puesto en marcha mecanismos de recuperación ecológica, como son los programas de reforestación, sin embargo, estos no han tenido el éxito esperado ya que se han utilizado especies vegetales

no adecuadas para el sitio que se desea recuperar; algunas de estas, son especies exóticas (especies introducidas fuera de su área de distribución normal), las cuales son invasoras y con frecuencia compiten y desplazan a especies nativas, ya que al establecerse y propagarse, modifican el ecosistema y el hábitat (Mackinnon *et al.*, 1990; Machlis 1993) y muy pocas son nativas (especies originarias del sitio), de las cuales se tiene muy poca información, lo que implica que no se tenga éxito en la recuperación de la cubierta vegetal. Es por ello que los estudios sobre la identificación de especies vegetales en función de su hábitat y nicho ecológico, juegan un papel muy importante en el éxito de estos programas ecológicos. Por ello, es importante contar con listas de especies o grupos funcionales para cada sitio de interés.

La identificación de especies en función a la siguiente información: geoforma del terreno, características del hábitat y atributos ecológicos y biológicos, se puede integrar en una matriz de especies herbáceas y leñosas. Desde el punto de vista matemático, una matriz se define como un conjunto de datos ordenados en una estructura de filas y columnas, donde los elementos del conjunto son objetos matemáticos (Collette, 2007). En estudios ecológicos, los objetos que se pueden utilizar para conformarla son atributos biológicos o parámetros que presentan las especies, tales como: estrategia reproductiva, permanencia del follaje, ciclo de vida, período de floración y ecológicos como: abundancia, altura, cobertura, profundidad de la raíz, requerimientos de luz, regeneración natural, presencia de fauna silvestre y presencia de plagas entre otros. A partir de estas matrices, se puede obtener información integrada de las especies, en cuanto a su establecimiento exitoso en diferentes geoformas (planicies y laderas), en diferentes sustratos (suelos rocosos, salinos, arenosos, arcillosos, poco fértiles, someros, etc.), bajo diferentes condiciones de luz (sombra y sol) y humedad en el suelo (seco y semiseco) (Harker *et al.*, 2000).

Por otro lado, también se pueden conocer los medios de dispersión y las estrategias reproductivas de las especies o sus estrategias de regeneración natural, para finalmente propagarlas en vivero; así mismo, se pueden identificar otros atributos que pueden incrementar su valor paisajístico como: color de las flores, hábitat de fauna silvestre y período de floración.

Existen listados florísticos para algunas partes del territorio mexicano cuyo propósito es determinar la diversidad florística, registrar la distribución de las comunidades vegetales y describir los principales tipos de vegetación, destacando su estructura y su composición (Enríquez-Enríquez *et al.*, 2003), como es el caso de los Estados de Zacatecas, Puebla, Querétaro, Oaxaca y el Estado de México entre otros: También existen algunos estudios etnobotánicos realizados en Hidalgo y Zapotitlán Salinas, que se refieren al uso de las plantas (Arias-Toledo, 2000); estos trabajos son de gran importancia ya que ayudan a determinar la riqueza florística del territorio mexicano e incrementar el conocimiento de la flora útil para las comunidades; sin embargo en México no existen trabajos, o estos están muy dispersos en la literatura publicada, sobre el estudio de especies nativas, que se relacionen con su morfología y caracterización del hábitat donde se desarrollan, como: la geoforma, condiciones de luz, características edáficas y temperaturas del suelo, que en conjunto permitan seleccionar aquellas especies convenientes para cada caso en particular, ya sean para proyectos de recuperación, reforestación o mitigación de la erosión del suelo.

En México solo se cuenta con un listado de árboles y arbustos nativos para la restauración y la reforestación (Vázquez-Yanes y Batis, 1996) en este se reportan 240 especies, de las cuales, la mayoría son especies leñosas nativas de México y siete son especies introducidas a América de otros continentes. La elección de estas especies se centró en que son especies multipropósito, es decir, importantes proveedoras de servicios al ambiente, de uno o varios productos útiles para el ser humano y con características prometedoras para emplearse en programas de

restauración ecológica y reforestación, en las diferentes regiones ecológicas del país.

## II. ANTECEDENTES

### 2.1 PRINCIPALES CAUSAS DE DETERIORO AMBIENTAL.

Las causas del deterioro en los ecosistemas, lo constituyen las perturbaciones. Una perturbación es un suceso discreto en el tiempo (puntual, no habitual) que altera la estructura de los ecosistemas, de las comunidades o de las poblaciones y cambia los recursos, la disponibilidad de hábitat apto y/o el medio físico (White y Pickett, 1985); estas perturbaciones eliminan organismos y abren espacios que pueden ser colonizados por individuos de la misma o diferente especie (Begon *et al.*, 1990).

Hoy en día las perturbaciones que sufren los ecosistemas son producidas por las actividades humanas y por procesos naturales (Kaufmann *et al.*, 1994). Sin embargo, las actividades humanas se han convertido en la causa principal de esta degradación y pueden ser directas e indirectas (Palmer *et al.*, 2007), (Fig. 1).

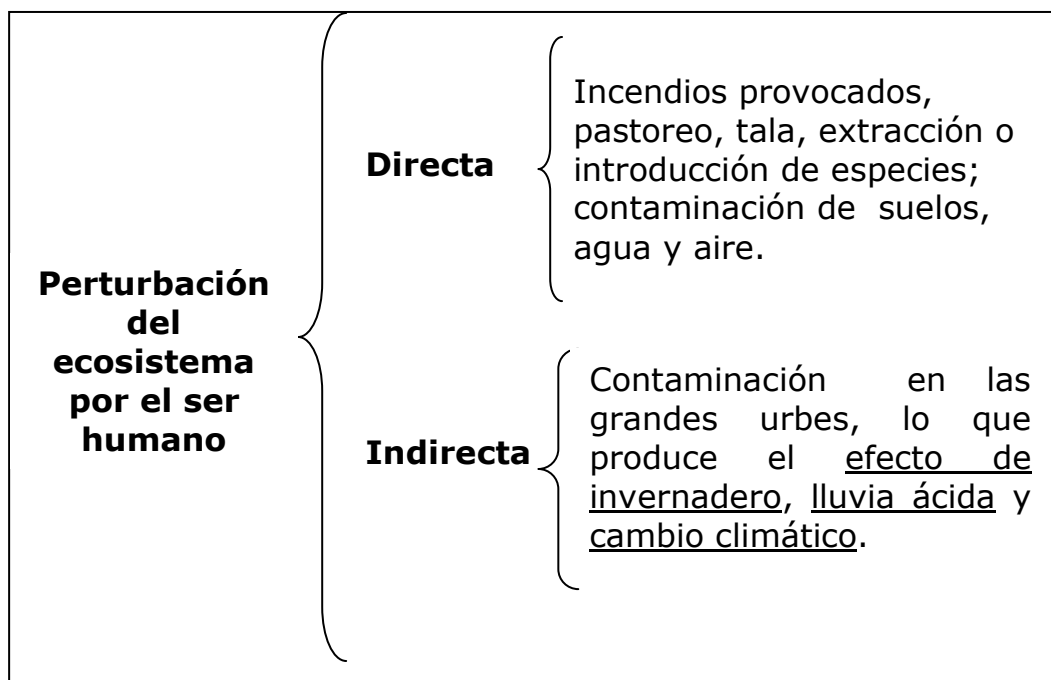


Figura 1 Tipos de perturbación que se presentan en los ecosistemas causados por el ser humano (Palmer *et al.*, 2007).



En cambio las perturbaciones naturales pueden ser: el fuego (Terradas, 1996), las avalanchas de nieve (Hacar y Bermejo, 1996), fenómenos meteorológicos extremos (vientos intensos, temperaturas anormalmente altas o bajas) (Parminter y Daige, 2000), inundaciones y deposición de partículas (Hacar y Bermejo, 1996), las plagas de insectos y las enfermedades (Parminter y Daige, 2000), las cuales por su acción continuada a lo largo de la historia, han provocado la adaptación de las especies y generado parte de la diversidad del planeta. Las perturbaciones, tanto natural como las de origen humano tienen efectos en la vegetación, suelo, hidrología, microclima y en la fauna de un ecosistema deteriorado (Cuadro 1) (Terradas, 1996).

**Cuadro 1. Efectos de las perturbaciones en los ecosistemas (Terradas, 1996).**

Efectos en:	Inmediatos	A largo plazo
Vegetación	Muerte total o parcial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sucesión (cambios en la estructura y composición)</li> <li>• Autosucesión</li> </ul>
Suelo	Pérdida de parte de la materia orgánica  Muerte de microorganismos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambios en la textura y estructura</li> <li>• Variaciones de la fertilidad</li> <li>• Recuperación rápida posterior</li> <li>• Sucesión (cambios en la Dinámica de hongos simbiotes)</li> </ul>
Hidrología	Pérdida de la protección vegetal Menor infiltración Mayor erosión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdida elementos superficiales.</li> <li>• Disminución de la fertilidad</li> <li>• Deposición en ríos y embalses</li> </ul>
Microclima	Mayor temperatura en superficie Mayor radiación Mayores oscilaciones térmicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Condiciones más favorables para algunas especies</li> </ul>
Fauna	Conmoción durante la perturbación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aparición de nuevos hábitats</li> <li>• Lenta recuperación de la mesofauna edáfica</li> <li>• Falta de algunas generaciones.</li> </ul>

## 2.2 TÉCNICAS PARA LA RECUPERACIÓN DE ECOSISTEMAS DEGRADADOS

Para revertir los daños causados por las perturbaciones, se han desarrollado diferentes estrategias aplicadas a los ecosistemas tales como: restauración, rehabilitación, reclamación o reasignación y repoblación ecológica (Barrow, 1991) (Cuadro 2). Es importante mencionar que Aronson *et al.*, 2006, establece el término Recuperación del Capital Natural para referirse a todos los conceptos relacionados con la recuperación ecológica; así en este trabajo se utilizará este término por ser uno de los más actualizados.

**Cuadro 2. Estrategias para revertir el deterioro ambiental**

CONCEPTO	CARACTERÍSTICAS DE LOS ECOSISTEMAS EN FUNCIÓN AL GRADO DE DETERIORO	OBJETIVOS
<b>Restauración</b>	Ecosistemas que se encuentran parcial o totalmente degradados.	Recuperar integralmente al ecosistema en cuanto a su estructura vegetal, composición de especies, funcionalidad y autosuficiencia, hasta llevarlo a condiciones semejantes a las presentadas originalmente (Bradshaw, 1987; Ewel 1987; Meffe y Carroll, 1994)
<b>Rehabilitación</b>	Ecosistemas que se encuentran parcial o totalmente degradados.	Recuperar elementos estructurales o funcionales dentro de un ecosistema sin recuperar las condiciones originales (Meffe y Carroll 1994)
<b>Reposición</b>	Sitios severamente degradados.	Sustituir un ecosistema por otro ecosistema productivo (cambio en el uso del suelo) (Primack, 2000)
<b>Reforzamiento o enriquecimiento</b>	Ecosistemas donde el elemento deteriorado es la población.	Incrementar del tamaño de la población y su diversidad añadiendo nuevos individuos (Sutherland, 2000)
<b>Revegetación</b>	Sitios severamente degradados.	Crear una comunidad totalmente artificial por razones prácticas o estéticas (BGCI, 1995)
<b>Reconstrucción ecológica</b>	Sitios donde no queda nada o donde se pretende instalar un tipo de ecosistema distinto al existente.	Incorporar elementos traídos de fuera (Machado, 2003)
<b>Rescate de tierras</b>	Lugares totalmente degradados (zonas de minas o suelos urbanos)	Recuperar la funcionalidad del sistema sin obtener las características estructurales Del sistema original (Machado, 2003)
<b>Saneamiento ecológico</b>	Ecosistemas que se encuentran parcial o totalmente degradados.	Eliminar elementos ajenos al sistema natural, bien sea elementos físicos (basura, contaminantes) o especies exóticas (Machado, 2003)

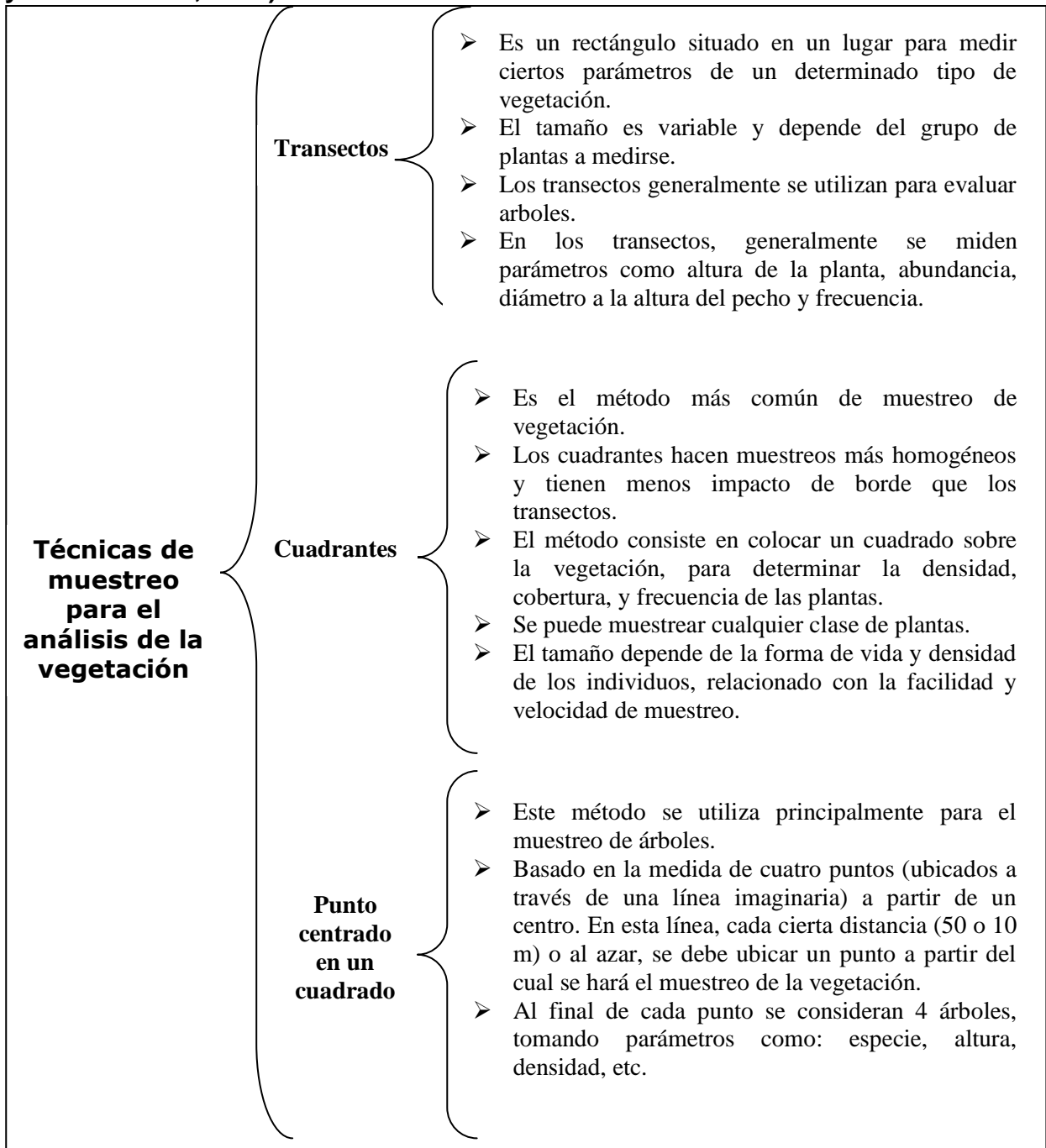
Es importante señalar que la misión de la restauración ecológica, es restablecer un ecosistema que contenga la biodiversidad suficiente para continuar su maduración mediante procesos naturales y que sea capaz de evolucionar en el tiempo, en respuesta a los cambios de las condiciones medioambientales. Esto se logra mediante: 1) el mantenimiento de la riqueza de las especies y la estructura de la comunidad y 2) que el ecólogo asegure esta composición de especies, con vista a permitir el desarrollo de la estructura conveniente a la comunidad, con el objeto de que éstas puedan continuar los procesos característicos del ecosistema (Clewell *et al.*, 2000).

Sin embargo, cualquiera que sea la estrategia de recuperación del ecosistema, un punto crucial será la selección de especies vegetales clave, estas son las que constituyen la mayor parte de la vegetación, tienen mayor cobertura y producen cambios en el ambiente que proporcionan el avance de la sucesión; así como el conocimiento de su abundancia y distribución, para el desarrollo de una estrategia de conservación racional, ya que puede ejercer un control sobre el ecosistema y sobre la capacidad de persistencia de otras especies y afectar la organización de la comunidad en un grado mucho mayor de lo que su abundancia o biomasa sugieren (Bonet, 2002).

### **2.3 TÉCNICAS DE MUESTREO PARA EL ANÁLISIS DE LA VEGETACIÓN.**

Existe un número de técnicas (transectos, cuadrantes, punto centrado en un cuadrado, punto de intercepción, cuadrantes, etc.) (Cuadro 3), disponibles para obtener información cuantitativa acerca de la estructura y composición de las comunidades vegetales. La técnica más utilizada, sin embargo, es la del cuadrante. Dichas técnicas puede ser adaptadas para su uso en los principales tipos de comunidades vegetales (Cox, 1980).

**Cuadro 3. Técnicas de muestreo para el análisis de la vegetación (Mostacedo y Fredericksen, 2000).**



## 2.4 CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES CLAVE.

Para aplicar cualquier proceso de recuperación ecológica es importante considerar las características y condiciones del área a restaurar y sus limitaciones, así como conocer el proceso sucesional y la estrategia de las especies que intervienen en cada etapa (Matos y Ballate, 2003).

Camargo-Ricalde (2000), menciona otras características importantes a considerar, las cuales son: los conocimientos ecológicos, taxonómicos, morfológicos, fisiológicos y agronómicos de las especies involucradas, que están íntimamente asociados con estrategias de conservación y manejo de los recursos naturales existentes en los ecosistemas.

Estos conocimientos se logran a través de análisis previos y ensayos, a veces complejos, los cuales involucran múltiples factores, entre ellos el tiempo necesario para llevarlos a cabo. Por otra parte, el fracaso de plantaciones inadecuadas no solo produce pérdidas de tiempo, sino también económicas, las cuales resultan cuantiosas (Hughes y Styles, 1989).

Cony (1995), plantea dos motivos por los cuales existe el fracaso en las plantaciones, éstos son: 1) la utilización de genotipos inadaptados a zonas con una heterogeneidad edáfica y ambiental y 2) desconocimiento en las técnicas de manejo y establecimiento de las especies, para esto el mismo autor propone soluciones concretas (Cuadro 4).

Por tal motivo, la selección de especies y genotipos adecuados para cada área a reforestar, combinados con un conocimiento profundo de la fisiología de la especie, sobre todo en lo referente a las relaciones hídricas, resistencias a estrés salino, etc., disminuirá las probabilidades de fracaso.

#### Cuadro 4. Motivos de fracaso en plantaciones forestales

Motivos de fracaso	Remediación
a) No se utilizan los genotipos adecuados para zonas con gran diversidad edáfica y ambiental.	Utilizar especies nativas que brinden servicios a las poblaciones cercanas.
b) No se utilizan los métodos de establecimiento más adecuados para las distintas condiciones ecológicas por desconocimiento de la fisiología de las plantas involucradas	Utilización de especies nativas (silvestres o domesticadas) adaptadas a cada sitio

La selección de especies es un proceso complejo que tiene como principal objetivo contribuir a la optimización del potencial forestal del territorio, es por ello que Vázquez Yanes y Batis (1996), recomiendan algunas características que las especies vegetales deben presentar para que sean consideradas exitosas en los programas de recuperación de la cubierta vegetal, estas características son:

- ❖ especies autóctonas ó adaptables a las condiciones de estudio;
- ❖ fijadoras de nitrógeno;
- ❖ resistentes a la sequía edáfica y a condiciones climáticas extremas;
- ❖ que presenten fácil recuperación después de la poda;
- ❖ con sistema radicular bien desarrollado y profundo;
- ❖ de fácil propagación;
- ❖ con un crecimiento rápido y una madurez temprana;
- ❖ carentes de un crecimiento malezoide y proveedoras de
- ❖ usos múltiples.

Dama (2000), plantea atributos que las especies deben de tener, que les permitan colonizar, dominar y transformar las diferentes etapas de sucesión, tales como:

- Comportamiento social: sus individuos se distribuyen uno cerca de otros, formando agregados.
- Capacidad constructiva: su tamaño en relación al resto de la vegetación es tal que al agregarse contribuyan significativamente a la construcción de la estructura de la vegetación.
- Sociabilidad: tendencia al agregarse con otras especies.
- Alta cobertura de follaje: follaje tupido y de amplia cobertura posibilita transformaciones del microclima en su entorno.
- Alta tasa de renovación: partes de las plantas se renuevan con frecuencia y su descomposición contribuye al mejoramiento del suelo.
- Activa reproducción vegetativa: por estolones, rizomas, etc.
- Polinización segura: la producción de semilla está asegurada por la autofecundación o abundante lluvia de polen y la polinización no se afecta por alteraciones o fragmentación del hábitat.
- Mecanismo de dispersión adecuada: la dispersión por agua o viento es más apropiadas para primeras etapas iniciales pobres en fauna.
- Alta producción de semilla o de otros propágulos.
- Formación de bancos de semilla.
- Reiteración tenaz: retoña rápida y repetidamente después del daño físico.
- Rusticidad: en posiciones succionales y ambientales adecuadas no requieren subsidios para desarrollarse y reproducirse.
- Aptitud pionera: capacidad de colonizar y reproducirse en ambientes recientemente perturbados.
- Agresividad: Compiten con las especies oportunistas, introducidas o con las dominantes nativas.
- Plasticidad morfológica: su forma de crecimiento varia adaptándose eficientemente a las condiciones del medio.
- Ciclo de vida sincronizado con las perturbaciones.

Todas éstas características, hacen a una especie clave, es decir su ausencia modifica consecuentemente la funcionalidad del sistema al alterar los procesos ecológicos. De esta forma, la introducción de especies clave para la recuperación del paisaje permitirá una aceleración de la sucesión que de forma natural, se produciría en un periodo de tiempo mucho más corto.

Algunos géneros de especies claves son *Bursera*, *Eysenhardtia*, *Lysiloma*, y *Pithecellobium* ya que tienen la capacidad de crecer en suelos pobres en nitrógeno, al mismo tiempo sirven a su mejoramiento y evitan la erosión y por lo tanto facilitan el establecimiento de otras especies vegetales; además proveen de refugio, semillas y forraje a animales domésticos y silvestres. La mayoría de las especies claves son de la familia Leguminosae debido a que son especies que desarrollan nódulos fijadores de nitrógeno en sus raíces al asociarse con bacterias del género *Rhizobium*, lo que le da la capacidad de enriquecer el suelo con nitrógeno y, su sistema radicular profundo, evita su pérdida; son plantas nodriza como la *Mimosa luisana* la cual da techo y protección a *Neobuxbaumia tetetzo*, provocando modificaciones en el microclima, en la iluminación, humedad, temperatura y nutrientes, y así, favorecer la germinación y el desarrollo de plántulas de otras especies (Valient-Banuet *et al.*, 1991), son de rápida germinación y crecimiento rápido (oportunistas), colonizan áreas abiertas y con regeneración vegetativa a partir de tocones y raíces (Camargo-Ricalde *et al.*, 1995).

Al tener conocimientos sobre especies nativas que podrían ser de utilidad, se disminuye el uso de especies exóticas las cuales están asociadas a problemas ambientales y sociales, los cuales han sido causados por malas planificaciones e inadecuados usos de tierra (Barnes, 1990).

Por lo que en este trabajo se plantean las siguientes preguntas:

¿Las especies de ladera y de planicie presentan diferentes características biológicas, morfológicas y ecológicas?

¿En la ladera se establecen especies de porte bajo y raíces superficiales?

¿En la planicie se establecen especies de porte mediano alto?



### **III. HIPÓTESIS**

Las especies que crecen y se desarrollan en distintos micrositos y geoformas, presentan caracteres morfológicos y fisiológicos diferentes, así, en este estudio, las especies que crecen en ladera y planicie, presentan condiciones de hábitat y caracteres morfológicos distintivos. Las especies de ladera, presentan formas de crecimiento de arbustos bajos, arrosetadas, amacolladas, sistemas radicales poco profundos y extendidos, crecen en suelos someros y pedregosos con poca humedad y bajos porcentajes de materia orgánica. Las especies de planicie, presentan formas de crecimiento de talla mediana a alta, sistemas radicales más largos, crecen en suelos más profundos, con una mayor humedad en el perfil edáfico y contenidos de materia orgánica más elevados que en la ladera.

## IV. OBJETIVOS

### GENERAL

- Realizar una matriz cuantitativa de especies herbáceas y leñosas nativas, representativas de un matorral xerófilo de México, en relación a la caracterización de su hábitat y atributos ecológicos como: abundancia, grado de sociabilidad y ciclo de vida.

### PARTICULARES

- Determinar las especies que crecen en dos tipos de geoformas diferentes (ladera y planicie) y para cada una de estas geoformas:
- Caracterizar parámetros morfológicos de las especies (forma de crecimiento y forma biológica de Raunkiaer)
- Caracterizar parámetros ecológicos (abundancia, altura, cobertura, profundidad del sistema radical, regeneración natural, atracción de flora silvestre y presencia de plagas)
- Caracterizar parámetros biológicos (periodo de floración, ciclo de vida, permanencia del follaje y estrategia reproductiva)

# I. METODOLOGÍA

## 5.1 ZONA DE ESTUDIO

El Parque Ecológico Cubitos, fue decretado como Área Natural Protegida, en la categoría de Parque Estatal el 30 de diciembre del 2002, en una superficie de 132 ha. Se localiza en el Estado de Hidalgo, en Pachuca, entre los paralelos 20° 06' 33" de longitud oeste y 98° 44' 60" de latitud norte. Pertenece al sector del parteagua de la Región Sur de la Sierra de Pachuca y los lomeríos que lo conforman están en la Provincia Ecológica de los Lagos y Volcanes de Anáhuac.

### **Clima**

De acuerdo con el sistema de clasificación de Köppen modificado por García (2003), la región de estudio está comprendida entre los 2,245 y los 2,495 msnm, presenta un clima de subtipo BS1 kw caracterizado por ser semiseco templado con verano cálido.

Los registros mínimos de temperatura son de 10 °C aunque el rango normal es de 8.5°C, respecto a la temperatura máxima es de 22.7°C, anualmente la temperatura máxima se registra en el mes de abril con 27.95 °C y la mínima en febrero con 1.01°C. La precipitación muestra un comportamiento errático donde los mínimos anuales ocurren cada cinco años con 291 mm. Los meses más lluviosos son julio con 83.56 y septiembre con 117.8 mm, mientras que en diciembre se registran los valores mínimos de 7.15 mm (García, 2003).

### **Flora**

Los tipos de vegetación presentes son: matorral micrófilo, matorral rosetófilo y matorral crasicaule. La flora está constituida por 141 especies, 101 géneros y 37 familias. De acuerdo a la NOM (059-SEMARNAT-2001), cuatro especies están sujetas a protección especial, dos en peligro de extinción y siete especies están amenazadas.

## **Fauna**

Con respecto a la fauna silvestre, el grupo de los anfibios está representado por dos especies, dos géneros y dos familias; los reptiles por seis especies, cinco géneros y cuatro familias; las aves por 23 especies, 22 géneros y 14 familias y los mamíferos presentan 20 especies, 17 géneros y siete familias.

Así mismo se han registrados 36 especies, 30 géneros y siete familias de lepidópteros; cuatro especies, tres géneros y tres familias de arácnidos y 56 especies, 33 géneros y seis familias de abejas.

Cinco especies están amenazadas, dos especies están sujetas a protección especial, una especie se encuentra en peligro de extinción y una especie se considera como rara (NOM-059-SEMARNAT-2001).

## **5.2 SELECCIÓN DEL SITIO**

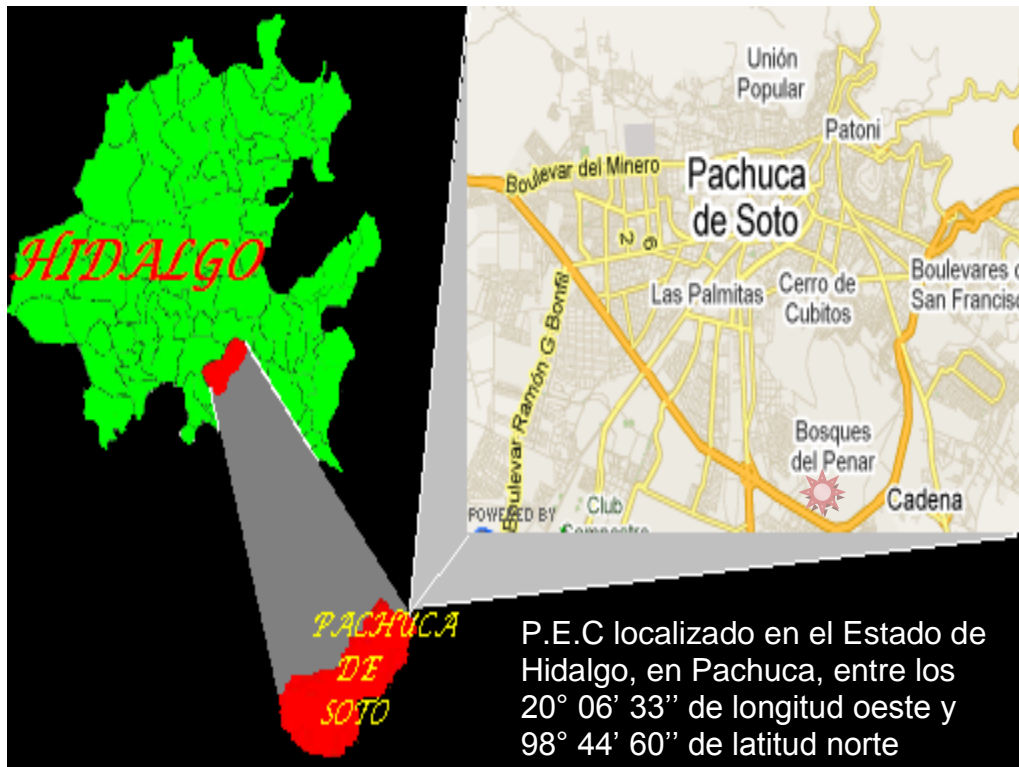
Se trabajó en el área del Parque Ecológico Cubitos, clasificada como área de Recuperación y Conservación (Fig. 2), identificando los sitios de ladera, es decir aquellos en donde la pendiente es entre 6-15° y los sitios de planicie, donde la pendiente es de 1-2°.

Se reconocieron visualmente seis grupos de vegetación en la ladera y dos grupos de vegetación en la planicie, se trazó un cuadrante de 15 m<sup>2</sup>, área que marca el recambio de especies entre una asociación vegetal y otra. En cada uno de los sitios se realizó una caracterización ecológica (Cuadros 6 y 7).

## **5.3 IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES**

En cada cuadrante correspondiente a una asociación vegetal se identificaron las especies que crecen tanto en ladera como en planicie. Esta identificación se realizó durante todo el año, a través de muestreos mensuales. De cada especie diferente, se recolectaron tres ejemplares y se identificaron en el Herbario de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, utilizando claves específicas de acuerdo a los grupos taxonómicos, para posteriormente ser cotejados por un

especialista en botánica (M en C. Jorge A. Gutiérrez). La nomenclatura de los géneros y las especies fue estandarizada de acuerdo a las bases de datos del International Plant Name Index ([www.ipni.org](http://www.ipni.org)), y los autores fueron abreviados de acuerdo con Brummitt y Powell (1992).



**Figura 1. Localización del Parque Ecológico**

En el momento de la recolección de especies, directamente en el campo, se registraron los atributos morfológicos, ecológicos y biológicos de cada una de ellas. Estas características se evaluaron en tres individuos de la misma especie (tres repeticiones) (Cuadro 5).

#### **5.4 ATRIBUTOS MORFOLÓGICOS**

Los atributos morfológicos registrados para cada especie fueron: formas de vida según Shreve (1951) (arbórea, arbustiva o herbácea) y formas biológicas según Raunkier (1934) (fanerófita, caméfita, hemicriptófita, geófita, terófita e hidrófita).

## **5.5 ATRIBUTOS ECOLÓGICOS**

Para cada especie recolectada se evaluaron los siguientes atributos: abundancia (número de individuos por área); altura del tallo principal, profundidad de la raíz, requerimiento de luz (sol y sombra); regeneración natural (presente o no), presencia de fauna silvestre (insectos, aves y mamíferos), presencia de plagas y cobertura (expresada en m<sup>2</sup>) calculada a partir de la medición de dos diámetros perpendiculares de los doseles de los individuos, con base en la siguiente fórmula:

$$C = \left( \frac{d_1 + d_2}{4} \right)^2 \cdot 3.1416$$

Donde:

C= cobertura promedio

D1= primer diámetro de la cobertura del dosel.

D2= segundo diámetro de cobertura del dosel, etc.

## **5.6 ATRIBUTOS BIOLÓGICOS**

Se evaluaron los siguientes atributos: ciclo de vida (anual, bianual, perenne); período de floración (primavera, verano, otoño); permanencia del follaje (caducifolias o perennifolias) y estrategia reproductiva (sexual o asexual; presencia de hijuelos alrededor de la planta madre y macollos en gramíneas, estolones y rizomas).

## **5.7 CARACTERÍSTICAS DEL HÁBITAT**

### **5.7.1 CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA**

En relación a la geoforma, se evaluaron los siguientes atributos: tipo de vegetación, especies asociadas, altitud (m) pendiente (grados) y exposición.

Se consultaron los registros de precipitación y temperatura media mensual y media anual para el área de estudio, en el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) (ubicado en Av. Observatorio 192, Col. Observatorio, Del. Miguel Hidalgo. C.P. 11860, México D.F.).

### **5.7.2 RADIACIÓN FOTOSINTÉTICAMENTE ACTIVA**

Se midió la PAR (Radiación Fotosintéticamente Activa) bajo el dosel de las especies que presentaban individuos de su misma especie u otra especie creciendo bajo su dosel y en áreas abiertas, cuando las especies crecían bajo la radiación solar directa. Para esto se utilizó un ceptómetro marca Decagon Devices, INC. Estas mediciones se hicieron durante cada muestreo (mensualmente) a las 12:00 horas y, en cada punto se tomaron 10 repeticiones. Las mediciones se realizaron en las especies que crecen tanto en la ladera como en la planicie.

### **5.7.3 PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO**

En las dos condiciones a estudiar (ladera y planicie), y en función de las asociaciones vegetales presentes en el área de muestreo, se tomaron en campo tres muestras de suelo al azar de 1Kg, a 10cm de profundidad y por asociación vegetal (Cuadros 6 y 7).

Las muestras se colocaron en bolsas de plástico y se trasladaron al laboratorio para su análisis. En el laboratorio se formaron muestras compuestas de 150gr de suelo para cada asociación vegetal. Esto se realizó tomando 50gr de suelo por cada repetición, dando como resultado ocho muestras compuestas. En cada muestra se analizaron los siguientes parámetros: pH relación 1:2 con H<sub>2</sub>O (Jackson, 1964); Materia Orgánica, método Walkley y Black (Jackson, 1964); Textura por el método de Bouyoucos (Bouyoucos, 1963 citado por Palmer y Truch, 1989); Nitrógeno Total, método del Kjeldhal (Jackson, 1964) y Fósforo (Olsen y Somers, 1982).

### **5.8. CONSTRUCCIÓN DE LA MATRIZ CUALITATIVA**

Todos los atributos: morfológicos, ecológicos, biológicos y del hábitat, se conjuntaron en una matriz, destacándose cada uno de ellos por especie.

Esto para facilitar la selección de especies, en función de sus mejores atributos o de la sumatoria de estos para cada especie, considerándose como las mejores especies, aquellas con la mayor sumatoria.

**Cuadro 5. Atributos de la matriz cualitativa y metodología para evaluarlos.**

Atributos		Metodología para su evaluación
<b>Morfológicos</b>	Formas de vida según Shreve ( 1951)	Observación en campo
	Formas de vida según Raunkier, ( 1934)	Observación en campo
<b>Ecológicos</b>	Abundancia (no. de individuos por área)	Se contaron los individuos de cada especie en un cuadrante de 15 m <sup>2</sup>
	Altura	Se midió la altura del tallo principal en campo, utilizando un flexómetro.
	Cobertura	Se midieron dos diámetros perpendiculares del dosel y se aplicó la fórmula del círculo.
	Profundidad de la raíz	Observación en campo. Se excavó el suelo a 50 cm de profundidad y mediante la siguiente escala, se determinó si el sistema radical es: Superficial <10 cm Mediano 11-50 cm Profundo >50 cm
	Requerimiento de luz	Observación en campo
	Regeneración natural	Presencia de plántulas, hijuelos, etc.
	Presencia de fauna silvestre (insectos, aves, mamíferos)	Observación en campo
	Presencia de plagas	Observación en campo
<b>Biológicos</b>	Período de floración (primavera, verano, otoño)	Observación en campo
	Ciclo de vida (anual, bianual, perenne)	Bibliográfico
	Permanencia del follaje (caducifolia o perennifolia)	Observación en campo con cotejo bibliográfico
	Estrategia reproductiva (sexual o asexual)	Observación en campo y bibliográficamente

## 5.9 MATRIZ CUANTITATIVA DE ESPECIES

La matriz cuantitativa se realizó en función de la abundancia, grado de sociabilidad y ciclo de vida (Braun-Blanquet, 1979) de las especies, los cuales son atributos que permiten aplicar directamente el análisis fitosociológico. Esto permitió seleccionar las especies con un mayor potencial de éxito. En la matriz cuantitativa, se agregaron escalas numéricas para cada uno de estos tres atributos y al final se sumaron los valores de cada uno de ellos por especie, para determinar las mejores especies colonizadoras.



### 5.9.1 ABUNDANCIA

La abundancia estuvo referida al número de individuos de una especie en relación a un área de muestreo (15 m<sup>2</sup>). Para los fines de este trabajo, este atributo se calculó en función a una escala de tres intervalos (Braun-Blanquet, 1979), tanto para las especies arbustivas como para las herbáceas:

<b>Arbustivas</b>	<b>Herbáceos</b>
<b>1</b> = <10 = Escasos	<b>1</b> = <60 Escasos
<b>2</b> = 11-20 = Poco abundantes	<b>2</b> = 61-120 Poco abundantes
<b>3</b> = >21 = Abundantes	<b>3</b> = >121 Abundantes

### 5.9.2 GRADO DE SOCIABILIDAD

Considera el modo de agrupación de las plantas, como en el caso de que los individuos de cada especie se encuentren reunidos en masas y cubran el suelo formando pequeños rodales, o bien que estén totalmente aislados y mezclados unos con otros (Braun-Blanquet, 1979).

Para expresar la sociabilidad, se utilizó la siguiente escala numérica:

- 1 = Individuos aislados (o bien vástagos o troncos aislados)
- 2 = Crecimiento en pequeños grupos
- 3 = Crecimiento en grupos mayores (pequeños rodales o mosaicos)
- 4 = Crecimiento en pequeñas colonias o rodales o tapices extensos
- 5 = Población continua

### 5.9.3 GRADO DE VITALIDAD (CICLO DE VIDA)

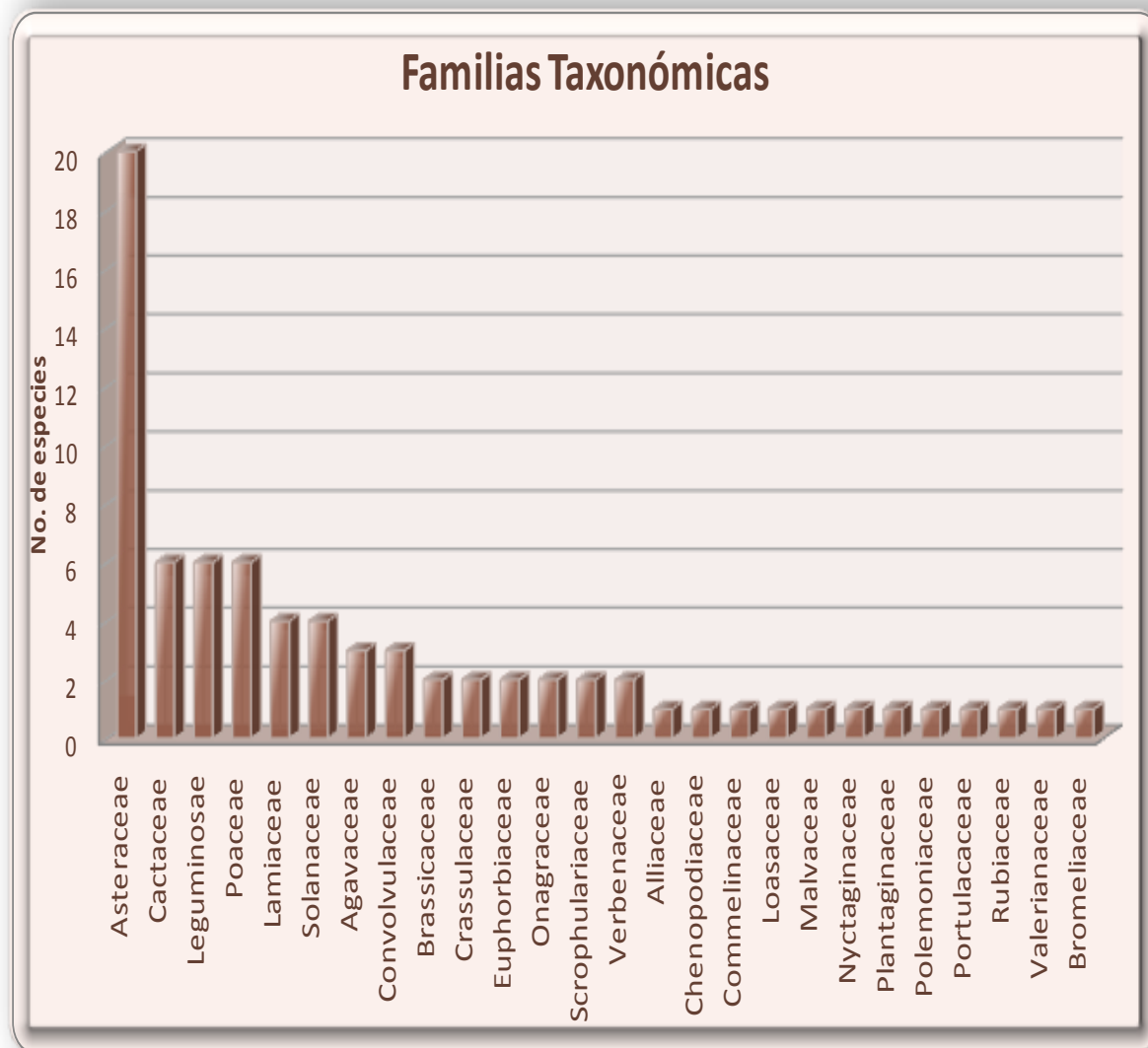
Se refiere a cuantas etapas del ciclo de vida (foliación, floración, fructificación y producción de semilla) se presentan en la especie en cuestión. La vitalidad de una especie se evaluó en función a la siguiente escala numérica modificada de Braun-Blanquet (1979):

- 1 = Plantas que no cumplen regularmente su ciclo vital.
- 2 = Plantas con desarrollo precario.
- 3 = Plantas en las que se observa producción de fruto y semilla.
- 4 = Plantas bien desarrolladas que cumplen regularmente su ciclo vital.

## VI. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 6.1 ESPECIES PRESENTES EN LADERA

En total, en el área de muestreo, se registraron 76 especies, pertenecientes a 59 géneros y 26 familias taxonómicas (Fig. 3).



**Figura 3. Familias presentes en la vegetación del Parque Ecológico Cubitos.**

En la planicie se identificaron dos asociaciones vegetales: 1) matorral crasicauale y matorral micrófilo (Cuadro 6), donde se registraron 47 especies (Cuadro 8). Las familias mejor representadas en ambas asociaciones fueron: *Asteraceae*, *Cactaceae*, *Poaceae* y *Leguminosae* (Fig. 4).

Las especies con un mayor número de individuos en el matorral crasicaule fueron: *Cylindropuntia imbricata*, *Opuntia streptacantha*, *Bacharis conferta* y *Zaluzania augusta* (Cuadro 6).

En el matorral micrófilo, las especies con un mayor número de individuos fueron: *Mimosa biuncifera* y *Zaluzania augusta*, todas con un ciclo de vida perenne (Cuadro 6).

**Cuadro 6. Características ecológicas en planicie.**

Tipo de vegetación	Especies asociadas	Altitud (msnm)	Pendiente (%)	PAR( $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{seg}$ )		Características edafológicas					
				Bd	Aa	Profundidad (cm)	Textura	pH	MO (%)	N (%)	P (mg/kg)
Matorral crasicaule de <i>Cylindropuntia imbricata</i> y <i>O. cantanbrigiensis</i>	<i>Agave salmiana</i> , <i>Agave lechuguilla</i> , <i>Dalea bicolor</i> var. <i>bicolor</i> , <i>Mammillaria compressa</i> , <i>Ferocactus latispinus</i> , <i>Bouvardia ternifolia</i>	2457	1	732	888	13	Franco-arenosa	5	2.1	0.2	31.48
Matorral micrófilo de <i>Dalea bicolor</i> var. <i>bicolor</i> .	<i>Cylindropuntia imbricata</i> , <i>Agave lechuguilla</i> , <i>Agave salmiana</i> , <i>Ipomoea stans</i> , <i>Opuntia cantanbrigiensis</i> , <i>Flaveria angustifolia</i>	2462	1	1120	1023	10	Franco-limosa	7	2.1	0.1	9.02

**Bd**=Bajo dosel; **Aa**=área abierta; **MO**=materia orgánica; **N** = Nitrógeno; **P**=Fósforo.

Las familias Asteraceae, Cactaceae, Leguminosae y Poaceae son las que están mejor representadas, tanto en el matorral crasicaule como en el matorral micrófilo. Es importante mencionar que estas familias han sido reportadas como las más abundantes en la mayoría de los ecosistemas de zonas templadas y tropicales, en el territorio mexicano, su dominancia responde a sus amplios intervalos de tolerancia para algunos factores ambientales (organismos generalistas) como suelo, temperatura y precipitación (Schantz, 1954; Villaseñor, 1993; Villarreal *et al.*, 1996; Estrada y Martínez, 2000 y Rzedowsky, 2006).

Las especies de estas familias por ser generalistas, poseen un alto éxito ecológico en los ecosistemas o asociaciones vegetales donde crecen, donde son

---

colonizadoras exitosas, con un alto potencial para establecerse en diferentes condiciones climáticas y edáficas; así mismo, sus nichos ecológicos efectivos, les permiten coexistir con otras especies. Poseen mecanismos de dispersión, principalmente por el viento (anemocoria) y por animales (zoocoria) que les ayuda a distribuirse en grandes áreas, encontrándose en todo el territorio nacional (cosmopolitas), presentando una gama variada de formas biológicas, desde enredaderas, herbáceas, arbustos y árboles (Barneby, 1989). Esta característica les otorga a las especies explotar diferentes estratos del suelo y de esa forma complementarse con otras especies para hacer un uso eficiente de los recursos (agua y nutrimentos).

En la ladera se identificaron seis asociaciones vegetales (Cuadro 7); 1) Matorral xerófilo de *Zaluzania augusta*; 2) Matorral micrófilo de *Dalea bicolor var bicolor*, 3) Matorral de *Eupatorium espinosarum*, 4) Matorral de *Eupatorium espinosarum* y *Zaluzania augusta*, 5) Matorral de *Mimosa biuncifera* y *Eupatorium espinosarum* y 6) Matorral micrófilo de *Mimosa biuncifera*; dentro de los cuales solo se identificaron 10 especies diferentes de las presentes en la planicie (Cuadro7). La familia mejor representada fue *Asteraceae* (Fig. 4).

Las especies con mayor número de individuos son perennes, tales como: *Solanum corymbosum*, *Sisymbrium altissimum*, *Oenothera elata* y *Astragalus mollissimus*. *Heterosperma pinnatum*, también es abundante pero su ciclo de vida es anual.

En la ladera, al igual que en la planicie, las familias dominantes fueron *Asteraceae* y *Leguminosae*. La familia *Asteraceae* como ya se había mencionado, tiene un alto potencial de colonización, debido a sus mecanismos de dispersión y, a que es una familia que está presente en todos los ecosistemas.

Cronquist (1987); Barneby (1989) mencionan que la familia *Leguminosae*, se encuentra ampliamente distribuida y diversificada en todo el mundo mostrando variadas formas biológicas. Las leguminosas son un grupo funcional muy

---

importante dentro de los ecosistemas debido a que desarrollan nódulos fijadores de nitrógeno en sus raíces al asociarse con bacterias del género *Rhizobium*, lo que les da la capacidad de enriquecer el suelo.

Camargo-Ricalde *et al.*, 1995, mencionan, que algunas especies como *Mimosa biuncifera*, son oportunistas y típicamente secundarias que colonizan áreas abiertas y sitios deteriorados. La presencia dominante de las leguminosas, en la ladera posiblemente se debe a la presencia de un mayor porcentaje de áreas abiertas en donde al no haber colonización por otros individuos se reduce la competencia. Además, son especies que se regeneran vegetativamente a partir de tocones y raíces (Camargo-Ricalde, 2000).

Especies del género *Prosopis* y *Mimosa*, presentes en ambas geoformas, son elementos importantes en sitios perturbados, debido a su capacidad de crecimiento en suelos pobres en nitrógeno (Camargo-Ricalde *et al.*, 1995) (Cuadros 6 y 7), además mejoran el suelo con nitrógeno y evitan la erosión.

Garner y Steinberger (1989); Valiente-Banuet y Ezcurra (1991); Callaway, (1995) y Orozco (2003) reportan el nodrizaje que ejercen varias especies de leguminosas como: *Mimosa luisana*, *M. lacerata*, *M. depauperata*, *M. similis*, y *M. texana var texana* y algunas especies del género *Prosopis* (*Prosopis laevigata*). Estas especies aportan materia orgánica al suelo bajo su cobertura, modifican el microclima tornándolo más favorable para el establecimiento de otras especies; además proveen de refugio, de semillas y forraje para animales domésticos y silvestres.

## Cuadro 7. Características ecológicas en ladera.

Tipo de vegetación	Especies asociadas	Altitud (msnm)	Pendiente (%)	PAR( $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{seg}$ )		Características edafológicas					
				Bd	Aa	Profundidad (cm)	Textura	pH	MO (%)	N (%)	P (mg/kg)
Matorral xerófilo de <i>Zaluzania augusta</i>	<i>Opuntia streptacanta</i> , <i>Agave lechuguilla</i> , <i>Bouvardia ternifolia</i>	2494	15	205	841	5	Francoarenosa	7.2	8.37	0.17	26.8
Matorral micrófilo de <i>Dalea bicolor</i>	<i>Cylindropuntia imbricata</i> , <i>Mimosa biuncifera</i> , <i>Agave lechuguilla</i> , <i>Agave salmiana</i>	2486	15	194	927	5	Francoarenosa	8.2	2.77	0.13	22.1
Matorral de <i>Eupatorium espinosarum</i>	<i>Bouteloua sp.</i> , <i>Jatropha dioica</i> , <i>Yucca filifera</i> , <i>Opuntia streptacanta</i> .	2488	10	309	886	5	Francoarenosa	7.6	9.61	0.2	5.94
Matorral de <i>Eupatorium espinosarum</i> y <i>Zaluzania augusta</i>	<i>Sisymbrium altissimum</i> , <i>Cylindropuntia imbricata</i> , <i>Agave lechuguilla</i> .	2483	9	314	863	8	Franco-limosa	8.1	4.23	0.12	3.48
Matorral xerófilo de <i>Mimosa biuncifera</i> y <i>Eupatorium espinosarum</i>	<i>Hecthia podantha</i> , <i>Ferocactus latispinus</i> , <i>Agave lechuguilla</i> , <i>Mentzelia hispida</i> .	2487	8	158	695	30	Francoarenosa	8.1	3.22	0.12	3.27
Matorral micrófilo de <i>Mimosa biuncifera</i>	<i>Prosopis laevigata</i> , <i>Acacia sp.</i> , <i>Agave lechuguilla</i> , <i>Cylindropuntia imbricata</i> , <i>Ipomoea stans</i>	2487	6	210	625	14	Francoarenosa	8.2	3.55	0.12	2.08

**Bd**=Bajo dosel; **Aa**=área abierta; **MO**=materia orgánica; **N** = Nitrógeno; **P**=Fósforo.

Especies tales como: *Agave salmiana*, *Agave lechuguilla*, *Yucca filifera*, *Bidens odorata*, *Jatropha dioica*, *Hecthia podantha*, *Ferocactus latispinus* y *Dalea bicolor* var. *bicolor* se localizaron tanto en la ladera como en la planicie (Cuadro 8). El hecho de encontrarlas en estas dos geformas, indica que son especies eurioicas, es decir con amplios intervalos de tolerancia ecológica (suelos con condiciones diferentes de nutrimentos, humedad, materia orgánica, pH y conductividad eléctrica y con un gran potencial para colonizar áreas con diferentes características edáficas (Calvo, 2004).

---

De manera general al comparar la densidad de individuos y la diversidad de especies, se registró una mayor diversidad en la planicie que en la ladera y una mayor densidad de individuos por especie en la ladera.

La mayor diversidad presente en la planicie responde a una mayor heterogeneidad ambiental, así como a lo accidentado del terreno; en su conjunto promueven la existencia de una serie de microclimas que favorecen el establecimiento de un mayor número de especies.

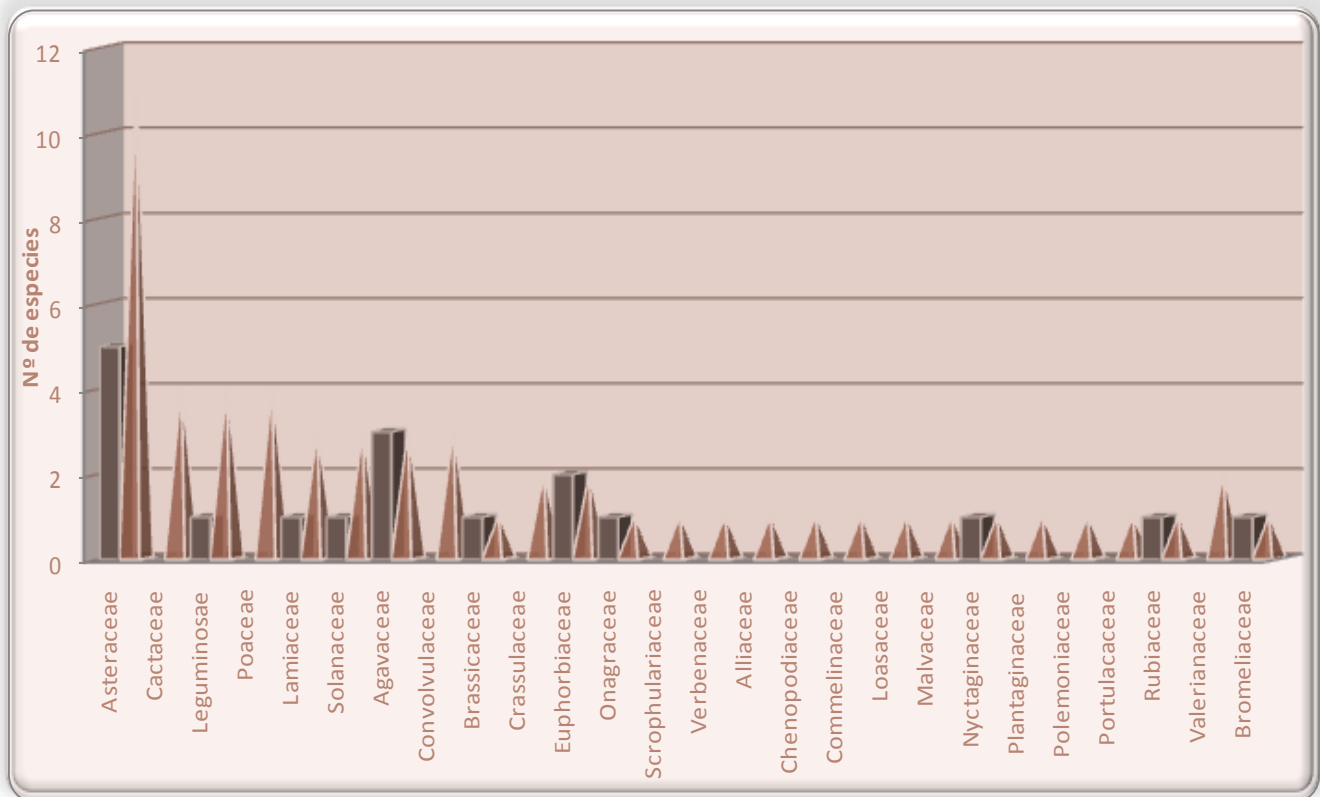
La mayor densidad de individuos presentes en la ladera responde a una menor competencia interespecífica, debido a una menor colonización que en las áreas abiertas.

**Cuadro 8. Especies presentes en Ladera y Planicie.**

Familia	Especie	Geoforma			Familia	Especie	Geoforma		
		L	P	L.P			L	P	L.P
Agavaceae	<i>Agave salmiana</i> Otto.			X	Crassulaceae	<i>Sedum ebracteatum</i> Moc. & Sessé		X	
	<i>Agave lechugilla</i> Torr.			X		<i>Sedum calcaratum</i> Rose		X	
	<i>Yucca filifera</i> Chabaud.			X	Euphorbiaceae	<i>Jatropha dioica</i> Cerv.			X
Alliaceae	<i>Nothoscordum bivalve</i> Britton.		X	<i>Euphorbia dentata</i> Michx.				X	
Asteraceae	<i>Baccharis conferta</i> Kunth		X		Lamiaceae	<i>Marrubium vulgare</i> L.	X		
	<i>Dyssodia pentachaeta</i> B.L.Rob.		X			<i>Salvia melissodora</i> Lag.		X	
	<i>Aphanostephus ramosissimus</i> DC.		X			<i>Salvia chamaedryoides</i> Cav.		X	
	<i>Eupatorium espinosarum</i> A.Gray		X			<i>Salvia leucanta</i> Cav.		X	
	<i>Bidens serrulata</i> Desf.		X		Leguminosae	<i>Medicago polymorpha</i> L.		X	
	<i>Tagetes lunulata</i> Ortega		X			<i>Astragalus mollissimus</i> Torr.			X
	<i>Flaveria angustifolia</i> Cav		X			<i>Acacia schaffneri</i> (S.Watson) F.J.Herm.		X	
	<i>Gnaphalium canescens</i> DC.			X		<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.)			X
	<i>Viguiera cordata</i> (Hook. & Arn.) D Arcy		X			<i>Dalea bicolor</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.			X
	<i>Townsendia mexicana</i> A.Gray		X		<i>Mimosa biuncifera</i> Benth.			X	
	<i>Bidens odorata</i> Cav.			X	Loasaceae	<i>Mentzelia hispida</i> Willd.		X	
	<i>Parthenium bipinnatifidum</i> Ortega.	X			Malvaceae	<i>Sphaeralcea angustifolia</i> G.Don.		X	
	<i>Heterosperma pinnatum</i> Cav.	X			Nyctaginaceae	<i>Boerhavia diffusa</i> L.			X
	<i>Sanvitalia procumbens</i> Lam.			X	Onagraceae	<i>Oenothera kunthiana</i> Munz		X	
	<i>Sonchus oleraceus</i> L.			X		<i>Oenothera elata</i> H.B.K.	X		
	<i>Matricaria recutita</i> L.	X			Plantaginaceae	<i>Plantago nivea</i> Kunth		X	
	<i>Chrysanthemum coronarium</i> L.			X	Poaceae	<i>Bouteloua curtipendula</i> Torr.			X
	<i>Zaluzania augusta</i> Sch.Bip.			X		<i>Eragrostis intermediaria</i> Hitchc.		X	
	<i>Tagetes micrantha</i> Cav.		X			<i>Chloris virgata</i> Sw.		X	
	<i>Brickellia veronicifolia</i> (H.B.K.) A. Gray	X				<i>Hordeum jubatum</i> L.			X
	Brassicaceae	<i>Lepidium virginicum</i> Gren. & Godr.		X		Polemoniaceae	<i>Loeselgia glandulosa</i> G.Don		X
		<i>Sisymbrium altissimum</i> L.	X			Portulacaceae	<i>Talinum lineare</i> H.B.K		X
	Bromeliaceae	<i>Hechtia podantha</i> Mez			X	Rubiaceae	<i>Bouvardia ternifolia</i> Schtdl.		X
Cactaceae	<i>Opuntia robusta</i> Wendl.		X		Scrophulariaceae	<i>Lamourouxia dasyantha</i> Cham. & Schtdl.		X	
	<i>Opuntia cantabrigiensis</i> Lynch.		X			<i>Maurandya barclaiana</i> Lindl.			X
	<i>Cylindropuntia imbricata</i> Haw.		X		Solanaceae	<i>Solanum elaeagnifolium</i> Cav.		X	
	<i>Cylindropuntia tunicata</i> Hort.Berol. ex Pfeiff.		X			<i>Solanum heterodoxum</i> Dunal		X	
	<i>Echinocereus cinerascens</i> (DC). C.F. Först & Rümpl			X		<i>Solanum corymbosum</i> Jacq.	X		
	<i>Ferocactus latispinus</i> Britton & Rose.			X		<i>Solanum nigrescens</i> Mart. & Gal		X	
Chenopodiaceae	<i>Salsola tragus</i> L.		X		Valerianaceae	<i>Valeriana varginata</i> H.B.K.		X	
Commelinaceae	<i>Commelina pallida</i> De Wild.		X		<i>Verbena menthaefolia</i> Benth		X		
Convolvulaceae	<i>Ipomoea dumetorum</i> Willd. ex Roem. & Schult.		X		Verbenaceae	<i>Verbena canescens</i> Kunth		X	
	<i>Ipomoea purpurea</i> Roth		X						
	<i>Ipomoea stans</i> Cav.		X						

L = Ladera; P = Planicie; L y P = Ladera y Planicie; X = Presente





**Figura 4. Número de especies por familias taxonomicas presentes en planicie y ladera; ▲ planicie ■ ladera**

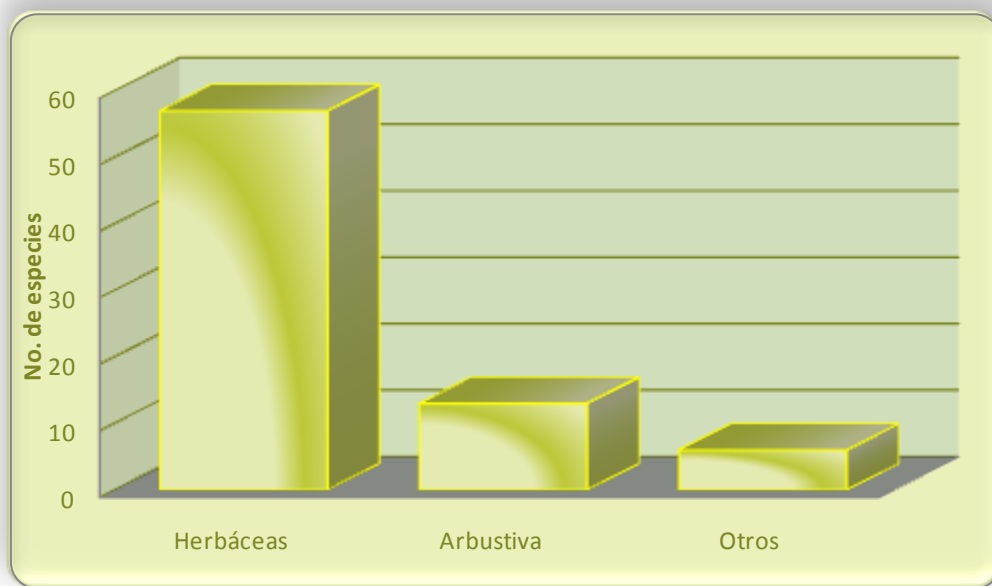
## 6.2 FORMAS DE CRECIMIENTO

Los conceptos formas de vida y formas de crecimiento se refieren al aspecto externo de las plantas, a veces son utilizados como sinónimos, sin embargo son diferentes. Se habla de “formas de vida”, para indicar una connotación adaptativa a las condiciones ambientales, y “formas de crecimiento”, para designar aquellas situaciones en las que no se alude a una relación causa-efecto en relación a los factores del ambiente (Murray, 2006).

Tomando en cuenta lo anterior se clasificó la forma de crecimiento de las 76 especies reportadas (Cuadro 9), obteniendo que la forma de crecimiento que predomina en ambas geofomas es la herbácea (Fig. 5).

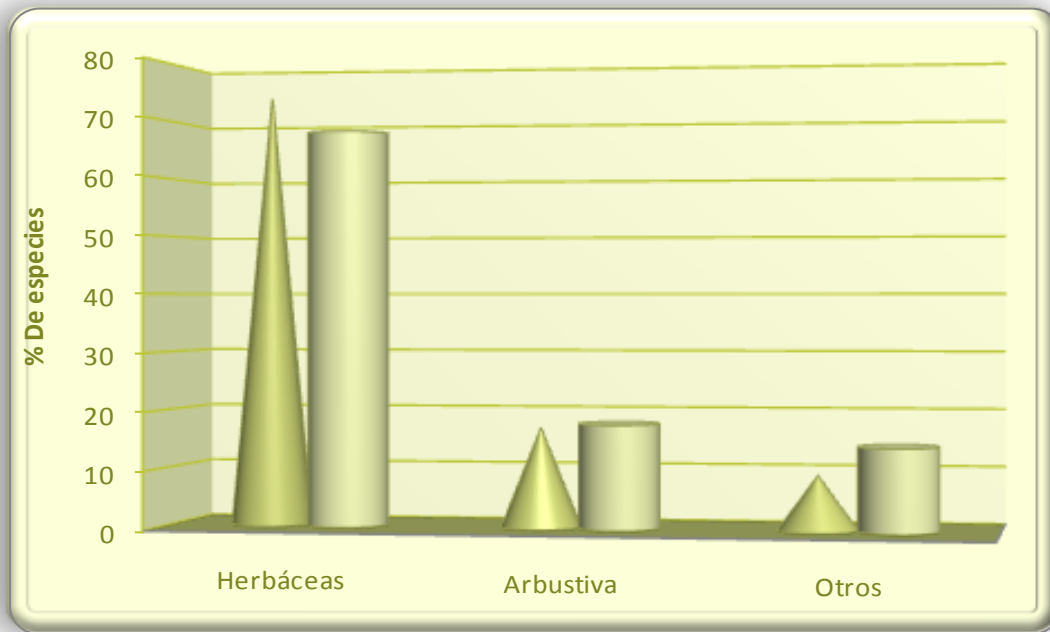
---

Esta forma de crecimiento es la dominante en ecosistemas semiseco, en los cuales la productividad primaria y la estructura de la vegetación está determinada por la disponibilidad de agua, por esto es que las especies herbáceas son más abundantes, ya que sus raíces son someras y extendidas, esto les permiten aprovechar mejor el agua de lluvia para su crecimiento y su reproducción, mientras que las especies arbustivas tienen raíces profundas, que no les permite captar el agua de las capas superficiales con la misma eficiencia que las formas herbáceas (Ehleringer *et al.*, 1991).



**Figura 5. Formas de crecimiento presentes en ambas geoformas**

De las especies presentes en la planicie la forma de crecimiento que predomina también es la herbáceo, con un 79%, seguida de las arbustivas con un 17%, y el 4% restante corresponden a otras formas de crecimiento de la familia Cactaceae, las cuales son: arrosetada, cespitosa, difusa y globosa (Fig. 6) (Granados y Tapia, 2002). En ladera se presenta un 90% de crecimiento herbáceo, un 10% arbustivo y no se presentan otras formas de crecimiento (Fig. 6)



**Figura 6. Formas de crecimiento;**  **Planicie**  **Ladera**

La variabilidad y dominancia de algunas formas de crecimiento, sugieren las condiciones edáficas presentes en ambas geoformas; la ladera presenta una pendiente de 9-15°, con suelos poco profundos (5-8 cm), compactos y pedregosos (Cuadro 7). Bajo estas condiciones, las especies presentan ciertas características morfológicas como: raíces poco profundas y extendidas, largas y flexibles para estabilizar el suelo e incrementar la resistencia.

El desarrollo y la estructura de los sistemas radicales, son controlados en general por caracteres genéticos e influenciados por el medio que los rodea, es por esto que el grado de desarrollo de las raíces es el mecanismo de la influencia de la estabilización de la vegetación. Las plantas herbáceas juegan un papel importante en la ladera ya que ayudan a preparar el terreno y lo protegen del impacto directo de las gotas de lluvia impidiendo la pérdida de suelo (Gray y Leiser, 1982).

---

Los estratos arbustivo y arbóreo están poco representados en la ladera, esto como respuesta a las condiciones no adecuadas de profundidad del suelo, ya que poseen sistemas radicales profundos y no extendidos. De esta manera, las especies herbáceas se vuelven más competitivas y más eficientes en el uso del recurso, el cual no puede ser aprovechado de igual manera por las especies arbustivo-arbóreo.

En cuanto a la planicie, el estrato dominante está determinado por el arbustivo; esto puede estar relacionado con suelos más profundos y menos pedregosos, con mayor cantidad de material de aluvión que se desprende de la ladera, por el efecto de la gravedad, del viento y del agua, lo cual propicia condiciones favorables para el crecimiento de especies como son: *Acacia schaffneri*, *Mimosa biuncifera* y *Prosopis laevigata* las cuales presentan una raíz, que les permite utilizar el agua de las capas mas profundas del suelo. *Prosopis laevigata*, es una especie freatofita que alcanza las capas del manto freático lo cual mantiene su follaje (perennifolia) aún en la época seca en lagunas zonas con mantos superficiales como en Tehuacán (Pedrotti *et al.*, 1988, Navarro y Fuentes, 1999). En la planicie, también se presentan especies con otras formas de crecimiento como: *Opuntia tunicata* (difusa) y *Ferocactus latispinus* (globosa), que no son abundantes en la ladera.

Sin embargo, en la ladera, este tipo de formas de crecimiento son menos abundantes debido a dos factores: 1) presentan sistemas radicales extendidos y poco profundos que les permiten captar eficientemente el recurso hídrico; y la escorrentía y la evaporación del agua (Bravo, 1978).

## Cuadro 9. Formas de crecimiento

Especie	F.C	Especie	F.C
<i>Acacia schaffneri</i> (S.Watson) F.J.Herm.	Arbustiva	<i>Medicago polymorpha</i> L.	Herbácea
<i>Agave lechugilla</i> Torr.	Arrosetada	<i>Mentzelia hispida</i> Willd.	Herbácea
<i>Agave salmiana</i> Otto.	Arrosetada	<i>Mimosa biuncifera</i> Benth.	Arbustiva
<i>Aphanostephus ramosissimus</i> DC.	Herbácea	<i>Nothoscordum bivalve</i> Britton.	Herbácea
<i>Astragalus mollissimus</i> Torr.	Herbácea	<i>Oenothera elata</i> H.B.K.	Herbácea
<i>Baccharis conferta</i> Kunth	Arbustiva	<i>Oenothera kunthiana</i> Munz	Herbácea
<i>Bidens odorata</i> Cav.	Herbácea	<i>Opuntia cantabrigiensis</i> Lynch.	Articulada
<i>Bidens serulata</i> Desf.	Herbácea	<i>Cylindropuntia imbricata</i> Haw.	Arbustiva
<i>Boerhavia diffusa</i> L.	Herbácea	<i>Opuntia robusta</i> Wendl.	Arbustiva
<i>Bouteloua curtipendula</i> Torr.	Herbácea	<i>Cylindropuntia tunicata</i> Hort.Berol. ex Pfeiff.	Difusa
<i>Bouvardia ternifolia</i> Schltld.	Arbustiva	<i>Parthenium bipinnatifidum</i> Ortega.	Herbácea
<i>Brickellia veronicifolia</i> (H.B.K.) A. Gray	Arbustiva	<i>Plantago nivea</i> Kunth	Herbácea
<i>Chloris virgata</i> Sw.	Herbácea	<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.)	Arbustiva
<i>Chrysanthemum coronarium</i> L.	Herbácea	<i>Salsola tragus</i> L.	Herbácea
<i>Commelina pallida</i> De Wild.	Herbácea	<i>Salvia chamaedryoides</i> Cav.	Herbácea
<i>Dalea bicolor</i> Humb. & Bonpl. ex Willd. var. bicolor	Arbustiva	<i>Salvia leucanta</i> Cav.	Herbácea
<i>Dyssodia pentachaeta</i> B.L.Rob.	Herbácea	<i>Salvia melissodora</i> Lag.	Herbácea
<i>Echinocereus cinerascens</i> Lem.	Cespitosa	<i>Sanvitalia procumbens</i> Lam.	Herbácea
<i>Eragrostis intermediaria</i> Hitchc.	Herbácea	<i>Sedum calcaratum</i> Rose	Herbácea
<i>Eupatorium espinosarum</i> A.Gray	Arbustiva	<i>Sedum ebracteatum</i> Moc. & Sessé	Herbácea
<i>Euphorbia dentata</i> Michx.	Herbácea	<i>Sisymbrium altissimum</i> L.	Herbácea
<i>Ferocactus latispinus</i> Britton & Rose.	Globosa	<i>Solanum corymbosum</i> Jacq.	Herbácea
<i>Flaveria angustifolia</i> Cav	Herbácea	<i>Solanum elaeagnifolium</i> Cav.	Herbácea
<i>Gnaphalium canescens</i> DC.	Herbácea	<i>Solanum heterodoxum</i> Dunal	Herbácea
<i>Hechtia podantha</i> Mez	Herbácea	<i>Solanum nigrescens</i> Mart. & Gal	Herbácea
<i>Heterosperma pinnatum</i> Cav.	Herbácea	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Herbácea
<i>Hordeum jubatum</i> L.	Herbácea	<i>Sphaeralcea angustifolia</i> G.Don.	Herbácea
<i>Ipomoea dumetorum</i> Willd. ex Roem.	Herbácea	<i>Tagetes lunulata</i> Ortega	Herbácea
<i>Ipomoea purpurea</i> Roth	Herbácea	<i>Tagetes micranta</i> Cav.	Herbácea
<i>Ipomoea stans</i> Cav.	Herbácea	<i>Talinum lineare</i> H.B.K	Herbácea
<i>Jatropha dioica</i> Cerv.	Arbustiva	<i>Townsendia mexicana</i> A.Gray	Herbácea
<i>Lamourouxia dasyantha</i> Cham. & Schltld.	Herbácea	<i>Valeriana varginata</i> H.B.K.	Herbácea
<i>Lepidium virginicum</i> Gren. & Godr.	Herbácea	<i>Verbena canescens</i> Kunth	Herbácea
<i>Loeselia glandulosa</i> G.Don	Herbácea	<i>Verbena menthaefolia</i> Benth	Herbácea
<i>Marrubium vulgare</i> L.	Herbácea	<i>Viguiera cordata</i> (Hook. & Arn.) D Arcy	Herbácea
<i>Matricaria recutita</i> L.	Herbácea	<i>Yucca filifera</i> Chabaud.	Arbustiva
<i>Maurandya barclaiana</i> Lindl.	Herbácea	<i>Zaluzania augusta</i> Sch.Bip.	Arbustiva

F.C = **Forma de crecimiento**

---

### 6.3 FORMAS DE VIDA SEGÚN RAUNKIAER

Las formas biológicas de Raunkiaer dominantes en el ecosistema semiárido del Parque Ecológico Cubitos en orden decreciente son: fanerófitas > terófitas > hemicriptófitas > geófitas > caméfitas.

Estos resultados coinciden con estudios realizados para pastizales mexicanos y otras partes del mundo, los cuales se desarrollan en condiciones climáticas análogas a nuestra zona, éstos resultados revelan que en estas comunidades las formas biológicas, fanerófitas, terófitas y hemicriptófitas son las más abundantes (Rzedowski 1954; Rzedowski, 1966; Cruz, 1969).

Rzedowski (2006), menciona que, la flora xerófila de México se caracteriza por un número considerable de formas biológicas, los cuales son modos para afrontar la aridez. Sin embargo, la distribución de estas formas biológicas, responde principalmente a las inclemencias de los factores ambientales (Raunkiaer 1934; Braun-Blanquet 1979), es así como la presencia de unas y otras cambian, dependiendo de la geofoma, la temperatura y la humedad en la que se encuentren, ya que cada comunidad vegetal o incluso cada hábitat tienen peculiares condiciones que hacen que unas determinadas formas vitales predominen sobre las otras.

En la ladera, la forma biológica dominante fue la terófito (30%) y en menor proporción se presentaron las hemicriptófitas y fanerófitas (27% cada una), las geófitas (13%) y las caméfitas (3% cada una) (Fig. 7). Esto posiblemente como una respuesta a las modificaciones atmosféricas, tales como la dirección e intensidad del viento y cambios en la precipitación, que afectan a la evapotranspiración, humedad del suelo y la movilidad de las partículas (Braun-Blanquet 1979; Arroyo *et al.*, 1988), estos factores proporcionan características particulares a la ladera, como son, suelos poco profundos (5-8cm), compactos y rocosos, poco fértiles y con poca retención de humedad por la exposición solar, que va desde 231  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{seg}$  bajo dosel a 806  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{seg}$  en área abierta, por

---

estas razones las especies que crecen en estas áreas, desarrollan estrategias para proteger sus yemas de renuevo de las adversidades del clima, lo cual logran a través de diferentes adaptaciones como: el presentar un porte bajo y en forma de almohadilla como: *Baccharis conferta*, *Oenothera elata*, *Bidens serrulata*, *Salvia leucanta* entre otras, raíces profundas para poderse anclar fuertemente al suelo y periodos vegetativos cortos, como los presentan las terófitas, plantas anuales que una vez que cumplen su ciclo de vida, mueren dejando una gran cantidad de semillas en la reserva del suelo.

Por el contrario, en la planicie fueron más abundantes las fanerófitas (30%) y en menor proporción se presentan las hemicriptófitas (24%), las terófitas (21%), las geófitas (16%) y las caméfitas (5%) (Fig. 7). Lo cual refleja mejores condiciones edáficas que en la ladera, ya que los suelos son mas profundos (10-13cm), generalmente están compuestos por aluvión acarreado por la gravedad y el viento, son más ricos en fósforo y nitrógeno (Cuadro 6), la radiación solar va en promedio de 888 a 1021  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  bajo dosel y de 732 a 1120  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  en área abierta.

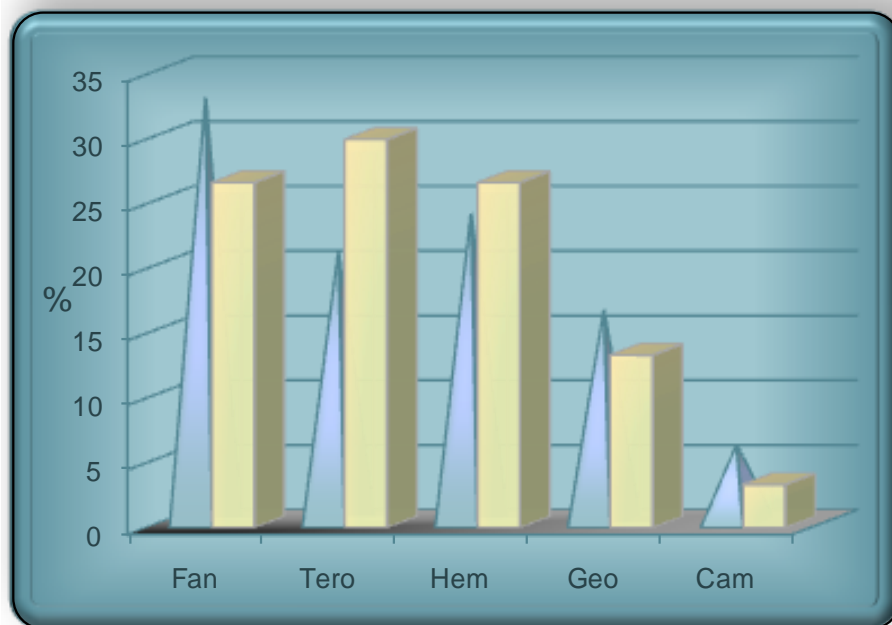


Figura 7. Formas biológicas según Raunkiaer;  planicie  ladera

---

#### 6.4 CICLO DE VIDA

En la planicie se identificaron 49 especies, de las cuales 39 presentan un ciclo de vida perenne y 10 presentan un ciclo de vida anual de estas 39 especies perennes, 33 son caducifolias y seis son perennifolias (Cuadro 10).

En el Parque Ecológico Cubitos, la duración de las lluvias, es alrededor de seis a ocho meses (abril-septiembre), es por ello que, la supervivencia de las especies perennes durante los períodos de sequía es producto de la habilidad de las raíces para adquirir el agua remanente en el suelo y de la habilidad de la parte aérea de tolerar estrés hídrico (MacMahon y Schimpf, 1981; Ehleringer, 1985; Smith y Nowak, 1990), ya que, el agua es el recurso más importante que influencia la productividad primaria y la estructura de la vegetación en ecosistemas áridos (Whittaker y Niering 1975, Hadley y Szarek 1981, Ehleringer y Mooney 1983, Smith y Nobel 1986, Polis 1991, Gutiérrez 1993, Squeo *et al.*, 1994b, 1998, Reynolds *et al.*, 1999).

La presencia de un número mayor de especies caducifolias, nos indica que estas especies tiran sus hojas para evitar la transpiración durante los periodos secos. El Parque Ecológico Cubitos se caracteriza por presentar un clima semiseco templado con verano cálido, en el que la precipitación media anual es de 548mm, es por esta razón que se presentan un mayor número de especies caducifolias. Un mecanismo que les ayuda a evitar los efectos desfavorables del clima es la pérdida de hojas en la época seca. En cuanto a las especies perennifolias, éstas desarrollan un sistema radical profundo capaces de utilizar el agua subterránea de los mantos freáticos, como en el caso de *Prosopis laevigata* (Pedrotti *et al.*, 1988).

Otras especies, para escapar a la sequía, desarrollan diferentes estrategias como las del género *Opuntia*, que almacenan agua en los tallos y presentan cubiertas impermeabilizantes gruesas. En el caso de *Yucca filifera*, *Hecthia podantha*, *Agave salmiana* y *Agave lechuguilla* desarrollan hojas crasas, gruesas y suculentas que les permiten almacenar agua.



---

Las especies anuales en la época favorable crecen, florecen, dan frutos, alcanzan su madurez y se secan, sin embargo, dejan semillas las cuales permanecen latentes durante la época desfavorable asegurando de esta manera su permanencia para cuando llegue la época favorable.

En la ladera se identificaron 10 especies, de las cuales cinco son perennes y cinco son anuales (Cuadro 11). De las cinco especies perennes, solo una es perennifolia y las otras cuatro son caducifolias. *Matricaria recutita*, la cual se reporta en estas 10 especies, no es nativa de México, es Euroasiática, pero se reporta debido a que se encuentra adaptada al sitio. Al igual que en la planicie hay una dominancia de las especies caducifolias sobre las perennifolias, sin embargo, hay un número mayor de especies anuales en la ladera, debido a que hay menos agua disponible.

Levitt (1980), señala que las plantas han evolucionado hacia el desarrollo de mecanismos que evitan el déficit hídrico. Las plantas anuales desarrollan este tipo de mecanismo, el cual no solo les permite sobrevivir año con año, sino que, continúan creciendo y desarrollándose en condiciones de agua limitante.

En la literatura se citan dos mecanismos para evadir la sequía: 1) Larcher (1995), menciona que las especies perennes desarrollan estrategias para afrontar el estrés hídrico. En la ladera las especies caducifolias entran en una latencia vegetativa parcial durante el período de sequía, es decir, soportan el período desfavorable en estado vegetativo activo. 2) Hickman (1970), menciona que las especies perennifolias son tolerantes a la sequía. Estas especies tienen mecanismos que minimizan o eliminan la deformación que pueden sufrir como consecuencia del estrés, alcanzando un equilibrio termodinámico con este sin sufrir daños. Las especies que derrochan agua son en general más productivas y tienen mecanismos que les permiten una eficaz extracción del agua del sustrato y una elevada conductividad hidráulica interna para abastecer con rapidez toda la parte aérea de la planta.

---

Ambos mecanismos mantienen a las plantas en estado turgente, con potenciales hídricos relativamente altos. Cuando las condiciones de déficit hídrico se acentúan, las especies demandantes de agua, no pueden mantener las elevadas tasas de transpiración y o bien desarrollan estrategias para evitar la sequía o el individuo muere (Levitt 1980; Kozlowski *et al.*, 1991).

**Cuadro 10. Ciclo de vida y permanencia en el follaje de las especies presentes en la planicie**

Especie	Ciclo de Vida	Permanencia del follaje	Periodo de Floración	Estrategia Reproductiva	
				Sexual	Asexual
<i>Acacia schaffneri</i> (S.Watson) F.J.Herm.	Perenne	Perenifolia	NI	NI	NI
<i>Aphanostephus ramosissimus</i> DC.	Perenne	Caducifolia	Junio	Semilla	NI
<i>Baccharis conferta</i> Kunth	Perenne	Caducifolia	Junio	Semilla	NI
<i>Bidens serrulata</i> Desf.	Anual		Junio	Semilla	NI
<i>Bouteloua curtipendula</i> Torr.	Perenne	Caducifolia	Septiembre	NI	Rizomas
<i>Chloris virgata</i> Sw.	Anual		NI	NI	NI
<i>Commelina pallida</i> De Wild.	Perenne	Caducifolia	NI	NI	NI
<i>Dyssodia pentachaeta</i> B.L.Rob.	Perenne	Caducifolia	Junio	Semilla	NI
<i>Eragrostis intermediaria</i> Hitchc.	Perenne	Caducifolia	Septiembre	Semilla	NI
<i>Eupatorium espinosarum</i> A.Gray	Perenne	Caducifolia	Septiembre	Semilla	NI
<i>Flaveria angustifolia</i> Cav	Perenne	Caducifolia	Septiembre	Semilla	NI
<i>Hilaria cenchroides</i> H.B.K	Anual		NI	Semilla	NI
<i>Ipomoea dumetorum</i> Willd. ex Roem. & Schult.	Anual		Septiembre	Semilla	NI
<i>Ipomoea purpurea</i> Roth	Anual		Septiembre	Semilla	NI
<i>Ipomoea stans</i> Cav	Perenne	Caducifolia	Junio	Semilla	NI
<i>Lamourouxia dasyantha</i> Cham. & Schldl.	Perenne	Caducifolia	Septiembre	Semilla	NI
<i>Lepidium virginicum</i> Green. & Godr.	Anual		Julio	Semilla	NI
<i>Loeselia glandulosa</i> G.Don	Perenne	Caducifolia	Septiembre	Semilla	NI
<i>Medicago polymorpha</i> L.	Anual		Septiembre	Semilla	NI
<i>Mentzelia hispida</i> Willd.	Perenne	Caducifolia	Septiembre	Semilla	NI
<i>Mimosa biuncifera</i> Benth.	Perenne	Caducifolia	Septiembre	Semilla	NI
<i>Nothoscordum bivalve</i> Britton.	Perenne	Caducifolia	Junio	Semilla	Bulbo
<i>Oenothera kunthiana</i> Munz	Perenne	Caducifolia	Septiembre	Semilla	NI
<i>Opuntia cantabrigiensis</i> Lynch.	Perenne	Perenifolia	Marzo	NI	NI
<i>Cylindropuntia imbricata</i> Haw.	Perenne	Perenifolia	Marzo	NI	NI
<i>Opuntia robusta</i> Wendl.	Perenne	Perenifolia	NI	NI	NI
<i>Cylindropuntia tunicata</i> Hort.Berol. ex Pfeiff.	Perenne	Perenifolia	NI	NI	NI
<i>Plantago nivea</i> Kunth	Perenne	Caducifolia	Junio	NI	NI
<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C.Johnst	Perenne	Perenifolia	Marzo	Semilla	NI
<i>Salsola tragus</i> L.	Perenne	Caducifolia	Junio	NI	Estolones
<i>Salvia chamaedryoides</i> Cav.	Perenne	Caducifolia	Septiembre	Semilla	NI
<i>Salvia leucanta</i> Cav.	Perenne	Caducifolia	Septiembre	Semilla	Rizomas
<i>Salvia melissodora</i> Lag.	Perenne	Caducifolia	Junio	Semilla	Estolones
<i>Sedum calcaratum</i> Rose	Perenne	Caducifolia	Septiembre	NI	Rizomas
<i>Sedum ebracteatum</i> Moc. & Sessé	Perenne	Caducifolia	Septiembre	Semillas	NI
<i>Solanum elaeagnifolium</i> Cav.	Perenne	Caducifolia	Junio	Semilla	NI
<i>Solanum heterodoxum</i> Dunal	Perenne	Caducifolia	is	Semilla	NI
<i>Solanum nigrescens</i> Marth. & Gal	Perenne	Caducifolia	Agosto	Semilla	NI
<i>Sphaeralcea angustifolia</i> G.Don.	Perenne	Caducifolia	Junio	Semilla	NI
<i>Tagetes lunulata</i> Ortega	Anual		Septiembre	Semilla	NI
<i>Tagetes micranta</i> Cav	Anual		Septiembre	Semilla	NI
<i>Talinum lineare</i> H.B.K	Perenne	Caducifolia	Junio	NI	NI
<i>Townsendia mexicana</i> A.Gray	Perenne	Caducifolia	Septiembre	Semilla	Rizomas
<i>Valeriana varginata</i> H.B.K.	Perenne	Caducifolia	NI	NI	NI
<i>Verbena canescens</i> Kunth	Perenne	Caducifolia	Septiembre	Semilla	NI
<i>Verbena menthaefolia</i> Benth	Perenne	Caducifolia	Septiembre	Semilla	Rizomas
<i>Viguiera cordata</i> (Hook. & Arn.) D Arcy	Perenne	Caducifolia	Septiembre	Semilla	NI
<i>Zaluzania augusta</i> Sch.Bip.	Perenne	Caducifolia	Septiembre	Semilla	NI

NI= No identificado

**Cuadro 11. Ciclo de vida y Permanencia del follaje de las especies presentes en la ladera.**

Especie	Ciclo de vida	Permanencia follaje	Periodo de floración	Est. Reproductiva	
				Sexual	Asexual
<i>Marrubium vulgare</i> L.	Perenne	Perenifolia	Octubre	Semilla	NI
<i>Astragalus mollissimus</i> Torr.	Perenne	Caducifolia	Octubre	Semilla	NI
<i>Oenothera elata</i> H.B.K.	Perenne	Caducifolia	Octubre	Semilla	NI
<i>Solanum corymbosum</i> Jacq.	Perenne	Caducifolia	Octubre	Semilla	NI
<i>Brickellia veronicifolia</i> (H.B.K.) A. Gray	Perenne	Caducifolia	Octubre	Semilla	NI
<i>Parthenium bipinnatifidum</i> Ortega.	Anual		Octubre	Semilla	NI
<i>Heterosperma pinnatum</i> Cav.	Anual		Octubre	Semilla	NI
<i>Matricaria recutita</i> L.	Anual		Octubre	Semilla	NI
<i>Chrysanthemum coronarium</i> L.	Anual		Octubre	Semilla	NI
<i>Sisymbrium altissimum</i> L.	Anual		Octubre	Semilla	NI

NI= No identificado

## 6.5 MATRIZ CUANTITATIVA

Las especies vegetales identificadas en el Parque Ecológico Cubitos se agruparon en una matriz cuantitativa donde el Índice de establecimiento exitoso representa la sumatoria de tres atributos: abundancia, grado de sociabilidad y grado de vitalidad, cuyos valores van de 1 a 10. Donde los valores entre uno y cinco representan una baja potencialidad de las especies para colonizar, entre 6 y 8 las especies con potencialidad mediana y entre nueve y diez las de potencialidad alta (Cuadro 12 y 13).

De las 63 especies presentes en la planicie (Cuadro 12) y de las 39 especies presentes en la ladera (Cuadro 13), el 68 % (43) y el 79 % (31) presentaron respectivamente el IEE mas alto. Estas son las especies que podrían ser utilizadas de manera prioritaria, para colonizar, recuperar o reforestar la cubierta vegetal en zonas deterioradas de matorral xerófilo.

Estas especies presentan un buen desarrollo morfológico además de que cumplen su ciclo vital lo cual favorece a una colonización rápida.

---

Dentro de las especies de planicie sobresalen las de las familias: Asteraceae (*Zaluzania augusta*, *Bidens odorata*, *Sanvitalia procumbens*, *Flaveria angustifolia*), Leguminosae (*Mimosa biuncifera*, *Astragalus mollissimus* y *Dalea bicolor*), Poaceae (*Bouteloua curtipendula*), Bromeliaceae (*Hechtia podantha*), Agavaceae (*Agave lechugilla* y *Yucca filifera*), Solonaceae (*Solanum elaeagnifolium*), Euphorbiaceae (*Jatropha dioica*) y Brassicaceae (*Lepidium virginicum*). Y en la ladera las familias con los valores de Índice de establecimiento exitoso más altos son: Asteraceae (*Zaluzania augusta*, *Bidens odorata*, *Sanvitalia procumbens*, *Crysanthemum coronarium*, *matricaria recutita*, *Baccharis conferta*), Polemoniaceae (*Loeselia glandulosa*) Cactaceae (*Echinocereus cinerascens*, *Opuntia robusta*), Convolvulaceae (*Ipomoea stans*), Agavaceae (*Agave lechuguilla*), Euphorbiaceae (*Jatropha dioica*) y Valerianaceae (*Valeriana varginata*).

No se recomienda utilizar las especies que presentan un IEE <6 debido a que crecen en el sitio, pero no se multiplican, lo cual indica que estas especies se ven afectadas por las condiciones de perturbación prevalecientes en el sitio, por lo que no es recomendable utilizarlas en programas de restauración ecológica o recuperación del capital natural.

Enriquez-Enriquez, et al., (2003) reporta especies de estas mismas familias (Asteraceae, Leguminosae y Poaceae) como las dominantes de la vegetación (matorral xerófilo) en una zona semiseca del Estado de Zacatecas. De las especies que coinciden con las que se reportan en este trabajo son: *Jatropha dioica*, *Opuntia robusta*, *Dalea bicolor var. bicolor*, *Heterosperma pinnatum* y *Tagetes lunulata*, es necesario hacer énfasis de que este autor hizo un listado florístico, sin relacionarlo con la geofoma. Es importante mencionar que las especies que presentan el mayor valor de IEE tanto en la planicie como en la ladera presentan 12 de los 14 atributos considerados en la matriz cualitativa, tales como: presencia de fauna silvestre, regeneración natural, color de la flor y usos múltiples (Cuadro 14).

**Cuadro 12. Matriz cuantitativa de la planicie.**

Especie	Abundancia	Grado de Sociabilidad	Grado de Vitalidad	I.E.E.
<i>Bidens odorata</i> Cav.	3	3	4	10
<i>Loeselia glandulosa</i> G. Don	3	3	4	10
<i>Mimosa biuncifera</i> Benth.	3	3	4	10
<i>Sanvitalia procumbens</i> Lam.	3	3	4	10
<i>Zaluzania augusta</i> Sch. Bip	3	3	4	10
<i>Agave lechugilla</i> Torr.	2	3	4	9
<i>Flaveria angustifolia</i> Cav.	3	2	4	9
<i>Jatropha dioica</i> Cerv.	3	2	4	9
<i>Solanum elaeagnifolium</i> Cav.	2	3	4	9
<i>Baccharis conferta</i> Kunth.	2	2	4	8
<i>Bouteloua curtipendula</i> Torr.	2	2	4	8
<i>Dalea bicolor</i> Humb. & Bonpl. ex Willd. var. <i>bicolor</i>	2	2	4	8
<i>Hecthia podantha</i> Mez	1	3	4	8
<i>Ipomoea stans</i> Cav.	1	3	4	8
<i>Lepidium virginicum</i> Gren. & Godr.	1	3	4	8
<i>Opuntia robusta</i> Wendl.	1	3	4	8
<i>Astragalus mollissimus</i> Torr.	3	1	4	8
<i>Valeriana varginata</i> H.B.K.	1	3	4	8
<i>Yucca filifera</i> Chabaud.	3	1	4	8
<i>Chrysanthemum coronarium</i> L.	2	2	4	8
<i>Matricaria recutita</i> L.	2	2	4	8
<i>Bidens serrulata</i> Desf.	1	2	4	7
<i>Bouvardia ternifolia</i> Schltld	1	2	4	7
<i>Echinocereus cinerascens</i> Lem.	1	2	4	7
<i>Ferocactus latispinus</i> Britton & Rose	2	1	4	7
<i>Ipomoea dumetorum</i> Willd. ex Roem. & Schult.	1	2	4	7
<i>Ipomoea purpurea</i> Roth	1	2	4	7
<i>Maurandya barclaiana</i> Lindl.	1	2	4	7
<i>Medicago polymorpha</i> L.	1	2	4	7
<i>Cylindropuntia imbricata</i> Haw.	1	2	4	7
<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C.Johnst	2	1	4	7
<i>Salvia leucanta</i> Cav	1	2	4	7
<i>Sedum ebracteatum</i> Moc. & Sessé	1	2	4	7
<i>Viguiera cordata</i> (Hook. & Arn.) D Arcy	1	2	4	7

**Abundancia:** Arbustiva y Herbáceo: 1=Escaso, 2=Poco abundantes, 3=Abundantes.

**Grado de sociabilidad:** 1=Individuos aislados, 2=Crecimiento en pequeños grupos, 3=Crecimiento en grupos mayores (pequeños rodales), 4=Crecimiento en pequeñas colonias, 5=Población continua.

**Grado de vitalidad:** 1=Plantas que no cumplen regularmente su ciclo vital, 2=Plantas con desarrollo precario, 3=Plantas en las que no se observa producción de fruto y semilla, 4=Plantas bien desarrolladas que cumplen regularmente su ciclo vital.





*Bidens odorata* Cav.



*Sanvitalia procumbens* Lam.



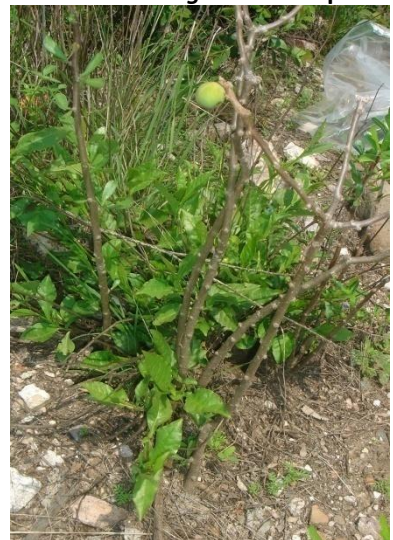
*Zaluzania augusta* Sch.Bip.



*Mimosa biuncifera* Benth.



*Agave lechugilla* Torr.



*Jatropha dioica* Cerv.



*Opuntia robusta* Cat. Hort.  
Herrnh



*Hechtia podantha* Mez.



*Bouteloua curtipendula* Torr.





*Dalea bicolor* Humb. & Bonpl. ex Willd



*Lepidium virginicum* Gren. & Godr.



*Yucca filifera* Chabaud.



*Astragalus mollissimus* Torr.



*Chrysanthemum coronarium* L



*Matricaria recutita* L.





*Oenothera elata* H.B.K.



*Sedum ebracteatum* Moc. & Sessé



*Ipomoea dumetorum* Willd.



*Cylindropuntia imbricata* Haw.

*Bouvardia ternifolia* Schltld.



*Bidens serrulata* Desf.



*Ipomoea purpurea* Roth



*Prosopis laevigata* (Humb. & Bonpl.)

*Echinocereus cinerascens* (DC.) Lem.



*Hilaria cenchroides* H.B.K.



*Medicago polymorpha* L.



*Viguiera cordata* (Hook. & Arn.) D

**Cuadro 12. Matriz cuantitativa de la planicie.**

Especie	Abundancia	Grado de Sociabilidad	Grado de Vitalidad	I.E.E.
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	2	1	4	7
<i>Acacia schaffneri</i> (S.Watson) F.J.Herm.	1	1	4	6
<i>Agave salmiana</i> Otto.	1	1	4	6
<i>Eragrostis intermediaria</i> Hitchc.	1	1	4	6
<i>Eupatorium espinosarum</i> A.Gray	1	1	4	6
<i>Nothoscordum bivalve</i> Britton.	1	1	4	6
<i>Opuntia cantabrigiensis</i> Lynch.	1	2	3	6
<i>Cylindropuntia tunicata</i> Hort.Berol. ex Pfeiff.	1	2	3	6
<i>Plantago nivea</i> Kunth	1	2	3	6
<i>Salvia melissodora</i> Lag.	1	1	4	6
<i>Solanum nigrescens</i> Mart. & Gal	1	2	3	6
<i>Tagetes micranta</i> Cav.	1	1	4	6
<i>Townsendia mexicana</i> A.Gray	1	1	4	6
<i>Verbena menthaefolia</i> Benth	1	1	4	6
<i>Aphanostephus ramosissimus</i> DC.	1	1	3	5
<i>Boerhavia diffusa</i> L.	1	1	3	5
<i>Chloris virgata</i> Sw.	1	1	3	5
<i>Commelina pallida</i> De Wild.	1	1	3	5
<i>Dyssodia pentachaeta</i> B.L.Rob.	1	1	3	5
<i>Euphorbia dentata</i> Michx.	1	1	3	5
<i>Gnaphalium canescens</i> DC.	1	1	3	5
<i>Hordeum jubatum</i> L.	1	1	3	5
<i>Lamourouxia dasyantha</i> Cham. & Schldl.	1	1	3	5
<i>Mentzelia hispida</i> Willd.	1	1	3	5
<i>Oenothera kunthiana</i> Munz	1	1	3	5
<i>Salsola tragus</i> L.	1	1	3	5
<i>Salvia chamaedryoides</i> Cav.	1	1	3	5
<i>Sedum calcaratum</i> Rose	1	1	3	5
<i>Solanum heterodoxum</i> Dunal	1	1	3	5
<i>Sphaeralcea angustifolia</i> G.Don.	1	1	3	5
<i>Tagetes lunulata</i> Ortega	1	1	3	5
<i>Talinum lineare</i> H.B.K	1	1	3	5
<i>Verbena canescens</i> Kunth	1	1	3	5

**Abundancia:** Arbustiva y Herbáceo: 1=Escaso, 2=Poco abundantes, 3=Abundantes.

**Grado de sociabilidad:** 1=Individuos aislados, 2=Crecimiento en pequeños grupos, 3=Crecimiento en grupos mayores (pequeños rodales), 4=Crecimiento en pequeñas colonias, 5=Población continua.

**Grado de vitalidad:** 1=Plantas que no cumplen regularmente su ciclo vital, 2=Plantas con desarrollo precario, 3=Plantas en las que no se observa producción de fruto y semilla, 4=Plantas bien desarrolladas que cumplen regularmente su ciclo vital.

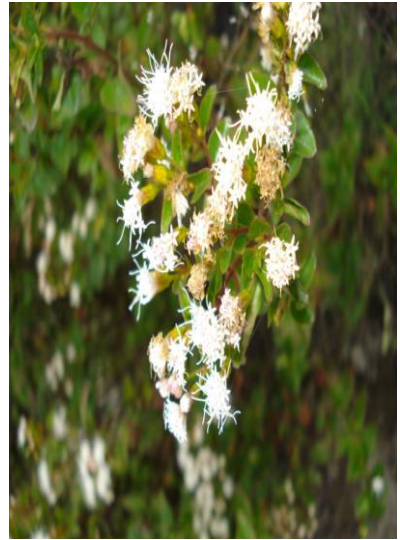




*Ferocactus latispinus* Britton & Rose.



*Acacia schaffneri* (S.Watson) F.J.Herm



*Eupatorium espinosarum* A.Gray



*Nothoscordum bivalve* Britton.



*Salvia leucanta* Cav.



*Salvia melissodora* Lag.





---

*Tagetes micranta* Cav.



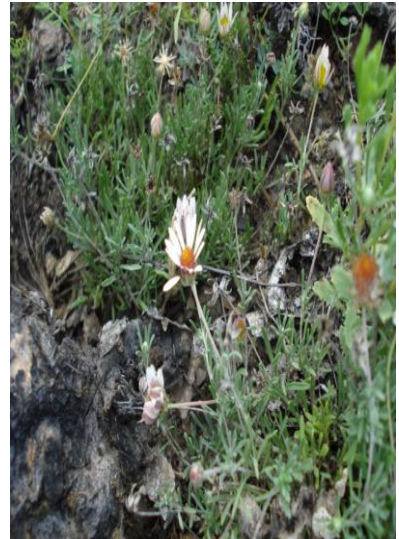
*Eragrostis intermediaria* Hitchc.

*Agave salmiana* Otto.



*Cilindropuntia tunicata* Hort.Berol.  
ex Pfeiff.

*Loeselia glandulosa* G.Don



*Townsendia mexicana* A.Gray



*Verbena menthaefolia* Benth



*Flaveria angustifolia* Cav



*Oenothera kunthiana* Munz





*Opuntia cantabrigiensis* Lynch.



*Plantago nivea* Kunth



*Solanum nigrescens* Mart. & Gal



*Aphanostephus ramosissimus* DC.



*Chloris virgata* Sw.



*Commelina pallida* De Wild.



*Dyssodia pentachaeta* B.L.Rob.



*Lamourouxia dasyantha* Cham. &



*Mentzelia hispida* Willd.

---

Schltl



*Salsola tragus* L.



*Salvia chamaedryoides* Cav.



*Sedum calcaratum* Rose



**Cuadro 13. Matriz cuantitativa de la ladera**

Especie	Abundancia	Grado de Sociabilidad	Grado de Vitalidad	I.E.E.
<i>Zaluzania augusta</i> Sch.Bip.	3	3	4	10
<i>Bidens odorata</i> Cav.	3	3	4	10
<i>Bouteloua curtipendula</i> Torr.	3	3	4	10
<i>Sanvitalia procumbens</i> Lam.	3	3	4	10
<i>Hechtia podantha</i> Mez.	3	3	4	10
<i>Agave lechugilla</i> Torr.	3	3	4	10
<i>Mimosa biuncifera</i> Benth.	2	3	4	9
<i>Echinocereus cinerascens</i> Lem.	3	2	4	9
<i>Jatropha dioica</i> Cerv.	3	2	4	9
<i>Dalea bicolor</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	2	2	4	8
<i>Chrysanthemum coronarium</i> L.	1	2	4	7
<i>Matricaria recutita</i> L.	1	2	4	7
<i>Maurandya barclaiana</i> Lindl.	1	2	4	7
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	2	1	4	7
<i>Bouvardia ternifolia</i> Schltld	1	2	4	7
<i>Oenothera eleata</i> H.B.K.	1	2	4	7
<i>Astragalus mollissimus</i> Torr.	1	1	4	6
<i>Agave salmiana</i> Otto.	1	1	4	6
<i>Ferocactus latispinus</i> Britton & Rose.	1	1	4	6
<i>Yucca filifera</i> Chabaud.	1	1	4	6
<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C.Johnst	1	1	4	6
<i>Heterosperma pinnatum</i> Cav.	1	2	3	6
<i>Sisybrium altissimum</i> L.	2	1	3	6
<i>Marrubium vulgare</i> L.	1	1	3	5
<i>Brickellia veronicifolia</i> (H.B.K.) A. Gray	1	1	3	5
<i>Parthenium bipinnatifidum</i> Ortega.	1	1	3	5
<i>Solanum corymbosum</i> Jacq.	1	1	3	5
<i>Boerhavia diffusa</i> L.	1	1	3	5
<i>Euphorbia dentata</i> Michx.	1	1	3	5
<i>Gnaphalium canescens</i> DC.	1	1	3	5
<i>Hordeum jubatum</i> L.	1	1	3	5

Abundancia: **Arbustiva y Herbáceo: 1=Escaso, 2=Poco abundantes, 3=Abundantes.**

**Grado de sociabilidad:** 1=Individuos aislados, 2=Crecimiento en pequeños grupos, 3=Crecimiento en grupos mayores (pequeños rodales), 4=Crecimiento en pequeñas colonias, 5=Población continua.

---

**Grado de vitalidad:** 1=Plantas que no cumplen regularmente su ciclo vital, 2=Plantas con desarrollo precario, 3=Plantas en las que no se observa producción de fruto y semilla, 4=Plantas bien desarrolladas que cumplen regularmente su ciclo vital.



***Solanum heterodoxum* Dunal**



***Sphaeralcea angustifolia* G.Don.**



***Tagetes lunulata* Ortega**



***Talinum lineare* H.B.K**



***Verbena canescens* Kunth**



***Boerhavia diffusa* L.**





*Euphorbia dentata* Michx.



*Gnaphalium canescens* DC.



*Hordeum jubatum* L.



*Sonchus oleraceus* L.



*Sisymbrium altissimum* L.



*Solanum elaeagnifolium* Cav.



*Ipomoea stans* Cav.



*Ipomoea dumetorum* Willd. ex  
Roem. & Schult.



*Baccharis conferta* Kunth





*Heterosperma pinnatum* Cav.



*Marrubium vulgare* L.



*Solanum corymbosum* Jacq.

## 6.6 MATRIZ CUALITATIVA

En la matriz cualitativa (Cuadro 14), se presentan 10 atributos entre morfológicos, ecológicos y biológicos.

Cerca del 60% de las especies identificadas cumplen con todos los atributos, lo que representa un alta potencialidad en las especies que crecen en esta localidad de ser utilizadas para la recolonización de aéreas perturbadas en el mismo sitio o en otras localidades de zonas semisecas de la República Mexicana.

Especies como: *Yucca filifera*, *Tagetes lunulata*, *Sanvitalia procumbens*, *Mentzelia hispida*, *Cylindropuntia imbricata*, *Ipomoea purpurea*, *Mimosa biuncifera*, etc, atraen a polinizadores, así como enemigos naturales que regulan las plagas (Altieri, 1999), con lo cual se garantiza el transporte del polen.

Algunas especies son de uso múltiple, es decir son: medicinales y maderables (*Prosopis laevigata*, *Tagetes micranta*, *Zaluzania augusta*, *Brickellia veronicifolia*, *Medicago polymorpha*, *Opuntia robusta*, *Marrubium vulgare*, etc.), forrajeras, medicinales, mielifera y para obtener fibras: (*Agave lechuguilla*, *Bidens odorata*, *Lepidium virginicum*, *Euphorbia dentata*, *Verbena canescens*, *Dalea bicolor*, *Sphaeralcea angustifolia*, etc.), medicinal y ornamental (*Solanum eleagnifolium*, *Opuntia streptacantha*, *Prosopis laevigata*, *Solanum nigrescens*, *Sonchus*

---

*oleraceus*, *Oenothera elata*, *Chrysanthemum coronarium*, etc.), maderable y para la obtención de fibra (*Prosopis laevigata*, *Baccharis conferta*, *Agave lechuguilla* y *Yucca filifera*) y pueden fijar nitrógeno al suelo (*Medicago polymorpha*, *Astragalus mollissimus*, *Acacia schaffneri*, *Prosopis laevigata*, *Mimosa biuncifera*, etc.)

Por otro lado el anexo (9.1), agrupa a las especies por ciertos requerimientos ecológicos (luz, sombra, pH y materia orgánica) y morfológicos (color de la flor, profundidad de la raíz) que puedan facilitar la selección de especies en función del objetivo de cada programa. Y en el anexo 9.2 se establece una serie de mosaicos que se pueden implementar en el sitio con las especies de estas matrices.

**Cuadro 14. Matriz cualitativa (parte I)**

Matriz Cualitativa									
Familia	Especie	Nombre Común	Distribución	Geofoma	Forma de Crecimiento	Altura m	Cobertura m <sup>2</sup>	Profundidad de la raíz	Requerimiento de luz
Agavaceae	<i>Agave salmiana</i> Otto.	Maguey pulquero, manso o de montaña	Coahuila a Oaxaca	L y P	Arrosetado	1.6	9.6211	Mediana	Sol
	<i>Agave lechugilla</i> Torr.	Lechuguilla, pita, maguey o mezcal	Nuevo Méx. A Texas	L y P	Arrosetado	0.65	0.994	Mediana	Sol
	<i>Yucca filifera</i> Chabaud.	Palma china	Coahuila y Nuevo León al D.F.	L y P	Arbustiva	10	0	Profundo	Sol
Alliaceae	<i>Nothoscordum bivalve</i> Britton.	Cebolleta	Canadá hasta México y Sudamérica	P	Herbácea	0.2	0.0028	Superficial	Sol
Asteraceae	<i>Baccharis conferta</i> Kunth	Escobilla, Hierba del carbonero	San Luis Potosí, Michoacán y Veracruz a Oaxaca	P	Arbustiva	0.36	0.3848	Profunda	Sol
	<i>Dyssodia pentachaeta</i> B.L.Rob.	Parraleña amarilla, parraleña verde	Suroeste E.U y centro México	P	Herbácea	0.14	0.0415	Superficial	Sol y Sombra
	<i>Aphanostephus ramosissimus</i> DC.	NI	Arizona a Texas y Centro de México	P	Herbácea	0.24	0.0298	Superficial	Sol
	<i>Eupatorium espinosarum</i> A.Gray	NI	Tamaulipas a Puebla y Oaxaca	P	Arbustiva	0.4	0.0572	Superficial	Sombra
	<i>Bidens serrulata</i> Desf.	Aceitilla	Zacatecas a Puebla y Oaxaca	P	Herbácea	0.55	0.8659	Mediana	Sol
	<i>Tagetes lunulata</i> Ortega	Flor de muerto, aceitilla, cinco llagas	Norte de México a Centroamérica y Norte de Sudamérica	P	Herbácea	0.43	0.0213	Superficial	Sol
	<i>Flaveria angustifolia</i> Cav	NI	Michoacan, Puebla, Guerrero y Oaxaca	P	Herbácea	0.73	0.0044	Superficial	Sombra
	<i>Gnaphalium canescens</i> DC.	NI	Sur de E.U. hasta el Centro de México	L y P	Herbácea	0.9	0.3318	Superficial	Sol
	<i>Viguiera cordata</i> (Hook. & Arn.) D Arcy	NI	Centro de México hasta Sudamérica	P	Herbácea	2	1.2271	Profunda	Sol
	<i>Townsendia mexicana</i> A.Gray	NI	Sur de Coahuila al D.F.	P	Herbácea	0.1	0.049	Mediana	Sol y Sombra
	<i>Bidens odorata</i> Cav.	Mozoquelite, acahual, rosetilla, rocilla	Nuevo México y Nuevo León a Guatemala	L y P	Herbácea	0.21	0.0132	Superficial	Sol
	<i>Parthenium bipinnatifidum</i> Ortega.	Confitillo	Chihuahua y Nuevo León a Veracruz, Puebla y Guerrero	L	Herbácea	0.26	0.0283	Superficial	Sol
	<i>Heterosperma pinnatum</i> Cav.	Jarilla, aceitilla, cinco llagas	Sureste de E.U. a Honduras	L	Herbácea	0.06	0.0103	Superficial	Sol y Sombra
	<i>Sanvitalia procumbens</i> Lam.	Ojo de gallo, o	Chihuahua a Tamaulipas a Costa Rica	L y P	Herbácea	0.7	0.0706	Superficial	Sol
	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Lechuguilla común, cerraja	Africa, Asia, America, Oceania	L y P	Herbácea	0.4	0.0491	Superficial	Sol
	<i>Matricaria recutita</i> L.	Manzanilla alemana y manzanico	México	L	Herbácea	0.9	0.2375	Superficial	Sol
	<i>Chrysanthemum coronarium</i> L.	Flor de oro y filipéndula	E.U., Perú, México	L	Herbácea	0.84	1.0028	Superficial	Sol y Sombra
	<i>Zaluzania augusta</i> Sch.Bip.	Cenicilla	Agascalientes y San Luis Potosí al D.F.	P	Arbustiva	1.4	1.6513	Mediana	Sol
	<i>Tagetes micranta</i> Cav.	Anisillo	Arizona y Nuevo México al Centro de México	P	Herbácea	0.05	0.0038	Superficial	Sol
	<i>Brickellia veronicifolia</i> (H.B.K.) A. Gray	NI	Valle de México, Sonora y Coahuila a Veracruz y Oaxaca	L	Arbustiva	0.9	2.1642	Mediana	Sol
Brassicaceae	<i>Lepidium virginicum</i> Gren. & Godr.	Lentejilla de campo	E.U., hasta Centroamérica	P	Herbácea	0.2	0.0346	Mediana	Sol y Sombra
	<i>Sisymbrium altissimum</i> L.	Mostacilla alta	E.U. y Argentina	L	Herbácea	0.6	0.2123	Mediana	Sol

**N.O = No observado, N.I = No identificado**

**Cuadro 14. Matriz cualitativa (parte II)**

Matriz Cualitativa (Continuación)									
Familia	Especie	Textura del suelo	pH	Regeneración Natural	Presencia de fauna silvestre	Plagas	Floración	Color de la flor	Usos
Agavaceae	<i>Agave salmiana</i> Otto.	Franco-arenosa	8	Si	Murciélagos	No	Si	Amarillo	Elaboración de fibras textiles, bebidas alcohólicas, ornato
	<i>Agave lechugilla</i> Torr.	Franco-arenosa	8	Si	Aves	No	Si	Verde-amarillo	Ixtle, fibras, licor, papel, medicinal, combustible, forrajero, doméstico, etc.
	<i>Yucca filifera</i> Chabaud.	Franco-arenosa	8	Si	Abejas	No	Si	Blanco-Crema	Fabricación de hormonas, obtención de alcohol y como combustible
Alliaceae	<i>Nothoscordum bivalve</i> Britton.	Franco-arenosa	6	No	Mariposas	No	Si	Blanco-Rosado	NI
Asteraceae	<i>Baccharis conferta</i> Kunth	Franco-arenosa	6	Si	N.O	No	Si	Amarillo	Medicinal, Combustible, Doméstico
	<i>Dyssodia pentachaeta</i> B.L.Rob.	Franco-arenosa	6	No	N.O	No	Si	Amarillo	NI
	<i>Aphanostephus ramosissimus</i> DC.	Franco-arenosa	6	No	N.O	No	Si	Blanco	NI
	<i>Eupatorium espinosarum</i> A.Gray	Franco-arenosa	6	Si	N.O	No	Si	Rojo	NI
	<i>Bidens serrulata</i> Desf.	Franco-arenosa	6	No	Coleópteros	No	Si	Amarillo	Forraje
	<i>Tagetes lunulata</i> Ortega	Franco-arenosa	6	No	N.O	No	Si	Amarillo - Naranja	Medicinal, anticonceptivo y ornamental
	<i>Flaveria angustifolia</i> Cav	Franco-arenosa	6	No	N.O	No	Si	Rojo	NI
	<i>Gnaphalium canescens</i> DC.	Franco-arenosa	8	No	N.O	No	Si	Blanco	NI
	<i>Viguiera cordata</i> (Hook. & Am.) D Arcy	Franco-arenosa	6	Si	Insectos	No	Si	Amarillo	NI
	<i>Townsendia mexicana</i> A.Gray	Franco-arenosa	6	Si	Hormigas	No	Si	Morado	NI
	<i>Bidens odorata</i> Cav.	Franco-arenosa	8	No	N.O	No	Si	Blanco	Forraje, medicinal, comestible
	<i>Parthenium bipinnatifidum</i> Ortega.	Franco-arenosa	8	Si	N.O	No	Si	Blanco	NI
	<i>Heterosperma pinnatum</i> Cav.	Franco-arenosa	8	Si	N.O	No	Si	Amarillo	NI
	<i>Sanvitalia procumbens</i> Lam.	Franco-arenosa	8	No	N.O	No	Si	Naranja	Medicinal
	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Franco-arenosa	8	No	N.O	No	Si	Amarillo	Comestible, medicinal, forraje
	<i>Matricaria recutita</i> L.	Franco-arenosa	8	No	N.O	No	Si	Blanco	Medicinal, fines religiosos y ceremoniales
	<i>Chrysanthemum coronarium</i> L.	Franco-arenosa	8	Si	Insectos	No	Si	Amarillo	Ornamental
	<i>Zaluzania augusta</i> Sch.Bip.	Franco-arenosa	6	Si	N.O	No	Si	Amarillo	Medicinal
	<i>Tagetes micranta</i> Cav.	Franco-arenosa	6	No	N.O	No	Si	Amarillo	Medicinal
	<i>Brickellia veronicifolia</i> (H.B.K.) A. Gray	Franco-arenosa	8	No	N.O	No	NI	NI	Medicinal
Brassicaceae	<i>Lepidium virginicum</i> Gren. & Godr.	Franco-arenosa	6	No	N.O	No	Si	Blanco	Alimento de aves y forraje
	<i>Sisymbrium altissimum</i> L.	Franco-arenosa	8	No	Insectos	No	Si	Amarillo	Comestible (joven); tóxico (maduro) y en grandes cantidades. Fijar suelos.

**N.O = No observado, N.I = No identificado**

**Cuadro 14. Matriz cualitativa (parte III)**

Matriz Cualitativa									
Familia	Especie	Nombre Común	Distribución	Geoforma	Forma de Crecimiento	Altura m	Cobertura m <sup>2</sup>	Profundidad de la raíz	Requerimiento de luz
Bromeliaceae	<i>Hechtia podantha</i> Mez	Guapilla		L y P	Herbácea	0.52	0.9503	Mediana	Sol
Cactaceae	<i>Opuntia robusta</i> Wendl.	Nopal de tuna camuesa, tuna tapona	Valle de México	P	Arbustiva	2	16.15	Mediana	Sol
	<i>Opuntia cantabrigiensis</i> Lynch.	Nopal de tapón		P	Articulada	1	<b>3.19</b>	Mediana	Sol
	<i>Opuntia imbricata</i> Haw.	Cardón	Centro y Sureste de E.U hasta el Centro de México	P	Arbustiva	4	0.8659	Mediana	Sol
	<i>Opuntia tunicata</i> Hort.Berol. ex Pfeiff.	Abrojo	Centro y Sudamérica	P	Difusa	0.4	<b>0.26</b>	Mediana	Sol
	<i>Echinocereus cinerascens</i> Schult.	Organito	Coahuila al Valle de México	L y P	Cespitosa	0.4	0.3318	Mediana	Sol y Sombra
	<i>Ferocactus latispinus</i> Britton & Rose.	Biznaga ganchuda o lengua del demonio	Durango hasta Oaxaca	L y P	Globosa	0.5	<b>0.005</b>	Superficial	Sol y Sombra
Chenopodiaceae	<i>Salsola tragus</i> L.	Cardo ruso, maromero, ruedamundo	Canada, E.U. hasta México	P	Herbácea	0.51	0.0572	Mediana	Sombra
Commelinaceae	<i>Commelina pallida</i> De Wild.	NI	Centro y Sur de México	P	Herbácea	1.5	0.0471	Superficial	Sombra
Convolvulaceae	<i>Ipomoea dumetorum</i> Willd. ex Roem. & Schult.	NI	Texas hasta el sur de México y Sudamerica	P	Herbácea	0.8	0.0078	Superficial	Sombra
	<i>Ipomoea purpurea</i> Roth	Campanita, campanilla, bejuquillo	Sur de E.U. hasta Argentina	P	Herbácea	0.9	0.0032	Superficial	Sol
	<i>Ipomoea stans</i> Cav.	Tumba vaqueros, cacastlapa,	Valle de Mexico	P	Herbácea	0.6	0.1885	Mediana	Sol
Crassulaceae	<i>Sedum ebracteatum</i> Moc. & Sessé	NI	Centro de México	P	Herbácea	0.24	0.0572	Superficial	Sombra
	<i>Sedum calcaratum</i> Rose	NI	Hidalgo	P	Herbácea	0.25	0.7854	Superficial	Sol
Euphorbiaceae	<i>Jatropha dioica</i> Cerv.	Sangregrado, telondilla, sangre de grado	Valle de Mexico	L y P	Arbustiva	0.5	0.0615	Mediana	Sol y Sombra
	<i>Euphorbia dentata</i> Michx.	Hierba de la araña, lechosilla y lechillo	E.U., México, Guatemala, Argentina	L y P	Herbácea	0.3	0.0176	Superficial	Sol
Lamiaceae	<i>Marrubium vulgare</i> L.	Manrubio, marrubio	Valle de Mexico	L	Herbácea	0.74	1.0386	Mediana	Sol
	<i>Salvia melissodora</i> Lag.	NI	Chihuahua a Hidalgo y Oaxaca	P	Herbácea	0.49	0.1734	Superficial	Sol y Sombra
	<i>Salvia chamaedryoides</i> Cav.	NI	Zacatecas y San Luis Potosí al Valle de México	P	Herbácea	0.49	0.43	Superficial	Sol
	<i>Salvia leucanta</i> Cav.	NI	Zacatecas y San Luis Potosí a Morelos	P	Herbácea	2	1.2271	Mediana	Sol
Leguminosae	<i>Medicago polymorpha</i> L.	Carretilla, trébol	América, Oceania	P	Herbácea	0.6	0.7088	Mediana	Sol
	<i>Astragalus mollissimus</i> Torr.	Chinchín, garbancillo, hierba loca	Suroeste de eE.U. al D.F. y Puebla	L	Herbácea	0.15	0.0201	Superficial	Sol
	<i>Acacia schaffneri</i> (S.Watson) F.J.Herm.	Huizache	Oeste de Texas hasta Durango, Tamaulipas, Hidalgo	P	Arbustiva	3	3.976	Profunda	Sol
	<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C.Johnst	Mezquite	Durango, San Luis Potosí a Oaxaca	P	Arbustiva	2.5	76.95	Profunda	Sol
	<i>Dalea bicolor</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Tasajillo, ramoncillo, escobilla	Chihuahua y Coahuila a Veracruz y Oaxaca	L y P	Arbustiva	1	0.2551	Profunda	Sol
	<i>Mimosa biuncifera</i> Benth.	Uña de gato	E.U. hasta Valle de México	P	Arbustiva	1	5.4325	Profunda	Sol

**N.I = No identificado**

**Cuadro 14. Matriz cualitativa (parte IV)**

Matriz Cualitativa (Continuación)									
Familia	Especie	Textura del suelo	pH	Regeneración Natural	Presencia de fauna silvestre	Plagas	Floración	Color de la flor	Usos
Bromeliaceae	<i>Hechtia podantha</i> Mez	Franco-arenosa	7.8	Si	N.O	No	No	Blanco	NI
Cactaceae	<i>Opuntia robusta</i> Wendl.	Franco-arenosa	6	Si	Abejas	No	No	Amarillo	Forrajero, laxantes, alimento, medicinal
	<i>Opuntia cantabrigiensis</i> Lynch.	Franco-arenosa	6	Si	Aves	No	Si	Amarillo	NI
	<i>Opuntia imbricata</i> Haw.	Franco-arenosa	6	Si	Abejas	No	Si	Rosa	El tronco seco para artesanías, comestible (frutos), medicinal.
	<i>Opuntia tunicata</i> Hort.Berol. ex Pfeiff.	Franco-arenosa	6	No	N.O	No	No	Amarillo	NI
	<i>Echinocereus cinerascens</i> Schult.	Franco-arenosa	7.8	Si	N.O	No	Si	Rosa mexicana	Ornamental
	<i>Ferocactus latispinus</i> Britton & Rose.	Franco-arenosa	7.8	No	N.O	No	Si	Púrpura	Comestible
Chenopodiaceae	<i>Salsola tragus</i> L.	Franco-arenosa	6	No	N.O	No	Si	Gris	NI
Commelinaceae	<i>Commelina pallida</i> De Wild.	Franco-arenosa	6	No	N.O	No	Si	Azul-Violeta	NI
Convolvulaceae	<i>Ipomoea dumetorum</i> Willd. ex Roem. & Schult.	Franco-arenosa	6	No	N.O	No	Si	Morado	NI
	<i>Ipomoea purpurea</i> Roth	Franco-arenosa	6	No	N.O	No	Si	Morado	Ornamental y como planta melífera, medicinal
	<i>Ipomoea stans</i> Cav.	Franco-arenosa	6	Si	N.O	No	Si	Morado	Medicinal
Crassulaceae	<i>Sedum ebracteatum</i> Moc. & Sessé	Franco-arenosa	6	Si	Coleópteros	No	Si	Rojo-Naranja	NI
	<i>Sedum calcaratum</i> Rose	Franco-arenosa	6	Si	N.O	No	Si	Rojo	NI
Euphorbiaceae	<i>Jatropha dioica</i> Cerv.	Franco-arenosa	7.8	Si	N.O	No	Si	Blanco	Artesanal, propiedades antringentes usado en medicina vernácula.
	<i>Euphorbia dentata</i> Michx.	Franco-arenosa	7.8	No	N.O	No	Si	Rojo	Como forraje y para uso artesanal.
Lamiaceae	<i>Marrubium vulgare</i> L.	Franco-arenosa	7.8	No	N.O	No	Si	Blanco	Medicinal
	<i>Salvia melissodora</i> Lag.	Franco-arenosa	6	No	N.O	No	Si	Azul	NI
	<i>Salvia chamaedryoides</i> Cav.	Franco-arenosa	6	Si	Arañas	No	Si	Azul	NI
	<i>Salvia leucanta</i> Cav.	Franco-arenosa	6	Si	Insectos	No	Si	Amarillo	NI
Leguminosae	<i>Medicago polymorpha</i> L.	Franco-arenosa	6	Si	Insectos	No	Si	Amarillo	Forrajera, abono, medicinal.
	<i>Astragalus mollissimus</i> Torr.	Franco-arenosa	7.8	Si	N.O	No	Si	Morado	Contiene un alcaloide que tiene efectos neurotóxicos.
	<i>Acacia schaffneri</i> (S.Watson) F.J.Herm.	Franco-arenosa	6	Si	N.O	No	Si	Amarillo	NI
	<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C.Johnst	Franco-arenosa	6	Si	N.O	No	Si	Amarillo	Combustible, doméstico, medicinal, forrajero, planta melífera, etc.
	<i>Dalea bicolor</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Franco-arenosa	7.8	Si	N.O	No	Si	Morado	Forraje
	<i>Mimosa biuncifera</i> Benth.	Franco-arenosa	6	Si	Insectos	No	Si	Blanco	NI

**N.O = No observado, NI = No identificado**



**Cuadro 14. Matriz cualitativa (parte V)**

Matriz Cualitativa (Continuación)									
Familia	Especie	Textura del suelo	pH	Regeneración Natural	Presencia de fauna silvestre	Plagas	Floración	Color de la flor	Usos
Bromeliaceae	<i>Hechtia podantha</i> Mez	Franco-arenosa	7.8	Si	N.O	No	No	Blanco	NI
Cactaceae	<i>Opuntia robusta</i> Wendl.	Franco-arenosa	6	Si	Abejas	No	No	Amarillo	Forrajero, laxantes, alimento, medicinal
	<i>Opuntia cantabrigiensis</i> Lynch.	Franco-arenosa	6	Si	Aves	No	Si	Amarillo	NI
	<i>Opuntia imbricata</i> Haw.	Franco-arenosa	6	Si	Abejas	No	Si	Rosa	El tronco seco para artesanías, comestible (frutos), medicinal.
	<i>Opuntia tunicata</i> Hort.Berol. ex Pfeiff.	Franco-arenosa	6	No	N.O	No	No	Amarillo	NI
	<i>Echinocereus cinerascens</i> Schult.	Franco-arenosa	7.8	Si	N.O	No	Si	Rosa mexicana	Ornamental
	<i>Ferocactus latispinus</i> Britton & Rose.	Franco-arenosa	7.8	No	N.O	No	Si	Púrpura	Comestible
Chenopodiaceae	<i>Salsola tragus</i> L.	Franco-arenosa	6	No	N.O	No	Si	Gris	NI
Commelinaceae	<i>Commelina pallida</i> De Wild.	Franco-arenosa	6	No	N.O	No	Si	Azul-Violeta	NI
Convolvulaceae	<i>Ipomoea dumetorum</i> Willd. ex Roem. & Schult.	Franco-arenosa	6	No	N.O	No	Si	Morado	NI
	<i>Ipomoea purpurea</i> Roth	Franco-arenosa	6	No	N.O	No	Si	Morado	Ornamental y como planta melífera, medicinal
	<i>Ipomoea stans</i> Cav.	Franco-arenosa	6	Si	N.O	No	Si	Morado	Medicinal
Crassulaceae	<i>Sedum ebracteatum</i> Moc. & Sessé	Franco-arenosa	6	Si	Coleópteros	No	Si	Rojo-Naranja	NI
	<i>Sedum calcaratum</i> Rose	Franco-arenosa	6	Si	N.O	No	Si	Rojo	NI
Euphorbiaceae	<i>Jatropha dioica</i> Cerv.	Franco-arenosa	7.8	Si	N.O	No	Si	Blanco	Artesanal, propiedades antringentes usado en medicina vernácula.
	<i>Euphorbia dentata</i> Michx.	Franco-arenosa	7.8	No	N.O	No	Si	Rojo	Como forraje y para uso artesanal.
Lamiaceae	<i>Marrubium vulgare</i> L.	Franco-arenosa	7.8	No	N.O	No	Si	Blanco	Medicinal
	<i>Salvia mellissodora</i> Lag.	Franco-arenosa	6	No	N.O	No	Si	Azul	NI
	<i>Salvia chamaedryoides</i> Cav.	Franco-arenosa	6	Si	Arañas	No	Si	Azul	NI
	<i>Salvia leucanta</i> Cav.	Franco-arenosa	6	Si	Insectos	No	Si	Amarillo	NI
Leguminosae	<i>Medicago polymorpha</i> L.	Franco-arenosa	6	Si	Insectos	No	Si	Amarillo	Forrajera, abono, medicinal.
	<i>Astragalus mollissimus</i> Torr.	Franco-arenosa	7.8	Si	N.O	No	Si	Morado	Contiene un alcaloide que tiene efectos neurotóxicos.
	<i>Acacia schaffneri</i> (S.Watson) F.J.Herm.	Franco-arenosa	6	Si	N.O	No	Si	Amarillo	NI
	<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C.Johnst	Franco-arenosa	6	Si	N.O	No	Si	Amarillo	Combustible, doméstico, medicinal, forragero, planta melífera, etc.
	<i>Dalea bicolor</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Franco-arenosa	7.8	Si	N.O	No	Si	Morado	Forraje
	<i>Mimosa biuncifera</i> Benth.	Franco-arenosa	6	Si	Insectos	No	Si	Blanco	NI

**N.O = No observado, N.I = No identificado**



**Cuadro 14. Matriz cualitativa (parte VI)**

Matriz Cualitativa (Continuación)									
Familia	Especie	Textura del suelo	pH	Regeneración Natural	Presencia de fauna silvestre	Plagas	Floración	Color de la flor	Usos
Loasaceae	<i>Mentzelia hispida</i> Willd.	Franco-arenosa	6	No	Arañas	No	Si	Naranja	Medicinal
Malvaceae	<i>Sphaeralcea angustifolia</i> G.Don.	Franco-arenosa	6	Si	N.O	No	Si	Rosa	Forraje, pesticida, domésticos, medicinales
Nyctaginaceae	<i>Boerhavia diffusa</i> L.	Franco-arenosa	7.8	No	N.O	No	Si	Morado	NI
Onagraceae	<i>Oenothera kunthiana</i> Munz	Franco-arenosa	6	No	N.O	No	Si	Morado	NI
	<i>Oenothera elata</i> H.B.K.	Franco-arenosa	7.8	Si	N.O	No	Si	Rosa	Ornamental
Plantaginaceae	<i>Plantago nivea</i> Kunth	Franco-arenosa	6	No	N.O	No	Si	Morado	NI
Poaceae	<i>Bouteloua curtipendula</i> Torr.	Franco-arenosa	7.8	Si	N.O	No	NI		NI
	<i>Eragrostis intermediaria</i> Hitchc.	Franco-arenosa	6	Si	N.O	No	Si	Blanco	NI
	<i>Chloris virgata</i> Sw.	Franco-arenosa	6	Si	N.O	No	Si	Verde-amarillo	NI
	<i>Hilaria cenchroides</i> H.B.K.	Franco-arenosa	6	No	N.O	No	NI		NI
	<i>Hordeum jubatum</i> L.	Franco-arenosa	7.8	No	N.O	No	NI		NI
Polemoniaceae	<i>Loeselia glandulosa</i> G.Don	Franco-arenosa	6	No	Insectos	No	Si	Morado	Medicinal y forrajero.
Portulacaceae	<i>Talinum lineare</i> H.B.K	Franco-arenosa	6	No	N.O	No	Si	Vino	NI
Rubiaceae	<i>Bouvardia ternifolia</i> Schltld.	Franco-arenosa	7.8	Si	N.O	No	SI	Rojo	Medicinal
Scrophulariaceae	<i>Lamourouxia dasyantha</i> Cham. & Schltld.	Franco-arenosa	6	No	N.O	No	Si	Rosa	Se elabon ramos para adornar el altar el día de muertos
	<i>Maurandya barclaiana</i> Lindl.	Franco-arenosa	7.8	Si	N.O	No	Si	Morado	NI
Solanaceae	<i>Solanum elaeagnifolium</i> Cav.	Franco-arenosa	6	Si	N.O	No	Si	Morado	Medicinales, para hacer queso
	<i>Solanum heterodoxum</i> Dunal	Franco-arenosa	6	No	N.O	No	Si	Morado	NI
	<i>Solanum corymbosum</i> Jacq.	Franco-arenosa	7.8	No	N.O	No	Si	Morado	NI
	<i>Solanum nigrescens</i> Mart. & Gal	Franco-arenosa	6	No	Coleópteros	No	Si	Blanco	Comestible, medicinal y como forraje
Valerianaceae	<i>Valeriana vaginata</i> Kunth.	Franco-arenosa	6	No	N.O	No	Si	Blanco	NI
Verbenaceae	<i>Verbena menthaefolia</i> Benth	Franco-arenosa	6	Si	N.O	No	Si	Morado	Forraje y medicinal.
	<i>Verbena canescens</i> Kunth	Franco-arenosa	6	No	N.O	No	Si	Morado	Se utiliza como forraje y medicinal.

**N.O = No observado, N.I = No identificado**

## V. CONCLUSIONES

Las especies identificadas presentan características en función de la geoforma (ladera o planicie).

Las especies de ladera presentan formas de crecimiento herbáceo, sistemas radicales poco profundos y porte bajo (<150 cm). La forma de Raunkiaer dominante fue la terófito.

Las especies de planicie presentan formas de crecimiento principalmente: arbustivo, sistemas radicales medianamente profundos a profundos y de porte mediano a alto (>150 cm). La forma de Raunkiaer dominante fue la fanerófito.

La diversidad de especies y la densidad de individuos es una función de la geoforma.

En la ladera predominan pocas especies con alta densidad.

En la planicie, se observó una mayor diversidad de especies con una menor densidad de individuos.

Del total de las especies identificadas en la ladera, el 79% se recomienda para su colonización en Programas de Recuperación de cubierta vegetal y 68% para planicie.

Las especies recomendadas tanto para ladera como para planicie son aquellas que presentan un IEE entre seis y diez y el 80 % de los atributos cualitativos.

La matriz cuantitativa permite la identificación rápida de especies con un alto potencial de establecimiento y colonización.

Aunque estas son especies típicas de un matorral xerófilo, son especies que se pueden utilizar en sitios donde la temperatura y la humedad son similares.

### **Sugerencias.**

El listado de especies generado en este trabajo permite identificar aquellas especies vulnerables que bajo las condiciones ambientales actuales, no se regeneran, por lo que es importante evaluarlas en programas de rescate y conservación de especies.

## VIII. REFERENCIAS

ARIAS-TOLEDO A. 2000. LAS PLANTAS DE ZAPOTITLÁN SALINAS, PUEBLA: UN FOLLETO DE DIVULGACIÓN Y CONSERVACIÓN. TESIS DE LICENCIATURA EN BIOLOGÍA, FACULTAD DE CIENCIAS, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MÉXICO, MÉXICO, D.F. 126 PP.

ALTIERI M.A. 1999. AGROECOLOGÍA. BASES CIENTÍFICAS PARA UNA AGRICULTURA SUSTENTABLE. NORDAN COMUNIDAD, NEW YORK. 325 PP

ARONSON J., BLIGNAUT J.N., MILLTON S.J. Y CLEWELL A.F. 2006. NATURAL CAPITAL: THE LIMITING FACTOR. *ECOLOGY* 28:1-5.

ARROYO M.T.K., SQUEO F.A., ARMESTO J.J. Y VILLAGRAN C. 1988. EFFECTS OF ARIDITY ON PLANT DIVERSITY IN THE NORTHERN CHILE ANDES. *ANNALS OF THE MISSOURI BOTANICAL GARDEN* 75: 55-78.

BARNEBY R. C. 1989. INTERMOUNTAIN FLORA. FABALES, VOLUMEN. 3, PART B. NEW YORK BOTANICAL GARDEN BRONX, NEW YORK. 11-279 PP.

BARNES R.D. 1990. SELECTION Y BREEDING STRATEGIES FOR INDIGENOUS Y MULTIPURPOSE TREES. PAPER PREPARED FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT RESEARCH CENTER WORKSHOP ON INDIGENOUS Y MULTIPURPOSE TREES. BULAWAYO, ZIMBABWE. 25-29 PP.

BARROW C.J. 1991. LAND DEGRADATION. DEVELOPMENT AND BREAKDOWN OF TERRESTRIAL ENVIRONMENTS. CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS. N.Y

BEGON M., HARPER J.L. Y TOWNSEND C.R. 1990. ECOLOGY. INDIVIDUALS, POPULATIONS AND COMMUNITIES. BLACKWELL. OXFORD.

BONET A. 2002. GESTIÓN DE ESPACIOS PROTEGIDOS. MATERIALES DOCENTES 2002-2003. DEPARTAMENTO DE ECOLOGÍA, UNIVERSIDAD DE ALICANTE, ESPAÑA.

BOTANIC GARDENS CONSERVATION INTERNATIONAL. 1995. HANDBOOK FOR BOTANIC GARDENS ON THE REINTRODUCTION OF PLANTS TO THE WILD.

BRADSHAW A. D. 1987. THE RECONSTRUCTION OF ECOSYSTEMS. *JOURNAL OF APPLIED ECOLOGY* 20:1- 17.

BRAUN-BRAUNQUET J. 1979. FITOSOCIOLOGÍA BASES PARA EL ESTUDIO DE LA COMUNIDADES VEGETALES. TRADUCCIÓN DEL INGLÉS 1932. PLANT SOCIOLOGY, THE STUDY OF PLANT COMMUNITY. BLUME DE. 820 PP.

BRAVO H. 1978. LAS CACTÁCEAS DE MÉXICO. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, VOLUMEN 1, SEGUNDA EDICIÓN. EDITORIAL UNIVERSITARIA, MÉXICO. 30-40 PP.

BRUMMITT R.K. Y POWEL C.E. 1992. AUTOR OF PLANT NAMES. ROYAL BOTANIC GARDENS, KEW. 732 PP

CALLAWAY R. 1995. POSITIVE INTERACTIONS AMONG PLANTS. BOTANICAL REVIEW.

CALVO D. 2004. CIENCIAS DA TERRA E MEDIOAMBIENTAIS. MC GRAW HILL..

CAMARGO-RICALDE S. L. 2000. DESCRIPCIÓN, DISTRIBUCIÓN, ANATOMÍA, COMPOSICIÓN QUÍMICA Y USOS DE MIMOSA TENUIFLORA (FABACEAE-MIMOSOIDEAE) EN MÉXICO. REVISTA DE BIOLOGÍA TROPICAL. 48 PP.

CAMARGO-RICALDE S.L., GREYER R. Y MARTÍNEZ-BERNAL A. 1995. CUATRO ESPECIES OPORTUNISTAS DEL GÉNERO MIMOSA (LEGUMINOSAE) EN MÉXICO. CONTACTOS 10: 5-15.

CAMARGO-RICALDE S.L., GREYER R., MARTÍNEZ-BERNAL A., GARCÍA-GARCÍA V. Y BARRIOS DEL ROSAL S. 2000. ESPECIES ÚTILES DEL GÉNERO MIMOSA L (FABACEAE-MIMOSOIDEAE) EN MÉXICO, BOLETÍN DE LA SOCIEDAD BOTÁNICA DE MÉXICO. 68:33-44.

CHALLENGER A. 1998. UTILIZACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS TERRESTRES DE MÉXICO: PASADO, PRESENTE Y FUTURO. COMISIÓN NACIONAL PARA EL USO Y CONOCIMIENTO DE LA BIODIVERSIDAD, INSTITUTO DE BIOLOGÍA DE LA UNAM Y AGRUPACIÓN SIERRA MADRE S.C., MÉXICO.

CLEWELL A., RIEGER J. Y MUNRO, J. 2000. GUIDELINES FOR DEVELOPING AND MANAGING ECOLOGICAL RESTORATION PROJECTS. SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION.

COLLETE J.P. 2007. HISTORIA DE LAS MATEMÁTICAS I, SÉPTIMA EDICIÓN, EDITORES SIGLO XXI.

CONY M.A. 1995 REFORESTACIÓN DE ZONAS ÁRIDAS Y SEMIÁRIDAS CON ÁRBOLES DE MULTIPROPÓSITO.

CRONQUIST A. 1987. BOTÁNICA BÁSICA. SEGUNDA IMPRESIÓN EN ESPAÑOL. COMPAÑÍA EDITORIAL CONTINENTAL, S.A. MÉXICO, D. F.

CRUZ C.R. 1969. CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO DE LA ECOLOGIA DE LOS PASTIZALES EN EL VALLE DE MÉXICO. TESIS. ESCUELA NACIONAL DE CIENCIAS BIOLÓGICAS. MÉXICO, D. F. 235 PP.

DAMA. 2000. PROTOCOLO DISTRITAL DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA. GUÍA PARA LA RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS NATIVOS EN LAS ÁREAS RURALES DE SANTA FÉ DE BOGOTÁ.

DE LA ROSA J. Y MONRON A. A. 2006. MOSAICOS DE VEGETACIÓN PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE UNA ZONA SEMIÁRIDA. TIP REVISTA ESPECIALIZADA EN CIENCIAS QUÍMICO-BIOLÓGICAS. 9(2): 96-100, 2006.

EHLERINGER J.R. Y MOONEY H.A. 1983. PRODUCTIVITY OF DESERT AND MEDITERRANEAN-CLIMATE PLANTS. IN PHYSIOLOGICAL PLANT ECOLOGY IV (EDS. O.L. LANGE, P.S. NOBEL, C.B. OSMOND & H. ZIEGLER), SPRINGER-VERLAG, BERLIN. 205-231 PP.

EHLERINGER J.R. 1985. ANNUALS AND PERENNIALS OF WARM DESERTS. IN PHYSIOLOGICAL ECOLOGY OF NORTH AMERICAN PLANT COMMUNITIES (EDS. H.A. MOONEY & B.F. CHABOT) 162-180 PP.

EHLERINGER J.R., PHILLIPS S.L., SCHUSTE W.F.S. Y SANDQUIST D.R. 1991. DIFFERENTIAL UTILIZATION OF SUMMER RAINS BY DESERT PLANTS: IMPLICATIONS FOR COMPETITION AND CLIMATE CHANGE. *OECOLOGIA* 88: 430-43.

ENRÍQUEZ-ENRIQUEZ E.D., KOCH S.D. Y GONZÁLEZ-ELIZONDO M.S. 2003. FLORA Y VEGETACIÓN DE LA VEGETACIÓN DE LA SIERRA DE ÓRGANOS, MUNICIPIO DE SOMBRETE, ZACATECAS, MÉXICO. *ACTA BOTANICA MEXICANA*, 64: 45-89.

ESTRADA A. E. Y MARTÍNEZ A. 2000. LEGUMES FROM THE CENTRAL PART OF THE STATE OF CHIHUAHUA, MÉXICO. *SIDA* 19(2): 351-360.

EWEL J.J. 1987. RESTORATION IS THE ULTIMATE TEST OF ECOLOGICAL THEORY. CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS, NEW YORK.

GARCÍA E. 2003. MODIFICACIONES AL SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE CLIMAS DE KOPPEN, UNAM.

GARNER W. Y STEINGERBER Y. 1989. A PROPOSED MECHANISM FOR THE FORMATION OF FERTILE ISLANDS IN THE DESERT ECOSYSTEMS. *JOURNAL OF ARID ENVIROMENTS*.

GRANADOS S.D. Y TAPIA V.R. 2002. COMUNIDADES VEGETALES, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO, MÉXICO. 235 PP

GRAY D.H. Y LEISER A. T. 1982. BIOTECHNICAL SLOPE PROTECTION AND EROSION CONTROL, VAN NOSTRAND-REINHOLD, NEW YORK. 217 PP.

GUTIÉRREZ J.R. 1993. DESERTIFICATION EFFECTS ON EPHEMERAL PLANTS IN THE CHILEAN COASTAL DESERT. *REVISTA CHILENA DE HISTORIA NATURAL* 66: 337-344.

HACAR M. Y BERMEJO C. 1996. ACCIDENTES Y CATÁSTROFES (PRIMERA PARTE). MAP & SIG CONSULTING S.L. MADRID.

HADLEY F. Y SZAREK S.R. 1981. PRODUCTIVITY OF DESERT ECOSYSTEMS. *BIOSCIENCE* 31: 747-753.

HARKER D., GARY L., HARKER K., EVANS S. Y EVANS M. 2000. LANDSCAPE RESTORATION HANDBOOK. SECOND EDITION. LEWIS PUBLISHERS. NEW YORK.

HICKMAN J. C. 1970. SEASONAL COURSE OF XYLEM SAP TENSION. *ECOLOGY* 51: 1052-1056.

HUGHES C.E. Y STYLES B.T. 1989. THE BENEFITS Y RISKS OF WOODY LEGUME INTRODUCTIONS. IN: C. H. STIRTON Y J.L. ZARUCCHI (EDS.). *ADVANCES IN LEGUME BIOLOGY. MONOGRAPS SYSTEMATIC BOTANY FORM THE MISSOURI BOTANICAL GARDEN*. 29: 505-531.

JACKSON M.L. 1964. ANÁLISIS QUÍMICOS DE SUELOS. TRADUCCIÓN AL ESPAÑOL DE J.BELTRÁN. OMEGA. BARCELONA, ESPAÑA.

JACKSON L. 1992. THE ROLE OF ECOLOGICAL RESTORATION IN CONSERVATION BIOLOGY. IN: FIELDER AND JAIN.

- KAUFMANN M.R., GRAHAM R.T., BOYCE JR., D.A.; MOIR W.H. PERRY L., REYNOLDS R.T., BASSETT R.L., MEHLHOP P., EDMINSTER C.B., BLOCK W.M. Y CORN P.S. 1994. AN ECOLOGICAL BASIS FOR ECOSYSTEM MANAGEMENT. GEN. TECH. REP. FORT COLLINS: U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE, FOREST SERVICE, ROCKY MOUNTAIN FOREST AND RANGE EXPERIMENT STATION.
- KOZLOWSKI T.T., KRAMER P. J. Y PALLARDY S. G. 1991. THE PHYSIOLOGICAL ECOLOGY OF WOODY PLANTS. ACADEMIC PRESS, TORONTO.
- LARCHER W. 1995. PHYSIOLOGICAL PLANT ECOLOGY. ECOPHYSIOLOGY AND STRESS PHYSIOLOGY OF FUNCTIONAL GROUPS. SPRINGER- VERLAG, BERLIN-HEIDELBERG.
- LEVITT J. 1980. RESPONSES OF PLANTS TO ENVIRONMENTAL STRESSES. VOLUMEN II, 2ND EDICIÓN. ACADEMIC PRESS, NEW YORK.
- MAC MAHON J.A. Y SCHIMPF D.J. 1981. WATER AS A FACTOR IN THE BIOLOGY OF NORTH AMERICAN PLANTS. IN: EVANS, D.D. AND THAMES, J.L. 114-171 PP.
- MACHADO A. 2003. RESTAURACIÓN ECOLÓGICA: UNA INTRODUCCIÓN AL CONCEPTO (1), REVISTA DEL MEDIO AMBIENTE. CONSEJERÍA DE POLICÍA TERRITORIAL Y MEDIO AMBIENTE, CANARIAS, GOBIERNO DE CANARIAS. 21-22 PP.
- MACKINNON, J. 1990. MANEJO DE ÁREAS PROTEGIDAS EN LOS TRÓPICOS. UICN-PNUMA. 314 PP.
- MALCHIS G. 1993. ÁREAS PROTEGIDAS EN UN MUNDO CAMBIANTE: LOS ASPECTOS CIENTÍFICOS. EN PARQUES Y PROGRESO. UICN, BID. IV CONGRESO MUNDIAL DE PARQUES Y ÁREAS PROTEGIDAS. CARACAS, VENEZUELA. 37-53 PP.
- MATOS J. Y BALLATE A. 2003. MEMORIAS VII SIMPOSIO DE BOTÁNICA (7:2003, JUNIO 23-28, LA HABANA) CD. ROM. INSTITUTO DE ECOLOGÍA Y SISTEMÁTICA.
- MEFFE G. K. Y CARROL C. R. 1994. PRINCIPLES OF CONSERVATION BIOLOGY. SINAUER ASSOCIATES, INC. SUNDERLAND, MASSACHUSETTS.
- MOSTACEDO F. Y FREDERICKSEN T.S. 2000. MANUAL DE MÉTODOS BÁSICOS DE MUESTREO Y ANÁLISIS EN ECOLOGÍA VEGETAL. EL PAÍS. BOLIVIA. 92 PP.
- MURRAY W.N. 2006. INTRODUCCIÓN A LA BOTÁNICA. PEARSON. ESPAÑA. 744 PP.
- NAVARRO G. Y FUENTES A. 1999. GEBOTÁNICA Y SISTEMAS ECOLÓGICOS DE PAISAJE EN EL GRAN CHACO DE BOLIVIA. EN: REVISTA BOLIVIANA DE ECOLOGÍA Y CONSERVACIÓN AMBIENTAL 5:25-50.
- NORMA OFICIAL MEXICANA (NOM-059-SEMARNAT). 2001. PROTECCIÓN AMBIENTAL. ESPECIES NATIVAS DE MÉXICO DE FLORA Y FAUNA SILVESTRES. CATEGORÍAS DE RIESGO Y ESPECIFICACIONES PARA SU INCLUSIÓN, EXCLUSIÓN O CAMBIO. LISTA DE ESPECIES EN RIESGO. 153 PP.

OLSEN S.R. Y SOMERS L.E. 1982. PHOSPHORUS. IN: A. L. PAGE (EDS.) METHODS OF SOIL ANALYSIS. AGRONOMY 9 PART 2. AMERICAN SOCIETY OF AGRONOMY. MADISON, WISCONSIN, USA. 420-422 PP.

OROZCO A. M. S. 2003. ECOLOGÍA FUNCIONAL DE CUATRO ESPECIES DEL GENERO MIMOSA (LEGUMINOSA) EN LA CUENCA DEL RÍO ESTÓRAX, EN EL ESTADO DE QUERÉTARO, MÉXICO. TESIS DE DOCTORADO, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA, MÉXICO. 247 PP.

PALMER M.A., FALK D.A. Y JOY B. 2007. FOUNDATIONS OF RESTORATION ECOLOGY ISLAND PRESS. WASHINGTON. 397 PP.

PARMINTER J., DAIGE P. 2000. LANDSCAPE ECOLOGY AND NATURAL DISTURBANCE: RELATIONSHIPS TO BIODIVERSITY. BRITISH COLUMBIA MINISTRY OF FORESTS RESEARCH PROGRAM.

PEDROTI F., VENANZONI R. Y SUAREZ E. 1988. COMUNIDADES VEGETALES DEL VALLE DE CAPINOTA (COCHABAMBA-BOLIVIA). EN: ECOLOGÍA EN BOLIVIA II. 25-45 PP.

POLIS G.A. 1991. DESERT COMMUNITIES: AN OVERVIEW OF PATTERNS AND PROCESSES. EN (G.A. POLIS, ED.): THE ECOLOGY OF DESERT COMMUNITIES.. THE UNIVERSITY OF ARIZONA PRESS, TUCSON. 1-26 PP.

PRIMACK, R. B. 2000. A PRIMER OF CONSERVATION BIOLOGY, SINAUER ASSOCIATES, INC. PUBLISHERS. SUNDERLAND. MASSACHUSETTS, U.S.A.

RAUNKIAER C. 1934. THE LIFE FORMS OF PLANTS AND STATISTICAL PLANT GEOGRAPHY. CLAREDON, OXFORD. 632 PP.

REYNOLDS J.F., VIRGINIA R.A., KEMP P.R., DE SOYZA A.G. Y TREMMEL D.C. 1999. IMPACT OF DROUGHT ON DESERT SHRUBS: EFFECTS OF SEASONALITY AND DEGREE OF RESOURCE ISLAND DEVELOPMENT. ECOLOGICAL MONOGRAPHY 69: 60-106 PP.

RONDÓN J.A. Y VIDAL R. 2005. ESTABLECIMIENTO DE LA CUBIERTA VEGETAL EN ÁREAS DEGRADADAS. PRINCIPIOS Y MÉTODOS. REVISTA FORESTAL LATINOAMERICANA. N° 38/2005. 63 – 82 PP.

RZEDOWSKI J. 1966. VEGETACIÓN DEL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ. ACTA CIENTÍFICA POTOSINA 5:5-291

RZEDOWSKI J. 1954. VEGETACIÓN DEL PEDREGAL DE SAN ÁNGEL, DISTRITO FEDERAL. ANUARIO ESCUELA NACIONAL DE CIENCIAS BIOLÓGICAS. MÉXICO.

RZEDOWSKI J. 2006. 1RA. EDICIÓN DIGITAL, COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD. MÉXICO.

SCHANTZ H.L. 1954. THE PLACE OF GRASSLANDS IN THE EARTH'S COVER OF VEGETATION. ECOLOGY 35: 143-145 PP.

SEMARNAT. 2001. PLAN ESTRATÉGICO FORESTAL PARA MÉXICO 2025. COMISIÓN NACIONAL FORESTAL.



**SHREVE F. 1951. VEGETATION OF THE SONORAN DESERT. CARNEGIE. INSTITUTION OF WASHINGTON. PUB. 591:1 – 192.**

SMITH S.D. Y NOBEL P.S. 1986. DESERTS. EN (N.R. BAKER & S.P. LONG, EDS.): PHOTOSYNTHESIS IN CONTRASTING ENVIRONMENTS. ELSEVIER. 13-62 PP.

SMITH S.D. Y NOWAK R.S. 1990. ECOPHYSIOLOGY OF PLANT IN THE INTERMOUNTAIN LOWLANDS. IN: C.B. OSMOND, L.F. PITELKA, G.M. HUDY (EDS.). PLANT BIOLOGY OF THE BASIN AND RANGE. SPRINGER VERIAG, NEW YORK. 179-241 PP.

SQUEO F. A., CAVIERES L.A., ARANCIO G., NOVOA J.E., MATTHEI O., MARTICORENA C., RODRÍGUEZ R., ARROYO M.T.K. Y MUÑOZ M. 1998. BIODIVERSIDAD DE LA FLORA VASCULAR EN LA REGIÓN DE ANTOFAGASTA, CHILE. REVISTA CHILENA DE HISTORIA NATURAL 71: 571-591 PP.

SQUEO F.A., EHLERINGER J.R., OLIVARES N. Y ARANCIO G. 1994. VARIATION IN LEAF LEVEL ENERGY BALANCE COMPONENTS OF ENCELIA CANESCENS ALONG A PRECIPITATION GRADIENT IN NORTH-CENTRAL CHILE. REVISTA CHILENA DE HISTORIA NATURAL. 67: 143-155 PP.

SUTHERLAND J.W. 2000, THE CONSERVATION HANDBOOK, RESEARCH, MANAGEMENT AND POLICY, BLANCKWELL SCIENCE LTD, EDITORIAL OFFICES.

TERRADAS J. 1996. INTRODUCCIÓ ALS ECOSISTEMES MEDITERRANIS: CLIMA I CONDICIONS DE VIDA. EN TERRADAS, J., (COOR), 1996. ECOLOGIA DEL FOC. PROA. BARCELONA.

TOLEDO V. M. 1988. LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA DE MÉXICO. CIENCIA Y DESARROLLO. 81: 17-30 PP.

VALIENTE- BANUET A. Y EZCURRA E. 1991. SHADE AS A CAUSE OF THE ASSOCIATION BETWEEN THE CACTUS NEOBUXBAUMIA TETETZO AND THE NURSE PLANT MIMOSA LUISIANA IN THE TEHUACÁN VALLEY MÉXICO. JOURNAL OF ECOLOGY.

VALIENTE-BANUET A., VITE F. Y ZAVALA-HURTADO A. 1991. INTERACTION BETWEEN THE CACTUS NEOBUXBAUMIA TETETZO AND THE NURSE SHRUB MIMOSA LUISANA. JOURNAL OF VEGETATION SCIENCE 2: 11-14 PP.

VÁZQUEZ-YANES C. Y BATIS I. 1996. ADOPCIÓN DE ÁRBOLES NATIVOS VALIOSOS PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA Y LA REFORESTACIÓN, CENTRO DE ECOLOGÍA, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. MÉXICO, D.F.

VILLARREAL J. A., VALDÉS R. J. Y VILLASEÑOR J. L. 1996. COROLOGÍA DE LAS ASTERACEAE DE COAHUILA, MÉXICO. ACTA BOTÁNICA MEXICANA. 36: 29-42 PP.

VILLASEÑOR J. L. 1993. LA FAMILIA ASTERACEAE EN MÉXICO. VOL. ESP. (XLIV) REVISTA DE LA SOCIEDAD MEXICANA DE HISTORIA NATURAL. 117-124 PP.

VITOUSEK P. M., MOONEY H. A., LUBCHENCO J., Y MELILLO J. M. 1997. HUMAN DOMINATION OF EARTH'S ECOSYSTEMS. SCIENCE VOL. 277. 494 – 499 PP.

WHITE P.S. Y PICKETT T.A. 1985. NATURAL DISTURBANCE AND PATCH DYNAMICS: AN INTRODUCTION. IN S.T.A. PICKETT AND P.S. WHITE (EDS.), THE ECOLOGY OF NATURAL DISTURBANCE AND PATCH DYNAMICS, ACADEMIC PRESS, NEW YORK. 3-13 PP.

WHITTAKER R.H. Y NIERING W.A. 1975. VEGETATION OF THE SANTA CATALINA MOUNTAINS, ARIZONA. BIOMASS, PRODUCTION, AND DIVERSITY ALONG THE ELEVATION GRADIENT. ECOLOGY 56: 771-790 PP.

## IX. ANEXO

### 9.1 REQUERIMIENTO DE HÁBITAT

---

a) **POR EL PH EN QUE MEJOR SE DESARROLLAN O  
LLEGAN A TOLERAR**

**EN PH ACIDO (PH MENOR QUE7)**

Pega ropa (*Mentzelia hispida*)

Hierba del negro (*Sphaeralcea angustifolia*)

Ojo de gallo (*Sanvitalia procumbens*)

Trompillo (*Solanum eleagnifolium*)

Mantequilla (*Verbena canescens*)

Bercul (*Verbena menthaefolia*)

Aceitilla (*Bidens serrulata*)

Escobilla (*Baccharis conferta*)

Cebolleta (*Nothoscordum bivalve*)

Anisillo (*Tagetes micrantha*)

Cenicilla (*Zaluzania augusta*)

Aceitilla (*Tagetes lunulata*)

Lentejilla de campo (*Lepidium virginicum*)

---

**b) POR EL PH EN QUE MEJOR SE DESARROLLAN O  
LLEGAN A TOLERAR**

**EN PH ACIDO (PH MENOR QUE7)**

Pega ropa (*Mentzelia hispida*)

Hierba del negro (*Sphaeralcea angustifolia*)

Ojo de gallo (*Sanvitalia procumbens*)

Trompillo (*Solanum eleagnifolium*)

Mantequilla (*Verbena canescens*)

Bercul (*Verbena menthaefolia*)

Aceitilla (*Bidens serrulata*)

Escobilla (*Baccharis conferta*)

Cebolleta (*Nothoscordum bivalve*)

Anisillo (*Tagetes micrantha*)

Cenicilla (*Zaluzania augusta*)

Aceitilla (*Tagetes lunulata*)

Lentejilla de campo (*Lepidium virginicum*)

---

**C) POR EL PH EN QUE MEJOR SE DESARROLLAN O LLEGAN A TOLERAR**

**EN PH ALCALINO (PH MAYOR QUE 7)**

Maguey pulquero (*Agave salmiana*)  
Lechuguilla (*Agave lechuguilla*)  
Palma china (*Yucca filifera*)  
Mozoquelite (*Bidens odorata*)  
Confitillo (*Parthenium bipinnatifidum*)  
Jarilla (*Heterosperma pinatum*)  
Ojo de gallo (*Sanvitalia procumbens*)  
Lechuguilla común (*Sonchus oleraceus*)  
Manzanilla alemana (*Matricaria recutita*)  
Flor de oro (*Chrysanthemum coronarium*)  
Mostacilla alta (*Brickellia veronicifolia*)  
Guapilla (*Hecthia podantha*)  
Organito (*Echinocereus cinerascens*)  
Lengua del deminio (*Ferocactus latispinus*)  
Sangregado (*Jatropha dioica*)  
Hierba de la araña (*Euphorbia dentata*)  
Marrubio (*Marrubium vulgare*)  
Chinchin (*Astragalus mollissimus*)  
Tasajillo (*Dalea bicolor*)  
Cola de ardilla (*Hordeum jubatum*)  
Trompetilla (*Bouvardia ternifolia*)  
*Boerhavia diffusa*  
*Oenothera eleata*  
*Bouteloa curtipendula*

---

**D) TOLERANTES O NO A LA SOMBRA**

<b>NO TOLERAN LA SOMBRA</b>	<b>TOLERAN LA SOMBRA</b>
<b>MOZOQUELITE (BIDENS ODORATA)</b>	<b>CARDO RUSO (SALSOLA</b>
<b>OJO DE GALLO (SANVITALIA</b>	<b>TRAGUS)</b>
<b>PROCUMBENS)</b>	<b>BERCUL (VERBENA</b>
<b>CENICILLA (ZALUZANIA AUGUSTA)</b>	<b>MENTHAEFOLIA)</b>
<b>UÑA DE GATO (MIMOSA</b>	<b>MANTEQUILLA (VERBENA</b>
<b>BIUNCIFERA)</b>	<b>CANESCENS)</b>
<b>LECHUGUILLA (AGAVE</b>	<b>COMMELINA PALLIDA</b>
<b>LECHUGUILLA)</b>	<b>IPOMOEAE DUMETORUM</b>
<b>GUAPILLA (HECTHIA PODANTHA)</b>	<b>LAMOUREUXIA DASYANTHA</b>
<b>RAMONCILLO (DALEA BICOLOR)</b>	<b>MAURANDYA BARCLAIANA</b>
<b>PALMA CHINA (YUCCA FILIFERA)</b>	<b>EUPATORIUM ESPINOSARUM</b>
<b>CEBOLLETA (NOTHOSCORDUM</b>	<b>FLAVERIA ANGUSTIFOLIA</b>
<b>BIVALVE)</b>	
<b>MAGUEY PULQUERO (AGAVE</b>	
<b>SALMIANA)</b>	
<b>TROMPETILLA (BOUVARDIA</b>	
<b>TERNIFOLIA)</b>	
<b>CAMPANITA (IPOMOEAE PURPUREAE)</b>	
<b>TUMBA VAQUEROS (IPOMOEAE</b>	
<b>STANS)</b>	
<b>MEZQUITE (PROSOPIS LAEVIGATA)</b>	
<b>CARDÓN (OPUNTIA IMBRICATA)</b>	
<b>LENGUA DEL DEMONIO</b>	
<b>(FEROCACTUS LATISPINUS)</b>	
<b>HUIZACHE (ACACIA FARNESIANA)</b>	
<b>OENOTHERA ELATA</b>	
<b>VIGUIERA CORDATA</b>	

**E) TIPO DE RAÍCES QUE DESARROLLAN EN CONDICIONES ÓPTIMAS DE SUELO**

<b>CON RAÍCES SUPERFICIALES</b>	<b>CON RAÍCES MEDIANAMENTE PROFUNDAS</b>	<b>CON RAÍCES PROFUNDAS</b>
Cebolleta ( <i>Nothoscordum bivalve</i> )	Maguey pulquero ( <i>Agave salmiana</i> )	Palma china ( <i>Yucca filifera</i> )
Parraleña amarilla ( <i>Dyssodia pentachaeta</i> )	Lechuguilla ( <i>Agave lechugilla</i> )	Escobilla ( <i>Baccharis conferta</i> )
Flor de muerto ( <i>Tagetes lunulata</i> )	Aceitilla ( <i>Bidens serrulata</i> )	Huizache ( <i>Acacia schaffneri</i> )
Mozoquelite ( <i>Bidens odorata</i> )	Cenicilla ( <i>Zaluzania augusta</i> )	Mezquite ( <i>Prosopis laevigata</i> )
Confitillo ( <i>Parthenium bipinnatifidum</i> )	Lentejilla de campo ( <i>Lepidium virginicum</i> )	Tasajillo ( <i>Dalea bicolor</i> )
Jarilla ( <i>Heterosperma pinnatum</i> )	Mostacilla alta ( <i>Sisymbrium altissimum</i> )	Uña de gato ( <i>Mimosa biuncifera</i> )
Ojo de gallo ( <i>Sanvitalia procumbens</i> )	Guapilla ( <i>Hechtia podantha</i> )	<i>Viguiera cordata</i>
Lechuguilla común ( <i>Sonchus oleraceus</i> )	Nopal de tuna ( <i>Opuntia robusta</i> )	
Manzanilla alemana ( <i>Matricaria recutita</i> )	Nopal de tapon ( <i>Opuntia vantabrigiensis</i> )	
Flor de oro ( <i>Chrysanthemum coronarium</i> )	Cardon ( <i>Opuntia imbricata</i> )	
Anisillo ( <i>Tagetes micranta</i> )	Abrojo ( <i>Opuntia tunicata</i> )	
Lengua del demonio ( <i>Ferocactus latispinus</i> )	Organito ( <i>Echinocereus cinerascens</i> )	
Campanita ( <i>Ipomoea purpúrea</i> )	Cardo ruso ( <i>Salsola tragus</i> )	
Hierba de la araña ( <i>Euphorbia dentata</i> )	Tumba vaqueros ( <i>Ipomoea stans</i> )	
Chinchín ( <i>Astragalus mollissimus</i> )	Marrubio ( <i>Marrubium vulgare</i> )	
Hierba del negro ( <i>Sphaeralcea angustifolia</i> )	Carretilla ( <i>Medicago polymorpha</i> )	
Barba de chivo ( <i>Chloris virgata</i> )	Pega ropa ( <i>Mentzelia hispida</i> )	
Gramma negra ( <i>Hilaria cenchroides</i> )	Trompetilla ( <i>Bouvardia ternifolia</i> )	
Cola de ardilla ( <i>Hordeum jubatum</i> )	Hierba mora ( <i>Solanum nigrescens</i> )	
Flor de todos los santos ( <i>Lamourouxia dasyantha</i> )	Bercul ( <i>Verbena menthaefolia</i> )	
Trompillo ( <i>Solanum elaeagnifolium</i> )	<i>Townsendia mexicana</i>	
<i>Solanum heterodoxum</i>	<i>Brickellia veronicifolia</i>	
<i>Aphanostephus ramosissimus</i>	<i>Salvia leucanta</i>	
<i>Eupatorium espinosarum</i>	<i>Oenothera kunthiana</i>	
<i>Flaveria angustifolia</i>	<i>Oenothera elata</i>	
<i>Gnaphalium canescens</i>	<i>Valeriana marginata</i>	
<i>Commelina pallida</i>	<i>Talinum lineare</i>	
<i>Sedum ebracteatum</i>		
<i>Sedum calcaratum</i>		
<i>Salvia chamaedryoides</i>		
<i>Salvia leucanta</i>		
<i>Boerhavia diffusa</i>		
<i>Plantago nivea</i>		
<i>Bouteloua curtipendula</i>		
<i>Eragrostis intermediaria</i>		
<i>Maurandya barclaiana</i>		



## F) POR SUS USOS

EN LA MEDICINA Y LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA	FORRAJERO E INDUSTRIAL
Maguey pulquero ( <i>Agave lechugilla</i> )	Maguey pulquero ( <i>Agave lechugilla</i> )
Palma china ( <i>Yucca filifera</i> )	Palma china ( <i>Yucca filifera</i> )
Escobilla ( <i>Bacharis conferta</i> )	Aceitilla ( <i>Bidens serrulata</i> )
Flor de muerto ( <i>Tagetes lunulata</i> )	Flor de muerto ( <i>Tagetes lunulata</i> )
Mozoquelite ( <i>Bidens odorata</i> )	Mozoquelite ( <i>Bidens odorata</i> )
Ojo de gallo ( <i>Sanvitalia procumbens</i> )	Lentejilla de campo ( <i>Lepidium virginicum</i> )
Lechuguilla común ( <i>Sonchus oleraceus</i> )	Lechuguilla común ( <i>Sonchus oleraceus</i> )
Manzanilla alemana ( <i>Matricaria recutita</i> )	Manzanilla alemana ( <i>Matricaria recutita</i> )
Cenicilla ( <i>Zaluzania augusta</i> )	Mantequilla ( <i>Verbena canescens</i> )
Anisilla ( <i>Tagetes micranta</i> )	Tasajillo ( <i>Dalea bicolor</i> )
Nopal de tuna ( <i>Opuntia robusta</i> )	Carretilla ( <i>Medicago polymorpha</i> )
Cardón ( <i>Opuntia imbricata</i> )	Chinchín ( <i>Astragalus mollissimus</i> )
Campanita ( <i>Ipomoea purpúrea</i> )	Mezquite ( <i>Prosopis laevigata</i> )
Tumba vaqueros ( <i>Ipomoea stans</i> )	Hierba del negro ( <i>Sphaeralcea angustifolia</i> )
Carretilla ( <i>Medicago polymorpha</i> )	Azulilla ( <i>Loeselia glandulosa</i> )
Chinchín ( <i>Astragalus mollissimus</i> )	Hierba Mora ( <i>Solanum nigrescens</i> )
Mezquite ( <i>Prosopis laevigata</i> )	Verbena ( <i>Verbena menthaefolia</i> )
Pega ropa ( <i>Mentzelia hispida</i> )	
Hierba del negro ( <i>Sphaeralcea angustifolia</i> )	
Azulilla ( <i>Loeselia glandulosa</i> )	
Trompetilla ( <i>Bouvardia ternifolia</i> )	
Trompillo ( <i>Solanum eleagnifolium</i> )	
Hierba Mora ( <i>Solanum nigrescens</i> )	
Verbena ( <i>Verbena menthaefolia</i> )	
Mantequilla ( <i>Verbena canescens</i> )	
<i>Brickellia veronicifolia</i>	

## 9.2 MOSAICOS DE VEGETACIÓN

---

### MOSAICOS DE VEGETACIÓN

#### Mosaico 1

*Acacia schaffneri*  
*Agave lechuguilla*  
*Cylindropuntia Imbricata*  
*Dalea bicolor*  
*Bouvardia ternifolia*  
*Bouteloua curtipendula*

#### Mosaico 2

*Mimosa biuncifera*  
*Bouvardia ternifolia*  
*Tagetes lunulata*  
*Ipomoea purpurea*

#### Mosaico 3

*Bouteloua curtipendula*  
*Opuntia catabrigensis*  
*Eragrostis tenoifolia*  
*Hechtia podantha*  
*Zaluzania agusta*  
*Towesendia mexicana*

#### Mosaico 4

*Crysanthemum coronarium*  
*Matricaria recutita*  
*Gnaphalium canescens*  
*Sisybrium altissimum*

#### Mosaico 5

*Viguiera cordata*  
*Sedum ebracteatum*  
*Zaluzania agusta*  
*Cylindropuntia imbricata*  
*Bouteloua curtipendula*

#### Mosaico 6

*Dalea bicolor*  
*Jatropha dioica*  
*Loeselia glandulosa*  
*Hechtia podantha*  
*Agave lechuguilla*  
*Ferocactus latispinus*  
*Echiinocereus cinerascens*

#### Mosaico 7

*Eupatorium espinosarum*  
*Zaluzania agusta*  
*Jatrofa dioica*  
*Hechtia podantha*