

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**



**DETERMINACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD EN EL MANEJO DEL  
QUIOTILLAL EN EL VALLE DE TEHUACÁN-CUICATLÁN, MÉXICO**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**Biólogo**

**P R E S E N T A :**

**Damián Vivar de Alba**

**Director de Tesis: Dr. Alfonso Valiente Banuet**

Ciudad Universitaria, México D. F.

2004



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

**DRA. MARÍA DE LOURDES ESTEVA PERALTA**  
**Jefa de la División de Estudios Profesionales de la**  
**Facultad de Ciencias**  
**Presente**

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo escrito:  
 "Determinación de la sustentabilidad en el manejo del Quiotillal en el Valle de  
 Tehuacán-Cuicatlán, México"

realizado por **Damián Vivar de Alba** con número de cuenta **09461864-2**

quién cubrió los créditos de la carrera de **Biología**

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis  
 Propietario

Dr. Alfonso Valiente Banuet

*Alfonso Valiente Banuet*

Propietario

Dr. Alejandro Casas Fernández

*Alejandro Casas Fernández*

Propietario

Dra. Emma Cristina Mapes Sánchez

*Emma Cristina Mapes Sánchez*

Suplente

Dra. María del Coro Arizmendi Arriaga

*María del Coro Arizmendi Arriaga*

Suplente

Biól. Jacinto Treviño Carreón

*Jacinto Treviño Carreón*

**Consejo Departamental de Biología**

M. en C. Juan Manuel Rodríguez Chávez

FACULTAD DE CIENCIAS



UNIDAD DE ENSEÑANZA  
 DE BIOLOGÍA

# AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo es la culminación de mis estudios de Licenciatura que representaron todo un ciclo de mi vida. Durante este tiempo muchas personas contribuyeron a la realización de estos estudios y la tesis. Compartieron conmigo mi paso por este trayecto de la vida o tiempos que sucedieron antes pero que desembocaron directamente en el último tramo. A ellos quiero agradecerles todas esas aportaciones con que me enriquecieron.

Principalmente quiero agradecerles a:

El Dr. Alfonso Valiente Banuet (Vali) por su importancia en la autoría intelectual de esta investigación, el haberme guiado a lo largo del tiempo en que se construyó este trabajo, el haberme enseñado muchas cosas del laborioso arte de escribir y del interesante mundo de la ecología de zonas áridas, todos los apoyos que me dio, su paciencia y todos aquellos buenos detalles que tiene como ser humano.

En medio de las altas temperaturas del trabajo de campo, la contribución de Raymundo Luna fue importante, tanto en el trabajo físico, como en la identificación de especies. También me ayudaron Esmeralda Lira, Adolfo Vital y Carmen Mora.

Quiero agradecerles muy especialmente a Marcelino Herrera Anaya y su familia su amplia hospitalidad, ya que me albergaron en su casa mientras hice el trabajo de campo. Igualmente a las autoridades del Ejido de Coxcatlán por haberme permitido trabajar en sus tierras.

Quiero expresar mis agradecimientos para los Drs. Alejandro Casas Fernández, Emma Cristina Mapes Sánchez y María del Coro Arizmendi Arriaga y el Biól. Jacinto Treviño Carreón por haber aceptado ser mis sinodales y sus valiosas correcciones.

Jacinto Treviño, además, me enseñó a usar el programa JMP para el análisis de conglomerados. Asimismo, Mariana Álvarez, Tamara Osorno y Adolfo Vital aportaron oportunos consejos y sugerencias para la tesis. Esmeralda Lira colaboró con correcciones del texto.

Por su amistad y por compartir conmigo su estancia en el laboratorio de Ecología de Comunidades del Instituto de Ecología de la UNAM, quiero darles las gracias a mis compañeros Sari, Tamara, Adolfo, Juan Pablo, Jacinto (Chinto), Arnoldo, Pedro, Lugi, Javier, Rocío, Lety y Amelia.

Mis agradecimientos para mis papás son infinitos. Sin ellos esta tesis no podría haberse llevado a cabo, en primer lugar porque ni siquiera existiría su autor; pero también por muchas otras razones.

Laura de Alba, mi mamá: Gracias por el apoyo constante e incondicional que me has dado siempre, gracias por los sacrificios que has hecho por mí, por tus ideas que han sido un ejemplo para mí y muchas gracias por tus múltiples regalos no materiales que me has dado a lo largo de mi vida.

Efraín Vivar, mi papá: Muchas gracias por haberme apoyado tantas veces a lo largo de este tiempo, por tu carácter entusiasta, los viajes y por la larga lista que sería imposible mencionar aquí.

Mi hermano Cristóbal: aunque estés lejos geográficamente agradezco tu complicidad genética, tu sentido del humor, el haberme enseñado muchas cosas para sacarle más provecho a las computadoras y los buenos momentos que hemos vivido juntos.

A las "tías", mis otras "mamás", María Elena Vivar y Lidia Vivar les agradezco mucho el tiempo que viví con ellas, les agradezco muchísimo todo el apoyo que me han dado siempre y que igualmente contó para esta tesis. Es admirable siempre la abundante generosidad que fluye de ellas. Muchas gracias. A Clara y Chagua, a pesar de que ya no estén entre nosotros, también las recuerdo con mucha gratitud, siento mucho el no haber podido compartir con ellas este momento.

A mi tío Gabriel Vivar quiero darle las gracias por haberme iniciado en el "trabajo de campo" desde que tenía más o menos cinco años.

A mi primo Beto: muchas gracias por todas las veces que ha sido generoso conmigo.

A mis abuelitos Jorge de Alba y Consuelo Ávila: les agradezco los apoyos que me han dado. Ellos me iniciaron en mi amor por los libros desde niño porque fueron muchos los libros de ellos que leí.

Para Esmeralda Lira Romero no tengo suficientes palabras para manifestar mi agradecimiento. Tú eres mi musa, gracias por tu apoyo, tu amistad, tu gran amor y tantas cosas que me has dado que han llenado mi vida.

A Mariana Álvarez Añorve, mi gran amiga. Gracias por la alegría de encontrar un "alma afín".

A "mi hermana" Claudia Lavista y Toño Lenoir les quiero decir que son muy importantes para mí, porque son mis amigos más antiguos, muy antiguos.

Por último, quiero manifestar mi gratitud a la UNAM por todos los grandes beneficios académicos y no académicos que me ha dado, aún antes de que oficialmente formara parte de ella.

Dejando el reino de lo humano y pasando a otro tipo de temas: Quiero agradecer a los animales, plantas y paisajes del Valle de Tehuacán-Cuicatlán por su belleza salvaje que también enriqueció mi experiencia y que mucho tiene que ver con la consumación de este trabajo.

# ÍNDICE

I.	Resumen -----	1
II.	Introducción -----	3
	ii. Objetivos -----	10
	1. General -----	10
	2. Particulares -----	10
III.	Materiales y métodos -----	11
	i. Sitios de estudio -----	11
	1. Localización -----	11
	2. Clima -----	11
	3. Geología y suelos -----	12
	ii. Caracterización del manejo en quiotillales manejados -----	12
	1. Obtención de datos en el campo y en fuentes bibliográficas -----	12
	2. Comparaciones de la estructura de la vegetación -----	14
	3. Comparaciones de la utilidad de las plantas en los sistemas manejados y silvestres -----	18
	iii. Determinación de la regeneración en los quiotillales manejados -	19
	1. Obtención de datos en el campo y en fuentes bibliográficas -----	19
	2. Fase de análisis -----	20
IV.	Resultados -----	25
	i. Caracterización del manejo en los quiotillales -----	25
	1. Comparaciones de la estructura de la vegetación -----	25
	a. Comparaciones de biodiversidad -----	25
	b. Dominancia de especies -----	29
	2. Comparaciones de la utilidad de las plantas en los sistemas manejados y silvestres -----	44
	ii. Determinación de la regeneración en los quiotillales manejados -	51
	1. Estructuras de tamaños de <i>Escontria chiotilla</i> -----	51
	2. Regeneración -----	54
V.	Discusión -----	64
VI.	Bibliografía -----	72

## RESUMEN

Los quiotillales son bosques de cactáceas columnares dominados por *Escontria chiotilla*, en algunos de los cuales se han desarrollado prácticas milenarias de manejo *in situ* que han conformado sistemas agro-silvo-pastoriles con usos multidimensionales. En uno de estos sistemas localizado en el Valle de Tehuacán, Puebla, se llevó a cabo un análisis estructural bajo condiciones de manejo intensivo y se comparó con sistemas silvestres, como una forma de evaluar si las actividades humanas en estos sistemas responden a prácticas sustentables del aprovechamiento de recursos vegetales. El principal supuesto de esta evaluación se basó en considerar que una práctica sustentable a nivel de una comunidad vegetal, es aquella en la que se conservan los procesos responsables del mantenimiento de la biodiversidad, particularmente aquellos relacionados con la fase del establecimiento de las especies. En este sentido, el análisis contempló la determinación de las especies que son dejadas en pie y el estudio de la facilitación, dada por plantas perennes, que modifican las condiciones microambientales bajo su copa y favorecen el establecimiento de otras especies.

La evaluación se basó en una comparación estructural entre las comunidades mencionadas, con el fin de detectar cambios en la diversidad. Los parámetros utilizados en la comparación fueron la riqueza de especies, diversidad de Shannon, similitud de Jaccard entre sistemas manejados y silvestres y similitud por análisis de conglomerados. Se comparó también la proporción de especies útiles en los dos tipos de quiotillales. Estas especies se determinaron con base en el listado de la flora útil del valle, hipotetizando que habría una mayor proporción de plantas útiles en las comunidades mencionadas. Se analizó el proceso de regeneración, comparando las estructuras de tamaños de *Escontria chiotilla* y la cobertura vegetal entre los sitios manejados y silvestres.

Se encontró una tendencia a la disminución en el número de especies de los sitios silvestres a manejados. Sin embargo, se halló que el manejo implica el mantenimiento de un número considerable de árboles y arbustos que facilitan la regeneración de especies bajo su copa. Estas especies tienen una amplia gama de usos como alimento, aromatizante, artesanías, bebidas alcohólicas, cercas vivas, colorantes, control de suelos, fibras, forraje, jabón, leña, madera, construcción, medicinal, melífero, ornamental, pegamento, resinas, látex y venenos. No se encontró una relación significativa entre el estatus de manejo de los sitios y la proporción de especies útiles; no obstante, es claro que una alta proporción de las especies dejadas en pie y que muestran una alta dominancia en todos los sitios tienen algún tipo de utilidad.

El análisis de la estructura de tamaños de *E. chiotilla* indica que su regeneración es variable en todos los sitios pero que en general es baja. Las principales plantas facilitadoras de cactáceas en los sitios manejados fueron especies de *Bursera*, *E. chiotilla*, *Mimosa luisana*, y *M. polyantha*. Asimismo, *Acacia cochliacantha* es un árbol de porte pequeño bajo el cual se regeneran diferentes especies pertenecientes a plantas de las familias Convolvulaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, y Verbenaceae. Los resultados sugieren que existe una alta variación en los procesos de regeneración entre los quiotillales manejados. En algunos casos, existen altas tasas de regeneración natural de la vegetación y se puede concluir que el aprovechamiento es sustentable; sin embargo, en otros casos la tasa de regeneración es baja y el aprovechamiento parece no ser sustentable. En estos últimos casos, es posible que la diferencia esté relacionada con una alta perturbación, debido a su cercanía a núcleos de población y vías de comunicación, lo cual deberá ser evaluado en el futuro.

## INTRODUCCIÓN

El concepto de desarrollo sustentable surgió en 1987 cuando la comisión Brundtland en un documento encargado por las Naciones Unidas definió que: "El desarrollo sostenido es el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad para que las futuras generaciones puedan satisfacer las propias " (Del Amo y Ramos, 1994). El concepto ha sido utilizado por economistas, ecólogos, lo mismo que por organismos internacionales y por gobiernos y organizaciones no gubernamentales de numerosas naciones (Pezzey, 1992; Holmberg, 1992), llevando implícitos los conceptos de conservación y aprovechamiento de los recursos naturales que ante todo son complementarios. Cuando un recurso es aprovechado de manera sustentable por una comunidad, ésta puede tener un beneficio de dicho recurso que no declina para las generaciones futuras y el recurso en cuestión será conservado.

En términos del aprovechamiento de una población biológica concreta, se puede saber si su uso es sustentable determinando si se cumple con un principio elemental: el uso máximo sustentable que se puede hacer de un recurso renovable es equivalente a su tasa de renovación (Daily y Ehrlich, 1996). Y si se respeta este principio para la especie aprovechada y para las especies y factores abióticos que la afectan directamente, entonces su población será sustentable.

La mayoría de los trabajos relacionados con la evaluación de la sustentabilidad de especies particulares se han basado en el uso de modelos demográficos. Pinnard (1993) evaluó si la cosecha de ramas de *Iriartea deltoidea*, una palma de Brasil, se realizaba de una manera sustentable en una reserva del

estado de Acre. Con un análisis matricial encontró que todas sus poblaciones eran estables bajo las intensidades de cosecha que habían prevalecido. Además, con sus proyecciones pudo calcular que si todos los individuos fueran cosechados se requerirían 140 años para que se recuperaran las poblaciones. La estabilidad de las poblaciones resultó más susceptible de ser afectada si las palmas de 10 a 15 m de altura fueran cosechadas.

Con un enfoque similar, Olmsted y Alvarez-Buylla (1995) determinaron que los juveniles y adultos las palmas mexicanas *Thrinax radiata* y *Coccothrinax readii* en algunos de sus sitios de estudio en Quintana Roo habían desaparecido, ya sea porque habían sido cortadas para consumo humano o debido a perturbaciones naturales. Estimaron que para que las poblaciones analizadas de estas especies se recuperaran era necesario que pasaran entre 47 y 84 años para obtener una población de 400 palmas/ ha de *T. radiata* por ha y más de 100 años para obtener la misma densidad de *C. readii*.

A otra escala, los análisis de la sustentabilidad se han llevado a cabo en sistemas agro-silvo-pastoriles, como por ejemplo el abordado por Perales *et al.* (2000), quienes al comparar un sistema que se había venido aplicando tradicionalmente en el sur de Sinaloa con uno innovador que integra principios ecológicos y sociales, encontraron que el segundo era más sustentable que el primero. Los factores del análisis fueron agronómicos y económicos, pero entre ellos es importante mencionar la contribución que se hizo a la sustentabilidad al introducir al sistema agrícola un mayor número de especies. Éste, y otros estudios similares han utilizado como metodología “el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales Incorporando Indicadores de

Sustentabilidad” (MESMIS) de Masera *et al.* (2000). El MESMIS es un método interdisciplinario para evaluar sustentabilidad en sistemas agrícolas, identificando los puntos críticos que fortalecen o debilitan su sustentabilidad. Masera *et al.* (2000) señalan que al evaluar la sustentabilidad es necesario un enfoque comparativo con un sistema de referencia, pues es imposible determinar una medida absoluta de la sustentabilidad y sólo es posible ver si un sistema es más (o menos) sustentable que otro.

En un trabajo que investiga la sustentabilidad de la explotación de un bosque de niebla en la India, Somanathan y Borges (2000), llegaron a la conclusión de que el árbol dioico del bosque *Diospyros montana*, estaba siendo afectado en su éxito reproductivo porque al disminuir su densidad algunos individuos de sexos opuestos se hallaban a distancias mayores que el rango de vuelo de sus polinizadores y la polinización no podía llevarse a cabo normalmente. Otros estudios que examinan el efecto de procesos de transformación del hábitat en las relaciones planta-polinizadores son los de Rathcke y Jules (1983) y Bond (1995), éste último considera también a los dispersores. Estos estudios, abordan el análisis de la sustentabilidad del uso de recursos provenientes de una comunidad manejada determinando si las actividades de aprovechamiento y transformación tienen o no efecto sobre los procesos responsables del mantenimiento de la diversidad.

De acuerdo con Valiente-Banuet *et al.* (1995), la sustentabilidad del aprovechamiento de un ecosistema implicaría el mantenimiento de la diversidad, lo cual depende claramente de procesos de interrelación ecológica de las especies. Este es el enfoque que se adoptó en el estudio que desarrollamos.

La región conocida como Valle de Tehuacán-Cuicatlán, dentro de la cual se desarrolló el presente trabajo, mantiene la más alta diversidad de cactáceas columnares de América y del mundo (Dávila *et al.*, 2002; Valiente-Banuet *et al.*, 1996, 2000). Un total de nueve comunidades vegetales dominadas por estas especies, han sido descritas para la región por Valiente-Banuet *et al.* (2000). Estas comunidades han sido llamadas bosques de cactáceas columnares y en varias de ellas el hombre hace un aprovechamiento de los recursos vegetales a través del manejo *in situ* (Arellano, 2001; Arellano y Casas, 2003; Casas *et al.*, 1996 y 2002; Casas y Barbera, 2002). El manejo *in situ* es aquel que se lleva a cabo en los ambientes silvestres de los cuales son originarias las plantas manejadas (Casas *et al.*, 1996). Relacionado al parecer con la cercanía de centros de población, es posible encontrar toda una gama de situaciones de manejo: desde sistemas completamente silvestres con poco aprovechamiento hasta sistemas de manejo intensivo, generalmente los más cercanos a pueblos (Luna, 2001). Estudios etnobotánicos realizados en algunos de estos sistemas indican que en su manejo se aplican técnicas de aprovechamiento tradicionales cuya antigüedad proviene desde tiempos prehispánicos (Casas *et al.*, 1999; Casas y Barbera, 2002; MacNeish, 1967; Smith, 1967). Este es el caso de la comunidad denominada quiotillal (Valiente-Banuet *et al.*, 2000; Casas *et al.*, 1999), en donde se ha documentado que su manejo se caracteriza por la apertura de campos de cultivo dejando en pie individuos adultos de quiotillas que tienen las características buscadas por el hombre, lo que implica que no son preservadas todas las especies, ni todos los fenotipos de una especie que es mantenida (Arellano, 2001; Arellano y Casas, 2003). Cuando el ciclo agrícola termina estas zonas son usadas

como áreas de práctica de pastoreo caprino (Pérez *et al.*, 1993), además de una continua actividad de recolección de plantas con diferentes fines. Se trata por lo tanto de sistemas de manejo agro-silvo-pastoriles, con tiempos de aprovechamiento diferentes en cada componente de la interacción hombre-naturaleza.

*Escontria chiotilla* (Weber) Rose “la quiotilla” es la especie dominante en los jiotillales o quiotillales. Se trata de una planta cuya importancia como fuente de recursos es importante a nivel local (Arellano, 2001; Arellano y Casas, 2003). Produce frutos con un alto contenido de mucílago y substancias pécticas que le confieren un sabor dulce (Nieto, 1980; Martínez y Navarro, 1987). Los frutos son aprovechados para preparar mermeladas, conservas, paletas, helados y raspados (Arnaud *et al.* 1997; Bravo-Hollis, 1978; Piña, 1977). Los frutos son valorados también comercialmente en el ámbito local y regional (Flores *et al.* 1991; Arellano, 2001; Arellano y Casas, 2003) y también son usados para preparar aguas frescas y una bebida alcohólica llamada colonche (Casas *et al.*, 1999; Arellano, 2001; Arellano y Casas, 2003). Las ramas son empleadas como forraje para el ganado y cuando éstas se secan son empleadas como leña.

En este trabajo el interés inicial fue contribuir a la evaluación de la sustentabilidad del uso del quiotillal en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán, Puebla, con base en el supuesto de que la sustentabilidad en el manejo se funda en la conservación de los procesos ecológicos responsables del mantenimiento de la diversidad biológica. Estudios previos han señalado que en comunidades áridas dominadas por cactáceas, son principalmente interacciones ecológicas de índole positivo las que tienen un papel determinante en el mantenimiento de la diversidad

(Valiente-Banuet y Godínez, 2002). Si las actividades de aprovechamiento afectan estos procesos, evitando que éstos puedan darse, entonces el manejo no será sustentable.

De entre las interacciones positivas referidas, sobresale la facilitación (0,+), producida por plantas perennes, las cuales modifican las condiciones microambientales bajo su copa y favorecen el establecimiento de otras especies. Así, las plantas perennes, llamadas especies nodriza, influyen benéficamente sobre el establecimiento y regeneración de otras plantas bajo su dosel (Callaway, 1995; Valiente-Banuet *et al.*, 1991; Valiente-Banuet y Godínez, 2002). De hecho, algunos estudios indican que hasta un 60% de las especies de una comunidad denominada tetechera en el Valle de Tehuacán y entre las que destacan todas las cactáceas, dependen de la facilitación para su regeneración (Valiente-Banuet, 1991). En el caso específico de *E. chiotilla* ésta regenera bajo la copa de especies como *Acacia chochliacantha*, *Bursera aptera*, *Mimosa luisana*, y *M. polyantha* (Ortega, 2001) y debido a que se propaga vegetativamente con mucha dificultad (López *et al.*, 2000; Arellano y Casas, 2003), su regeneración depende en gran medida de la producción de semillas, y por lo tanto, de la polinización. De esta última se sabe que *E. chiotilla* es polinizada por las abejas *Apis mellifera*, *Bombus pensylvanicus* y *Xilocopa mexicanorum*, y los colibríes *Amazilia violiceps*, *Cynanthus sordidus* y *C. latirostris* (Oaxaca-Villa, 2003; Oaxaca-Villa *et al.*, enviado). La dispersión de semillas también es importante porque los dispersores, como aves y murciélagos, juegan un papel importante en el transporte de semillas hacia sitios seguros de regeneración como son las plantas nodrizas (Steenbergh y Lowe, 1977; Hutto *et al.*, 1986; Olin *et al.* 1989; Godínez-Alvarez *et al.*, 2002).

En este estudio se esperaba encontrar que, debido a los efectos de las actividades humanas, en los quiotillales manejados: i) la cobertura y la diversidad fueran menores que las observadas en los quiotillales silvestres y ii) con base en la información etnobotánica previa, se esperaba también que las especies dejadas en pie en los quiotillales manejados y su dominancia estuvieran directamente relacionadas con su utilidad, mientras que en los sitios silvestres no se esperaba encontrar esta última relación. Por la misma razón, se esperó observar una mayor proporción de especies útiles en los quiotillales manejados que en los silvestres. Sin embargo, consideramos factible que las especies dejadas en pie no se limitaran a las especies que les fueran directamente útiles a los pobladores locales, sino que también incluyeran a aquellas que permiten la regeneración de éstas, dando lugar a un ecosistema sustentable.

Partiendo del supuesto de que el manejo puede transformar un sistema silvestre en uno en donde el extremo sería un monocultivo de *Escontria chiotilla*, este trabajo se basó en caracterizar el manejo con base en la descripción comparativa de quiotillales manejados y silvestres cercanos entre sí mediante muestreos de campo. Esta información permitió determinar los cambios en la estructura de la vegetación asociados al manejo y determinar si las especies dejadas en pie responden a un objetivo utilitario. Con esta información se analizó si las características estructurales de los quiotillales manejados tienen el potencial de mantener los procesos de regeneración. De esta manera se realizaron análisis de regeneración de las cactáceas y se determinó si ésta ocurre bajo la copa de especies dejadas en pie como producto del manejo. La identidad de las especies

facilitadoras del establecimiento se preciso y se ubicó a cada especie de acuerdo a su potencial de uso.

## **Objetivos**

### *General*

Evaluar los cambios que implica el manejo de los quiotillales en términos de su estructura, funciones ecológicas de facilitación y la prevalencia de especies útiles; con el fin de analizar si estos cambios mantienen los procesos que aseguran la regeneración de las especies dando lugar a un ecosistema sustentable.

### *Particulares*

- Caracterizar el manejo de los quiotillales determinando: i) La estructura de la vegetación en los quiotillales silvestres y manejados. ii) Diferencias y similitudes en la riqueza y diversidad de especies entre los quiotillales silvestres y manejados. iii) Las especies que son dejadas en pie en la transformación de los quiotillales. iv) Y usos potenciales de las especies de los quiotillales silvestres y manejados.
- Evaluar la regeneración en los quiotillales manejados analizando: i) Las diferencias de estructuras de tamaños de *Escontria chiotilla* entre los quiotillales silvestres y manejados ii) Si existe una conservación de las plantas nodrizas de cactáceas en los quiotillales manejados con respecto a los silvestres. iii) Y diferencias de cobertura arbustiva entre sitios silvestres y manejados.

# MATERIALES Y MÉTODOS

## Sitios de estudio

### *Localización*

El estudio fue realizado en el municipio de Coxcatlán, Puebla, el cual forma parte de la provincia fitogeográfica del Valle de Tehuacán-Cuicatlán que se localiza entre los 17 ° 48' y 18° 58' de latitud norte y los 97° 03' y 97° 43' de latitud oeste (Figura 1). En el municipio de Coxcatlán existen grupos nahuas y mestizos (CONACULTA y SEP, 1998; Instituto de Geografía UNAM, 1990). Se estudiaron dos sitios del lado poniente de la carretera estatal Puebla 730, Tehuacán-Teotitlán del Camino, entre Coxcatlán y Guadalupe Victoria (Pueblo Nuevo).

El primer sitio de trabajo denominado “Manejado 1” tiene como coordenadas a 18° 14' 26” N. y 97° 09' 48” O, a los 1006 m s.n.m. El segundo sitio de trabajo, referido como “Manejado 2”, tiene como coordenadas los 18° 13' 47” N. y 97° 09' 39” O; y está ubicado a una altitud de 970 m s.n.m. (Figura 2).

### *Clima*

El clima de la provincia fitogeográfica de Tehuacán-Cuicatlán corresponde al tipo semiárido (BS0 y BS1) con rangos de temperatura cálida y semicálida; lluvias de verano con canícula y con oscilación de la temperatura ligera a extremosa (Jaramillo y González, 1983). El área presenta características de aridez debido al efecto de sombra orográfica (Jaramillo y González, 1983). En Coxcatlán, la temperatura promedio anual es de 22.7° C y la precipitación media anual de 544.4 mm (García, 1988).

## *Geología y Suelos*

La zona centro-sureste del Valle, presenta afloramientos del precámbrico y elementos del Jurásico Inferior Marino. En la Sierra de Juárez, arriba de la parte sur del Valle de Tehuacán-Cuicatlán hasta Quiotepec, se encuentran afloramientos de rocas metamórficas del Paleozoico; en las partes bajas del Valle, afloran sedimentos del Terciario y del Cuaternario (Villaseñor *et al.*, 1990). De este último tipo son los que se encuentran en la zona de estudio, en las partes más bajas son de origen aluvial y en las partes medias presentan rocas de conglomerado (INEGI, 1994).

En el Valle de Tehuacán existen principalmente nueve unidades de suelo que van desde suelos profundos con gran abundancia de materia orgánica (Feozem) hasta suelos ácidos como Acrizoles. Los otros tipos de suelo son los Regosoles, Litosoles, Rendzimas, Xerosoles, Luvisoles, Cambisoles y Castañozem (Vite *et al.*, 1997). En los sitios donde se trabajó, los suelos son Xerosoles, predominantemente háplicos y secundariamente lúvicos, con textura media. En las laderas adyacentes se encuentran Regosoles (INEGI, 1999).

### **Caracterización del manejo en quiotillales manejados**

#### *Obtención de datos en el campo y en fuentes bibliográficas*

El trabajo de campo se desarrollo en julio de 2001, fue necesario hacerlo en la época de lluvias con el fin de que las plantas caducifolias presentaran hojas y la mayoría de las plantas tuvieran visibles sus estructuras reproductivas para que fuera posible su identificación.

En cada uno de los sitios de estudio llamados Manejado 1 y 2 se montaron cuadrantes de 500 m<sup>2</sup> (10 × 50 m) para los muestreos de la vegetación. Se estimó suficiente al área total de 1000 m<sup>2</sup> en los cuadrantes porque de acuerdo a la curva de acumulación de especies (Figura 3) dentro de esta área se abarcó a la mayoría de las especies de la zona.

Se registraron las especies que se encontraron en cada cuadrante. Además, se desarrollaron colectas de las especies desconocidas para su posterior identificación en el laboratorio de ecología de comunidades del Instituto de Ecología de la UNAM, en el cual fueron depositados con números de colecta D. Vivar del 01 al 18.

Cada uno de los cuadrantes se dividió a su vez en 5 cuadros de 10 × 10 m, para obtener la frecuencia de las especies como una medida de la distribución y fue contado el número de individuos de cada especie dentro de cada cuadrante. Se midieron también, la altura de las plantas y dos diámetros perpendiculares de la copa en metros para obtener su área.

Los datos de los sitios manejados se compararon con los de los quiotillales silvestres estudiados por Luna (2001). De los sitios que este autor estudió, en el presente estudio solamente se consideraron los que él nombró como quiotillales 1°, 2° y 3° y que nosotros denominamos silvestre 1, 2 y 3 respectivamente.

Los datos referentes a la utilidad de las plantas fueron obtenidos de Casas *et al.* (2001).

### *Comparaciones de la estructura de la vegetación.*

Fue comparada la riqueza de las especies de los quiotillales manejados y silvestres, así como el número de especies compartidas.

También, se realizó una comparación de la similitud florística entre sitios silvestres y manejados por medio del índice de similitud florística de Jaccard. (Magurran, 1988) el cual se calculó como:

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

donde:  $C_j$  = índice de Jaccard,  $j$  = número de especies comunes entre las dos muestras,  $a$  = número de especies de la 1ª muestra y  $b$  = número de especies de la 2ª muestra.

Para detectar la similitud de los sitios manejados y silvestres y con base en la información de ausencia y presencia de especies, se efectuó un análisis de conglomerados jerárquico mediante el método de medición de la distancia entre conglomerados con promedios (Sokal y Michener, 1958). Se utilizó el programa JMP, versión 3.1.6.2. (SAS Institute, 1996).

Además se obtuvieron índices de diversidad de Shannon-Wiener (Zar, 1984) para los quiotillales manejados y silvestres de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$H' = \frac{n \log n - \sum_{i=1}^k f_i \log f_i}{n}$$

en donde:  $H'$  = Índice de Shannon,  $n$  = tamaño de muestra,  $k$  = número de categorías o especies,  $f_i$  = número de observaciones en categoría  $i$ .

La significancia de las diferencias entre los índices de Shannon de los quiotillales manejados y silvestres fue probada mediante una prueba de  $t$

específicamente diseñada para diferencias entre índices de Shannon (Zar, 1984), utilizando las formulas:

$$t = \frac{H'_1 - H'_2}{S_{H'_1-H'_2}}$$

en donde  $t$  = prueba de  $t$ ,  $H'_1$  = índice de Shannon de la primera muestra,  $H'_2$  = índice de Shannon de la segunda muestra y  $S_{H'_1-H'_2} = \sqrt{S_{H'_1}^2 + S_{H'_2}^2}$

La varianza  $s^2$  de cada uno de los  $H'$  se aproximó mediante la siguiente fórmula:

$$S_{H'}^2 = \frac{\sum f_i \log^2 f_i - (\sum f_i \log f_i)^2 / n}{n^2}$$

en donde  $f_i$  y  $n$  se definen como se explico arriba.

Los grados de libertad  $v$  que corresponden a  $t$  se aproximan con:

$$v = \frac{\left( S_{H'_1}^2 + S_{H'_2}^2 \right)}{\frac{\left( S_{H'_1}^2 \right)^2}{n_1} + \frac{\left( S_{H'_2}^2 \right)^2}{n_2}}$$

Adicionalmente se calculó el valor de  $J'$  o "equitabilidad" (Zar, 1984) de la siguiente manera:

$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

en donde:  $H'_{\max} = \log K$ .

La abundancia relativa de las especies de los sitios del quiotillal manejado se obtuvo a través de índices de dominancia (ID). El ID se basa en la frecuencia, densidad y cobertura de las especies (Osorio *et al.*, 1996).

A partir de los muestreos realizados en nuestra zona de estudio se calculó el índice de dominancia (I.D.) mediante la siguiente fórmula:

$$\text{I.D.} = \text{Cobertura (m}^2\text{)} * \text{Frecuencia (\%)} * \text{Densidad (No. de ind./m}^2\text{)}.$$

en donde: Cobertura = área total (en m<sup>2</sup>) calculada con base en la medición de dos diámetros perpendiculares de las copas de los árboles y arbustos de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$C = \left\{ \left[ \frac{(d1 + d2)}{4} \right]^2 \right\} \pi$$

en donde: C = Cobertura promedio, d1 = 1er diámetro de la cobertura de la copa, d2 = 2º diámetro de la cobertura de la copa y  $\pi = 3.1416$ .

Frecuencia = número de subunidades de muestreo en que apareció la especie analizada. (El valor se expresa en %); y densidad = número de individuos por unidad de área de muestreo en m<sup>2</sup>.

Para detectar qué especies son dejadas en pie en los quiotillales manejados y estudiar los cambios en la importancia de las especies al transformarse los quiotillales silvestres a manejados, los datos de dominancia de los árboles y arbustos y los de abundancias de las hierbas (debido a su menor tamaño) se compararon con los datos equivalentes de los quiotillales silvestres estudiados por Luna (2001); en el cual desarrolla su análisis de dominancia de acuerdo a categorías de tamaños distribuidas en tres estratos, a diferencia del presente

estudio en que se recalcularon sus datos para analizar en conjunto los individuos de todas las categorías de tamaños de cada especie.

En el análisis de las variaciones en las dominancias y abundancias de las especies entre los sitios manejados y silvestres estudiados, se consideró a una especie dominante cuando se trataba de un árbol o arbusto con valores  $\geq$  a 15 y con dominancia baja cuando sus valores eran  $<$  a 15 y se consideró a una especie abundante cuando era una hierba con valores  $\geq$  a 4 y con abundancia baja cuando presentó valores  $<$  a 4. Las especies fueron clasificadas de acuerdo a los siguientes criterios:

Categoría 1: cuando la especie fue dominante o abundante en todos los sitios comparados.

Categoría 2: en el caso de las especies que fueron dominantes o abundantes en 4 de los 5 sitios estudiados.

Categoría 3: para las especies que fueron exclusivamente dominantes o abundantes en uno o varios sitios silvestres.

Categoría 4: para las especies que fueron dominantes o abundantes en más sitios manejados que silvestres.

Categoría 5: en el caso de las especies que fueron dominantes a la vez en pocos sitios silvestres y manejados, es decir, dominantes o abundantes en un sitio silvestre y un manejado o en los dos silvestres y un manejado.

Categoría 6: los árboles o arbustos que tuvieron dominancias  $<$  a 15 y las hierbas con abundancias  $<$  a 4; es decir, las especies raras, y las especies que no fue posible comparar entre tipos de sitios.

En todas las categorías para la clasificación de las especies solamente fueron importantes los valores de dominancia o abundancia y no su presencia o ausencia.

Complementariamente, se elaboraron perfiles diagramáticos de la vegetación de cada cuadrante manejado, con la información obtenida en los muestreos.

### *Comparaciones de la utilidad de las plantas en los sistemas manejados y silvestres*

Tanto en sistemas silvestres como en manejados se realizó una revisión de las especies que son útiles de acuerdo al listado de la flora útil del Valle (Casas *et al.*, 2001). A partir de esta información se elaboraron los siguientes análisis:

Taxa con usos o sin usos en los sitios manejados.

Descripción comparativa de la proporción de especies con diferentes usos potenciales y de especies con cantidades diferentes de usos en los sitios manejados y silvestres.

Descripción comparativa de la relación entre los usos y la dominancia de las especies en todos los quiotillales.

Para determinar si las especies dejadas en pie corresponden con un criterio utilitario se elaboró una tabla de contingencia (Zar, 1984) con los datos de cuántas especies son útiles y no útiles en los quiotillales manejados y no manejados. Posteriormente se le aplicó una prueba de  $X^2$  para probar la hipótesis nula de que la utilidad de las especies es independiente del estatus de manejo de los sitios.

Se probó también la hipótesis nula de que la cantidad de usos que tienen las especies es independiente del estatus de manejo de los sitios mediante otra tabla de contingencia y una prueba de  $X^2$ .

## **Determinación de la regeneración en los quiotillales manejados**

### *Obtención de datos en el campo y en fuentes bibliográficas*

Para el estudio de regeneración se utilizaron los datos de tamaños de *E. chiotilla* obtenidos en los sitios manejados y se compararon con los de los sitios llamados Silvestre 1, 2 y 3 (Tomados de Luna, 2001).

Adicionalmente a los datos de cobertura mencionados anteriormente, para estos análisis también se registró en los sitios manejados qué especies de cactáceas se encontraban bajo la cobertura de otras plantas y las especies de estos arbustos perennes. Cuando se encontraron varios estratos se consideró sólo a la más alta como planta nodriza. Para las cactáceas globosas y pequeñas se consideraron individuos de todos los tamaños, para las cactáceas columnares y *Opuntia pilifera* se incluyeron solamente a los individuos menores a 50 cm.

También, los datos de cobertura de las plantas en los sitios manejado 1 y 2 se compararon con datos de los sitios estudiados por Ortega (2001) y a los que denomina superficies III y IV y que en este estudio se denominaron Silvestre 4 y 5 respectivamente.

### *Fase de análisis*

Con el fin de caracterizar las estructuras de tamaños de *E. chiotilla* y compararlas entre los sitios silvestres y manejados con el fin de evaluar su regeneración, se elaboraron histogramas de la frecuencia de alturas de esta especie.

Las categorías de tamaños fueron definidas de acuerdo a los siguientes intervalos en metros:

0-0.1	>0.1-0.2	>0.2-0.3	>0.3-0.4	>0.4-0.5	>0.5-1.0	>1.0-1.5	>1.5-2.0	>2.0-2.5
>2.5-3.0	>3.0-3.5	>3.5-4.0	>4.0-4.5	>4.5-5.0	>5.0-5.5	>5.5-6.0	>6.0	

Los datos de frecuencia de asociación de las diferentes especies de cactáceas bajo la copa de árboles y arbustos perennes fueron contabilizados. Con ellos se elaboró una tabla de contingencia para cada uno de los cuadrantes manejados y se le aplicó una prueba de  $X^2$  (Zar, 1984) para poner a prueba la hipótesis nula que asume que el número de cactáceas que se encuentran debajo de cada planta leñosa es una función de su cobertura (Valiente-Banuet, *et al.*, 1991). Los valores esperados se obtuvieron mediante la multiplicación de las proporciones de espacio que ocupa cada planta perenne por el número total de individuos de cada especie de cactácea.

Se obtuvieron los residuales estandarizados (Haberman en Greig-Smith, 1983) como una forma de determinar la significancia de cada celda de las tablas de contingencia. De esta manera se pudo detectar bajo qué especies de arbustos la abundancia de cactáceas era mayor a la esperada, lo que indicó cuáles eran las principales plantas tutoras que permiten la regeneración de las cactáceas. Los

residuales se distribuyen aproximadamente normalmente con media de 0 y varianza de 1, por lo que cualquier valor mayor a 2 (el 5% de la distribución normal) es significativo.

También se elaboró una tabla de contingencia como las anteriores, una prueba de  $X^2$  y se obtuvieron residuales estandarizados para evaluar la asociación de *E. chiotilla* con plantas perennes. Debido a lo pequeño de las muestras, sólo fue posible hacerlo para el sitio manejado 2.

Para las plantas que no pertenecen a la familia Cactaceae, únicamente se registraron en los dos sitios manejados: el número de individuos que están regenerándose, la especie a la que pertenecen y las plantas perennes bajo cuya sombra crecen; debido a que su escasa abundancia no permite desarrollar pruebas estadísticas.

Adicionalmente se desarrolló una comparación de la proporción de espacio cubierto de plantas leñosas y el espacio abierto entre nuestros quiotillales manejados y los silvestres (Ortega, 2001).

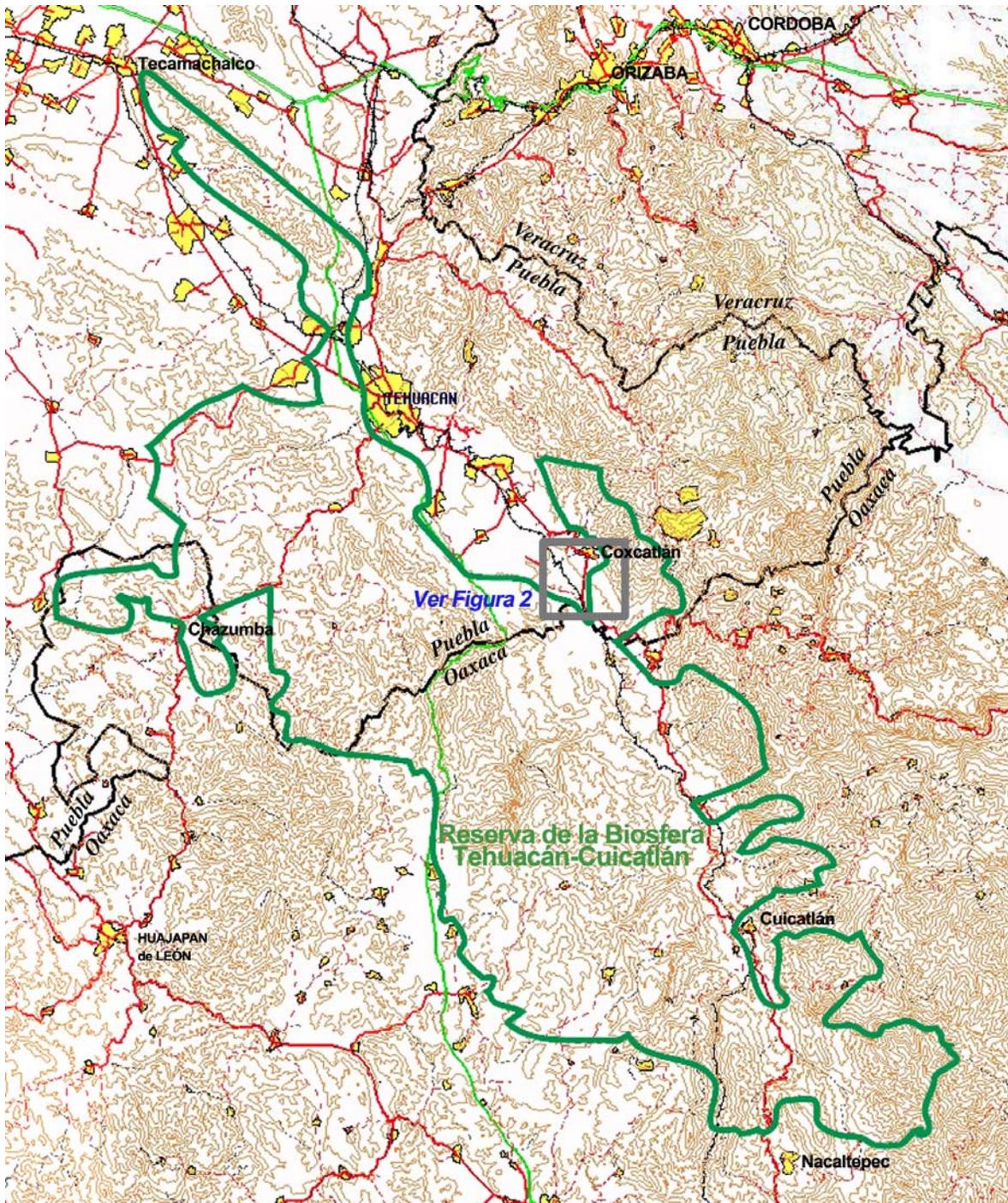


Figura 1: Área de estudio. Ubicación de Coxcatlán en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

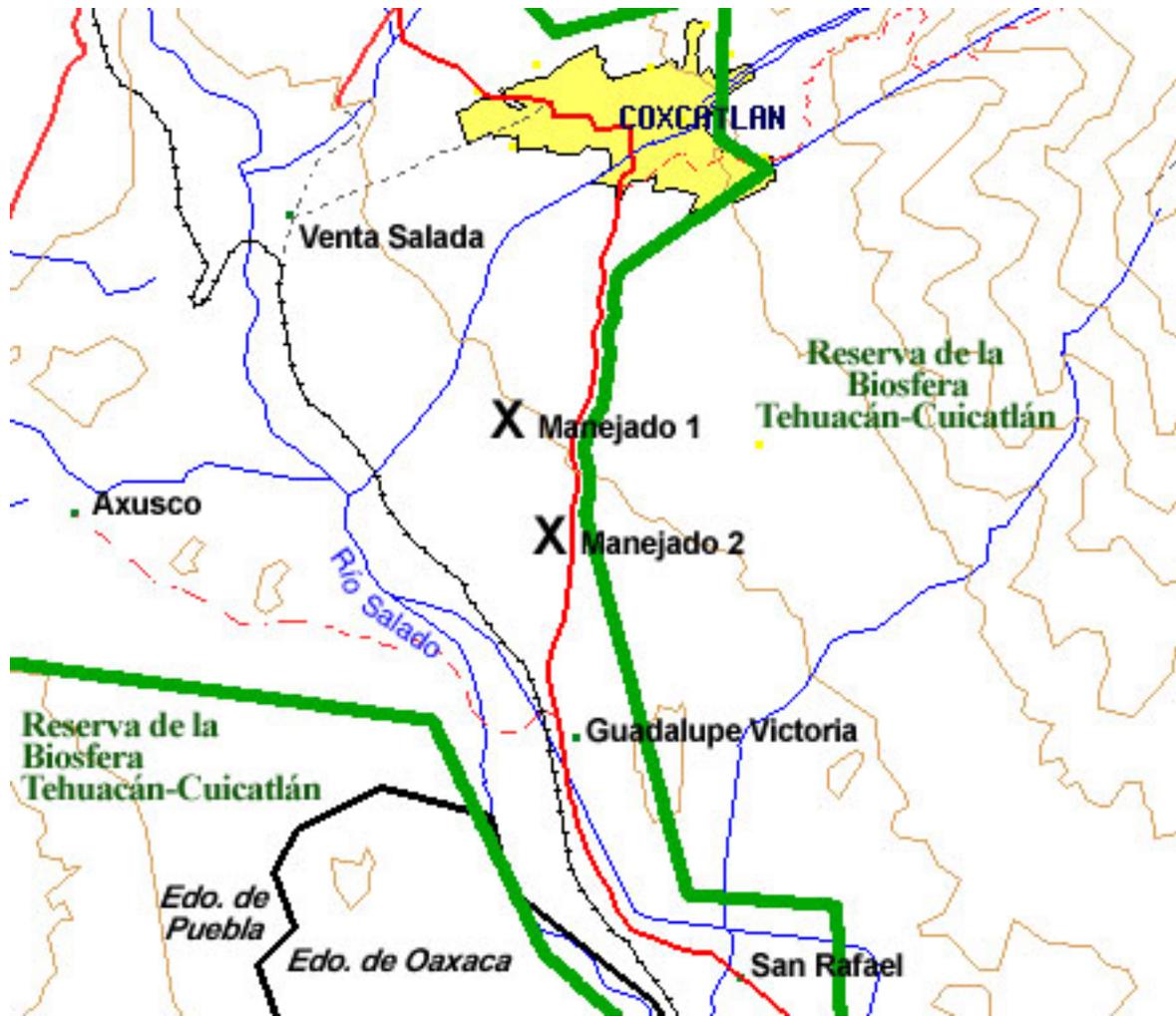
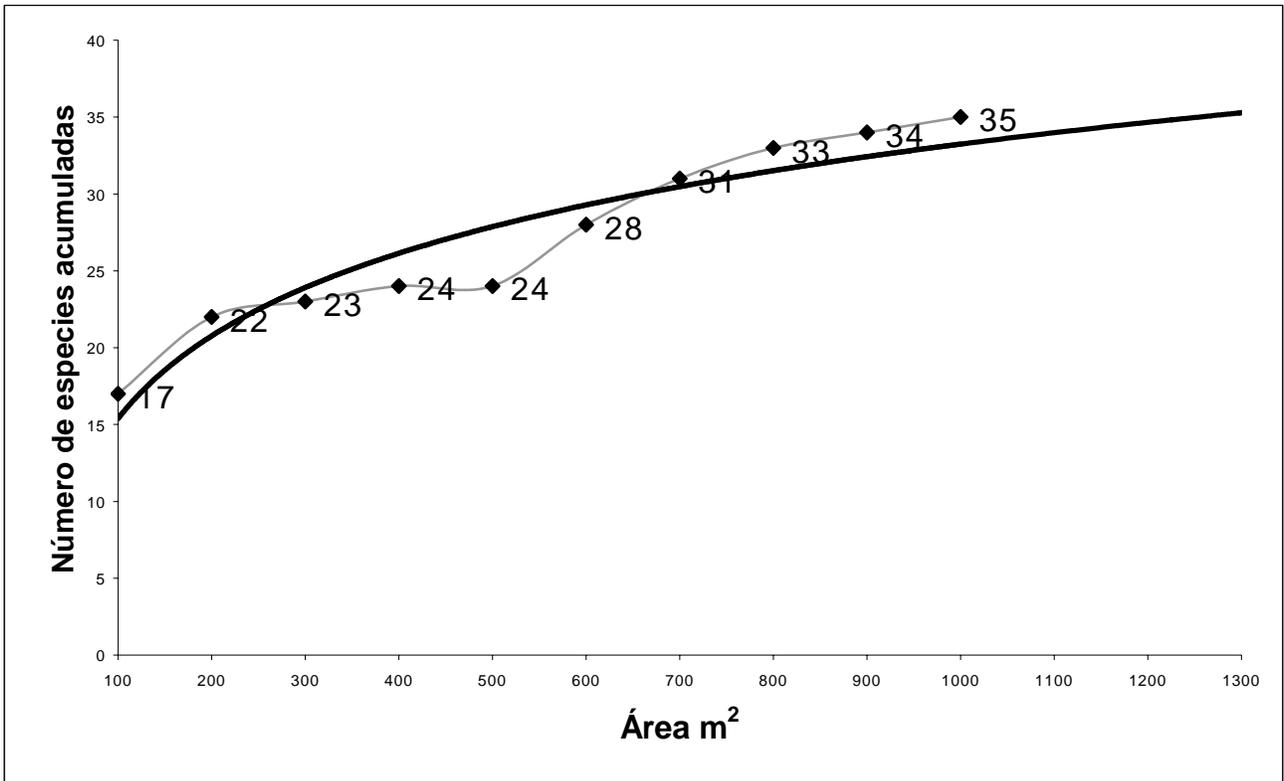


Figura 2: Localización de los sitios de estudio.



**Figura 3:** Curva de acumulación de especies para la suma del área de los dos cuadrantes de quiotillales manejados. Se muestra también una curva de regresión logarítmica.

# RESULTADOS

## CARACTERIZACIÓN DEL MANEJO EN LOS QUIOTILLALES

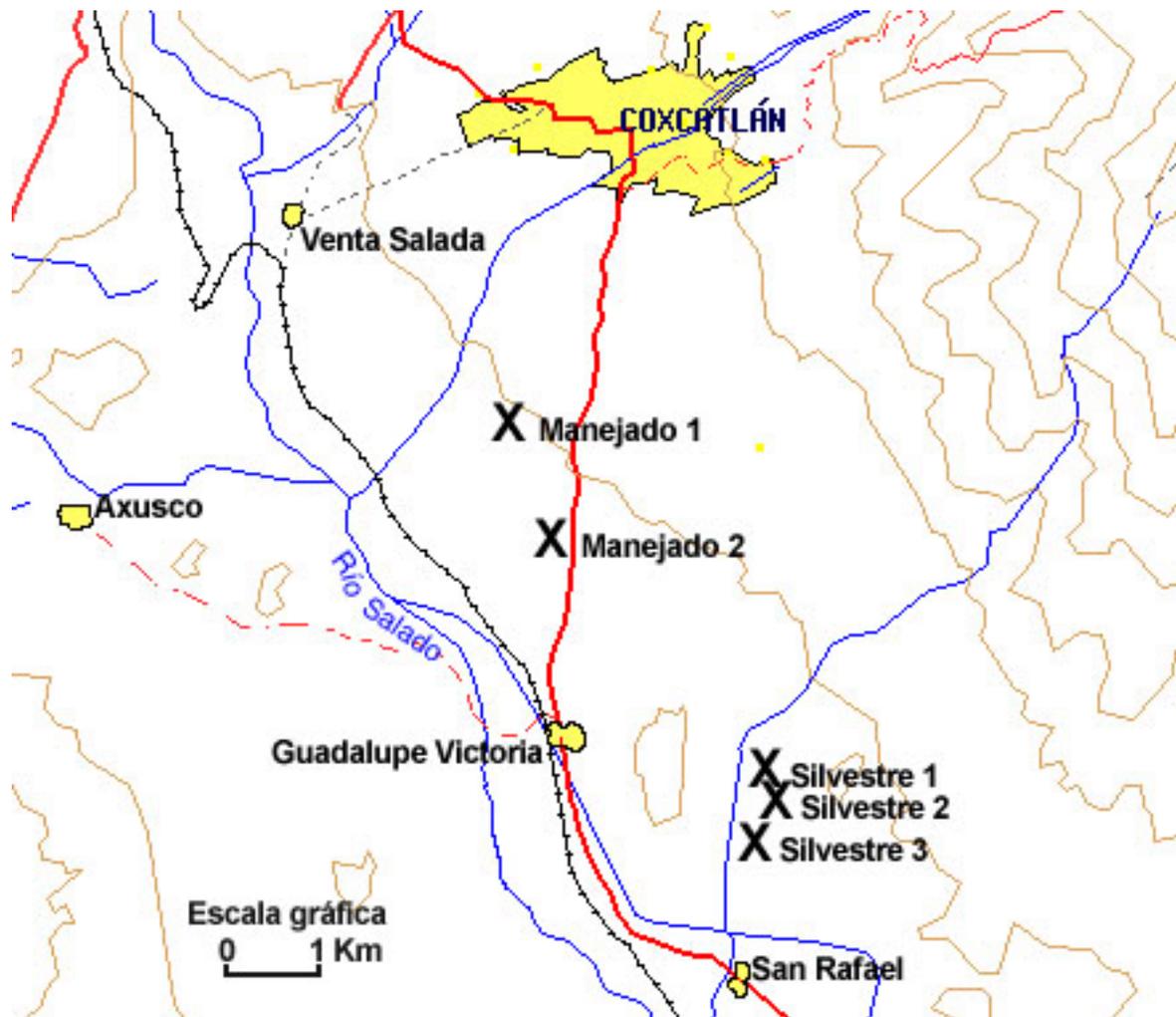
### *COMPARACIONES DE LA ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN.*

#### *Comparaciones de biodiversidad*

Al comparar los sitios manejados y los silvestres 1, 2 y 3 se observa una relación muy clara entre la distancia y accesibilidad a centros de población y la riqueza de especies, ya que al aproximarse a las zonas pobladas o carreteras que se encuentran en el fondo del valle, se aprecia una tendencia a la disminución en la biodiversidad (Figura 4 y Tabla 1) Los sitios manejados se encuentran muy cerca de la carretera y cuentan con una riqueza florística menor, por ello el manejo implica una menor diversidad de especies, además la proximidad a zonas con actividad humana puede implicar perturbaciones adicionales al manejo.

Los índices de similitud florística de Jaccard (Tabla 1) entre los quiotillales muestran que el valor más bajo se observa entre los dos quiotillales manejados y los quiotillales silvestres 1 y 2, con valores que van desde 27.78% (manejado 2 y silvestre 2) a 30.77% (manejado 1 y silvestre 2). En cambio, la similitud de los quiotillales manejados con el silvestre 3 es mucho mayor, del 42.5% con el manejado 1 y 45% con el manejado 2. Estos últimos valores son aún mayores que el de 40% que resulta al comparar los dos quiotillales manejados entre sí. La mayor similitud entre los quiotillales manejados y el silvestre 3 también se ve reforzada por el hecho de que este quiotillal silvestre tiene un menor número de especies (33) que los otros sitios silvestres, ya que los quiotillales manejados 1 y 2 tienen 24 y 25 especies respectivamente (Tabla 1). En cuanto a la similitud entre

los dos primeros quiotillales silvestres, ésta es mucho mayor que la de todas las demás comparaciones (55.38%). La similitud del quiotillal silvestre 3 con los otros dos silvestres presenta valores intermedios a los anteriores. Por otra parte, los sitios manejados compartieron más especies con el sitio silvestre 1 que con el 2 o el 3 (Tabla 1).



**Figura 4:** Localización de los sitios manejados y silvestres 1, 2 y 3 con respecto a poblados y vías de comunicación.

De acuerdo a lo observado en los índices de similitud florística de Jaccard (Tabla 1) y el segundo nivel jerárquico del análisis de conglomerados (Figura 5),

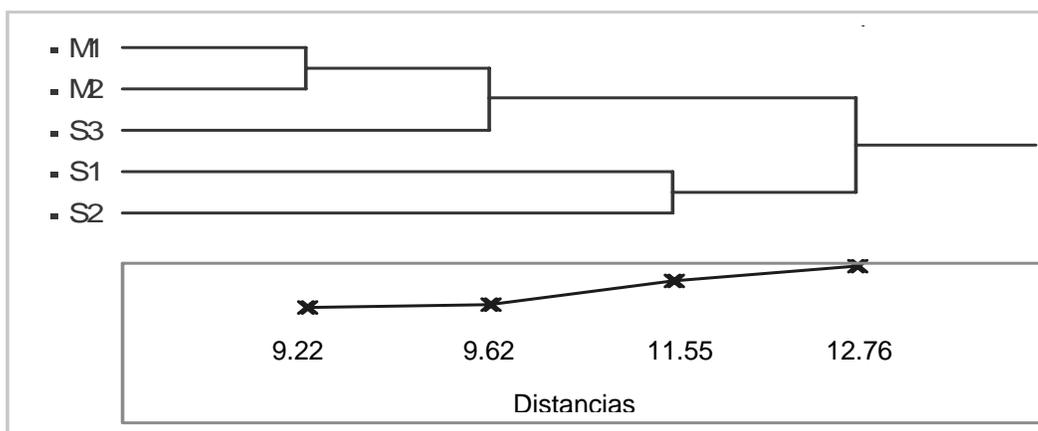
existen dos grupos de quiotillales con base a su similitud por presencia y ausencia de especies: un primer grupo formado por los quiotillales manejados y el quiotillal silvestre 3 y un segundo grupo formado por los quiotillales silvestres 1 y 2.

Los índices de diversidad de Shannon (Tabla 2) variaron desde 0.87 para el quiotillal manejado 2 hasta 1.41 para el quiotillal silvestre 1. Al comparar los

**Tabla 1:** En los valores por arriba de la diagonal se muestran índices de similitud florística de Jaccard entre los quiotillales manejados y silvestres 1, 2 y 3, en la diagonal se tiene el total de especies por sitio y debajo de la diagonal cuantas especies se comparten entre sitios.

	M1	M2	S1	S2	S3
M1	<b>24</b>	40%	30.65%	30.77%	42.5%
M2	14	<b>25</b>	30.16%	27.78%	45%
S1	19	19	<b>57</b>	55.38%	32.35%
S2	16	15	36	<b>44</b>	35.09%
S3	17	18	22	20	<b>33</b>

índices de Shannon de los quiotillales manejados con los de los quiotillales silvestres mediante una prueba de *t* (Tabla 2) se encontraron diferencias



**Figura 5:** Agrupamiento jerárquico de similitud entre sitios calculado mediante el método de medición de distancias entre conglomerados con promedios y con base a presencia y ausencia de especies en los quiotillales manejado 1y 2 y silvestre 1, 2 y 3 (Obtenido con el programa JMP v. 3.1.6.2).

significativas entre todos ( $t < -9.7$  y  $> 2.2$ ; g.l.  $> 600$ ;  $p < 0.05$ ). Las diferencias menores se encontraron entre los quiotillales manejados y el quiotillal silvestre 3.

Sin embargo, al parecer los índices de Shannon fueron determinados en gran medida por el número de especies de cada sitio que presentan una gran variación (ver Tabla 1), de tal manera que las diferencias se acentúan al sumar la riqueza de especies en los sitios a la diversidad en la distribución de abundancias de las especies. Para aislar el factor de dispersión de las abundancias de las especies se obtuvieron valores de equitabilidad o diversidad relativa (Tabla 3). Los sitios se agruparon según la similitud de sus valores de equitabilidad en dos grupos: por un lado el quiotillal manejado 1 y los quiotillales silvestres 1 y 2, por otro lado, el quiotillal manejado 2 y el quiotillal silvestre 3; el primer grupo tiene valores de equitabilidad más altos que el segundo.

**Tabla 2:** Índices de diversidad de Shannon-Wiener para los quiotillales manejados y silvestres 1, 2 y 3 y los valores de las pruebas de  $t$  para las comparaciones entre los índices de Shannon de los sitios manejados y silvestres. En todos los casos existe una diferencia significativa.

Sitios		Manejado 1	Manejado 2
	<b>I. de Shannon</b>	1.14	0.87
Silvestre 1	1.41	$t=-9.77$ ; g.l.=852.92; $p < 0.05$	$t=-18.56$ ; g.l.=852.92; $p < 0.05$
Silvestre 2	1.39	$t=-9.86$ ; g.l.=657.16; $p < 0.05$	$t=-19.47$ ; g.l.=1184.91; $p < 0.05$
Silvestre 3	1.05	$t=2.27$ ; g.l.=600.96; $p < 0.05$	$t=-4.51$ ; g.l.=695.76; $p < 0.05$

**Tabla 3:** Valores de Equitabilidad para los sitios manejados y silvestres 1, 2 y 3.

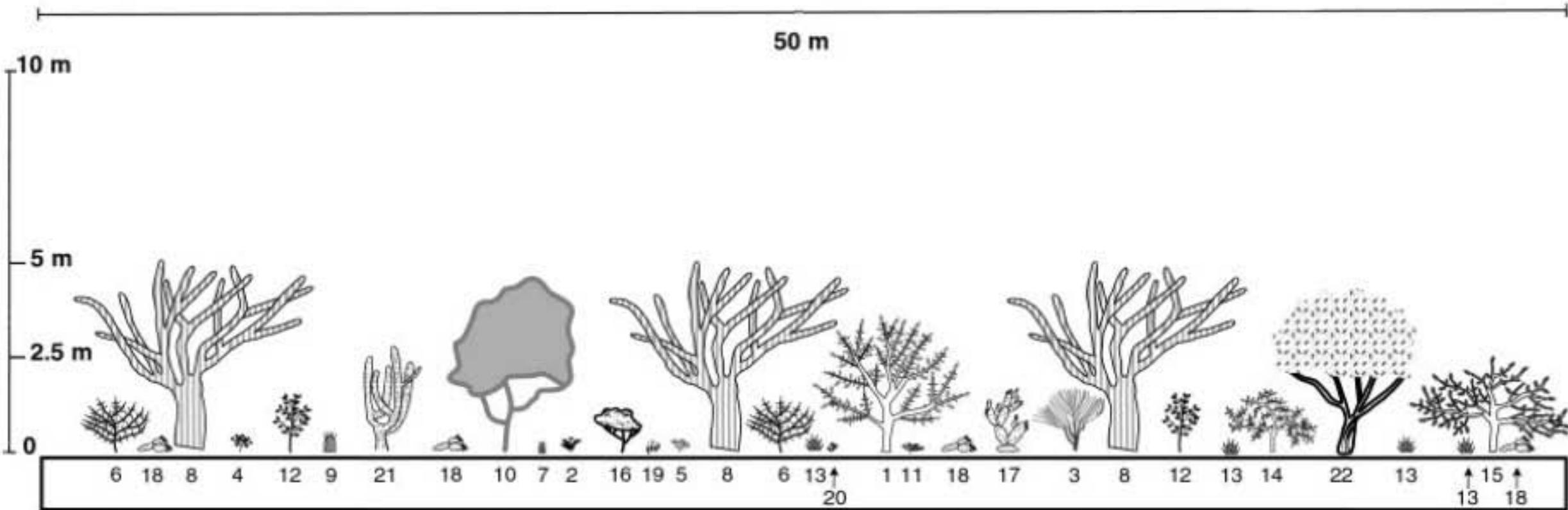
	<b>Manejado1</b>	<b>Manejado2</b>	<b>Silvestre1</b>	<b>Silvestre2</b>	<b>Silvestre3</b>
<b>Equitabilidad</b>	0.83	0.62	0.8	0.85	0.7

### *Dominancia de las especies*

Con base en los muestreos de los quiotillales manejados 1 y 2 (Figs. 6 y 7 y Tablas 4 y 5) fue posible hacer una comparación de las características de dominancia y abundancia entre las especies de los quiotillales manejados y silvestres 1, 2 y 3 (Tablas 6, 7 y 8) y ver cómo varía la dominancia de árboles y arbustos o la abundancia de hierbas a lo largo de todos los sitios comparados. Ese análisis se resume en la Tabla 9.

Las especies que tuvieron dominancias  $\geq$  a 15, en el caso de los árboles y arbustos, y abundancias  $\geq$  a 4, en el caso de las hierbas, en todos los sitios fueron: *Coryphanta pycnacantha*, *E. chiotilla*, *Mammillaria carnea*, *Mimosa luisana*, *M. polyantha* y *Opuntia pilífera*. Las especies que dominaron o abundaron en cuatro de los cinco sitios fueron *Commelina erecta* y *Senna wislizeni*. Un total de 27 especies fueron dominantes o abundantes exclusivamente en sitios silvestres y sólo tres de ellas además se presentaron en el sitio manejado 2 pero con bajas dominancias, ninguna se encontró en el sitio manejado 1. *Cercidium praecox*, *Ferocactus latispinus*, *Lantana camara* y *Opuntia puberula* se encontraron con dominancias  $\geq$  a 15 tratándose de árboles y arbustos y abundancias  $\geq$  a 4 tratándose de hierbas en más sitios manejados que silvestres. *Acacia cochliacantha*, *Cordia curassavica*, *Sanvitalia fruticosa* y *Stenocereus stellatus*

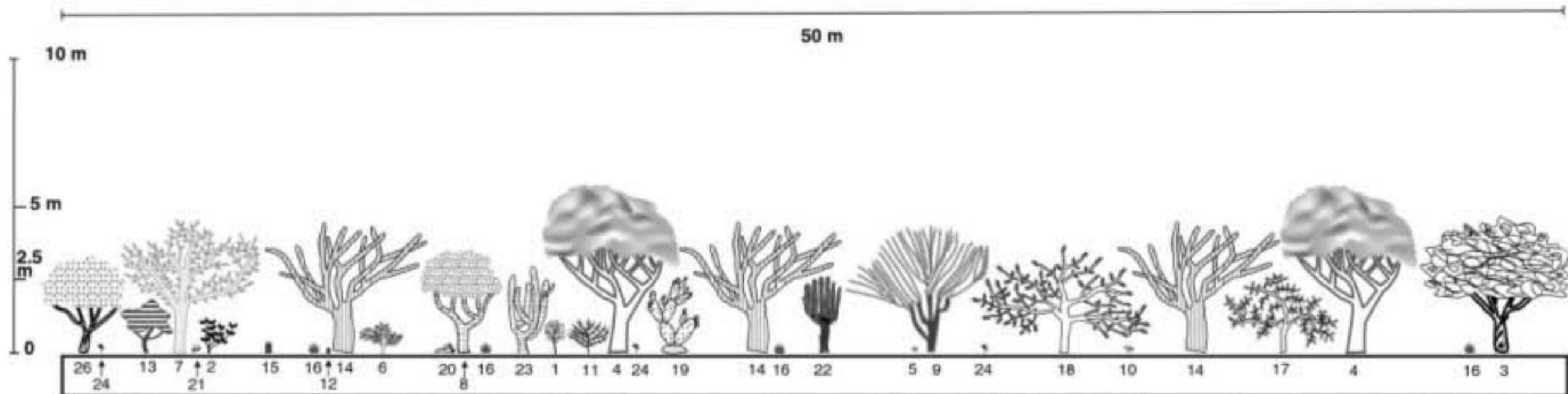
fueron especies que tuvieron abundancias o dominancias por arriba del umbral en un sitio manejado y un silvestre o un manejado y dos silvestres, es decir, en pocos manejados y silvestres. Las demás especies tuvieron poca dominancia y abundancia sin importar el tipo de sitio o se trató de especies no comparables entre tipos de sitios, de modo que aunque fueron frecuentes no fueron importantes en la comparación efectuada (Tabla 9).



**Figura 6: Perfil diagramático del quiotillal del sitio manejado 1.** 1. *Acacia cochliacantha* 2. *Asteraceae* 3. *Cercidium praecox* 4. *Cnidoscolus tehuacanensis* 5. *Commelina erecta* 6. *Cordia curassavica* 7. *Coryphanta pycnacantha* 8. *E. chiotilla* 9. *Ferocactus latispinus* 10. *Ipomoea* sp. 11. *Lantana achyranthifolia* 12. *L. camara* 13. *Mammillaria carnea* 14. *Mimosa luisana* 15. *M. polyantha* 16. *Melochia tomentosa* 17. *Opuntia pilifera* 18. *O. puberula* 19. *O. pumila* 20. *Opuntia* sp. 21. *Stenocereus stellatus* 22. *Senna wislizeni*.

**Tabla 4:** Cobertura, frecuencia, abundancia e índice de dominancia para las especies encontradas en el muestreo del quiotillal manejado 1. Las especies están ordenadas según su índice de dominancia, se indican sus usos locales potenciales (Casas *et al.*, 2001) y el porcentaje de especies del sitio que tienen el uso especificado.

Especie	Cobertura m <sup>2</sup>	Frecuencia %	Abundancia (no.Ind.)	Índice de Dominancia	Usos conocidos												
					Alimento	Artesanías	Bebidas alcohólicas	Control de Suelos	Forraje	Jabón	Leña	Madera y Construcción	Medicinal	Melífero	Ningún uso	No determinado	Ornamental
<i>Acacia cochliacantha</i>	149.36	100	17	507.82				X	X		X						
<i>Escontria chiotilla</i>	153.20	100	16	490.24	X			X	X		X	X					
<i>Cordia curassavica</i>	44.80	100	26	232.97	X	X			X				X	X			
<i>Mimosa polyantha</i>	69.78	80	13	145.15					X		X						
<i>Lantana camara</i>	29.78	100	21	125.09	X				X				X				X
<i>Mimosa luisana</i>	29.19	80	18	84.06					X		X	X					
<i>Senna wislizeni</i>	52.44	80	6	50.34					X								
<i>Opuntia puberula</i>	3.70	80	69	40.81					X								
<i>Opuntia pilifera</i>	12.59	100	10	25.18	X			X	X		X						
<i>Ipomoea sp.</i>	15.95	60	4	7.66					X								
<i>Commellina erecta</i>	0.86	100	33	5.70												X	
<i>Mammillaria carnea</i>	0.43	100	50	4.32	X				X								
<i>Opuntia pumila</i>	0.47	80	20	1.52					X								
<i>Stenocereus stellatus</i>	1.44	40	6	0.69	X		X	X	X		X	X					
<i>Melochia tomentosa</i>	2.69	20	2	0.22												X	
<i>Ferocactus latispinus</i>	0.18	60	8	0.18	X				X								X
<i>Coryphanta pycnantha</i>	0.08	80	11	0.14												X	
<i>Cercidium praecox</i>	2.69	20	1	0.11					X	X	X		X				
<i>Cnidosculus tehuacanensis</i>	0.04	40	4	0.01	X								X				
<i>Metastelma sp.</i>	0.34	20	1	0.01												X	
Asteraceae	0.07	20	1	0.003													X
<i>Crotalaria sp.</i>	0.04	20	1	0.002													X
<i>Lantana achyranthifolia</i>	0.03	20	1	0.001									X				
<i>Opuntia sp.</i>	0.01	20	1	0.0003					X								
<b>% de especies con ese uso</b>					33	4	4	17	67	4	29	13	21	4	17	8	8



**Figura 7: Perfil diagramático del quitolilal del sitio manejado 2.** 1. *Amphipterygium adstringens* 2. *Argythamnia guatemalensis* 3. *Bursera aptera* 4. *B. fagaroides* 5. *B. morelensis* 6. *B. schlechtendalii* 7. *Bursera* sp. 8. *Ceiba parvifolia* 9. *Cercidium praecox* 10. *Commelina erecta* 11. *Cordia curassavica* 12. *Coryphanta pycnacantha* 13. *Croton* sp. 14. *E. chiotilla* 15. *Ferocactus latispinus* 16. *Mammillaria carnea* 17. *Mimosa luisana* 18. *M. polyantha* 19. *Opuntia pilifera* 20. *O. puberula* 21. *O. pumila* 22. *Pachycereus weberi* 23. *Stenocereus stellatus* 24. *Sanvitalia fruticosa* 25. *Senna wislizeni*.



**Tabla 6:** Cobertura, frecuencia, abundancia e índice de dominancia para las especies encontradas en el muestreo del quiotillal silvestre 1. Las especies están ordenadas según su índice de dominancia, se indican sus usos locales potenciales (Casas *et al.*, 2001) y el porcentaje de especies del sitio que tienen el uso especificado. Los valores de frecuencias son datos no publicados de Luna (2001).

Especie	Cobertura m <sup>2</sup>	Frecuencia %	Abundancia (no. Ind.)	Índice de dominancia	Usos conocidos																	
					Alimento	Artesanías	Bebidas alcohólicas	Cercas vivas	Control de suelos	Fibras	Forraje	Jabón	Leña	Madera y Construcción	Medicinal	Melífero	Ningún uso	No determinado	Ornamental	Resinas y látex	Venenos	
<i>Mimosa luisana</i>	157.88	100	27	852.56						X	X	X										
<i>Escontria chiotilla</i>	62.81	100	23	288.92	X			X	X	X	X											
<i>Mimosa polyantha</i>	58.02	100	18	208.88						X	X											
<i>Opuntia pilifera</i>	18.19	100	27	98.24	X			X	X	X												
<i>Mammillaria carnea</i>	3.16	100	152	95.91	X					X												
<i>Gomphrena decumbens</i>	5.62	100	68	76.47						X				X								
<i>Stenocereus stellatus</i>	10.62	100	28	59.46	X	X	X	X	X	X	X											
<i>Ziziphus amolle</i>	122.53	60	4	58.81						X	X	X										
<i>Cordia curassavica</i>	13.59	80	13	28.27	X	X				X				X	X							
<i>Panicum sp.</i>	2.96	100	47	27.82						X												
<i>Croton sp.</i>	19.51	40	14	21.85										X								
<i>Dalea sp.</i>	8.84	60	17	18.04						X												
<i>Ceiba parvifolia</i>	65.35	40	3	15.68	X				X	X												
<i>Lippia graveolens</i>	9.93	60	9	10.73	X					X	X		X									
<i>Dalea carthagenensis</i>	6.39	60	13	9.97						X												
<i>Bursera fagaroides</i>	47.75	40	2	7.64			X	X			X	X								X		
<i>Phaseolus sp.</i>	2.68	40	29	6.22	X					X												
<i>Fouqueria formosa</i>	16.12	60	3	5.80			X			X	X	X							X			
<i>Coryphanta pycnantha</i>	0.55	100	36	3.96											X							
<i>Viguiera sp.</i>	5.03	40	9	3.62													X					
<i>Cercidium praecox</i>	41.72	20	2	3.34						X	X	X		X								
<i>Chamaesyce cumbrae</i>	0.96	60	27	3.11											X							
<i>Euphorbia heterophylla</i>	1.13	40	28	2.54										X	X			X				
<i>Zinnia peruviana</i>	0.75	100	15	2.26						X								X				
<i>Melochia tomentosa</i>	5.45	40	5	2.18											X							
<i>Florestina simplicifolia</i>	1.28	60	14	2.15											X							
<i>Sanvitalia fruticosa</i>	0.95	60	10	1.14						X												
<i>Parthenium tomentosum</i>	2.52	40	5	1.01						X				X								
<i>Commellina erecta</i>	0.49	60	12	0.71											X							
<i>Pectis haenkeana</i>	0.54	40	16	0.69											X							
<i>Amphipterygium adstringens</i>	15.55	20	1	0.62										X								

Continuación tabla 6:

Especie	Cobertura m <sup>2</sup>	Frecuencia %	Abundancia (no. Ind.)	Índice de dominancia	Usos conocidos																			
					Alimento	Artesanías	Bebidas alcohólicas	Cercas vivas	Control de suelos	Fibras	Forraje	Jabón	Leña	Madera y Construcción	Medicinal	Melífero	Ningún uso	No determinado	Ornamental	Resinas y látex	Venenos			
<i>Stenocereus pruinosus</i>	6.96	20	2	0.56	X			X	X		X		X											X
<i>Opuntia puberula</i>	0.40	60	10	0.48							X													
pasto 3	0.35	40	16	0.44															X					
<i>Lantana camara</i>	1.07	40	2	0.17	X						X				X						X			
<i>Ferocactus latispinus</i>	0.23	60	6	0.16	X						X										X			
<i>Bursera schlechtendalii</i>	1.94	20	2	0.16															X					
<i>Caesalpinia melanadenia</i>	1.52	20	2	0.12						X		X												
<i>Boerhaavia erecta</i>	0.72	20	4	0.12															X					
<i>Physalis phyladelphica</i>	0.68	40	2	0.11	X						X				X									
<i>Salvia riparia</i>	0.31	40	4	0.10															X					
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	0.36	20	3	0.04	X			X	X		X		X											
<i>Acacia cochliacantha</i>	1.04	20	1	0.04					X		X		X											
<i>Kallstroemia hirsutissima</i>	0.39	20	2	0.03															X					
Amaranthaceae	0.14	20	4	0.02																X				
pasto 1	0.21	20	2	0.02																X				
<i>Simsia lagaciformis</i>	0.38	20	1	0.02															X					
<i>Anoda cristata</i>	0.13	20	2	0.01	X						X				X									
<i>Lantana achyranthifolia</i>	0.19	20	1	0.01											X									
<i>Mammillaria napina</i>	0.01	40	4	0.003															X					
pasto 2	0.03	20	2	0.003																X				
<i>Hibiscus phoeniceus</i>	0.05	20	1	0.002															X					
<i>Carminatia alvarezii</i>	0.03	20	1	0.001															X					
<i>Opuntia decumbens</i>	0.01	20	2	0.001	X				X		X		X											
<i>Acalypha</i> sp.	0.01	20	1	0.0004	X										X									
<i>Portulaca mexicana</i>	0.01	20	1	0.0003															X					
<i>Opuntia pumila</i>	Datos no disponibles										X													
<b>% de especies con ese uso</b>					28	2	2	7	14	2	54	5	25	9	23	4	26	9	9	2	2			

**Tabla 7:** Cobertura, frecuencia, abundancia e índice de dominancia para las especies encontradas en el muestreo del quiotillal silvestre 2. Las especies están ordenadas según su índice de dominancia, se indican sus usos locales potenciales (Casas *et al.*, 2001) y el porcentaje de especies del sitio que tienen el uso especificado. Los valores de frecuencias son datos no publicados de Luna (2001).

Especie	Cobertura m <sup>2</sup>	Frecuencia %	Abundancia (no. Ind.)	Índice de dominancia	Usos conocidos														
					Alimento	Artesanías	Bebidas alcohólicas	Cercas vivas	Control de suelos	Fibras	Forraje	Jabón	Leña	Madera y Construcción	Medicinal	Melífero	Ningún uso	No determinado	Ornamental
<i>Mimosa luisana</i>	116.14	100	27	627.15						X		X	X						
<i>Escontria chiotilla</i>	164.38	100	14	460.27	X				X	X	X	X							
<i>Opuntia pilifera</i>	30.39	100	48	291.77	X				X	X	X								
<i>Dalea carthagenensis</i>	17.35	100	51	176.95						X									
<i>Gomphrena decumbens</i>	7.18	100	73	104.88						X				X					
<i>Mimosa polyantha</i>	34.87	80	10	55.79						X		X							
<i>Lippia graveolens</i>	22.57	60	19	51.47	X					X		X		X					
<i>Panicum sp.</i>	2.34	100	84	39.33						X									
<i>Physalis phyladelfica</i>	7.66	100	25	38.28	X					X				X					
<i>Phaseolus sp.</i>	4.19	100	42	35.17	X					X									
<i>Croton sp.</i>	11.92	100	11	26.22										X					
<i>Mammillaria carnea</i>	1.64	100	80	26.17	X					X									
<i>Zinnia peruviana</i>	3.81	100	33	25.13						X								X	
<i>Acacia cochliacantha</i>	34.17	80	4	21.87						X		X							
<i>Viguiera sp.</i>	20.58	60	7	17.29													X		
<i>Cordia curassavica</i>	15.45	60	9	16.68	X	X				X				X	X				
<i>Senna wislizeni</i>	42.58	60	3	15.33						X									
<i>Bursera fagaroides</i>	31.11	60	4	14.93								X	X						X
<i>Boerhaavia erecta</i>	4.38	60	22	11.55													X		
<i>Chamaesyce cumbrae</i>	1.42	100	36	10.25													X		
<i>Stenocereus stellatus</i>	4.53	60	17	9.24	X		X		X	X		X	X						
<i>Ziziphus amolle</i>	51.13	40	2	8.18						X	X		X						
<i>Lantana camara</i>	5.89	60	8	5.66	X					X				X				X	
<i>Ceiba parvifolia</i>	41.45	20	3	4.97	X					X	X								
<i>Loeselia glandulosa</i>	0.75	80	34	4.08													X		
<i>Pectis haenkeana</i>	1.11	40	28	2.48													X		
<i>Senna sp.</i>	6.66	60	3	2.40						X									
<i>Lantana achyranthifolia</i>	2.71	80	5	2.16										X					
<i>Carminatia alvarezii</i>	0.94	40	26	1.95													X		
<i>Opuntia puberula</i>	1.93	40	6	0.92						X									
<i>Salvia riparia</i>	0.42	40	10	0.34													X		

Continuación Tabla 7:

Especie	Cobertura m <sup>2</sup>	Frecuencia %	Abundancia (no. Ind.)	Índice de dominancia	Usos conocidos															
					Alimento	Artesanías	Bebidas alcohólicas	Cercas vivas	Control de suelos	Fibras	Forraje	Jabón	Leña	Madera y Construcción	Medicinal	Melífero	Ningún uso	No determinado	Ornamental	Resinas y látex
<i>Florestina simplicifolia</i>	0.40	40	9	0.29												X				
<i>Parthenium tomentosum</i>	7.07	20	1	0.28						X				X						
<i>Hibiscus phoeniceus</i>	0.30	40	10	0.24												X				
<i>Floelichia interrupta</i>	0.25	40	5	0.10												X				
<i>Sedum</i> sp.	0.46	40	2	0.07												X				
<i>Coryphanta pycnacantha</i>	0.10	60	5	0.06												X				
<i>Commellina erecta</i>	0.17	20	4	0.03												X				
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	0.47	20	1	0.02	X		X	X	X	X	X									
<i>Pachycereus hollianus</i>	0.19	20	2	0.01	X		X	X	X	X	X									
<i>Simsia lagaciformis</i>	0.18	20	1	0.01												X				
Pasto 5	0.004	20	1	0.0002													X			
<i>Mollugo verticillata</i>	0.002	20	1	0.0001												X				
<i>Opuntia pumila</i>	Datos no disponibles									X										
<b>% de especies con ese uso</b>					27	2	2	7	16	2	57	2	23	11	18	2	32	5	5	2





**Tabla 9:** Clasificación de las especies según la distribución de sus abundancias o dominancias en los distintos sitios. Para las hierbas se utilizaron abundancias, para las demás formas de vida se utilizaron dominancias. Se consideraron valores de abundancias  $\geq 4$  y de dominancias  $\geq 15$  para considerar a una especie como abundante o dominante en un sitio determinado. NC = Especies no comparables entre tipos de sitios. En la columna de clasificación, 1 = Especies abundantes o dominantes en todos los sitios. 2 = Especies abundantes o dominantes en cuatro de los cinco sitios. 3 = Especies exclusivamente abundantes o dominantes en sitios silvestres. 4 = Especies abundantes o dominantes en más sitios manejados que silvestres. 5= Especies abundantes o dominantes en un solo sitio manejado y en uno o dos sitios silvestres. 6 = Especies que no son abundantes o dominantes en ningún sitio o no comparables.

Especie	Forma de Vida o NC	Manejado1	Manejado2	Silvestre1	Silvestre2	Silvestre3	Clasificación
<i>Coryphanta pycnacantha</i>	hierba	11	4	36	5	4	1
<i>Escontria chiotilla</i>	árbol	490.24	904.11	288.92	460.27	266.01	1
<i>Mammillaria carnea</i>	hierba	50	327	152	80	148	1
<i>Mimosa luisana</i>	arbusto	84.06	79.73	852.56	627.15	31.26	1
<i>Mimosa polyantha</i>	arbusto	145.15	1469.84	208.88	55.79	19.72	1
<i>Opuntia pilifera</i>	árbol	25.18	103.86	98.24	291.77	342.88	1
<i>Commellina erecta</i>	hierba	33	11	12	4	0	2
<i>Senna wislizeni</i>	árbol	50.34	20.14	0	15.33	60.71	2
<i>Boerhaavia erecta</i>	hierba	0	0	4	22	0	3
<i>Bursera aloexilon</i>	árbol	0	0	0	0	26.91	3
<i>Carminatia alvarezii</i>	hierba	0	0	1	26	0	3
<i>Ceiba parvifolia</i>	árbol	0	7.75	15.68	4.97	2.83	3
<i>Chamaeesyce cumbrae</i>	hierba	0	0	27	36	0	3
<i>Crotalaria pumila</i>	hierba	0	0	0	0	4	3
<i>Croton sp.</i>	arbusto	0	7.56	21.85	26.22	0.03	3
<i>Dalea carthagenensis</i>	arbusto	0	0	9.97	176.95	0	3
<i>Dalea sp.</i>	arbusto	0	0	18.04	0	0	3
<i>Euphorbia heterophylla</i>	hierba	0	0	28	0	0	3
<i>Floelichia interrupta</i>	hierba	0	0	0	5	0	3
<i>Florestina simplicifolia</i>	hierba	0	0	14	9	0	3
<i>Gomphrena decumbens</i>	hierba	0	0	68	73	0	3
<i>Lippia graveolens</i>	arbusto	0	0	10.73	51.47	0	3
<i>Lysiloma acapulcensis</i>	árbol	0	0	0	0	19.33	3
<i>Mammillaria napina</i>	hierba	0	0	4	0	0	3
<i>Pachycereus weberi</i>	árbol	0	0.12	0	0	35.19	3
<i>Panicum sp.</i>	hierba	0	0	47	84	0	3
<i>Parthenium tomentosum</i>	hierba	0	0	5	1	1	3
<i>Pectis haenkeana</i>	hierba	0	0	16	28	0	3
<i>Phaseolus sp.</i>	hierba	0	0	29	42	0	3
<i>Physalis phyladelfica</i>	arbusto	0	0	0.11	38.28	0	3
<i>Salvia riparia</i>	hierba	0	0	4	10	0	3

Continuación tabla 9:

Especie	Forma de Vida o NC	Manejado1	Manejado2	Silvestre1	Silvestre2	Silvestre3	Clasificación
<i>Viguiera dentata</i>	hierba	0	0	0	0	16	3
<i>Viguiera sp.</i>	hierba	0	0	9	7	6	3
<i>Zinnia peruviana</i>	hierba	0	0	15	33	0	3
<i>Ziziphus amolle</i>	árbol	0	0	58.81	8.18	4.84	3
<i>Cercidium praecox</i>	árbol	0.11	15.4	3.34	0	0	4
<i>Ferocactus latispinus</i>	hierba	8	18	6	0	0	4
<i>Lantana camara</i>	arbusto	125.09	0	0.17	5.66	11.18	4
<i>Opuntia puberula</i>	arbusto	40.81	38.54	0.48	0.92	3.25	4
<i>Acacia cochliacantha</i>	árbol	507.82	0	0.04	21.87	35.29	5
<i>Cordia curassavica</i>	arbusto	232.97	0.39	28.27	16.68	4.21	5
<i>Sanvitalia fruticosa</i>	hierba	0	99	10	0	0	5
<i>Stenocereus stellatus</i>	árbol	0.69	30.35	59.46	9.24	9.62	5
<i>Acalypha sp.</i>	hierba	0	0	1	0	0	6
Amaranthaceae	NC	0	0	0.02	0	0	6
<i>Amphipterygium adstringens</i>	árbol	0	0.01	0.62	0	0	6
<i>Anoda cristata</i>	hierba	0	0	2	0	0	6
<i>Argythamnia guatemalensis</i>	arbusto	0	1.51	0	0	0	6
Asteraceae	NC	0.003	0	0	0	0	6
<i>Bursera aptera</i>	árbol	0	0.73	0	0	0	6
<i>Bursera fagaroides</i>	árbol	0	13.27	7.64	14.93	0.87	6
<i>Bursera morelensis</i>	árbol	0	0.0002	0	0	0.48	6
<i>Bursera schlechtendalii</i>	arbusto	0	0.05	0.16	0	0.45	6
<i>Bursera sp.</i>	NC	0	0.58	0	0	0	6
<i>Caesalpinia melanadenia</i>	árbol	0	0	0.12	0	0	6
<i>Celtis pallida</i>	arbusto	0	0	0	0	5.79	6
<i>Cnidoscylus tehuacanensis</i>	arbusto	0.01	0	0	0	0.00001	6
<i>Crotalaria sp.</i>	NC	0.002	0	0	0	0	6
<i>Fouquieria formosa</i>	árbol	0	0	5.8	0	0	6
<i>Hibiscus phoeniceus</i>	arbusto	0	0	0.002	0.24	0	6
<i>Ipomoea sp.</i>	árbol	7.66	0	0	0	0	6
<i>Kallstroemia hirsutissima</i>	hierba	0	0	2	0	0	6
<i>Lantana achyranthifolia</i>	arbusto	0.001	0	0.01	2.16	0	6
<i>Loeselia glandulosa</i>	arbusto	0	0	0	4.08	0	6
<i>Melochia tomentosa</i>	arbusto	0.22	0	2.18	0	0.24	6
<i>Metastelma sp.</i>	hierba	1	0	0	0	0	6
<i>Mollugo verticillata</i>	hierba	0	0	0	1	0	6
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	árbol	0	0	0.04	0.02	0.66	6
<i>Opuntia decumbens</i>	arbusto	0	0	0.001	0	1.16	6
<i>Opuntia pumila</i>	NC	20	19	0	0	0	6
<i>Opuntia sp.</i>	NC	0.0003	0	0	0	0	6

Continuación tabla 9:

Especie	Forma de Vida o NC	Manejado1	Manejado2	Silvestre1	Silvestre2	Silvestre3	Clasificación
<i>Pachocereus hollianus</i>	árbol	0	0	0	0.01	0	6
<i>Parthenium bipinnatifidum</i>	hierba	0	0	0	0	3	6
pasto 1	NC	0	0	0.02	0	0	6
pasto 2	NC	0	0	0.003	0	0	6
pasto 3	NC	0	0	0.44	0	0	6
Pasto 5	NC	0	0	0	0.0002	0	6
<i>Portulaca mexicana</i>	hierba	0	0	1	0	0	6
<i>Ruellia rosea</i>	hierba	0	0	0	0	1	6
<i>Sedum</i> sp.	hierba	0	0	0	2	0	6
<i>Senna</i> sp.	árbol	0	0	0	2.4	0	6
<i>Simsia lagaciformis</i>	hierba	0	0	1	1	0	6
<i>Stenocereus pruinosus</i>	árbol	0	0	0.56	0	0	6

## COMPARACIONES DE LA UTILIDAD DE LAS PLANTAS EN LOS SISTEMAS MANEJADOS Y SILVESTRES

Los usos de las plantas registrados para el Valle de Tehuacán-Cuicatlán por Casas *et al.* (2001) encontrados en las plantas de los sitios manejados y silvestres 1, 2 y 3 del presente estudio, representan una amplia variedad como alimento, aromatizante, artesanías, bebidas alcohólicas, cercas vivas, colorantes, control de suelos, fibras, forraje, jabón, leña, madera y construcción, medicinal, melífero, ornamental, pegamento, resinas y látex y venenos (Tablas 4, 5, 6, 7 y 8).

Al agregar las especies de los dos sitios manejados y analizar si presentan alguna utilidad conocida en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán, observamos 26 especies cuya utilidad es conocida localmente, seis especies que no tienen ninguna utilidad y tres de las cuales no fue posible determinar su utilidad (Tabla 10).

Las especies que tienen los índices de dominancia (I.D.) más altos en el sitio manejado 1 son *Acacia cochliacantha* y *Escontria chiotilla*. La primera se conoce en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán (Casas *et al.*, 2001) que es útil para control de suelos, forraje y como leña; mientras que la segunda puede ser usada como alimento, para control de suelos, forraje, leña y para madera y construcción (Tabla 4). Los índices de dominancia mayores en el sitio manejado 2 se hallaron en *Mimosa polyantha* y *Escontria chiotilla*. La primera especie es usada por diferentes pueblos en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán para forraje y leña (Tabla 5).

En el sitio manejado 1 sólo el 17% de las especies no presentó ningún uso. Es particularmente notable que todas las especies con ningún uso en éste sitio, tuvieron I.D. menores a seis. (Tabla 4). De la misma manera que el otro sitio

manejado, en el manejo 2 el 17% de las especies tampoco tuvo algún uso conocido. E igualmente notable es el hecho de que en este sitio manejo 2, el valor de I.D. de las especies sin ningún uso presenta valores bajos que en este caso son menores a dos (Tabla 5). Para los sitios silvestres los valores de porcentaje de plantas sin ningún uso e I.D. de las especies que no tienen ningún uso, son los siguientes: silvestre 1 (26 y < a 4); silvestre 2 (32 y < a 12) y silvestre 3 (15 y < a 2) (Tablas 6, 7 y 8).

En el análisis de las distribuciones de I. D. o abundancias entre los sitios silvestres y manejados (Tabla 9) relacionadas con la utilidad de las especies de acuerdo con Casas *et al.* (2001) (Tablas 4, 5, 6, 7, y 8), se pueden encontrar los siguientes comportamientos:

De las seis especies que presentaron una gran dominancia o abundancia en todos los sitios, *Escontria chiotilla*, *Mammillaria carnea*, *Mimosa luisana*, *Mimosa polyantha* y *Opuntia pilifera* presentaron algún tipo de uso y únicamente *Coryphanta pycnacantha* no lo presentó.

De las especies que se presentaron en cuatro de los cinco sitios silvestres y manejados con altas dominancias o abundancias: *Senna wislizeni* puede ser utilizada para el forraje y *Commelina erecta* no tiene uso.

**Tabla 10:** Especies utilizables y no utilizables de acuerdo al conocimiento tradicional del Valle de Tehuacán-Cuicatlán (Casas *et al.* 2001) en la zona manejada.

<b>Estatus</b>	<b>Especies</b>	<b>Familia</b>	<b>Sitios</b>	
Especies utilizables	<i>Acacia cochliacantha</i>	Fabaceae	1	
	<i>Amphipterygium adstringens</i>	Julianiaceae	2	
	<i>Bursera aptera</i>	Buseraceae	2	
	<i>Bursera fagaroides</i>	Buseraceae	2	
	<i>Bursera morelensis</i>	Buseraceae	2	
	<i>Ceiba parvifolia</i>	Bombacaceae	2	
	<i>Cercidium praecox</i>	Caesalpiniaceae	1 y 2	
	<i>Cnidosculus tehuacanensis</i>	Euphorbiaceae	1	
	<i>Cordia curassavica</i>	Boraginaceae	1 y 2	
	<i>Croton sp.</i>	Euphorbiaceae	2	
	<i>Escontria chiotilla</i>	Cactaceae	1 y 2	
	<i>Ferocactus latispinus</i>	Cactaceae	1 y 2	
	<i>Ipomoea sp.</i>	Convolvulaceae	1	
	<i>Lantana achyranthifolia</i>	Verbenaceae	1	
	<i>Lantana camara</i>	Verbenaceae	1	
	<i>Mammillaria carnea</i>	Cactaceae	1 y 2	
	<i>Mimosa luisana</i>	Fabaceae	1 y 2	
	<i>Mimosa polyantha</i>	Fabaceae	1 y 2	
	<i>Opuntia puberula</i>	Cactaceae	1 y 2	
	<i>O. pumila</i>	Cactaceae	1 y 2	
	<i>O. pilifera</i>	Cactaceae	1 y 2	
	<i>Opuntia sp.</i>	Cactaceae	1	
	<i>Pachycereus weberi</i>	Cactaceae	2	
	<i>Sanvitalia fruticosa</i>	Asteraceae	2	
	<i>Senna wislizeni</i>	Caesalpiniaceae	1 y 2	
	<i>Stenocereus stellatus</i>	Cactaceae	1 y 2	
	Especies no utilizables.	<i>Argythamnia guatemalensis</i>	Euphorbiaceae	2
		<i>Bursera schlechtendalii</i>	Burseraceae	2
<i>Commelina erecta</i>		Commelinaceae	1 y 2	
<i>Coryphanta pycnantha</i>		Cactaceae	1 y 2	
<i>Melochia tomentosa</i>		Sterculiaceae	1	
<i>Metastelma sp.</i>		Asclepiadaceae	1	
Estatus de Uso No Determinado	<i>Bursera sp.</i>	Burseraceae	2	
	<i>Crotalaria sp.</i>	Fabaceae	1	
	Sp.	Asteraeae	1	

*Cercidium praecox*, *Ferocactus latispinus*, *Lantana camara* y *Opuntia puberula* las cuatro especies que fueron dominantes o abundantes en más sitios manejados que silvestres fueron útiles.

*Acacia cochliacantha*, *Cordia curassavica*, *Sanvitalia fruticosa* y *Stenocereus stellatus* compartieron una dominancia y abundancia alta en pocos sitios manejados y silvestres y todas tuvieron uso potencial.

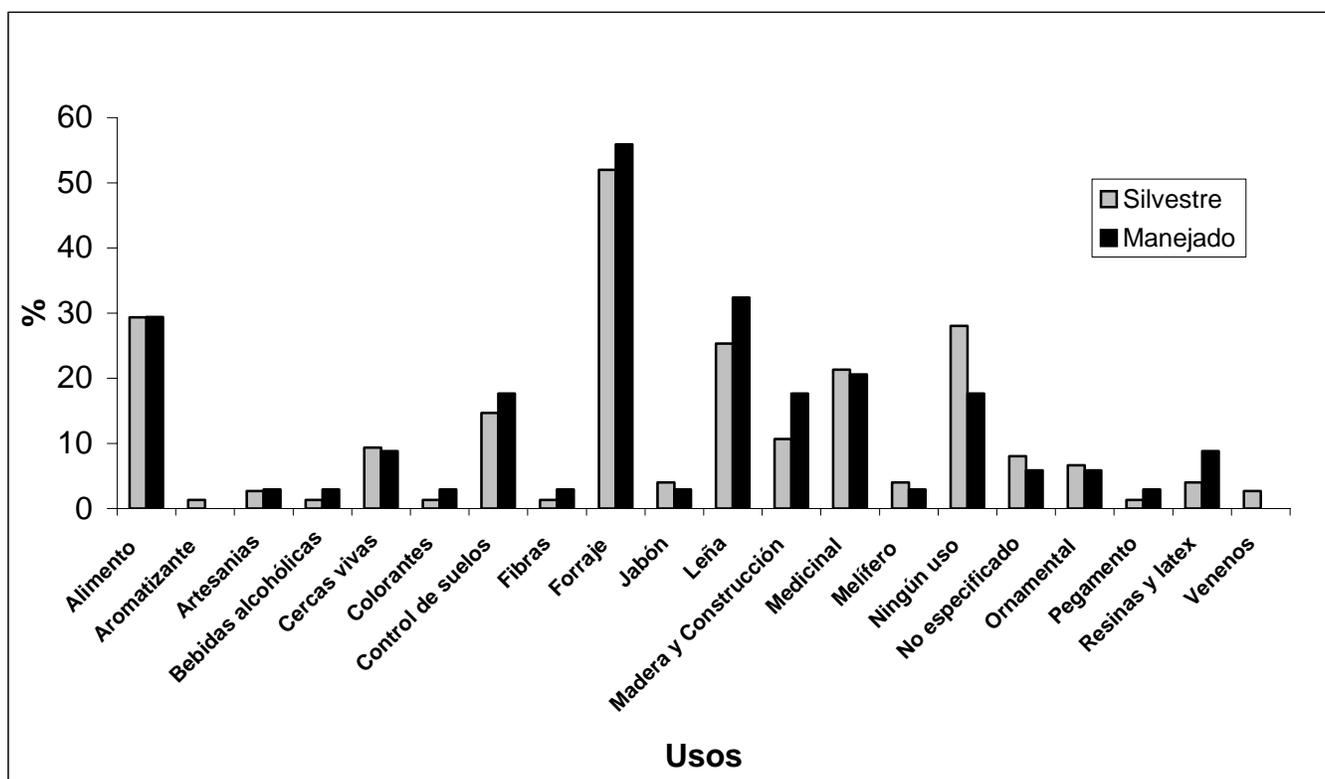
De las 27 plantas que fueron exclusivamente dominantes con valores  $\geq$  a 15 y abundantes con valores  $\geq$  a 4 en sitios silvestres, 18 tuvieron utilidad potencial.

Las especies de los sitios manejados o silvestres se agruparon (Figura 8) con el fin de obtener el porcentaje de especies por uso potencial que es mostrado en las Tablas 4, 5, 6, 7 y 8. El porcentaje de usos por tipo de sitio se muestra a continuación:

El uso más difundido entre las especies es el de forraje, tanto en los sitios manejados como silvestres, con 55.88% y 52% respectivamente. En seguida se encuentra el uso para leña con 32.35% para los sitios antropogénicos y 25.33% para los silvestres y el uso como alimento con 29.41% en los sitios manejados y 29.33% en los silvestres. Posteriormente, tenemos al uso medicinal con 20.58% en la zona manejada y 21.33% en la zona silvestre. Le sigue el empleo de las especies como control de suelos con 17.64% en los sitios antropogénicos y 14.66% en los sitios silvestres y el empleo para madera y construcción con 17.64% de las especies en los sitios manejados y 10.66% de las especies en los sitios silvestres. Entre todos estos usos mencionados siempre tenemos un porcentaje mayor para los sitios manejados que los silvestres y la única excepción es el uso medicinal. Las especies que no tuvieron ningún uso representaron el 17.64% en los sitios manejados y el 28% en los sitios silvestres. El resto de los usos presentan proporciones menores al 10%. Por otra parte especies con usos

de aromatizante y veneno solamente se encontraron en los sitios silvestres y muestran proporciones muy pequeñas, los otros usos se hallaron tanto en zonas silvestres como manejadas con porcentajes similares (Figura 8).

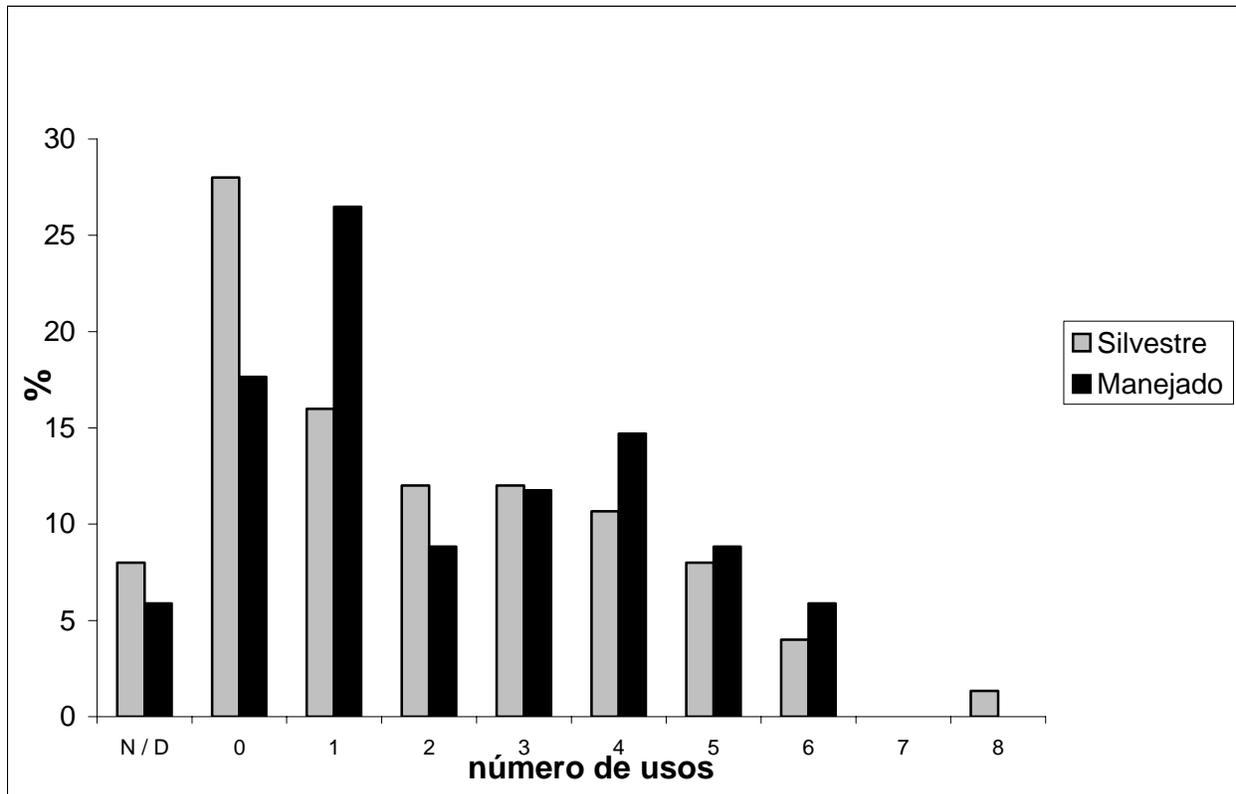
También las especies de los sitios manejados o silvestres fueron agregadas para obtener el porcentaje de especies que presentan una cantidad determinada de los usos conocidos potenciales (Figura 9) y que previamente fueron especificados en las Tablas 4, 5, 6, 7 y 8.



**Figura 8:** Porcentaje de especies para cada uso potencial en los sitios silvestres y manejados.

En la Figura 8 se observa que agregando las especies de los sitios silvestres 1, 2 y 3 al disminuir la cantidad de sus usos, disminuye el porcentaje que esas especies representan del total. En cambio en nuestros sitios manejados no se encuentra una tendencia tan definida, aunque el porcentaje mayor de especies se

encuentra entre las que presentan un solo uso seguidas de las que presentan cuatro usos.



**Figura 9:** Porcentaje de especies que presentan una cantidad determinada de usos conocidos potenciales. N/D (No definido)

Sin embargo al desarrollar una tabla de contingencia (Tabla 11) para ver si el número de usos que presentan las especies depende del manejo que se tenga de los sitios, no se encontró ninguna asociación significativa ( $X^2 = 4.42$ ; g.l. = 4;  $p > 0.05$ ).

Concluyendo podemos decir que no se encontró una relación significativa entre el estatus de manejo de los sitios y la proporción de especies útiles y no útiles de éstos ( $X^2 = 1.5$ ; g.l. = 1;  $p < 0.05$ ). De cualquier manera se puede calcular

**Tabla 11:** Tabla de contingencia para la relación entre la cantidad de usos que se le dan a cada especie y su pertenencia a los sitios silvestres 1, 2 y 3 o manejados. S (silvestre), M (manejado), O (observados), E (esperados). Algunas categorías de número de usos fueron agrupadas para cumplir con los requerimientos de la  $X^2$ . Los usos no definidos fueron omitidos. Se acepta la hipótesis nula de que el estatus de manejo es independiente de la cantidad de usos que tengan las especies ( $X^2 = 4.42$ ; g.l. = 4;  $p < 0.05$ ).

	0		1		2-3		4		5-8		Totales
	O	E	O	E	O	E	O	E	O	E	
S	31	27.05	14	16.82	21	20.47	10	10.97	11	11.70	87
M	6	9.95	9	6.18	7	7.53	5	4.03	5	4.30	32
Totales	37		23		28		15		16		119

con los datos de esta tabla de contingencia que existen en los sitios manejados 81.25 % de especies útiles a diferencia del sitio silvestre donde se tienen sólo 69.56 % de especies útiles (Tabla 12).

**Tabla 12:** Tabla de contingencia para la relación entre manejo y utilidad de las especies. Se acepta la hipótesis nula de que el manejo es independiente de la utilidad de las especies ( $X^2 = 1.5$ ; g.l. = 1;  $p > 0.05$ ).

Especies	Sitios manejados		Sitios sin manejo		Totales
	O	E	O	E	
No útiles	6	8.55	21	18.45	27
Útiles	26	23.45	48	50.55	74
Totales	32		69		101

## DETERMINACIÓN DE LA REGENERACIÓN EN LOS QUIOTILLALES MANEJADOS

### ESTRUCTURAS DE TAMAÑOS DE *Escontria chiotilla*

La estructura de tamaños de las plantas de *E. chiotilla* de quiotillales manejados y silvestres 1, 2 y 3, fueron examinadas (Figura 10) y se encontraron los siguientes comportamientos:

En el quiotillal manejado 1 hubo un individuo de *E. chiotilla* menor a 10 cm y ninguno menor a 50 cm, por lo que en este sitio la regeneración es muy baja. En las categorías incluidas entre 50 cm y 1. 50 m se encontraron cuatro individuos, pero en las que comprenden de 1. 50 m. a 3 m. no existió planta alguna. Entre los 3 m y los 6 m se encontraron once individuos. Es en estas categorías en los que parece ser que las quiotillas producen frutos (Luna, 2001). El total de individuos en este sitio fue 16.

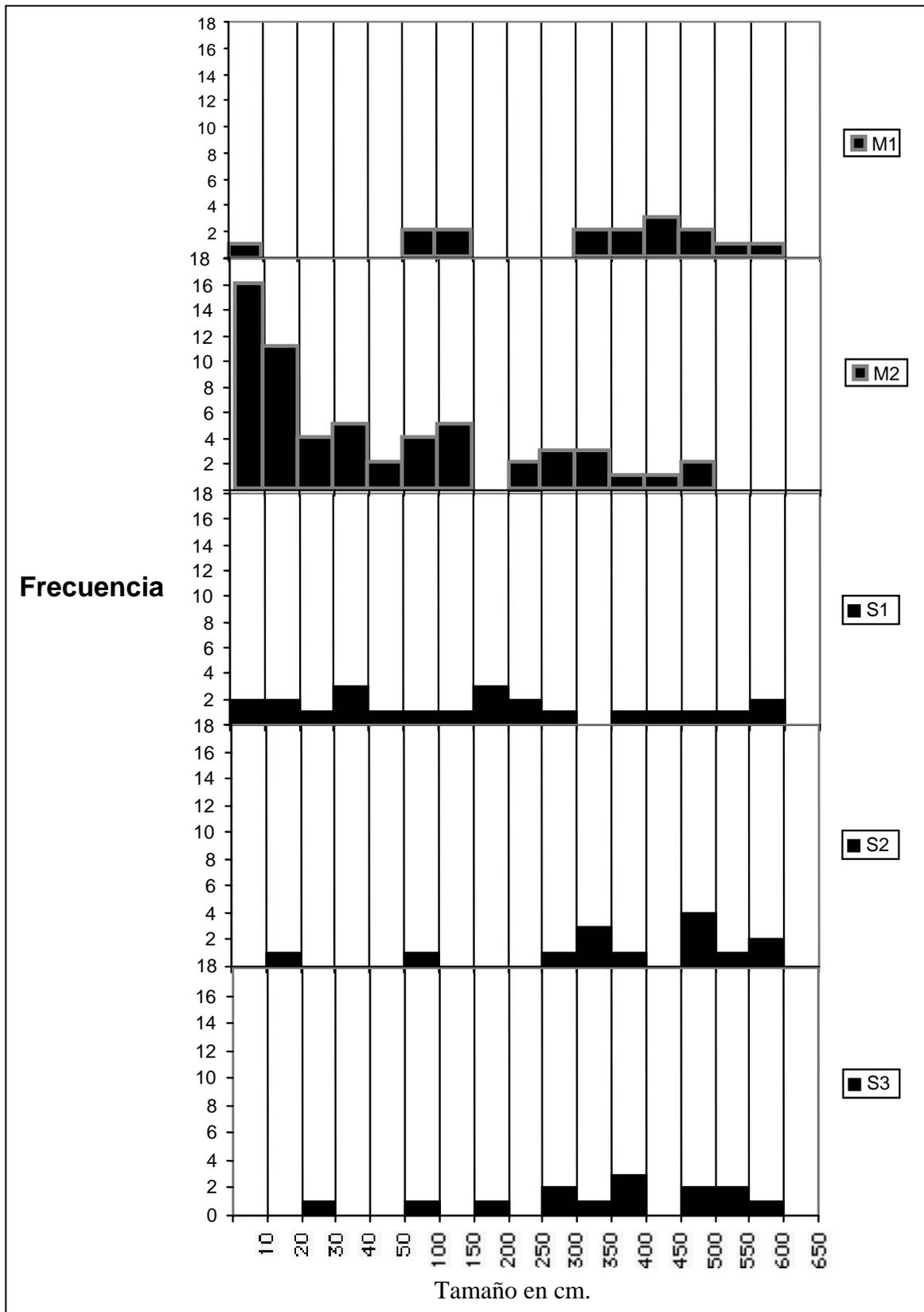
El quiotillal manejado 2 se caracterizó por tener una población con una estructura de tamaños que muestra una tendencia al crecimiento ya que cuenta con muchos individuos en las etapas de plántula por lo que la regeneración sí se está llevando a cabo. En total existieron 59 quiotillas incluidas dentro de todas las categorías de tamaño a excepción de la que comprende de 1.5 m a 2 m. Se localizaron en el sitio 38 plántulas y juveniles menores a 50 cm, 14 plantas entre 50 cm y 3 m y sólo siete quiotillas maduras entre 3 y 5 m. La forma de la gráfica se asemeja a una curva exponencial decreciente.

Con respecto a las estructuras de tamaños en los sitios silvestres. En el silvestre 1 dentro de las categorías menores a 20 cm se encontraron cuatro plántulas, se trata de individuos regeneradores de la población, aunque no tan

abundantes como en el sitio manejado 2. Se encontraron cinco individuos de tallas entre los 20 cm a los 50 cm, ocho quiotillas con más de 50 cm y menos de 3 m, cero en la categoría de 3 a 3.5 m y seis quiotillas maduras de 3.5 a 6 m. La estructura de tamaños indica que la población está cerca de la estabilidad y tiene un total de 23 individuos.

El caso del sitio silvestre 2 tiene una regeneración que presenta problemas, ya que entre las quiotillas de menor tamaño sólo se encontraron un individuo entre 10 y 20 cm y entre 50 cm y 1 m. Entre las plantas de mayor tamaño hubo cinco individuos de las categorías que van de los 2.5 m a los 4 m y siete individuos maduros con tamaños entre 4.5 m y 6 m. Resultando un total de 14 quiotillas en el sitio silvestre 2.

La regeneración en el sitio silvestre 3 es sumamente deficiente: no se encontraron plántulas menores a los 20 cm. Entre las siguientes categorías sólo existieron un individuo en las categorías de 20 a 30 cm, 50 cm a 1m y 1.5 a 2 m. En tamaños intermedios de 2.5 a 4 m se registraron seis quiotillas y cinco maduras de 4.5 a 6 m. En total se encontraron 14 quiotillas.



**Figura 10:** Comparación de las frecuencias de diferentes categorías de tamaños de individuos de *E. chiotilla* entre los sitios silvestres y manejados.

## REGENERACION

De las plantas perennes que se estudiaron en el sitio manejado 1 que contaban con cactáceas creciendo bajo su copa, solamente dos de diez tuvieron valores observados de cactáceas significativamente mayores a los esperados de acuerdo a la cobertura relativa de estas plantas perennes. Estas fueron: *E. chiotilla* y *Mimosa polyantha*. Además, *E. chiotilla* presentó la mayor cobertura relativa (26%) con 68 cactáceas creciendo bajo su sombra, lo cual fue el mayor número de cactáceas asociadas a una especie particular en este sitio. *Mimosa luisana* con una cobertura de sólo 3% del total de espacio, estuvo cerca de alcanzar el valor significativo de cactáceas asociadas a ella con 1.96 de residual estandarizado. *Acacia cochliacantha* fue el siguiente arbusto después de *E. chiotilla* con mayor cobertura relativa con 19%, sin embargo las cactáceas que crecieron bajo esta especie fueron menores a las que se esperarían (Tabla 13).

El resto de las cactáceas asociadas a arbustos perennes en este cuadrante no difirieron significativamente de lo que hubiera podido esperarse de acuerdo a una distribución al azar que fuera proporcional a la cobertura relativa de los arbustos (Tabla 13). Es importante destacar que dentro del espacio abierto del sitio manejado 1 se observaron cactáceas en cantidades menores a las esperadas de acuerdo al área descubierta que representa un 28% del cuadrante y la diferencia entre cactáceas observadas y esperadas fue la más significativamente negativa (Tabla 13).

Al hacer un análisis a la tabla de contingencia de cactáceas bajo nodrizas en el sitio manejado 1 (Tabla 13) con una prueba de  $X^2$ , se encontró que sí existe una relación significativa entre el número de cactáceas y la especie de arbustos que

las cubren o la existencia o inexistencia de esta cobertura arbustiva ( $X^2= 72.52$ ; g.l.=7;  $p < 0.05$ ).

**Tabla 13:** Valores observados (O) y esperados (E) de las cactáceas del sitio manejado 1 que crecen bajo sombra. Se consideraron solamente a cactáceas columnares y *O. pilifera* < 50 cm. En los valores de residuales estandarizados (R) las diferencias significativas se señalan con \*. Cob/área total = proporción de cobertura de las nodrizas en el cuadrante de 500 m<sup>2</sup>. Las nodrizas *Cordia curassavica*, *Lantana camara*, *Stenocereus stellatus* y *Senna wislizeni* fueron agregadas en la categoría "Otras especies" ya que contenían valores esperados < 5. Al aplicar la prueba  $X^2$  a esta tabla se aceptó la hipótesis alternativa de que la cantidad de cactáceas que crecen en los diferentes microambientes es una función de la especie bajo la cual crecen o de la presencia o ausencia de éstas ( $X^2= 72.52$ ; g.l.=7;  $p < 0.05$ ).

Nodrizas	Cobertura m <sup>2</sup>	Cob/área total	O	E	R
<i>Acacia cochliacantha</i>	92.85	0.19	20	30.83	-1.95
<i>E. chiotilla</i>	132.02	0.26	68	43.83	3.65*
<i>Ipomoea</i> sp.	15.87	0.03	3	5.27	-0.99
<i>Mimosa luisana</i>	16.36	0.03	10	5.43	1.96
<i>Mimosa polyantha</i>	40.06	0.08	27	13.30	3.76*
Espacio Abierto	140.73	0.28	10	46.72	-5.37*
<i>Opuntia pilifera</i>	10.68	0.02	1	3.55	-1.35
Otras especies	51.43	0.10	27	17.07	2.40*
Total	500		166		

En cuanto a los arbustos localizados dentro del sitio manejado 2 con cactáceas bajo su dosel, fueron tres de trece los que se asociaron claramente con cactáceas; es decir, las cactáceas observadas fueron significativamente más que las esperadas con base en la cobertura relativa de los arbustos. Tal fue el caso de *Bursera aptera*, *Bursera* sp., y *E. chiotilla*. *E. chiotilla* tuvo el segundo lugar en cobertura con 15 %, en cambio *Bursera aptera* y *Bursera* sp. tuvieron coberturas muy bajas. *E. chiotilla* tuvo un número importante de cactáceas creciendo bajo su sombra con 84 individuos, *Mimosa polyantha* tuvo 114, pero aunque fueron más que los esperados la diferencia no fue significativa. Además, esta última especie presentó la mayor cobertura con 22%. *Mimosa luisana* tuvo un comportamiento

distinto al del sitio manejado 1, ya que se observaron menos cactáceas asociadas que las esperadas por azar y la diferencia no fue significativa (Tabla 14).

En el sitio manejado 2 *Senna wislizeni* mostró una tendencia diferente a las otras especies debido a que las cactáceas no se asociaron a esta especie, la diferencia fue significativamente negativa al encontrarse menos cactáceas de las esperadas de acuerdo a la cobertura de la nodriza. Todas las demás especies de plantas perennes no se caracterizaron por una presencia de cactáceas bajo su copa significativamente diferente a la esperada por azar (Tabla 14).

Igualmente importante que en el sitio manejado 1 es el hecho de que en este sitio el espacio abierto no está asociado a la presencia de cactáceas y la diferencia entre lo observado y lo esperado de éstas es también significativamente negativa (Tabla 14).

El análisis de la tabla de contingencia de las nodrizas de cactáceas en el sitio manejado 2 (Tabla 14) con la prueba de  $X^2$  confirmó que existe una relación significativa entre el número de cactáceas y la especie de plantas que las cubren o la existencia o inexistencia de la cobertura vegetal ( $X^2= 86.67$ ; g.l.=13;  $p < 0.05$ ).

**Tabla 14:** Valores observados (O) y esperados (E) de las cactáceas del sitio manejado 2 que crecen bajo sombra. Se consideraron solamente a cactáceas columnares y *O. pilifera* < 50 cm. En los valores de residuales estandarizados (R) las diferencias significativas se señalan con \*. Cob/área total = proporción de cobertura de las nodrizas en el cuadrante de 500 m<sup>2</sup>. Al aplicar la prueba X<sup>2</sup> a esta tabla se aceptó la hipótesis alternativa de que la cantidad de cactáceas que crecen en los diferentes microambientes es una función de la especie bajo la cual crecen o de la presencia o ausencia de éstas (X<sup>2</sup>= 86.67; g.l.=13; p < 0.05).

Nodrizas	Cobertura m <sup>2</sup>	Cob/área total	O	E	R
<i>Argythamnia guatemalensis</i>	3.32	0.01	6	3.05	1.69
<i>Bursera aptera</i>	18.28	0.04	34	16.79	4.20*
<i>Bursera fagaroides</i>	24.11	0.05	15	22.13	-1.52
<i>Bursera</i> sp.	14.52	0.03	25	13.33	3.20*
<i>Ceiba parvifolia</i>	48.43	0.10	51	44.46	0.98
<i>Cercidium praecox</i>	48.13	0.10	45	44.18	0.12
<i>Croton</i> sp.	3.11	0.01	4	2.86	0.68
<i>E. chiotilla</i>	73.46	0.15	84	67.43	2.02*
<i>Mimosa luisana</i>	39.46	0.08	33	36.22	-0.54
<i>Mimosa polyantha</i>	111.64	0.22	114	102.48	1.14
Espacio abierto	76.85	0.15	17	70.55	-6.38*
<i>Opuntia pilifera</i>	11.26	0.02	14	10.33	1.14
<i>Stenocereus stellatus</i>	12.14	0.02	11	11.14	-0.04
<i>Senna wislizeni</i>	15.30	0.03	6	14.05	-2.15*
Total	500		459		

Al analizar a qué arbustos se asociaba *E. chiotilla*, después de hacer notar que sólo fue posible hacerlo en el sitio manejado 2 y con un número reducido de arbustos debido a lo pequeño de las muestras de *E. chiotilla* < a 50 cm bajo la mayoría de los arbustos, encontramos que ninguna planta perenne tuvo un número significativo de plántulas de *E. chiotilla* asociadas. Sin embargo, tanto en el caso de plantas de *E. chiotilla* maduras como de *Mimosas polyantha*, el número de plántulas de *E. chiotilla* observadas que crecieron debajo de su copa fue mayor que las esperadas de acuerdo a la cobertura relativa de las plantas nodrizas (Tabla 15).

Como se menciona arriba, *Mimosa polyantha* presentó la mayor cobertura en este sitio con 22%; además, bajo este arbusto fue donde se observaron un mayor número de plantas de *E. chiotilla* (14). Una vez más, el espacio abierto tuvo mucho menos individuos de *E. chiotilla* observados que esperados y su residual estandarizado de -1.97 casi fue significativo (Tabla 15).

Al realizar una prueba de  $X^2$  a la tabla de contingencia de quiotillas < a 50 cm bajo nodrizas en el sitio manejado 2 (Tabla 15), se encontró que el número de *E. chiotilla* no es una función de la especie de plantas que las cubren o la existencia o inexistencia de esta cobertura ( $X^2= 7.76$ ; g.l.=3;  $p > 0.05$ ).

*E. chiotilla* fue la única especie que en los dos sitios manejados pudo observarse con cactáceas creciendo por debajo de ella en números significativamente mayores a los esperados de acuerdo a la cobertura relativa de estas planta. Además, en el sitio manejado 2 las quiotillas maduras fueron, junto a *Mimosa polyantha*, las especies que tuvieron plántulas de *E. chiotilla* < a 50 cm bajo ellas en mayor cantidad que las esperadas de acuerdo a la cobertura de estas nodrizas, aunque la diferencia no fue significativa. *Mimosa polyantha* también presentó más cactáceas que las esperadas por azar en el sitio manejado 1, a diferencia del sitio manejado 2 en donde la mayor cantidad de cactáceas observadas bajo este arbusto no fue significativa.

*Mimosa luisana* en el sitio manejado 1 no tuvo un número de cactáceas observadas significativamente mayor a las esperadas por azar (aunque estuvo muy cerca de alcanzar el valor significativo).

Aunque en el sitio manejado 2 *Bursera aptera* y *Bursera* sp. fueron importantes nodrizas, en el sitio manejado 1 estas especies estuvieron ausentes.

*Senna wislizeni* tuvo menos cactáceas que las esperadas por azar en el sitio manejado 2 y la diferencia también fue negativa pero no significativa para las plantas de *E. chiotilla* pequeñas que crecían bajo esta especie en ese sitio y el mismo caso fue para las cactáceas regenerándose bajo *S. wislizeni* en el sitio manejado 1.

**Tabla 15:** Valores observados (O) y esperados (E) de las *E. chiotillas* del sitio manejado 2 que crecen bajo sombra. Se consideraron solamente individuos < 50 cm. No se hizo una tabla equivalente de las *chiotillas* del sitio manejado 1 porque solamente existió una *E. chiotilla* < a 50 cm creciendo bajo *Mimosa polyantha* entre todos los arbustos perennes. En los valores de residuales estandarizados (R) las diferencias significativas se señalan con \*. Cob/área total = proporción de cobertura de las nodrizas en el cuadrante de 500 m<sup>2</sup>. Las nodrizas *Argythamnia guatemalensis*, *Bursera aptera*, *Bursera fagaroides*, *Bursera* sp., *Ceiba parvifolia*, *Cercidium praecox*, *Croton* sp., *Mimosa luisana*, *Opuntia pilifera*, *Stenocereus stellatus*, *Senna wislizeni* fueron agregadas en la categoría "Otras especies" ya que contenían valores esperados < a 5. Al aplicar la prueba  $X^2$  a esta tabla se aceptó la hipótesis nula de que la cantidad de plántulas de *E. chiotilla* que crecen en los diferentes microambientes no es una función de la especie bajo la cual crecen o de la presencia o ausencia de éstas ( $X^2=7.76$ ; g.l.=3;  $p < 0.05$ ).

Nodrizas	Cobertura m <sup>2</sup>	Cob/área Total	<i>E. chiotilla</i>		
			O	E	R
<i>E. chiotilla</i>	73.46	0.15	6	5.70	0.13
<i>M. polyantha</i>	111.64	0.22	14	8.36	1.95
Espacio abierto	76.85	0.15	1	5.70	-1.97
Otras especies	238.06	0.48	17	18.09	-0.26
Total	500		38		

Con base en los resultados obtenidos, las principales nodrizas son *E. chiotilla* y *Mimosa polyantha*, las cuales se distribuyen con altas dominancias en todos los sitios manejados y silvestres. Es posible que *Mimosa luisana* actúe como nodriza y su distribución es igual de ubicua que las anteriores especies (Tabla 9).

Las otras nodrizas que se encontraron, *Bursera aptera* y *Bursera* sp. son especies que solo se encontraron en el sitio manejado 2 con dominancia insignificante. La única especie encontrada que no fue propicia para la

regeneración fue *Senna wislizeni* la cual domina en cuatro de los cinco sitios silvestres y manejados. No existió ninguna nodriza que sólo fuera dominante en los sitios silvestres o manejados (Tabla 9).

**Tabla 16:** Individuos observados de las plantas no cactáceas del sitio manejado 1 que crecen bajo la sombra de plantas perennes. Se incluyeron individuos de todos los tamaños. Los valores en la mayoría de las células no son suficientes para calcular estadísticas. Cob/área total se refiere a la proporción de cobertura de las nodrizas en el cuadrante de 500 m<sup>2</sup>.

Nodriza	Cobertura m <sup>2</sup>	Cob/área total	Asteraceae	Acacia cochliacantha	Cnidosculus tehuacanensis	Commelina erecta	Crotalaria sp.	Ipomoea sp.	Lantana achyranthifolia	Lantana camara	Mimosa luisana	Mimosa polyantha	Senna wislizeni
<i>Acacia cochliacantha</i>	92.85	0.19		2	1		1	1		1	4	1	
<i>Cordia curassavica</i>	8.61	0.02				1							
<i>E. chiotilla</i>	132.02	0.26				14		1	1				
<i>Ipomoea</i> sp.	15.87	0.03				2				1	1		1
<i>Lantana camara</i>	3.41	0.01	1			1					1		
<i>Mimosa luisana</i>	16.36	0.03			2	5							
<i>Mimosa polyantha</i>	40.06	0.08				1		1		2			
Espacio Abierto	140.73	0.28		1							1	1	
<i>Opuntia pilifera</i>	10.68	0.02				2				1			
<i>Stenocereus stellatus</i>	1.03	0.00											
<i>Senna wislizeni</i>	38.38	0.08			1	7				1	1		
Total	500		1	3	4	33	1	3	1	6	8	2	1

Las otras plantas no pertenecientes a la familia Cactaceae que crecieron bajo el dosel de las plantas maduras no pudieron ser analizadas estadísticamente debido a lo pequeño de su número y fueron las siguientes:

En el sitio manejado 1 la planta que se regeneró mejor fue *Commelina erecta*, como se trata de una hierba no se incluye en la descripción. La mayoría de las plantas presentaron un sólo individuo creciendo bajo la copa de cada una de las plantas que las cubrían. *Acacia cochliacantha* destacó entre las plantas que

proporcionaban sombra a las plantas que se regeneraban, ya que bajo su dosel se encontraron siete especies diferentes con once individuos. A excepción de *A. cochliacantha* y *Commelina erecta* ninguna otra especie tuvo bajo su copa a más de tres individuos. En el espacio abierto solamente se encontraron creciendo un individuo de *Acacia cochliacantha*, *Mimosa luisana* y *M. polyantha* (Tabla 16).

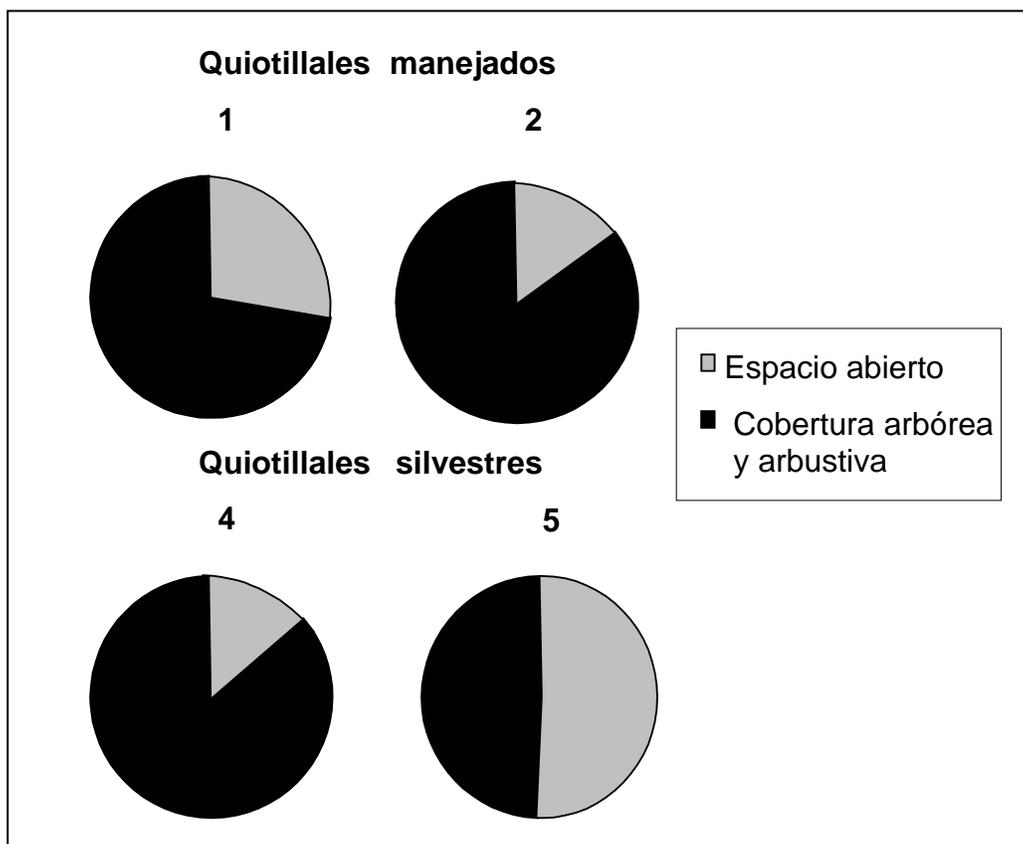
**Tabla 17:** Individuos observados de las plantas no cactáceas del sitio manejado 2 que crecen bajo la sombra de plantas perennes. Se incluyeron individuos de todos los tamaños. Los valores en la mayoría de las células no son suficientes para calcular estadísticas. Cob/área total se refiere a la proporción de cobertura de las nodrizas en el cuadrante de 500 m<sup>2</sup>.

Nodrizas	Cobertura m <sup>2</sup>	Cob/área total	<i>Bursera morelensis</i>	<i>Commelina erecta</i>	<i>Mimosa polyantha</i>	<i>Sanvitalia fruticosa</i>
<i>Argythamnia guatemalensis</i>	3.32	0.01		2		
<i>Bursera aptera</i>	18.28	0.04				
<i>Bursera fagaroides</i>	24.11	0.05		1		9
<i>Bursera</i> sp.	14.52	0.03		1		4
<i>Ceiba parvifolia</i>	48.43	0.10				1
<i>Cercidium praecox</i>	48.13	0.10		3	2	
<i>Croton</i> sp.	3.11	0.01		1		3
<i>E. chiotilla</i>	73.46	0.15	1	2	1	11
<i>Mimosa luisana</i>	39.46	0.08				17
<i>Mimosa polyantha</i>	111.64	0.22		1		30
Espacio abierto	76.85	0.15			1	15
<i>Opuntia pilifera</i>	11.26	0.02				
<i>Stenocereus stellatus</i>	12.14	0.02				7
<i>Senna wislizeni</i>	15.30	0.03				2
Total	500		1	11	4	99

En el sitio manejado 2 las plantas que se regeneraron mejor fueron *Commelina erecta* y *Sanvitalia fruticosa*. También se trata de hierbas, por lo que

no se incluyen en las descripciones. Las otras dos especies que se encontraron creciendo en este sitio, lo hicieron bajo las siguientes especies: *Bursera morelensis*: un individuo bajo *E. Chiotilla*; *Mimosa polyantha*: dos individuos bajo *Cercidium praecox*, un individuo bajo *E. chiotilla* y un individuo en el espacio abierto (Tabla 17).

La distribución de la superficie con espacio abierto y cobertura arbórea y arbustiva en los sitios manejados y silvestres 4 y 5 tuvo las siguientes proporciones: En el quiotillal manejado 1, 28% de espacio abierto y 72% de



**Figura 11:** Proporción de superficie con espacio abierto y con cobertura arbórea y arbustiva en los sitios manejados y silvestres 4 y 5.

cobertura vegetal; en el quiotillal manejado 2, 15% de espacio abierto y 85% de cobertura vegetal; en el quiotillal silvestre 4, 14% de espacio abierto y 86% de cobertura vegetal y por último el quiotillal silvestre 5, 51% de espacio abierto y 49% de cobertura vegetal (Figura 11).

## DISCUSIÓN

Los quiotillales del Valle de Tehuacán-Cuicatlán constituyen sistemas en donde se hace un aprovechamiento múltiple de los recursos. En estos se llevan a cabo actividades agrícolas, principalmente cultivo de maíz; silvícolas pues en ellos se cosechan frutos principalmente de *E. chiotilla* y de otras especies de cactáceas columnares; así como pastoriles, ya que en ellos se pastorea especialmente ganado caprino.

En esta investigación se encontró que la transformación de quiotillales silvestres a los manejados determina una disminución de especies de plantas en porcentajes que van de 24.2% a 57.9%. Los sitios de menor diversidad fueron aquellos quiotillales cercanos a los centros de población, por lo que parece haber una relación clara entre la distancia a asentamientos humanos y la riqueza de especies. La proximidad a zonas antropocéntricas puede significar también una mayor perturbación y ello permitiría explicar el patrón encontrado. No obstante, bajo el manejo tradicional se conserva un número significativo de elementos florísticos y se mantiene la estructura de los quiotillales silvestres.

Un número importante de las especies dejadas en pie tienen valor utilitario por los pobladores locales (81.25%). De hecho, existe una tendencia a aumentar el número de especies útiles durante la transformación de los quiotillales silvestres a manejados. Sin embargo, el análisis de contingencia no mostró una asociación significativa entre el manejo y el número de especies útiles reportadas por Casas *et al.* (2001). De los usos de las plantas remanentes sobresale el forrajero. La

proporción de especies forrajeras fue de 67% y 63% en los sitios manejados 1 y 2. De acuerdo con nuestras observaciones, es posible que el número de especies útiles sí se incremente con respecto al manejo ya que algunas de éstas no están consideradas en el listado de Casas *et al.* (2001). Por ejemplo, algunas especies como *Cercidium praecox*, un árbol que tiene características de estar siendo dejada en pie por el manejo en el sitio 2, presenta una utilidad indirecta. El uso de esta especie radica en que de ella se recolecta el “Cuchamá”, que es una larva de mariposa comestible que es consumida por los pobladores del valle. Es necesario hacer futuros estudios con encuestas para conocer directamente los patrones de uso de las especies en las mismas comunidades estudiadas.

Otras especies, adicionalmente a que son útiles principalmente como forraje, son los sitios de regeneración de un número importante de plantas entre las que destacan las Cactaceae. Diversos estudios han reportado que la fase de establecimiento de este grupo de plantas ocurre bajo el dosel de árboles y arbustos en donde los rayos del sol no inciden directamente sobre las plántulas (Hutto *et al.*, 1986; Ortega, 2001; Valiente-Banuet *et al.*, 1991), el cual es un factor de mortalidad importante para las cactáceas (Nobel, 1988). Estas especies están representadas por *Mimosa polyantha* y *Bursera aptera*. La primera especie es mencionada por Ortega (2001) como una de las tres especies que presentaron asociación frecuente con plantas de *E. chiotilla* en sitios silvestres, mayores de las que se esperarían por azar, lo cual también ocurre en los sitios manejados.

De acuerdo con los resultados de este estudio, *E. chiotilla* como planta adulta tiene un papel importante en la regeneración de cactáceas, siendo la única especie que presentó valores altos de individuos asociados a ella con valores de

residuales estandarizados significativos y positivos en los dos sitios manejados. Cabe señalar que este patrón no fue reportado para sistemas silvestres por Ortega (2001). Hasta el presente no se ha reportado que las cactáceas columnares actúen como plantas facilitadoras. Considerando que el tamaño y la estructura del dosel de las plantas que forman una cobertura vegetal regulan las temperaturas del suelo a través de su sombra (Nobel y Geller, 1987), es posible que *E. chiotilla*, una cactácea columnar muy ramificada (Bravo-Hollis, 1978), sea capaz de producir la sombra suficiente como para facilitar el establecimiento de otras especies, aspecto que es necesario investigar. En el sitio manejado 2, algunas especies de *Bursera* se presentaron como las mejores plantas nodrizas a pesar de su escaso número, ya que se trató de los árboles con mayor tamaño y con muchos estratos por debajo de ellas.

Ortega (2001) encontró que *M. luisana* favorece el establecimiento de *E. chiotilla* en sitios silvestres, en tanto que en los sistemas manejados *M. luisana* es una especie bajo la cual se regeneran diversas especies. Ortega (2001) realizó experimentos de germinación y supervivencia de plántulas de *E. chiotilla* bajo la copa de *M. luisana*, encontrando que este arbusto fomenta la regeneración de las quiotillas. La cactácea columnar *Neobuxbaumia tetetzo*, bajo tratamientos experimentales también presentó una alta tasa de germinación y sobrevivencia de plántulas bajo el dosel de *M. luisana* (Valiente-Banuet y Ezcurra, 1991), por lo que sin duda se trata de una especie importante para la regeneración de diversas especies.

Por otra parte, *Cercidium praecox* fue un árbol bajo cuya copa también germinaron y sobrevivieron individuos de *E. chiotilla* en el experimento de Ortega

(2001). En el presente estudio, en el sitio manejado 2, *E. chiotilla* y *C. praecox* se encontraron asociadas, pero los valores no difirieron de los esperados por azar.

Otra planta perenne dejada en pie fue *Acacia cochliacantha* la cual fue la especie más importante para la regeneración de plantas pertenecientes a las familias: Convolvulaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, y Verbenaceae.

Con relación a lo señalado anteriormente, un aspecto importante a remarcar es que la falta de cobertura vegetal inhibe la regeneración de especies.

Por el contrario, en el sitio manejado 2 sólo existe 15% de espacio abierto y mayor cobertura vegetal, la especie que más contribuye en este sitio a la cobertura es precisamente *Mimosa polyantha*, arbusto que más claramente actúa como planta tutora. Esta especie se distribuye con altas dominancias en todos los sitios manejados y silvestres comparados, además está siendo promovida por el manejo ya que aumenta su dominancia en el sitio manejado 2 que es en donde más evidentemente se está regenerando y aprovechando *E. chiotilla*.

Es interesante resaltar que aparte del sitio silvestre 1, en donde *E. Chiotilla* se está regenerando, como ya se mencionó, en el sitio silvestre 3 esto no ocurre así; pero en el sitio silvestre 2 tampoco es óptima su regeneración. Además en el sitio silvestre 5 existe 51% de espacio abierto. Todo ello nos hace pensar que sería importante hacer un estudio sobre el estado de conservación en los quiotillales silvestres.

En lo que respecta a los quiotillales manejados, en el presente trabajo podemos constatar que a diferencia de otros sistemas de manejo, éste está muy lejos de ser un monocultivo de *E. chiotilla*. Se conserva una cobertura arbustiva (del 72% y 85%), muchas especies coexisten junto a la quiotilla y algunas de ellas

son aprovechadas por los habitantes de las comunidades cercanas. Los monocultivos, como el de caña de azúcar, obviamente son lo opuesto a un ecosistema diverso y generalmente corresponden a sistemas agroindustriales modernos que son incompatibles con un uso sustentable de la naturaleza (Toledo, 2003). Caso muy diferente es el de los ecosistemas antropogénicos que son manejados de acuerdo a una estrategia de uso múltiple. Se trata de sistemas tradicionales que practican muchos campesinos mestizos e indígenas de nuestro país y cuyos orígenes se remontan a la época prehispánica (Toledo *et al.*, 1976; Toledo, 2003).

Los sistemas de uso múltiple son sistemas agro-silvo-pastoriles o sistemas donde se realiza un mayor número de actividades y en los cuales se aprovecha la diversidad biológica de manera muy amplia, tanto por el número de especies como por el número de usos que se le dan a algunas de ellas (Miller *et al.*, 2001; Toledo *et al.* 1976; Toledo, 1990, 2003). También con este sistema se maneja la heterogeneidad del paisaje y su dinámica de sucesión ecológica, manteniendo en el mismo territorio tanto a vegetación silvestre, como a zonas de aprovechamiento múltiple y vegetación secundaria que dan por resultado una gran cantidad de mosaicos de uso del suelo (Berkes *et al.*, 2000; Toledo, 2003). La gran importancia del manejo multidimensional es que se caracteriza por aprovechar los recursos naturales de manera sustentable (Berkes *et al.*, 2000; Toledo *et al.* 1976).

No obstante, muchas comunidades tradicionales que originalmente han practicado el manejo de sus ecosistemas con usos múltiples, ante el crecimiento demográfico (de Ita, 1994) y los embates crecientes del mundo moderno y su enfoque agro-industrial hacia el campo (Toledo, 2003), han entrado en crisis y

perdido su carácter sustentable. Además, en esas situaciones, la diversidad de usos que estas comunidades hacen de su biota ha presentado una tendencia a disminuir (de Ita, 1994). La manera como algunas comunidades han logrado evitar estas crisis ha consistido en no abandonar el manejo de uso múltiple y en mantener la estrategia que combina el auto-abasto familiar, comunitario o regional sumado a la incorporación al mundo moderno a través de la comercialización de parte de su producción en los mercados (Toledo, 2001; Toledo *et al.*, 2003).

El sistema de manejo de los quiotillales tiene su origen en la tradición cultural que se ha venido desarrollando en el Valle de Tehuacán desde tiempos prehispánicos tan antiguos como el comienzo de la agricultura (MacNeish, 1967; Smith, 1967). Los quiotillales manejados son ejemplo de un sistema agro-silvo-pastoril (Arellano, 2001; Arellano y Casas, 2003; Pérez *et al.*, 1993) con múltiples usos de los recursos.

Lo que sabemos de los quiotillales y nuestros resultados permiten caracterizar su manejo como propio de estos sistemas. Sin embargo, es necesario hacer notar que aunque nuestros resultados indican que sí se están usando diferentes especies, consideramos que un número mayor de especies útiles que no han sido dejadas en pie en los sitios manejados podrían ser también utilizadas. En el sitio manejado 2 existe una buena regeneración y se puede concluir que su aprovechamiento es sustentable. No podemos decir lo mismo del sitio manejado 1. No obstante, es necesario hacer más estudios para poder entender el verdadero significado de lo observado en ese sitio, porque de acuerdo a las características de los sistemas de uso múltiple que hemos mencionado, es posible que el sitio manejado 1 sea parte de un conjunto de mosaicos de manejo donde la menor

cobertura y regeneración encontradas sean compensadas por los demás mosaicos y el manejo de la sucesión, dando por resultado un sistema global sustentable.

Por otra parte, es importante agregar que en el municipio de Coxcatlán no existe un crecimiento demográfico muy elevado. De hecho, se reporta una tasa de sólo 1.4% de crecimiento de la población entre 2000 y 2001 (CONAPO, 2000); muy diferente al 4.65% que se registró como tasa de crecimiento promedio anual en el periodo 1990-2000 en Santiago Miahuatlán, otro municipio del Valle de Tehuacán (INEGI, 2002). Así, en Coxcatlán, la presión demográfica sobre los recursos no es tan crítica.

Cerca de los sitios de estudio existen zonas de cultivo de caña de azúcar con sistemas de riego (observación personal) para la obtención de azúcar en el ingenio de Calipan, un pueblo cercano; también en Ajalpan, otro pueblo colindante, existen industrias maquiladoras (Ramírez, 2001). Se mencionan éstos últimos puntos, porque la zona de estudio es una zona de confluencia de sistemas tradicionales muy antiguos y nuevos elementos del mundo moderno y globalizado, lo cual la hace una región muy interesante para nuevos estudios de sustentabilidad que se enfoquen en la interacción de estos sistemas.

El estudio de la sustentabilidad implica múltiples factores, tanto socio-económicos, como biológicos. Existen estudios sobre la sustentabilidad realizados por equipos interdisciplinarios, éste es el enfoque ideal para abordar el complejo problema de la sustentabilidad. Como ejemplo de este tipo de estudios tenemos a Perales *et al.* (2000) y Negreros *et al.* (2000) que se basaron en la metodología del

MESMIS (Masera *et al.*, 2000), trabajos que tienen mayor énfasis en aspectos socio-económicos y agronómicos.

Nuestro estudio a diferencia del MESMIS (Masera *et al.*, 2000), que es una metodología dirigida a sistemas donde predomina el componente agrícola, se sitúa en sistemas de manejo donde es muy importante la biodiversidad. En ellos es necesario definir indicadores de evaluación de la sustentabilidad, nuestro trabajo a pesar de no poder abarcar toda la complejidad que implican las investigaciones sobre sustentabilidad, aporta indicadores de la sustentabilidad definidos como: i) Cambios en la diversidad de especies utilizando análisis que comparen la riqueza de especies, la presencia y ausencia de éstas y su abundancia o dominancia. ii) Relación del uso de las especies con los cambios en la diversidad. iii) Modificaciones en la estructura demográfica de las especies. iv) Y cambios en los procesos que controlan el mantenimiento de la diversidad y que dependen de la presencia de especies facilitadoras.

Los quiotillales manejados que hemos estudiado quedan dentro de la zona de influencia de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán (Diario Oficial de la Federación, 18 de febrero de 1998). Es importante dentro de los objetivos de las Reservas de Biosfera integrar la conservación y el desarrollo (Lindqvist, 1984; McNeely y Miller, 1984; Eidsvik, 1984), por lo que es fundamental el desarrollo de estos estudios con el objeto de eficientizar la producción y finalmente proponer alternativas viables de desarrollo sustentable de los pueblos.

## BIBLIOGRAFIA

- Arellano, E. 2001. Manejo tradicional y variación morfológica en poblaciones silvestres y manejada de *Escontria chiotilla* (F.A.C. Weber) Rose (Cactaceae) en el valle de Tehuacán, Puebla. Tesis de Licenciatura en Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México. 126 pp.
- Arellano, E. y A., Casas. 2003. Morphological variation and domestication of *Escontria chiotilla* (Cactaceae) under silvicultural management in the Tehuacan Valley, central Mexico. *Genetic Resources and Crop Evolution* 50: 439–453.
- Arnaud, V. R.; Santiago, P. y P. B. Bautista. 1997. Agroindustria de algunos frutos. En CONABIO. Suculentas mexicanas: cactáceas. CVS Publicaciones, México. pp. 79-85.
- Berkes, F.; J. Colding y C. Folke. 2000. Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptive management. *Ecological Applications* 10: 1251-1262.
- Bond, W.J. 1995. Assessing the risk of plant extinction due to pollinator and disperser failure. En Lawton, J.H. y R.M. May (Eds.). *Extinction rates*. Oxford University Press, Oxford. pp. 131-146.
- Bravo-Hollis, H. 1978. Las Cactáceas de México. 2da ed. UNAM, México. pp 538-539.

- Callaway, R.M. 1995. Positive interactions among plants. *The Botanical Review* 61(4): 306-349.
- Casas, A.; Vázquez, M.C.; Viveros, J.L.; y J. Caballero. 1996. Plant management among the nahua and the mixtec from the Balsas River Basin: an ethnobotanical approach to the study of plant domestication. *Human Ecology* 24: 455-478.
- Casas, A.; Caballero, J. y Valiente-Banuet, A. 1999. Use Management and domestication of columnar cacti in South-Central Mexico: A historical perspective. *Journal of Ethnobiology* 19: 71-95.
- Casas, A.; Valiente-Banuet, A.; Viveros, J.L.; Caballero, J.; Cortés, L.; Dávila, P.; Lira, R. y I. Rodríguez. 2001. Plant resources of the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico. *Economic Botany* 55(1): 129-166.
- Casas, A. y G., Barbera. 2002. Mesoamerican domestication and diffusion. En Nobel, P.S. (Ed.). *Cacti: biology and uses*. University of California Press, California. pp. 143-162.
- Casas, A.; Valiente-Banuet, A. y J. Caballero. 2002. Evolutionary trends in columnar cacti under domestication in South-Central Mexico. En Flemming, T.H. y A. Valiente-Banuet (Eds.). *Columnar Cacti and their mutualists: evolution, ecology and conservation*. University of Arizona Press, Arizona. pp. 137-163.
- CONACULTA y SEP. 1998. Mapa: La Diversidad cultural de México. Los pueblos indígenas y sus 62 idiomas. CONACULTA, México.

- CONAPO. 2000. Proyecciones de la población de los municipios.  
<http://www.conapo.gob.mx/micros/proymunloc/index.html>.
- Daily, G. C. y P. R., Ehrlich. 1996. Population, sustainability and earth's carrying capacity. En: Samson, F. B. y F. L., Knopf. Ecosystem management. Springer, New York. pp. 435-450.
- Dávila, P.; Arizmendi M.C.; Valiente-Banuet, A.; Villaseñor, J.L.; Casas, A.; y R., Lira. 2002 Biological diversity in the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico  
*Biodiversity and Conservation* 11: 421–442.
- de Ita Martínez, C. 1994. Autosubsistencia poblacional y sostenibilidad de los recursos naturales en una comunidad tradicional del trópico mexicano. Tesis de Maestría en Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM. 91 pp.
- Del Amo, S. y J. M. Ramos. 1994. Desarrollo sostenible. Serie cuadernos de Conservación no. 3. Pronatura A.C., México, D.F. 48 pp.
- Eidsvik, H. K. 1984. Evolving a new approach to biosphere reserves. En: UNESCO. Conservation, Science and Society. Vol. I. UNESCO, París: pp 73-80.
- Flores, A.; Manzanero, G. I.; Acosta, S.; Aguilar, R. y A., Saynes. 1991. Importancia ecológica y económica de *Escontria chiotilla* (Weber) Rose en la porción este de los Valles Centrales de Oaxaca. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* 36: 16-24.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, UNAM, México. 217 pp.

- Godínez-Alvarez, H., A.; Valiente-Banuet, A. y A. Rojas-Martínez. 2002. The role of seed dispersal in the population dynamics of the columnar cactus *Neobuxbaumia tetetzo*. *Ecology* 83: 2617-2629.
- Greig-Smith, P. 1983. Quantitative plant ecology. 3<sup>rd</sup> ed. Blackwell, Oxford. 359 pp.
- Holmberg, J. (Ed.). 1992. Policies for a small planet: From the International Institute for Environment and Development. Earthscan, London. 362 pp.
- Hutto, R. L.; McAuliffe, J. R. y L. Hogan. 1986. Distributional associates of the saguaro (*Carnegiea gigantea*). *Southwestern Naturalist* 31: 459-473.
- INEGI. 1994. Carta geológica. E14-6. Orizaba. Escala 1:250,000.
- INEGI. 1999. Carta edafológica. E14-6. Orizaba. Escala 1:250,000.
- INEGI. 2002. Perfil sociodemográfico. Puebla. XII Censo general de población y vivienda 2000. INEGI, Aguascalientes. 184 pp.
- Instituto de Geografía. 1990. Mapa: Distribución de la población hablante de lenguas indígenas 1980 III.1.7. En: Atlas nacional de México. IG, UNAM, México.
- Jaramillo, V y F., González. 1983. Análisis de la vegetación arbórea en la provincia florística de Tehuacán-Cuicatlán. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 45: 49-64.

- Lindqvist, O. V. 1984. Bringing biosphere reserves into the economy: what is needed? En: UNESCO-UNEP. Conservation, Science and Society. Vol. II. UNESCO, París: pp 486-491.
- López, R.; Díaz, J.C. y G., Flores. 2000. Propagación vegetativa de tres especies de cactáceas: Pitaya (*Stenocereus griseus*), Tunillo (*Stenocereus stellatus*), y Jiotilla (*Escontria chiotilla*). *Agrociencia* 34: 363-367.
- Luna, R. 2001. Caracterización ecológica y florística del quiotillal en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Tesis de Licenciatura en Biología, FES Zaragoza, UNAM. México. 55 pp.
- Macneish, R. S. 1967. A summary of the subsistence. En D. S., Byers (Ed.). The prehistory of the Tehuacán Valley. University of Texas Press, Austin, Texas. pp. 290-231.
- Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, USA. 179 pp.
- Martínez, R. y S. Navarro. 1987. Estudio del fruto de pitaya para la elaboración de mermelada. Tesis de Licenciatura, Instituto Tecnológico de Oaxaca. 72 pp.
- Masera, O.; Astier, M. y S. López. 2000. El Marco de evaluación MESMIS. En Masera, O. (Ed.) Sustentabilidad y sistemas campesinos. Mundi prensa México. pp. 13-44.

- McNeely, J. A. y K. R. Miller (Eds.). 1984. National Parks, conservation and development: The role of protected areas in sustainig society. Smithsonian Institution Press, Washington, D. C. 825 pp.
- Miller, K.; E. Chang y N. Johnson. 2001. Defining common ground for the mesoamerican biological corridor. World Resources Institute, Washington, D.C. 45 pp.
- Negreros, P; González, J. C. y L, Merino. 2000. Evaluación de la sustentabilidad del sistema de manejo forestal de la organización de ejidos productores forestales de la zona maya de Quintana Roo. En Masera, O. (Ed.) Sustentabilidad y sistemas campesinos. Mundi prensa. México. pp. 83-142.
- Nieto, C. 1980. La Jiotilla. *INIREB Informa* No. 2.
- Nobel, P.S. y G., Geller. 1987. Temperatura modeling of wet and dry soil. *Journal of Ecology* 75: 247-258.
- Nobel, P.S. 1988. Environmental biology of agaves and cacti. Cambridge University Press, New York. 263 pp.
- Oaxaca-Villa, B. 2003. Biología reproductiva de *Escontria chiotilla* (Weber) Rose (Cactaceae) en el Valle de Tehuacán, Puebla, México. Tesis de Licenciatura en Biología, Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo, México.
- Oaxaca-Villa, B.; Casas, A. y A., Valiente-Banuet. Enviado. Reproductive biology in wild and silvicultural managed populations of *Escontria chiotilla*

(Cactaceae) in the Tehuacán Valley, Central Mexico. *Genetic Resources and Crop Evolution*.

Olin, G.; Alcorn, S. M. y J. M. Alcorn. 1989. Dispersal of viable saguaro seeds by white-winged dove (*Zenaida asiatica*). *Southwestern Naturalist* 34: 282-284.

Olmsted, I y E. R., Alvarez-Buylla. 1995. Sustainable harvesting of tropical trees: demography and matrix models of two palm species in México. *Ecological Applications* 5(2): 484-500.

Ortega, P. 2001 Establecimiento y demografía de *E. chiotilla* en una cronosecuencia edáfica. Tesis de Maestría. UNAM. México. 82 pp.

Osorio Beristain, O.; Valiente-Banuet, A., Dávila, P y Medina, R. 1996. Tipo de vegetación y diversidad  $\beta$  en el Valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 59: 35-58.

Perales, M.A.; Fregoso, L.E.; Martínez, C.O.; Cuevas, V.; Loaiza, A.; Reyes, J.E.; Moreno, T.; Palacios, O. y J.L., Guzmán. 2000 Evaluación del sistema agro-silvo-pastoril del sur de Sinaloa. En Masera, O. (Ed.). Sustentabilidad y sistemas campesinos. Mundi prensa. México. pp. 143-206.

Perez, M; Castillo, S. A.; Ríos., O. y R. Rosenzweig, 1993. Mapa de vegetación y uso del suelo de la porción sur del Valle de Tehuacán. *Revista de Geografía* 6: 7-25.

Pezzey, J. 1992. Sustainable development concepts: An economic analysis. Banco Mundial, Washington, D.C. 71 p.

- Piña, L. I. 1977. Pitayas y otras cactáceas afines al estado de Oaxaca. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* 22(1): 3-15.
- Pinnard, M. 1993. Impacts of stem harvesting on populations of *Iriartea deltoidea* (Palmae) in an extractive reserve in Acre, Brazil. *Biotropica* 25(1): 2-14.
- Ramírez, J. 2001. Tehuacán: la capital de los jeans. *Masiosare*. (Suplemento dominical de La Jornada, Ciudad de México). 29 de Julio de 2001: 8-10.
- Rathcke, B.J. y E.S., Jules. 1983. Habitat fragmentation and plant-pollinator interactions. *Current Science*. 65: 273-277.
- SAS Institute Inc. 1996. JMP, versión 3.1.6.2. Programa basado en Windows para análisis de datos estadísticos. SAS Institute Inc.
- Smith, C. E. 1967. Plant remains. En S., Byers (Ed.). The prehistory of the Tehuacán Valley. University of Texas Press. Austin, Texas. pp. 220-255.
- Sokal, R.R. y C.D., Michener. 1958. A statistical method for evaluating systematic relationships. *University of Kansas science bulletin* 38: 1409–1438.
- Somanathan, H. y R.M., Borges. 2000. Influence of exploitation on population structure, spatial distribution and reproductive success of dioecious species in a fragmented cloud forest in India. *Biological Conservation* 94: 243-256.
- Steenbergh, W. H. y C. H., Lowe. 1977. Ecology of the saguaro: II. Reproduction, germination, establishment, growth and survival of the young plant. National Park Service Scientific Monograph Series No. 8. U.S. Government Printing Office, Washington, D.C. 242 pp.

- Toledo, V. M.; Argueta, A.; Rojas, P.; Mapes, C. y J., Caballero. 1976. Uso múltiple del ecosistema, estrategias del ecodesarrollo. *Ciencia y Desarrollo* 11: 33-39.
- Toledo, V. M. 1990. The ecological rationality of peasant production. En: Altieri, M. y S., Hecht (Eds.). *Agroecology and small-farmer development*. CRC Press, Florida. pp. 51-58.
- Toledo, V. M. 2001. Biocultural diversity and local power in Mexico: Challenging the globalization. En: Maffim, L. (Ed.), *Biocultural Diversity: linking language, knowledge and the environment*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. pp. 427-488.
- Toledo, V. M. 2003. Los pueblos indígenas, actores estratégicos para el corredor biológico mesoamericano. *Biodiversitas* 47: 8-15.
- Toledo, V. M.; Ortiz, B.; Cortés, L.; Moguel, P.; y M. J. Ordoñez. 2003. The multiple use of tropical forests by indigenous peoples in Mexico: a case of adaptive management. *Conservation Ecology* 7(3): 9.
- Valiente-Banuet, A y E., Ezcurra. 1991. Shade as a cause of the association between the cactus *Neobuxbaumia tetetzo* and the nurse plant *Mimosa luisana* in the Tehuacán Valley, Mexico. *Journal of Ecology* 79: 961-971.
- Valiente-Banuet, A. 1991. Dinámica del establecimiento de cactáceas: patrones generales y consecuencias de los procesos de facilitación por plantas nodrizas en desiertos. Tesis de Doctorado. UACPyP-CCH-Centro de Ecología, UNAM.

- Valiente-Banuet, A.; Briones, O.; Bolongaro, A.; Ezcurra, E.; Rosas, M.; Nuñez, H.; Barnard, G. y E., Vázquez. 1991. Spatial relationships between cacti and nurse shrubs in a semi-arid environment In central México. *Journal of Vegetation Science* 2: 15-20.
- Valiente-Banuet, A.; Dávila, P.; Arizmendi, M.C.; Rojas, A. y A. Casas. 1995. Bases ecológicas del desarrollo sustentable en zonas áridas: El caso de los bosques de cactáceas columnares en el Valle de Tehuacán y Baja California Sur, Mexico. En memorias del IV curso sobre desertificación y desarrollo sustentable en América Latina y el Caribe. Colegio de Posgraduados, Montecillo, Estado de México. pp. 20-36.
- Valiente-Banuet, A.; Arizmendi, M. C.; Rojas, A. y L., Domínguez. 1996. Ecological relationships between columnar cacti and nectar feeding bats in Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 12: 103-119.
- Valiente-Banuet, A.; Casas, A., Alcantara, A.; Dávila, P.; Flores, N; Arizmendi, M. C.; Villaseñor, J.L. y J., Ortega. 2000. La vegetación del Valle de Tehuacán-Cuicatlán *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 67: 24-74.
- Valiente-Banuet, A. y H., Godínez. 2002. Population and community ecology. En Nobel, P.S. (Ed.). *Cacti: biology and uses*. University of California Press, California. pp. 91-108.
- Villaseñor, J.L; Dávila, P. y F. Chiang. 1990. Fitogeografía del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 50: 135-149.

Vite, G.F.; Zavala H., J.A.; y M.A. Armella V. 1997. Propuesta técnica del programa de desarrollo regional sustentable de la región de Tehuacán-Cuicatlán, Puebla y Oaxaca. Informe Técnico. Documento de discusión interna (Versión 2). UAM-I, México.

Zar, J.H. 1984. Biostatistical analysis. Prentice Hall, USA. 718 pp.