

1995-B

085659014 B

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y
AGROPECUARIAS
DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES



ORDENACIÓN SOCIOLÓGICA DE LA COMUNIDAD ARBÓREA DEL
BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO EN EL AGUACATE-
ZENZONTLA, SIERRA DE MANANTLÁN, JALISCO.

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADO EN BIOLOGÍA
P R E S E N T A:
YALMA LUISA VARGAS RODRIGUEZ
ZAPOPAN, JALISCO. OCTUBRE DE 1998



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
DIVISION DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES

C. YALMA LUISA VARGAS RODRIGUEZ
P R E S E N T E.

Manifestamos a Usted que con esta fecha ha sido aprobado su tema de titulación en la modalidad de TESIS con el título "ORDENACION SOCIOLOGICA DE LA COMUNIDAD ARBOREA DEL BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO EN EL AGUACATE-ZENZONTLA, SIERRA DE MANANTLAN, JALISCO", para obtener la Licenciatura en Biología.

Al mismo tiempo le informamos que ha sido aceptado como Director de dicho trabajo al **DR. JOSE ANTONIO VAZQUEZ GARCIA** y como asesores al **ING. AGR. FRANCISCO J. SANTANA MICHEL**, y **M.C. BLANCA L. FIGUEROA RANGEL**

A T E N T A M E N T E
" PIENSA Y TRABAJA "

LAS AGUJAS, ZAPOPAN, JAL., SEPTIEMBRE 8 DE 1998


M. EN C. ARTURO OROZCO BAROCIO
PRESIDENTE DEL COMITE DE TITULACION

COMITE DE
TITULACION




M. EN C. MARTHA GEORGINA OROZCO MEDINA
SECRETARIO DEL COMITE DE TITULACION

c.c.p. DR. JOSE ANTONIO VAZQUEZ GARCIA.- Director del Trabajo.
c.c.p. ING. AGR. FRANCISCO J. SANTANA MICHEL.- Asesor del Trabajo.
c.c.p. M.C. BLANCA L. FIGUEROA RANGEL.- Asesor del Trabajo.
c.c.p. Expediente del alumno

AOB/MGOM/bacg*

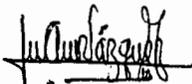
**C. M.C. ARTURO OROZCO BAROCIO
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACION
DE LA DIVISION DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
P R E S E N T E.**

Por medio de la presente, nos permitimos informar a Usted, que habiendo revisado el trabajo de tesis que realizó la pasante de biología YALMA LUISA VARGAS RODRIGUEZ con el título: "ORDENACION SOCIOLOGICA DE LA COMUNIDAD ARBOREA DEL BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO EN EL AGUACATE-ZENZONTLA, SIERRA DE MANANTLAN, JALISCO", consideramos que ha quedado debidamente concluido, por lo que ponemos a su consideración el escrito final para autorización de impresión y en su caso programación de fecha de examen de tesis y profesional respectivos.

Sin otro particular, agradecemos de antemano la atención que se sirva brindar a la presente y aprovechamos la ocasión para enviarle un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E
LAS AGUJAS, ZAPOPAN, JALISCO, A 11 DE SEPTIEMBRE DE 1998.

EL DIRECTOR DE TESIS



Dr. José Antonio Vázquez García

EL ASESOR



M.C. Blanca Lorena Figueroa Rangel

EL ASESOR



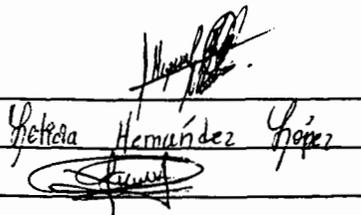
Ing. Agr. Francisco Javier Santana Michel

SINODALES

1.- M.C. Miguel Angel Macías Rodríguez

2. M.C. Leticia Hernández López

3. Ing. Raymundo Ramírez Delgadillo



Esta tesis fue realizada bajo la dirección del Dr. José Antonio Vázquez García y la asesoría de M.C. Blanca Lorena Figueroa Rangel e Ing. Francisco Javier Santana Michel.

El presente estudio fue realizado con el apoyo económico otorgado a los proyectos "Ordenamiento ecológico territorial del estado de Jalisco: grupo flora", auspiciado por la Universidad de Guadalajara y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (proyecto 96-06-002) y por el subprograma de investigación del Depto. de Botánica y Zoología, CUCBA, Universidad de Guadalajara.

El equipo utilizado en este proyecto fue donado por la Biodiversity Research Assistance Organization: Idea Wild, dirigida por Wally Van Sickle III.

DEDICATORIAS

A María Luisa Rodríguez G. y Francisco Vargas A., por todo lo que han hecho por mi. Gracias por su cariño, interés, ayuda!

A Angeles (Gutierrez y Vargas) y Raúl Vargas.

Al Fabio! :o)

A mis amigas: Adriana y Bibiana.

Y como lo prometido es deuda: Martha Contreras y Abraham: Gracias!.

AGRADECIMIENTOS

Muchas gracias a mi director de tesis, J. Antonio Vázquez García, por darme la oportunidad de ser su estudiante, aprender de él, y apoyarme para desarrollar este estudio tan importante para mí, y por supuesto por ser un amigo.

A Blanca Figueroa y Francisco Santana Michel, les agradezco sus aportaciones al trabajo, la información que me proporcionaron y su interés por este trabajo.

A mis sinodales, Leticia Hernández, Raymundo Ramírez y Miguel Macías, por las aportaciones que hicieron para mejorar este trabajo.

A la gente del Aguacate, por permitirme estudiar sus bosques.

A Pablo Carrillo, Margarita Ayón, Eduardo Hernández, Celso Cortés, Etelberto Ortiz, Ana Paula Reyes, Raúl Pérez, Antonio Vázquez y por supuesto a Fabián Vera por su ayuda enorme en esos días de trabajo de campo.

Gracias mil, a mis profesores y a toda la gente del IMECBIO!. Lázaro, Angela, Enrique, Claudia, Genoveva, Rogelia, David quienes fueron la gente de ecología vegetal más cercanos a mí, y que me motivaron a seguir en el estudio de la vegetación. No me gustaría omitir a alguien por un olvido, así que prefiero solo agradecerles a todos los del IMECBIO por haber sido maestros, compañeros y amigos.

A Angeles, por el mapa!.

Tere, Lety, Alma, Cari, Chayo por haberme ayudado tanto aún sin ellas saberlo.

Muchas gracias a las personas del IBUG, que ayudaron en la determinación de algunas especies y también por sus comentarios, información y sus ánimos para terminar este trabajo.

A mis amigos Armando y Alejandra, que juntos aprendimos muchas cosas de los bosques.

Por supuesto, a los bolcheviques, sé que no tengo que explicar porque, ustedes lo saben!. Especialmente Esther, Claudeth, Gaby y Tito. Laura, Claudeth y la churros, gracias por esos buenos momentos en El Grullo.

En especial gracias a Fabián por su tiempo, por su compu, por ser buen chofer, buen chalán de campo y por... eso...

INDICE

Resumen	5
I. Introducción	6
II. Antecedentes	9
2.1. El bosque tropical caducifolio en Jalisco y en la sierra de Manantlán	10
2.2. Diversidad y ambiente	11
2.3. Fisonomía, composición y ambiente	13
2.4. El proceso de sucesión forestal	14
2.5. El proceso de regeneración natural de los bosques	17
2.6. Perturbaciones: contexto general, en la Sierra de Manantlán y en bosques tropicales caducifolios aledaños	22
2.7. Análisis de la vegetación	24
III. Objetivos	28
IV. Area de estudio	29
V. Metodología	31
5.1. Método de campo	31
5.2. Método de análisis	33
VI. Resultados	36
6.1. Descripción física de los sitios	36
6.2. Descripción de la comunidad: fisonomía, composición y diversidad	36

6.3. Regeneración	40
6.4. Ordenación de los sitios	44
6.4.1. Ordenación sociológica	44
6.4.2. Ordenación directa	45
VII. Discusión	47
7.1. Fisonomía, composición y diversidad	47
7.2. Regeneración y sucesión	49
7.3. Ordenación	53
VIII. Conclusiones	56
IX. Recomendaciones	58
X. Literatura citada	60
XI. Apéndice	
Composición florística por sitio estudiado (0.1 ha) (1=presencia, 0=ausencia)	95

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Características físicas de los sitios	70
Cuadro 2. Composición, densidad y frecuencia relativa de especies arbóreas por sitio (0.1 ha)	71
Cuadro 3. Características de diversidad y estructura de los sitios	73
Cuadro 4. Área basal (cm ²) por especie arbórea de cada sitio	74
Cuadro 5. Densidad y categoría de tamaño de la población de especies arbóreas regenerando en los sitios muestreados	75
Cuadro 6. Comparación de la presencia-ausencia de los estratos arbóreo y regeneración	78
Cuadro 7. Ubicación con respecto al dosel arbóreo, señales de herbivoría y estrategia reproductiva de algunas especies en regeneración	79

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del área de estudio	30
Figura 2. Histogramas de la estructura diamétrica de árboles por sitio	80

Figura 3. Ordenación sociológica de los sitios con base a la presencia-ausencia de especies arbóreas por sitio	82
Figura 4. Ordenación sociológica de los sitios con base a la presencia-ausencia de especies arbóreas: cobertura del dosel de arbustos y pendiente explicados por el eje uno	83
Figura 5. Ordenación sociológica de los sitios con base a la presencia ausencia de especies arbóreas: altitud explicada por el eje secundario	84
Figura 6. Ordenación sociológica de los sitios con base a la presencia-ausencia de las especies arbóreas en regeneración por sitio	85
Figura 7. Ordenación sociológica de los sitios con base a la presencia-ausencia de las especies arbóreas en regeneración: perturbación en la vegetación y cobertura del dosel de arbustos explicada por el eje uno	86
Figura 8. Ordenación sociológica de los sitios con base a la presencia-ausencia de las especies arbóreas en regeneración: cobertura de herbáceas explicada por el eje dos	87
Figura 9. Ordenación sociológica de los sitios con base en datos cuantitativos (área basal) de cada especie por sitio	88
Figura 10. Ordenación sociológica de los sitios con base en datos cuantitativos (área basal) de cada especie por sitio: cobertura del dosel de arbustos explicada por el eje uno y altitud explicada por el eje dos	89
Figura 11. Estructura de tamaños de especies arbóreas en regeneración	90

RESÚMEN

Se realizó un estudio en el que se generaron hipótesis acerca de los factores ambientales que influyen en la variación florística, estructural y distribución del estrato arbóreo y en la regeneración de árboles en una localidad del bosque tropical caducifolio de la Sierra de Manantlán, Jalisco. Para lo cual, se realizó un muestreo de árboles según la metodología propuesta por Gentry (1982) en nueve sitios de 0.1 ha cada uno ubicados en un rango altitudinal de 820-980 m. Se encontraron 68 especies en 53 géneros y 28 familias. El sitio cinco ubicado a 900 msnm registró la diversidad más alta ($H' = 5.55$) y la diversidad más baja fue de $H' = 1.86$ a los 980 msnm. *Ceiba aesculifolia*, *Lysiloma microphyllum* y *Spondias purpurea* estuvieron presentes en todos los sitios muestreados. La ordenación sociológica de los sitios mostró que con base a la composición florística se agrupan sitios según la apertura de claros, la pendiente y la elevación. La regeneración respondió a las variables ambientales de perturbación y apertura de claros y las variaciones de los valores de área basal se relacionan con los factores de apertura de claros y elevación. Un análisis de ordenación directo no mostró relaciones significativas entre las especies y las variables ambientales medidas. El análisis de la estructura de diámetros de los árboles, la estructura de tamaños de las plántulas y juveniles y las perturbaciones del lugar, mostraron que el área de estudio está compuesta por rodales coetáneos e incoetáneos, típicos de fases sucesionales tempranas. Las perturbaciones registradas en el sitio fueron en su mayoría relacionadas al factor antrópico.

I. INTRODUCCIÓN

México es un país de alta diversidad florística, ésto se debe a la gran variedad de condiciones climáticas y fisiográficas que presenta, y a que confluyen en su territorio elementos florísticos neotropicales y holárticos (Rzedowski 1979, 1992, 1994).

El bosque tropical caducifolio (btc) (Rzedowski 1994) tiene una amplia distribución en el país, ocupa una superficie de $\pm 17\%$ y es considerado como un tipo de vegetación de alta diversidad (Trejo y Dirzo 1995; Lott *et al.* 1987; Rzedowski 1992, 1994). A pesar de esto, en la literatura ha proliferado lo concerniente a ciertos tipos de ecosistemas tropicales, como las savanas y las selvas perennifolias, pero mucho menos interés se les ha dado a los bosques tropicales secos y subtropicales (Janzen 1988; Murphy and Lugo 1986a).

El btc comprende bosques de regiones de clima cálido y dominado por especies que pierden sus hojas en la época seca del año. En México, se desarrolla entre 0 y 1990 m de altitud, frecuentemente por debajo de los 1500 m. En el Golfo de México su límite y distribución altitudinal inferior es a los 800 m, probablemente debido a las temperaturas bajas existentes en esa zona, comparadas con zonas de la misma altitud en la vertiente pacífica. La temperatura media anual de éstos bosques oscila entre 20 a 29° C. La precipitación media anual varía entre 300 y 1800 mm³ (Rzedowski 1994). El tipo de clima más común para este tipo de vegetación es Aw, con sitios de tipo Bs y Cw (Koeppen 1948). Geográficamente, el btc es característico de la vertiente del pacífico de México, desde el sur de Sonora y suroeste de Chihuahua hasta Chiapas; en la porción atlántica, existen tres manchones aislados de btc: al sur de Tamaulipas y sureste de San Luis Potosí, al centro de

Veracruz y en la parte norte de la Península de Yucatán, con una fracción de Campeche (Rzedowski 1994).

Florísticamente, entre las familias mejor representadas en este tipo de vegetación se incluyen: Leguminosae, Compositae, Euphorbiaceae, Gramineae, Burseraceae, Cactaceae, Rhamnaceae, Rubiaceae, Bombacaceae, Apocynaceae, Malpighiaceae, cuyo orden de importancia varía de una zona a otra (Lott *et al.* 1987; Rzedowski 1994; Vázquez-García 1995a; Cuevas-Guzmán *et al.* 1998). Sin embargo, se desconoce la forma en que influyen los parámetros biogeográficos, bióticos y ambientales en determinar dicho orden (Lott *et al.* 1987). Se observa la diversidad alta de estas selvas, pues cerca del 71% de las especies son de distribución restringida. En cuanto al elemento endémico, sobresale la cuenca del Río Balsas como un área de concentración de endemismos (Rzedowski 1994; Trejo y Dirzo 1995).

El btc ha estado sujeto a un intensivo pastoreo, a prácticas agrícolas inapropiadas e incendios forestales, lo que dificulta que este bosque se regenere de manera natural. Se calcula que más de 11 millones de hectáreas de bosques maduros tropicales son convertidos cada año en agricultura, pastizales u otros usos, a través de muchos años. Menos del 10% de esas zonas deforestadas son reforestadas cada año (Ceballos and García 1995; Gómez-Pompa and Burley 1995; Dirzo 1993; Janzen 1988; Murphy and Lugo 1986a).

Se han realizado estudios florísticos y fisonómicos del btc (Trejo y Dirzo 1995; Rzedowski 1979, 1994; Sussman 1994), pero son pocos los de enfoque cuantitativo (Vázquez-García 1995a; Lott *et al.* 1987) y menos aún los que aportan información sobre variabilidad y relaciones ambientales (Lieberman *et al.* 1996; Segura *et al.* 1995; Vázquez-García 1995a; Auerbach and Shmida 1993; Gentry 1982, 1988); ésto es importante ya que el conocimiento de la

influencia que los diferentes gradientes ambientales ejercen sobre los atributos de las especies vegetales es de gran significancia para su conservación y manejo (Vázquez-García and Givnish 1998; Vázquez-García 1995a; Sussman and Rakotozafy 1994; Keel *et al.* 1993; Sánchez-Velásquez 1987), especialmente para aquellas que se encuentran amenazadas o en peligro de extinción como resultado de las actividades antrópicas. Lo anterior es importante debido a que cada especie responde de diferente manera a esas condiciones ambientales (Gentry 1982; Peet and Loucks 1977; Whittaker 1956; Curtis 1951).

En este contexto, en el presente estudio se analizan aspectos de la ecología de estos ecosistemas; respondiendo a las siguientes preguntas: 1. ¿Cuál es la relación de la estructura, composición y diversidad del estrato arbóreo con las variables ambientales?, 2. ¿Cuál es el estado actual (sucesional y regenerativo) y tendencias de la comunidad de plántulas de este bosque?, 3. ¿Cuál es la influencia de la actividad antrópica en la diversidad y composición actual de la comunidad arbórea de la zona de estudio?. Para conocer la respuesta, se uso el método de muestreo por transectos, según Gentry (1982) registrándose árboles de más o igual a 2.5 cm de diámetro a la altura del pecho: 130 cm (dap) y plántulas y juveniles de las especies arbóreas. Se emplearon métodos multivariados de ordenación sociológica, ordenación directa y análisis de estructuras diamétricas.

II. ANTECEDENTES

El btc, nombrado por Rzedowski (1994), ha tenido diferentes denominaciones a lo largo de la historia, Beard (1944) lo denominó deciduous seasonal forest, dry deciduous forest (Trochain 1957), Leopold (1950) lo llamó tropical deciduous forest. En México Gentry (1942) usó el término short tree forest y Miranda y Hernández-X. (1963) usaron la denominación selva baja caducifolia.

De acuerdo a Holdridge (1967), el btc se presenta en áreas donde la temperatura media anual es por arriba de los 17°C y la precipitación media anual es de 250 - 2000 mm³. El btc es característico de regiones de clima cálido y dominados por especies arbóreas que pierden sus hojas en la época seca del año. La característica más sobresaliente de éste tipo de vegetación la constituye la pérdida de hojas durante un período de 5 a 8 meses (Gómez-Pompa 1980; Rzedowski 1994).

Estos bosques son tipos de vegetación característicos de las zonas tropicales de baja altitud en el mundo, pero en algunos lugares pueden encontrarse a mayores elevaciones debido al efecto massererhebung (Gómez-Pompa 1980).

El btc, comparativamente con otros bosques tropicales de México, tiene amplia distribución en el país, se establece en pequeñas áreas en el este de México, pero cubre áreas extensas en las tierras bajas del Pacífico del oeste de México del sur de Sonora al norte y centro de Chiapas (Ceballos and García 1995; Rzedowski 1979, 1994). Los bosques secos del Pacífico están geográficamente y ecológicamente aislados de otros bosques tropicales porque

están tenuemente conectados a más bosques tropicales húmedos sureños (Ceballos and García 1995). Cada bosque es diverso y rico en especies endémicas pero es alterado por altas tasas de deforestación, incremento del turismo, ganadería y agricultura (Ceballos and García 1995; Estrada y Coates-Estrada 1995; Trejo y Dirzo 1995; Lott *et al.* 1987).

2.1. El bosque tropical caducifolio en Jalisco y en la sierra de Manantlán.

En Jalisco, el btc está mejor representado en el área correspondiente a la cuenca del Río Balsas, en el valle que incluye la zona de Ciudad Guzmán y Tecalitlán, a lo largo de la cuenca del Río Ayuquila-Armería (municipios de Autlán, El Grullo, El Limón, Tuxcacuesco y Zapotitlán de Vadillo) y en la costa de Jalisco (Rzedowski 1994).

En Chamela, Jalisco, la riqueza florística (precipitación promedio anual 748 mm³) es alta, excediendo a la de otras selvas secas neotropicales con más del doble de lluvia anual. Usando el muestreo por transecto de 0.3 ha, propuesto por Gentry (1982) incluyó 176 especies. Las serranías y los arroyos fueron similares en número de especies, sólo que éstos últimos incluyeron un mayor porcentaje de especies de lianas. *Tohuinidium decandrum* resultó ser abundante en los arroyos. Las familias con más especies fueron Leguminosae, Euphorbiaceae, Rubiaceae y Bignoniceae (Lott *et al.* 1987).

El bosque tropical caducifolio en la sierra de Manantlán cubre aproximadamente 12 700 ha (IMECBIO 1997) lo cual representa el 9% de la superficie de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán (Cuevas-Guzmán *et al.* 1998). Los suelos en los que se desarrolla son someros, regosoles y litosoles, el clima es cálido subhúmedo y semicálido subhúmedo, las precipitaciones anuales están entre 600 y 1 000 mm³ y temperaturas medias anuales del orden de 20-28°C (Cruz 1989; Martínez *et al.* 1991)

Para la sierra de Manantlán se han presentado descripciones y listados de especies de ésta vegetación por Guzmán (1985) y Vázquez-García *et al.* (1995, 1995a). Su estructura, su composición florística y su superficie, han sido modificadas principalmente por la actividad ganadera, apertura de áreas con fines agrícolas, extracción selectiva de especies y en algunos lugares incendios forestales (Decombell *et al.* 1996; Cuevas-Guzmán *et al.* 1998). Se calcula que en México son destruidas 300 000 ha anuales (2% al año) de éste tipo de vegetación, además de la extracción selectiva de especies para uso local o comercio regional lo que pone aún más en peligro a las especies que lo forman (Ceballos and García 1995).

En la zona norte de la sierra (Tuxcacuesco, Zenzontla), esta comunidad asciende hasta los 1 600 m de altitud y destacan *Lysiloma microphyllum*, *Pachycereus pecten-aboriginum*, *Cephalocereus alensis*, *Lasiocarpus ferrugineus*, *Mimosa rosei*, *Stenocereus queretaroensis*, *Plumeria rubra*, *Bursera kerberi*, *Bursera bipinnata* (Cuevas-Guzmán *et al.* 1998; Vázquez-García *et al.* 1995a). Estos mismos autores identifican las especies *Acalypha cincta*, *Acacia cochliacantha*, *Acacia macilenta*, *Aeschynomene amorphoides*, *Conzattia multiflora*, *Lysiloma mycrophyllum*, *Bunchosia palmeri* y *Recchia mexicana* como de distribución restringida a México, *Tabebuia chrysantha* se considerada como amenazada y *Tohuinia serrata* restringida al oeste de México.

2.2. Diversidad y ambiente.

Whittaker and Niering (1965), al estudiar la Flora de las Montañas Santa Catalina (Arizona, Estados Unidos) encontraron que la diversidad de especies en esta comunidad era alta y se encontraba relacionada con gradientes ambientales: la diversidad de especies aumenta en altitudes cercanas al nivel



del mar, variando la diversidad a través de un gradiente topográfico de humedad. Los nutrientes, la textura y la humedad del suelo también pueden explicar la variación en la composición del bosque (Peet and Loucks 1977). Posteriormente Gentry (1986), usando censos de 1,000 m² (0.1 ha) en las plantas con más de 2.5 cm de dap, encontró una tendencia en la correlación positiva existente entre la precipitación y diversidad de especies vegetales. La curva de precipitación/diversidad alcanza una asíntota en cerca de 250 especies con 4,000 mm³ de precipitación anual. Estos valores se repiten en Centro y Sur América, comprendiendo toda una gama desde bosques secos espinosos hasta el sitio más húmedo en el mundo, por lo que parece ser una evidencia fuertemente circunstancial que la diversidad de comunidades de plantas en el neotrópico está altamente determinada y probablemente se mantiene en equilibrio por características del ambiente. Por otra parte, la composición florística de estas comunidades puede ser predecida a partir de parámetros del medio ambiente como precipitación y suelo. Aunque estudios posteriores muestran que la riqueza de especies de plantas está más fuertemente correlacionada con la precipitación, que con los factores edáficos (Gentry 1988). Estos resultados se han reforzado con los datos obtenidos después por Gentry (1995). También se investigaron muestras de 0.1 ha en localidades andinas y Americano/Mexicanas, en los que la diversidad y la composición florística de los bosques andinos es comparable a los 1500 m de altitud con los bosques tropicales de tierras bajas (Gentry 1995).

El factor ambiental puede influir de manera diferente en el sotobosque y en el dosel de las comunidades vegetales; al estudiar las plantas del sotobosque de las selvas del neotrópico, Gentry and Emmons (1987), encontraron que el número de especies e individuos varía según las condiciones de fertilidad de suelo y precipitación pluvial. Por lo que las plantas del sotobosque son mucho más sensibles a cambios en el sustrato o lluvia que las plantas del dosel.

2.3. Fisonomía, composición y ambiente.

La variación ambiental en que se establecen estas comunidades, se refleja en la fisonomía y composición florística, en las cuales, sin embargo existen características similares que las identifican y las agrupan como un tipo de vegetación reconocible. Siebe *et al.* (1995) reconocen que, tanto la composición de especies arbóreas como la producción de biomasa y la estructura del bosque responden de manera significativa ante las diferentes características ecológicas de las diferentes unidades de suelo existentes. Otros trabajos, reconocen que la variación florística y estructural está relacionada a los siguientes componentes ambientales: altitud, latitud, grado de aislamiento y precipitación (Fernández-Palacios and Nicolás 1995; Pavón-Hernández *et al.* 1995; Segura *et al.* 1995; Lott *et al.* 1987; Murphy and Lugo 1986b).

En cuanto a la estructura de esta vegetación, es frecuente que solo exista un estrato arbóreo. El desarrollo del estrato arbustivo varía mucho de un sitio a otro, al menos parcialmente, en función de la densidad del dosel arbóreo, y cuando éste es muy espeso puede haber condiciones de verdadera penumbra al nivel del suelo durante el período lluvioso. En situaciones de poca perturbación el estrato herbáceo está poco desarrollado y no es raro que falte casi por completo, aún cuando las condiciones topográficas de una ladera propician la existencia de uno que otro claro en el cual sí existen sus representantes. Las comunidades muestran una diferenciación vertical o estratificación, en la que las especies tienen diferentes posiciones vinculado a la disminución en la cantidad de luz; siendo un factor decisivo en la estratificación de los bosques, la competencia por la luz que se da entre las especies de árboles, arbustos y hierbas, implicando a su vez un importante factor funcional y de adaptación para las mismas (Rzedowski 1994).

Segura *et al.* (1995), estudiaron los cambios en diversidad, estructura y mortalidad de la comunidad de árboles a lo largo de un gradiente topográfico, encontrando mayor diversidad de especies en la parte baja de la selva baja caducifolia de Chamela, Jalisco. Especies como *Tohuinidium decandrum* y *Casearia corymbosa* dominan en la parte baja del gradiente. La densidad de árboles suele aumentar a mayor altitud, mientras que el área basal de los individuos disminuye. Por lo que los resultados sugieren que la estructura de la comunidad de árboles de la selva de Chamela y la mortalidad de éstos, presenta variaciones espaciales, las cuales parcialmente se relacionan con la heterogeneidad ambiental que establece el gradiente topográfico. Esto coincide con lo obtenido por Lieberman *et al.* (1996) en otros bosques tropicales.

Existen otros factores ambientales que se correlacionan al comportamiento fenológico de las plantas como individuos, en los bosques tropicales secos, el agua es considerada como el factor ambiental más importante que afecta el crecimiento y distribución de los árboles, y que determina su fenología. El crecimiento de las hojas, floración y crecimiento de las raíces están fuertemente correlacionados con los cambios estacionales del agua disponible para los árboles (Borchert 1994).

2.4. El proceso de sucesión forestal.

La sucesión se define como la secuencia de asociaciones vegetales o grupos de animales en el espacio o en el tiempo; en los bosques este fenómeno es reconocido como el cambio de la estructura y composición de las especies de un bosque en el tiempo y el espacio. Existen cuatro mecanismos distintos de las interacciones entre especies que se dan en la sucesión (Connell and Slatyer 1977): a) facilitación, b) tolerancia, c) inhibición, y d) neutralidad. a) Modelo de facilitación: Cuando después de una perturbación se abre un espacio para la colonización y sólo ciertas especies sucesionales tempranas

pueden establecerse. Posteriormente, dominan y modifican el medio, de tal manera que lo hacen inadecuado para la regeneración y el establecimiento de ellas mismas, pero favorable para las especies características de los estados avanzados en la sucesión. b) Modelo de Tolerancia: Pueden establecerse tanto especies tempranas como tardías, pero sólo éstas últimas presentan reclutamiento en los estadios avanzados. c) Modelo de inhibición: Pueden establecerse especies tanto tempranas como tardías, pero sólo aquellas que aseguran un espacio y otros recursos pueden tener reclutamiento e inhibir el desarrollo de otras especies presentes o de invasoras subsecuentes. d) Modelo de neutralidad: la sucesión es consecuencia de las diferencias en los ciclos de vida de las especies y en su comportamiento (Packham *et al.* 1992; Jardel y Sánchez-Velásquez 1989).

Las perturbaciones son entendidas como un cambio o desviación de un estado normal que define los parámetros de un sistema, éste término es generalmente usado como sinónimo de disturbio, sin embargo, éste es definido como fluctuaciones ambientales y eventos destructivos al ser éstos percibidos como normales por un sistema particular (Pickett and White 1985). Las perturbaciones a gran escala, como resultado de su estancia en un área determinada durante largo tiempo, juegan un papel importante al determinar la composición de especies y estructura de los bosques aledaños. En general, la composición y estructura de una comunidad depende de la periodicidad, frecuencia, intensidad y magnitud del disturbio así como de su estructura (Castillo-Campos y Guevara 1993; Pickett and White 1985; Martínez-Ramos *et al.* 1988; Denslow 1978).

En todos los bosques, hay un ciclo iniciado por la perturbación. Arbitrariamente se reconocen las fases de claro, construcción y madurez. Los tamaños de los claros determinan las especies que se establecerán y el mecanismo de regeneración (Whitmore 1989; Martínez-Ramos *et al.* 1988;

Brokaw 1985).

La extracción forestal provoca la apertura de claros que favorecen la incorporación y crecimiento de las especies (Macario *et al.* 1995). Este fenómeno provoca cambios en la estructura de la vegetación, que afectan de manera diferencial la regeneración de las especies aprovechadas. Los claros en la selva constituyen la base para el reclutamiento y la sucesión. Así, la regeneración natural en un bosque tropical depende de las aperturas originadas por la caída de árboles, que generan condiciones propicias para el crecimiento y desarrollo de las plántulas y arbolitos jóvenes que han permanecido bajo la sombra. El tamaño y tipo de microhábitat en un claro pueden favorecer diferencialmente el establecimiento de las plantas. *Bursera simaruba* y *Ceiba aesculifolia* tienen valor forestal actual en los ejidos circundantes a Chetumal, Quintana Roo, por lo que Macario *et al.* (1995) estudiaron su repoblación. Las especies estudiadas son heliófitas que aunque pueden sobrevivir por algún tiempo bajo la sombra, responden positivamente a la entrada de mayor cantidad de luz y sólo permanecen por algunos días o meses en el suelo y durante la época húmeda germinan. *Bursera simaruba* se ve favorecida por un tipo de perturbación; *Ceiba aesculifolia* presenta incrementos muy reducidos en altura y densidad como resultado de los cambios asociados a los distintos tipos de perturbación. Por lo tanto, las especies responden diferencialmente a los diversos microhábitats de los claros. En el caso de *Brosimum alicastrum*, los claros permiten la integración de una mayor cantidad de individuos y a largo plazo se pueden producir comunidades dominadas por éstos árboles. El crecimiento y la densidad de los árboles en regeneración están en función directa de las condiciones de luz y grado de afectación al nivel del suelo de los sitios perturbados (Macario *et al.* 1995).

Para obtener una primera aproximación del *status* sucesional de una comunidad, se han hecho diversos intentos para identificar en el terreno a los

rodales maduros o de viejo crecimiento pero no existe aún una forma totalmente satisfactoria de hacerlo. De manera empírica, se puede identificar la fase de madurez en un sitio donde no se han presentado perturbaciones fuertes en un período largo, donde los árboles alcanzan diámetros grandes y riqueza de especies alta, predominan especies intolerantes a la sombra y pueden observarse plántulas o juveniles de estas mismas especies en el sotobosque y por lo general, se presenta una estructura de edades en forma de "J" invertida. La estructura de diámetros puede usarse también como indicador del *status* sucesional. Generalmente, en las etapas tempranas sucesionales predominan rodales de una o pocas especies, con una estructura de edades coetánea (ya que el arbolado se ha establecido en una sola etapa de regeneración) y una estructura de diámetros ocasionada por el crecimiento diferencial dado por la competencia. Si presentan gráficamente esta estructura, tomando el logaritmo del número de árboles por clase diamétrica, la curva resultante suele ser convexa. Se infiere que esta estructura es típica de especies intolerantes que no regeneran bajo su sombra y que son característicos de los estados sucesionales tempranos. En cambio, en un rodal compuesto predominantemente por especies tolerantes, podemos encontrar individuos de éstas en el sotobosque y el subdosel, así como una estructura de edades y tamaños múltiples. Al hacer la gráfica, la estructura de diámetros adquiere una conformación cóncava, que muestra la presencia de algunos árboles grandes y de numerosos árboles pequeños e intermedios del sotobosque (Jardel *et al.* 1989, 1991).

2.5. El proceso de regeneración natural de los bosques.

Se conoce como regeneración natural a el proceso de recambio de árboles. Es el reemplazamiento de un conjunto de árboles que han llegado a su etapa madura, por otros, considerando una unidad de espacio y tiempo definidos (Martínez-Ramos; 1994). Se pueden distinguir dos componentes: 1.

La caída natural de los árboles maduros (del dosel del bosque) y 2. El reclutamiento de árboles que reemplazan a aquellos que van dejando lugares vacantes. Los árboles reclutas pueden provenir de varias de las siguientes fuentes de propágulos: semillas latentes en el suelo, semillas recién dispersadas, plántulas y árboles que se establecen antes de la caída del árbol y/o rebrotes de árboles rotos (Martínez-Ramos; 1994). En las selvas secas el tipo de regeneración es más común por rebrotes a partir de tocones que por semilla; ya que el ambiente es más seco, la reproducción por semilla puede ser menos exitosa pues la probabilidad de germinación es muy baja a menos que sea un año muy húmedo (Vázquez-Yanes com. per. 1997; Castillo-Campos y Guevara 1993). Las semillas de *Pithecellobium* tienen al momento de su dispersión en 50% de humedad, y son típicamente recalcitrantes, por lo que es muy difícil que se germinen en sitios perturbados (Vázquez-Yanes com. per. 1997).

En los sitios cerrados de la selva, la mayoría de las semillas transitan rápidamente al estadio de plántula y se integran a la comunidad denominada regeneración avanzada, compuesta por plántulas y árboles juveniles. Bajo las condiciones de sombra, estas plantas suprimen su crecimiento o crecen de manera muy lenta. Cuando un árbol maduro cae, las semillas y la regeneración afectadas transitan a la llamada regeneración en la fase de claro. Existe también la posibilidad de que los troncos que resultan rotos con la caída de los árboles den lugar a rebrotes que intervienen en la regeneración en la fase de claro. Si el claro es resultado de la caída de uno o más árboles del dosel (claros grandes de 200 m²), el sitio experimenta un fuerte aumento de recursos lumínicos, bajo este ambiente, algunas especies son capaces de crecer rápidamente desde el estadio de semilla hasta el reproductivo en tiempos menores de cinco años. Estas especies se han denominado pioneras por ser las que inician la colonización de claros (Oldeman and Dijk 1995; Martínez-Ramos 1994; Whitmore 1989). Los árboles pioneros maximizan la probabilidad

de arribar a un claro a través de la producción abundante de semillas pequeñas que se diseminan ampliamente. Además algunas especies pioneras producen semillas que pueden permanecer latentes en el suelo de los sitios cerrados y germinar cuando ocurre un claro. Así, las especies pioneras ocurren de manera restringida en los sitios del bosque donde se han abierto claros grandes. Por esto, la presencia de árboles pioneros identifica sitios del bosque en los que ha ocurrido cambios rápidos en la estructura y composición de especies.

La mayoría de las especies arbóreas de selvas húmedas, crecen en los claros a ritmos menores a la de los árboles pioneros y requieren de varias décadas para alcanzar el estadio reproductivo. Por lo general estos árboles clímax producen una cantidad menor de semillas que los pioneros (Oldeman and Dijk 1995; Martínez-Ramos 1994; Whitmore 1989). Las semillas tienden a ser de dimensiones grandes y comúnmente germinan rápidamente bajo condiciones de sombra (Vázquez-Yanes and Orozco-Segovia 1993). Las plántulas pueden mantenerse vivas bajo condiciones restringidas de luz por períodos de tiempo que varían entre las especies (Vázquez-Yanes and Orozco-Segovia 1995).

Al desaparecer los árboles pioneros, uno o varios de los árboles persistentes obtiene la madurez y reemplaza a aquellos que produjeron el claro.

Otra ruta de regeneración complementaria a las anteriores, ocurre cuando se desprenden ramas grandes de los árboles maduros del dosel. El aumento de recursos lumínicos estimula el crecimiento de las plantas que se encuentran en la regeneración de avanzada pero este aumento no es suficiente para permitir el crecimiento hasta la maduración de los árboles. Algunas plántulas transitan al estadio de árbol juvenil pero quedan en ese estado de vida dado que el nivel de recursos lumínicos disminuye rápidamente a medida que el claro se cierra con el crecimiento lateral de plantas vecinas a los claros.

De este modo, las plántulas pueden avanzar hacia el estadio juvenil estimuladas por pulsos repetidos de elevada energía lumínica pero de corta duración.

La posibilidad de establecerse y persistir en la regeneración avanzada no es igual para todas las especies. Factores abióticos como el pH, la humedad del suelo y la relación rojo/rojo-lejano son controladores de la viabilidad de semillas y/o de su germinación (Vázquez-Yanes and Orozco-Segovia 1993). También la ausencia de fuertes variaciones de temperatura en el suelo de los parches maduros no permiten la germinación de especies termoblásticas como las de *Heliocarpus*. La conducta de búsqueda de semillas de los depredadores también puede influir en las posibilidades que tiene una especie de transitar del estadio de semilla al de plántula. En la transición de especies de la comunidad de plántulas a árboles preadultos el nivel de recursos lumínicos puede limitar o favorecer su desarrollo (Martínez-Ramos 1994; Woodward 1990).

La importancia de los bancos de semilla en la dinámica de la vegetación esta recibiendo mayor atención y número de estudios, aunque la mayoría de los estudios se han enfocado a las regiones templadas, existen varios dedicados a las especies tropicales y subtropicales como las de *Acacia* spp. (Skoglund 1992). La presencia de semillas viables en el suelo, ha sido investigada solo en algunas especies, en particular, *Acacia* spp. se ha encontrado que tiene semillas que pueden permanecer viables en el suelo por muchas décadas. Con respecto a la dinámica de la vegetación, la importancia de los bancos de semilla y la regeneración por semilla es más predominante en claros grandes del bosque que en claros pequeños. Los bancos de semillas son considerados una fuente potencial de regeneración de bosques después de las perturbaciones (Skoglund 1992).

Para conocer como la diversidad de especies arbóreas se mantiene en los bosques tropicales y el porqué de esa alta diversidad, tenemos que reconocer varios puntos: 1. los fenómenos históricos (de índole evolutiva y biogeográfico: especiación alopátrica y migración de especies) que son determinantes de la riqueza de especies y 2. las comunidades de árboles de las selvas parecen no estar saturadas de especies, de modo que, una especie recién originada puede migrar libremente a través de una región. La dinámica de formación de claros, promovida por la caída de ramas y árboles, es un componente fundamental en la renovación del dosel. Los claros pequeños facilitan el desarrollo de plántulas y árboles jóvenes mientras que los claros grandes permiten a los árboles alcanzar tallas reproductivas. La apertura de claros y el ingreso de nuevos árboles en el dosel son los extremos de un proceso dinámico de reemplazamiento de árboles y especies en el dosel de la selva (Oldeman and Dijk 1995). Así, se relaciona el proceso de reemplazamiento de árboles con el mantenimiento de la diversidad de especies arbóreas a una escala local (Martínez-Ramos *et al.* 1988, 1994).

Aquellos factores que promueven una elevada diversidad de especies en la comunidad de plántulas y árboles jóvenes que crece bajo los árboles maduros favorecen una frecuencia alta de reemplazos entre árboles heteroespecíficos y por lo tanto, facilitan el mantenimiento de la diversidad de especies en el dosel (Martínez-Ramos 1994).

Las interacciones bióticas (frugivoría, depredación), que favorecen la diversidad de especies en la regeneración avanzada, y la existencia de disyuntivas en los atributos de historia de vida de los árboles, facilitan el mantenimiento de la gran diversidad de especies observadas en la comunidad de árboles maduros de muchas selvas (Martínez-Ramos 1994).

2.6. Perturbaciones: contexto general, en la Sierra de Manantlán y en bosques tropicales caducifolios aledaños.

Cerca de 40% del trópico y subtrópico es dominado por bosque abierto o cerrado. De éste, 42% es bosque seco, 33% bosque húmedo y solamente 25% es bosque lluvioso. Sería imposible conocer la extensión original o potencial de bosque seco porque muchas savanas o chaparrales son derivadas de bosques secos perturbados. Se considera que la mayoría de todos los pastizales de la India han sido derivados de un bosque seco o estacional (Murphy and Lugo 1986a, 1986b).

La mayoría de los btc han sido altamente afectados por actividades humanas y prácticamente están desapareciendo de Centro América y ciertas regiones de Sur América. Un gran remanente de bosque tropical del norte de Ecuador, se establece en el oeste de México (Ceballos and García 1995; Trejo y Dirzo 1995).

Murphy and Lugo (1986a) estudiaron diversos sitios en el mundo donde se encuentra el btc y encontró que además del clima, los sitios difieren marcadamente con respecto al grado de perturbación, o madurez de la vegetación, pero en la mayoría de los casos éste factor no es cuantificado.

Tanto como la explotación forestal, los incendios forestales, los desmontes agrícolas y la ganadería extensiva son considerados en muchas regiones del mundo como parcialmente responsables del deterioro de las condiciones ambientales. Se conoce poco sobre los efectos de la ganadería en los diferentes puntos de la reserva de la biosfera Sierra de Manantlán. Sin embargo, previas observaciones indican que la expansión de la ganadería extensiva implica una modificación en el uso del suelo y una presión creciente sobre áreas hasta ahora no utilizadas por la agricultura o de manera ocasional -

como desmontes o bosques- modificando el área de bosques, su estructura y diversidad. El pastoreo en los bosques puede afectar su estructura, la composición del sotobosque, y particularmente la regeneración del arbolado (Decombell *et al.* 1996).

La ganadería se introduce en la Sierra de Manantlán posiblemente a partir del siglo XVI, con la formación de las Haciendas (Jardel 1991). El ejido de Zenzontla fue creado en 1975, los actuales sistemas de producción se basan en el maíz de temporal y la ganadería. La cría de aves, cerdos y cabras y pesca en el río Ayuquila son también importantes. Comúnmente se extraen del bosque leña, plantas alimenticias y medicinales y animales para caza. En 1994 en el ejido pastorearon alrededor de 1400 animales, cerca del 70% de los animales con que llegó a contar la hacienda. La ganadería en el ejido de Zenzontla es una actividad basada en hatos propios de tamaño reducido cuyos primeros animales fueron adquiridos esencialmente en los últimos 25 años así como en el manejo de hatos a medias.

Así, los bosques secos tropicales aparecen como mosaicos de vegetación debido a la fragmentación del hábitat (Glander and Nisbett 1996). La fragmentación creciente de los bosques que ocasiona el patrón regional de uso actual del suelo, junto con los atributos biológicos de las semillas de especies pioneras, permite su acumulación en el suelo de las comunidades arboladas remanentes. Esto representa un incremento potencial de una flora invasora de arvenses nativas y exóticas conforme se extiende la deforestación para el uso agrícola del suelo (Ramírez-Marcial *et al.* 1992).

Castillo-Çampos (Inédito), encontró que entre las principales especies dominantes en el dosel de las selvas subcaducifolias de la costa norte de Jalisco están *Brosimum alicastrum* y *Tabebuia rosea*, la primera es consumida como forraje por el ganado bovino. Las prácticas más comunes en la ganadería

fueron cercar una superficie de selva y liberar el ganado dentro de ésta, otra práctica es, permitir que el ganado pade en una superficie abierta, lo que implica mucho más espacio para el ramoneo del ganado. No se lograron detectar zonas de selva sin pastorear en el norte del estado. Plántulas de *Brosimum alicastrum* no se encontraron en las zonas de mayor intensidad de uso. Este sistema de pastoreo conserva aparentemente la comunidad de la selva mediana subcaducifolia, pero los resultados indican que no hay una regeneración y que por lo tanto solo se conserva un dosel bien estructurado. Las posibles causas de la falta de regeneración podrían ser: las plántulas forman parte de la dieta del ganado, las semillas son ingeridas por el ganado y por lo tanto no hay germinación y reclutamiento, el suelo se encuentra sumamente compactado y por lo tanto físicamente no hay posibilidades de establecimiento de plántulas y finalmente el balance hídrico del suelo ha sido alterado y en un clima tan estacional como el de la zona, las plántulas no logran sobrevivir a la época de secas.

2.7. Análisis de la vegetación.

En el análisis de una comunidad vegetal se establecen relaciones entre las diversas especies y variados factores abióticos (luz, suelo, clima, exposición) lo cual confiere un enfoque multivariado a los estudios de vegetación (Zavala 1986).

Los análisis multivariados de datos de vegetación, incluyen numerosas técnicas estadísticas para el análisis simultáneo de más de una variable independiente, que tiene por objeto ordenar y simplificar un conjunto de datos. Dentro de estos métodos existen dos estrategias básicas: la ordenación y la clasificación. Estas emplean una matriz de datos que condensa la información y con base a ella se realiza la manipulación matemática (Zavala 1986).

Con la ordenación se intenta reducir patrones complejos de datos de vegetación, a formas más simples e interpretables arreglando muestras y/o especies a lo largo de uno o más eje continuos. Idealmente, los ejes de ordenación resultantes representan gradientes de vegetación que estarían relacionados con factores ambientales fundamentales (Zavala 1986).

Existen técnicas para ordenar sociológicamente (indirectamente) rodales en una o más dimensiones de espacio abstracto, basadas en la similitud de su composición florística, las cuales tienen la ventaja de identificar gradientes en la composición de las comunidades y en la distribución de las especies sin supuestos *a priori* acerca de varios factores ecológicos. Por lo tanto, son de gran valor en la generación de hipótesis sobre las relaciones florísticas y biogeográficas que guardan los distintos rodales con relación a su medio ambiente (Beals 1984).

Bray & Curtis-Varianza-Regresión forma parte de una familia de técnicas de ordenación sociológica diseñadas especialmente para datos ecológicos, las cuales tienen en común: 1) el cálculo de una matriz de distancias, usando una distancia apropiada para estimar la disimilitud entre muestras, 2) selección de muestras de referencias reales o sintéticas, las cuales determinarán la orientación de los ejes y 3) la proyección de muestras en cada eje por la distancia a dichas muestras de referencia (Beals 1984).

Otra alternativa, es la ordenación directa (Whittaker 1956), donde se grafican directamente la posición de cada rodal o sitio a través de uno o varios gradientes ambientales. Esta tiene la desventaja de que requiere supuestos *a priori* acerca de cuales son las variables importantes para las especies.

La importancia de cada especie difiere ampliamente en la comunidad. Un índice de importancia puede ser cualquier medida de la abundancia

(frecuencia relativa, la densidad relativa, el área basal de las especies o una combinación de varias). El área basal de los árboles tiene mayor significado ecológico, debido a que las especies dominantes en área basal tienen un elevado índice de éxito ecológico y determinan en gran parte las condiciones bajo las cuales crecen las especies con ellas vinculadas. En el caso de los renuevos la densidad tiene mayor interés ecológico pues refleja de mejor manera la dominancia de las especies y su regeneración (Matteucci y Colma 1982).

La forma más sencilla de medir la diversidad alfa es contando el número de especies en un área de muestreo dada. Un segundo enfoque, además de la riqueza de especies es la abundancia relativa de cada una de ellas. Un tercer enfoque es la medición de la heterogeneidad o diversidad beta; que consiste en medir la diferencia sociológica en composición entre dos hábitats o comunidades.

Gentry (1982), publica la descripción del método que había estado usando para sus muestreos de diversidad en los bosques tropicales de centro y sudamérica. Este método consiste en registrar lianas, árboles, arbustos, hemiepífitas, en una superficie de 1000 m² (0.1 ha). Esta superficie se logra a través del registro de 10 transectos de 50 m x 2 m. Dentro de cada transecto se miden todos los individuos mayores o iguales a 2.5 cm de dap. Este método es en la actualidad, de uso amplio, y cuya ventaja principal es la rapidéz con la que se realiza y además que se incluyen muchos grupos taxonómicos que nunca llegan a ser árboles (en los bosques secos la mitad de las especies presentes pueden ser bejucos). Por lo tanto, con éste método se obtiene una buena caracterización de la estructura del bosque, pero no completa porque no se registran hierbas. Entre las desventajas de éste método es el que no permite hacer monitoreo a largo plazo del bosque y no incluye hierbas terrestres, epífitas, ni muchas leñosas pequeñas y además se puede obtener una mala

representación de las plantas grandes. Así, este método sobresale por su utilidad para estudios de densidad, estructura, estudios poblacionales y de área basal y por su uso amplio y la rapidéz del muestreo.

En el aspecto de sucesión forestal, de manera empírica podemos conocer si un sitio ha llegado a la madurez. Si en la zona existen árboles con diámetros y alturas grandes sin perturbaciones fuertes y con renuevos de especies tolerantes a la sombra, podemos suponer que es un sitio maduro. La estructura diamétrica ha sido usada como otro indicador del estado sucesional de un bosque. La estructura de edades y de tamaños y las perturbaciones, puede proveer información para interpretar la historia de perturbaciones y realizar inferencias sucesionales (Lorimer 1980; Jardel y Sánchez-Velásquez 1989; Jardel 1991).

III. OBJETIVOS

General.

1. Generar hipótesis acerca de los factores ambientales que explican la distribución, variación florística y estructural del estrato arbóreo y la regeneración natural del bosque tropical caducifolio en una localidad de la Sierra de Manantlán.

Particulares.

1. Caracterizar la estructura, composición florística y diversidad del estrato arbóreo del bosque tropical caducifolio y examinarlos con relación a variables ambientales.

2. Caracterizar la estructura de tamaños, composición, y distribución altitudinal de la regeneración avanzada de especies arbóreas del bosque tropical caducifolio.

3. Ordenar sociológicamente (indirectamente) y directamente los rodales del bosque tropical caducifolio e interpretarlos con relación a variables ambientales.

4. Evaluar la dinámica de la regeneración dentro del bosque y mostrar un panorama general del estado sucesional de la comunidad arbórea del bosque estudiado, tratando de inferir el estado actual de conservación del mismo y proponer estrategias para su manejo.

IV. AREA DE ESTUDIO

El área de estudio se encuentra situada al suroeste del estado de Jalisco y al norte de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, comprendiendo una parte de la Sierra Madre del Sur. El área abarca porciones de los municipios de El Grullo y Tuxcacuesco, Jalisco. Los sitios de estudio se localizan al margen del río Ayuquila, en el paraje conocido por los pobladores de la región como "La Escondida" y se ubica en el límite noroeste del ejido de Zenzontla, entre los 19°42' de latitud N y 104°07' de longitud O, y al sureste del poblado de El Aguacate (Figura 1). "La Escondida", pertenece a la cuenca del río Ayuquila-Armería. El clima, de acuerdo con Martínez et al. (1991), es Aw0(w), cálido subhúmedo. La temperatura media anual oscila entre 22° y 28°C y precipitaciones de 600 a 1000 mm³ (precipitación anual de 900 mm³). El régimen de lluvias es en verano, con un marcado período de estiaje de febrero a mayo y el período de lluvias de mediados de junio a principios de octubre. La localidad es de origen volcánico (rocas ígneas extrusivas), originadas en el Terciario (Cruz-Cerda 1989). Esta zona presenta una topografía accidentada con pendientes fuertes y con altitudes de 750 a 2000 m. Los tipos de suelos presentes son regosoles y litosoles (lecho rocoso a poca profundidad y piedras mayores a 7.5 cm); generalmente son someros y de drenaje rápido (Cruz-Cerda 1989).

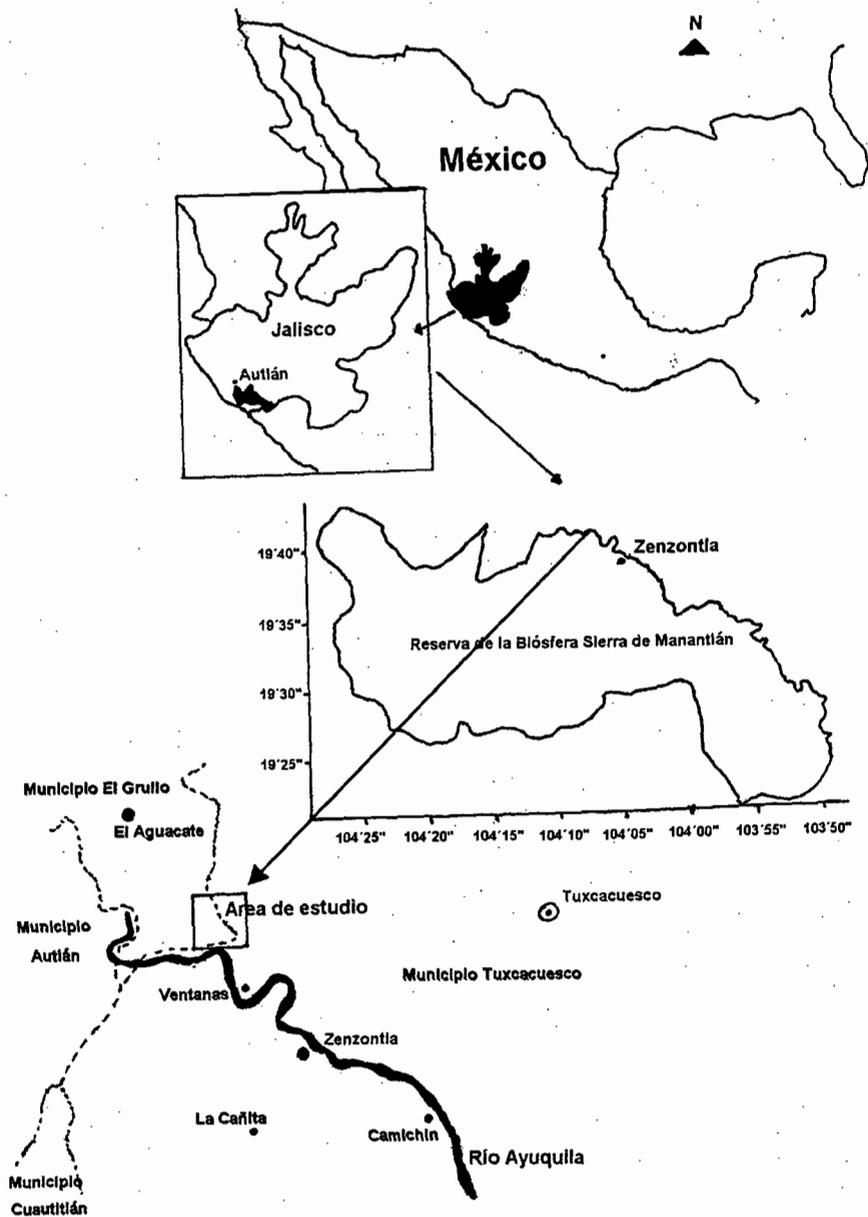


Figura 1. Ubicación del área de estudio (Tomado parcialmente de Vázquez-García *et al.* 1995)

V. METODOLOGÍA

5.1. Método de campo.

Los muestreos de btc se realizaron entre los meses de junio a octubre de 1997. A través de inspecciones visuales se seleccionó un área de btc aparentemente bien desarrollada y poco perturbada. La superficie total estudiada fue de 0.9 ha (9,000 m²). Para muestrear esta superficie, en la localidad "La Escondida" se delimitaron nueve sitios de 0.1 ha cada uno, separados por intervalos de 50 metros de elevación uno del otro. Cada sitio o unidad de muestra consistió en 10 transectos de 2 x 50 m cada uno, dando como resultado 0.1 ha, según la metodología propuesta por Gentry (1982); éstos fueron orientados en dirección de la pendiente y exposición, ubicados aleatoriamente en la superficie. Cuatro sitios con exposición sureste se distribuyeron a partir del margen del río Ayuquila hasta la parte más alta de la montaña (paralelos a la cota elevacional). Dos sitios se ubicaron en la misma montaña con exposición norte y tres sitios más se ubicaron en la montaña aledaña con exposición sur. Éstos estuvieron ubicados en un rango altitudinal de 820 y 980 m. La única modificación al método de Gentry (1982) fue que no se registraron lianas y sí se registraron plántulas y juveniles de árboles.

Se determinaron y midieron los diámetros a la altura del pecho (D.A.P.) de todos los árboles; considerando como árboles a los individuos leñosos que no se ramifican desde la base, mayores de 2.5 cm de diámetro y mayores de 1.3 m de altura (Gentry 1982).

En cada transecto se determinaron, listaron y midieron las alturas de todas las plántulas y juveniles de la comunidad arbórea. Se consideró plántula

a los individuos con una altura menor a 130 cm y juveniles a los individuos con diámetro a la altura de pecho menor a 2.5 cm y mayores de 130 cm (Saldaña y Jardel 1991; Olvera *et al.* 1996). Se anotó una descripción general del estado de las plántulas, indicando su vigor (cualitativamente: excelente, bueno, regular, malo) y si se encuentra bajo dosel abierto o cerrado.

Para conocer la superficie que abarcan los claros del dosel, se utilizó el método de intersección de línea con modificaciones. En los diez transectos que forman un sitio se registraron cada 5 metros, la presencia y ausencia del estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo. Si en el punto donde se ubicaron los cinco metros estaba bajo dosel de árboles se anotaba presencia del estrato y si existía dosel de arbustos y presencia de herbáceas también se registraba la presencia. La ausencia del estrato se consideró como claros del dosel. Esto se promedió y se obtuvo el porcentaje de claros del dosel.

Las variables ambientales que se registraron en cada sitio de 0.1 ha fueron: altitud, inclinación de la pendiente, geoforma, exposición, hojarasca, pedregosidad, erosión y compactación del suelo, según Olvera *et al.* 1996.

Se anotaron factores de perturbación naturales: árboles derribados por el viento, muertos en pie, desramados, tocones y tala. Se registraron (visualmente y con entrevistas a los pobladores) indicadores de la intensidad de pastoreo (excretas, echaderos, caminos de ganado), incendios y erosión. Igualmente daños causados por rayos, punta quebrada, derribados por el viento y herviboría.

Se colectaron y registraron especímenes testigos de las especies encontradas y posteriormente se etiquetaron y prepararon los especímenes, los cuales se depositaron en los herbarios IBUG (Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias) y ZEA (Centro Universitario de la Costa Sur)

ambos de la Universidad de Guadalajara. Las especies fueron determinadas por la autora, en lo posible, y por los especialistas colaboradores de los herbarios antes mencionados. En los casos en que el material estéril fue insuficiente para una determinación a nivel de especie, sólo se determinó hasta el nivel de género o en su caso, morfoespecie. La nomenclatura de las especies es de acuerdo a Vázquez-García *et al.* (1995).

5.2. Método de análisis.

De la composición florística obtenida por rodal se calculó la densidad, frecuencia absoluta y relativa y el área basal por especie, esto para conocer la diversidad y dominancia de las especies del estrato arbóreo. Se calculó la diversidad mediante el índice de diversidad y equitabilidad de Shannon-Wiener,

$$H' = -\sum_{i=1}^S (p_i)(\log_2 p_i),$$

donde,

H' = diversidad

S = el número de especies

p_i = es la proporción del total de la muestra que corresponde a la especie

i

La equitabilidad resultó de:

$$E = H' / H'_{\max}$$

donde,

E = equitabilidad

H' = diversidad de especies observada

H'_{\max} = diversidad de especies máxima

Para la ordenación de los sitios, se obtuvieron tres matrices: 1) presencia-ausencia de especies arbóreas (nueve sitios y 68 especies); 2) matriz

cuantitativa con datos de área basal (nueve sitios y 68 especies); y 3) presencia-ausencia de las especies en regeneración (nueve sitios y 39 especies); una vez ordenados los sitios de estas matrices, se relacionaron con una matriz de datos ambientales y de perturbaciones (nueve sitios y ocho factores ambientales: altitud, exposición, apertura de claros (del dosel arbóreo, arbustivo y herbáceo), perturbación en suelo y vegetación e inclinación de la pendiente. Estas matrices con la información de los rodales se ordenaron mediante el método de análisis sociológico (indirecto) de Bray & Curtis varianza-regresión (Beals, 1984). El software usado fue PCORD (usado comúnmente para técnicas multivariadas) (McCune and Mefford 1995). La medida de distancia entre rodales que se utilizó fue la de Sorensen:

$$D=2w/(a+b)$$

donde,

D= índice de similitud de Sorensen

a= número de individuos en la comunidad "a"

b= número de individuos en la comunidad "b"

w= número de individuos que aparecen en la comunidad "a" y también en la comunidad "b"

Las relaciones ambientales se determinaron mediante análisis de regresión, tanto para las ordenaciones sociológicas como para las ordenaciones directas.

Las plántulas se ordenaron en tres categorías de tamaño (0-30, 31-70, 71-129 cm de altura) y los juveniles en una (>130 cm de altura y >2.5 dap) para el análisis de estructura de tamaños, densidad, y frecuencia relativa correlacionándolas con los datos encontrados del estrato arbóreo y las perturbaciones; las diferencias en asociaciones de las diferentes clases de tamaño nos podrán mostrar la tendencia sucesional del sitio estudiado. Igualmente se usaron análisis de la distribución de las categorías diamétricas

de los árboles obtenidas en cada sitio y la composición florística de los sitios e historial de perturbaciones para conocer el *status* sucesional y la dinámica de poblaciones de árboles.

VI. RESULTADOS

6.1. Descripción física de los sitios.

Se obtuvo información de nueve sitios de 0.1 ha cada uno (total muestreado: 9,000 m²) en la localidad de "La Escondida", en las inmediaciones de El Aguacate y Zenzontla. El rango altitudinal en el área de estudio fue de 820-980 m. Los sitios se ubicaron en laderas de pendientes entre los 10 y 66 %. Los sitios del uno al cuatro se localizaron en la exposición sureste, los sitios cinco al siete tuvieron exposición sur y los sitios ocho y nueve exposición norte. La superficie que abarcaron los claros en el dosel (expresada en porcentajes) y las perturbaciones encontradas así como las características físicas (altitud, pendiente, exposición, cobertura, geoforma) de los sitios se resumen en el cuadro 1.

6.2. Descripción de la comunidad: fisonomía, composición y diversidad.

Se obtuvo un total de 68 especies en 53 géneros que corresponden a 28 familias en la superficie de 0.9 ha. Sólo tres especies quedaron determinadas sólo a nivel de género y una más fué tratada como morfoespecie, esto debido a que no se contó con material fértil. La distribución del número de especies por sitio fue como sigue:

Las familias con mayor número de especies fueron Leguminosae con 14 especies, Cactaceae con 6 especies, Euphorbiaceae 5, Rubiaceae y Burseraceae 4 y Malpighiaceae y Moraceae con 3 especies; los detalles de la composición florística por sitios puede apreciarse en el apéndice A. Las especies ordenadas por su mayor frecuencia de aparición son: 55%: *Bursera*

fagaroides, *Bursera grandifolia*, *Nopalea auberi* y *Stemmadenia donnell-smithii*; 66%: *Pachycereus pecten-aboriginum*; 77%: *Jacaratia mexicana* y *Tabebuia chrysantha*; 88%: *Heliocarpus terebinthinaceus*, *Phenax hirtus*; y con la frecuencia más alta (100%) *Ceiba aesculifolia*, *Lysiloma microphyllum* y *Spondias purpurea*. El resto de las especies presentaron una frecuencia menor al 50 % (Cuadro 2).

En el área se localizaron las siguientes especies con distribución restringida a México, como son: *Acalypha cincta*, *Acacia cochliacantha*, *Acacia macilenta*, *Aeschynomene amorphoides*, *Conzattia multiflora*, *Lysiloma microphyllum*, *Bunchosia palmeri* y *Recchia mexicana*. *Tabebuia chrysantha* se considera como amenazada (encontrándose en siete de los sitios). Se encontró la especie *Tohuinia serrata* que se reporta con distribución restringida al oeste de México (NOM-059-ECOL-1994).

La densidad absoluta de árboles fue de 1,205 individuos en las 0.9 ha muestreadas (cuadro 3). Sólo *Ceiba aesculifolia*, *Lysiloma microphyllum* y *Spondias purpurea* se distribuyeron regularmente en los nueve sitios. En el sitio uno, la mayor densidad la obtuvieron *Bursera grandifolia*, *Lysiloma microphyllum*, *Spondias purpurea* y *Pachycereus pecten-aboriginum*. En el sitio dos y tres los valores más altos fueron para *Ceiba aesculifolia*, *Spondias purpurea* y *Lysiloma microphyllum*. *Phenax hirtus* y *Lysiloma microphyllum* en el sitio cuatro. En el sitio cinco fueron *Ceiba aesculifolia*, *Phenax hirtus* y *Spondias purpurea*. *Lysiloma microphyllum* fue la especie de mayor densidad en los sitios seis y siete. En el sitio ocho *Stemmadenia donnell-smithii*, *Casearia corymbosa* y *Nopalea auberi* fueron las más densas y en el sitio nueve, *Lasiocarpus ferrugineus*, *Stemmadenia donnell-smithii* y *Acacia cochliacantha* fueron las especies de mayor densidad (Cuadro 2).

Para conocer la dominancia de las especies, se utilizó el valor de área

basal como índice (Matteucci y Colma 1982). El sitio que presentó mayor área basal fue el sitio nueve (92,621.9 cm²), esta dominancia fue dada principalmente por *Enterolobium cyclocarpum* de sólo un tallo; otras especies como *Heliocarpus terebinthinaceus*, *Lasiocarpus ferrugineus* y *Spondias purpurea* aportaron áreas basales grandes ya que tuvieron numerosos tallos (Cuadro 4). El sitio cinco también presentó mayor área basal (38,038.46 cm²), *Brosimum alicastrum*, *Jacaratia mexicana*, *Pachycereus pecten-aboriginum* y *Terebinthus acuminata* alcanzaron áreas basales grandes en pocos individuos, por el contrario las especies *Ceiba aesculifolia*, *Phenax hirtus* tuvieron numerosos tallos, resultando áreas basales grandes (Cuadro 4). La mayor dominancia en el sitio ocho fue para *Margaritaria nobilis*. En el sitio uno fueron dominantes varias especies, *Pseudobombax ellipticum*, con un solo individuo, y al igual que en el sitio cuatro, dominaron con numerosos individuos: *Lysiloma microphyllum*, *Pachycereus pecten-aboriginum* y *Spondias purpurea*. El resto de los sitios presentaron áreas basales menores a 20,000 cm² por 1,000 m² (0.1 ha) (Cuadro 4).

La diversidad y equitabilidad fueron calculadas con el índice de Shannon-Wiener. Los sitios con mayor diversidad fueron el cinco ($H' = 5.55$) y equitabilidad = 1.13, el sitio ocho ($H' = 5.2$) y el sitio nueve ($H' = 4.99$) con equitabilidad = 1.07 (Cuadro 3). Le siguen en diversidad los sitios uno ($H' = 4.08$) y sitio dos ($H' = 3.68$). Los sitios que presentaron especies mayormente equitativas fueron los sitios cinco, ocho y nueve, los que a su vez presentan mayor diversidad (Cuadro 3).

En las categorías diamétricas de 10 y 15 cm de dap se encontraron la mayoría de los tallos del sitio uno (Figura 2), las especies *Lysiloma microphyllum*, *Spondias purpurea*, *Pachycereus pecten-aboriginum* y *Phenax hirtus* fueron las que aportaron más individuos a estas categorías. Los diámetros mayores correspondieron a *Spondias purpurea* (55 cm dap) y

Pachycereus pecten-aboriginum (60 cm dap).

En el sitio dos, la mayoría de los individuos se encontraron entre las categorías 5 y 15 cm de dap (*Lysiloma microphyllum*, *Phenax hirtus*, *Ceiba aesculifolia*, *Pachycereus pecten-aboriginum*). *Ceiba aesculifolia* y *Thouinia serrata* son los árboles con diámetros más grandes (Figura 2).

En sitio tres, la mayor densidad de árboles estuvo en la categoría 10 cm de dap, pero también se observó el mismo número de individuos en las categorías 5, 20 y 35 cm de dap. *Coursettia glandulosa* fue el árbol de diámetro más grande (Figura 2).

En el sitio cuatro, se presentó una distribución diamétrica en forma de campana, siendo las categorías 10, 15 y 20 cm de dap las de mayor número de tallos, básicamente constituidos por *Lysiloma microphyllum*. Los árboles de mayor diámetro (categoría 45 cm de dap) fueron *Lysiloma microphyllum* y *Ceiba aesculifolia*, los que al igual que en los sitios anteriores forman el dosel (Figura 2).

En el sitio cinco, se observaron la mayoría de los tallos en categorías pequeñas (2.5 y 5 cm dap), el mayor aporte de tallos a estas categorías lo hacen *Lysiloma microphyllum*, *Phenax hirtus*, *Ceiba aesculifolia*, y *Spondias purpurea*. *Terebinthus acuminata*, *Brosimum alicastrum*, *Bunchosia palmeri* y *Ceiba aesculifolia* conforman las categorías más grandes. Este sitio es el que presentó mayor diversidad de especies. Se observaron huecos en las categorías 50, 75 y 80 cm, siendo un sitio mixto de dos edades (Figura 2).

En el sitio seis, *Lysiloma microphyllum* tuvo el mayor número de tallos en todas las categorías, incluso en la categoría más grande (45 cm dap). Las categorías restantes fueron compuestas básicamente por especies intolerantes

a la sombra como *Phenax hirtus* y *Heliocarpus terebinthinaceus* (Figura 2).

En el sitio siete, *Lysiloma microphyllum* presentó la mayoría de los tallos en las categorías 2.5-30 cm de dap, formando un pequeño bosquecillo de esta especie. *Guazuma ulmifolia* es la única especie que compone la categoría más grande (45 cm dap). En la figura 2, puede notarse que en este sitio ya existen pocos individuos de *Lysiloma microphyllum* de categorías diamétricas pequeñas, además éste sitio presentó el índice de diversidad más bajo.

En el sitio ocho, existieron numerosas especies conformando las categorías diamétricas pequeñas, se observaron huecos en las categorías grandes, siendo *Margaritara nobilis* la única especie presente en la categoría de 90 cm de dap. Este sitio se caracterizó como un rodal mixto de edades con regeneración de especies intolerantes a la sombra (Figura 2).

El sitio nueve, presentó estructuras diamétricas similares al sitio 8, siendo *Lasiocarpus ferrugineus* quien tuvo mayor número de tallos en las categorías de 2.5 a 10 cm de dap y en la más grande (65 cm). En el sitio ocurren varias especies de leguminosas con diámetros pequeños, siendo un sitio mixto con regeneración de especies intolerantes a la sombra.

6.3. Regeneración.

Se encontraron 39 especies de árboles regenerando en los 9,000 m² (0.9 ha) muestreados. En el cuadro 5 se muestran la composición de especies por sitio con la densidad de especies en cada categoría de tamaño. En la figura 11, se presenta en forma de gráfica la estructura de tamaños de las especies.

La diversidad y equitabilidad de plántulas y juveniles fueron calculadas con el índice de Shannon-Wiener. Los sitios con mayor diversidad fueron el

nueve ($H'=3.11$) y equitabilidad = .79, el sitio ocho ($H'=2.48$) con equitabilidad = .62 y el sitio cinco ($H'=1.95$) y equitabilidad = .51. El sitio uno tuvo una diversidad de $H'=1.85$ y equitabilidad de .51; el resto de los sitios tuvieron una diversidad menor a uno y la equitabilidad menor de 0.5.

En el sitio uno se encontraron 12 especies regenerando. *Bursera grandifolia* y *Lysiloma microphyllum*, tienen individuos en todas las categorías, indicando un reclutamiento de la especie. La mayoría de los árboles de *Bursera grandifolia* se presentaron en éste sitio (esto puede explicar el reclutamiento de plántulas de la especie). *Aeschynomene amorphoides* y *Cochlospermum vitifolium* presentaron plántulas de apenas 30 cm de altura (Figura 11).

En el sitio dos se encontraron 9 especies en regeneración. Las plántulas de la categoría de hasta 30 cm fueron abundantes en *Spondias purpurea*. A esta categoría le siguen *Lysiloma microphyllum* y *Bursera grandifolia*. Del resto de las especies, sólo *L. microphyllum* presentó un individuo como juvenil. El porcentaje cubierto por dosel de árboles fue de 72% (Figura 11).

El sitio tres fue el sitio con menor número de especies en regeneración con sólo 5. El 66% del dosel esta cubierto por árboles. No se observaron individuos juveniles, aunque la abundancia de las especies esta en la categoría de 31 a 70 cm. *Lysiloma microphyllum* fue la más abundante, seguida de *Coursetia glandulosa*. *Ceiba aesculifolia* y *Cephalocereus alensis* apenas presentaron un individuo establecido en la categoría más pequeña. En el sitio se encontraron árboles derribados por el viento y desramados, además de un tocón e indicios de pastoreo de ganado (Figura 11).

En el sitio cuatro se presentaron 12 especies, la mayor abundancia la presentaron los árboles juveniles y ninguno como plántula de igual o menos de 30 cm. Los juveniles más abundantes fueron de *Croton fragilis* y *Cordia inermis*.

La cobertura de dosel de árboles fue de 77% y de arbustos del 75% (Figura 11).

El sitio cinco fue uno de los tres sitios con mayor abundancia de plántulas y de mayor diversidad de especies arbóreas. El sitio estaba localizado en una ladera baja próximo a un arroyo de temporal. *Stemmadenia donnell-smithii* sólo presentó individuos juveniles, obteniendo la mayor abundancia de tallos. *Cephalocereus alensis* y *Spondias purpurea* fueron las únicas especies con reclutamiento de nuevas plántulas. El pastoreo en este sitio fue moderado con algunos árboles derribados por el viento y árboles muertos en pie. *Brosimum alicastrum* y *Terebinthus acuminata* fueron dominantes en el sitio (Figura 11).

El sitio seis al igual que el tres presentaron el menor número de especies regenerando. *Lysiloma microphyllum* y *Zanthoxylum caribaeum* fueron las únicas especies con nuevo reclutamiento de plántulas. El resto de las especies, están en categorías intermedias o son juveniles. La cobertura del dosel arbóreo fue la más grande de todos los sitios (91%) (Figura 11).

El sitio siete tuvo una cobertura del dosel de 89%, básicamente dominado por *Lysiloma microphyllum*, que además fue la especie dominante en el sitio. Este sitio tuvo el valor más bajo de diversidad y también perturbaciones como el pastoreo intensivo y presencia de tocones. Esta especie (*Lysiloma microphyllum*) no presentó reclutamiento de nuevos individuos, su regeneración consistió básicamente de juveniles (los más abundantes en el sitio) (Figura 11).

En el sitio ocho estuvieron presentes 17 especies, siendo este sitio el que ocupó el segundo sitio en cuanto a diversidad de árboles. *Margaritana nobilis* fue la especie dominante en el arbolado, pero sólo se encontró un juvenil en la regeneración. Los individuos juveniles fueron abundantes en este

sitio, pero no fue el caso para la categoría más pequeña de plántulas (igual o menor a 30 cm), pues sólo *Bursera grandifolia*, *Ceiba aesculifolia*, *Stemmadenia donnell-smithii* y *Casearia corymbosa* tienen plántulas en esta categoría. En el caso de ésta última especie, tuvo individuos en todas las categorías, incluso los juveniles fueron los más abundantes. *Stemmadenia donnell-smithii* también presentó plántulas en todas las categorías con mayor abundancia en la categoría de 70-130 cm. La cobertura del dosel arbóreo abarcó 72%. En el sitio se encontraron señales de pastoreo, compactación del suelo e indicios de incendio y árboles derrivados por el viento. En éste sitio las plántulas de *Lysiloma microphyllum* estuvieron ausentes, pero otra leguminosa como *Acacia macracantha* presentó regeneración (Figura 11).

En el sitio nueve se encontraron 17 especies regenerando, pero de éstas sólo *Stemmadenia donnell-smithii* tuvo reclutamiento de nuevas plántulas, esta especie presentó individuos en todas las categorías, siendo más abundantes los juveniles. *Acacia cochliacantha* tiene plántulas de más de 30 cm de altura, con mayor abundancia de juveniles. En este sitio, en general las plántulas y juveniles presentes fueron de más de 70 cm de altura. El porcentaje de cobertura del dosel arbóreo fue de 58%, la menor encontrada en todos los sitios (Figura 11).

Lysiloma microphyllum estuvo presente en la regeneración en siete de los sitios, en el ocho y nueve estuvo ausente a pesar de la presencia de árboles adultos, estos sitios (ocho y nueve) se ubicaron en la exposición norte y con índices de diversidad altos ($H' = 5.2$ y 4.99 respectivamente). Los sitios tres y seis tuvieron menos especies que el resto de los sitios (5 sp. c/u) probablemente debido a los efectos directos o indirectos del pastoreo. Los sitios uno, dos y tres presentaron plántulas pero una mínima abundancia de juveniles; las especies de estos sitios se consideraron intolerantes a la sombra y pudieran verse favorecidas por la apertura de claros pequeños provocados



por el derribo de árboles por el viento o algunos desramados.

Cordia inermis, *Croton ciliato-glandulifera*, *Hintonia latiflora* y *Nopalea karwinskiana* no estuvieron presentes como arbolado pero sí como regeneración (Cuadro 6). Especies como *Brosimum alicastrum*, *Pseudobombax ellipticum*, *Bursera kerberi*, *Enterolobium cyclocarpum*, etc. no tienen ningún renuevo en los 9,000 m² muestreados (Cuadro 6).

En el cuadro 1 se resumen los tipos de perturbaciones que se encontraron en los sitios estudiados.

Bursera grandifolia, *Jacaratia mexicana*, *Margaritaria nobilis*, *Spondias purpurea*, *Stemmadenia tomentosa* var. *palmeri* y *Thouinidium decandrum* sólo se registró su crecimiento bajo el dosel y otras como *Adelia* sp., *Casearia corymbosa* y *Stemmadenia donnell-smithii* se distribuyeron bajo dosel, al margen y en claro (Cuadro 7).

6.4. Ordenación de los sitios.

6.4.1. Ordenación sociológica

La ordenación (método Bray & Curtis) de las comunidades usando la matriz de datos binarios (presencia ausencia de especies leñosas) recuperó 3 gradientes con éxito, el eje primario explicó 28.08% de varianza, y los sitios extremos de referencia fueron los sitios tres y ocho; para el eje secundario, que explicó 21.81% de varianza, se obtuvieron como puntos de referencia los sitios uno y cuatro; y para el eje terciario que explicó 15.10% de varianza sus extremos fueron los sitios dos y nueve (Figura 3). La interpretación extrínseca mostró que el eje principal de variación se explicó por las variables de cobertura del dosel arbustos (altamente significativa, $P < .01$) y pendiente (significativa,

P<.05) (Figura 4); mientras que la altitud explicó el eje secundario complementario de variación (P<.05); ninguna de las variables medidas mostró relación con al variación del eje terciario (Figura 5).

La ordenación de las comunidades de plántulas usando la matriz de datos binarios (presencia ausencia de especies en estado de plántula o juveniles) recuperó 3 gradientes con éxito, el eje primario explicó 37.09% de varianza, y los sitios extremos de referencia fueron los sitios cuatro y ocho; para el eje secundario, que explicó 27.04% de varianza se obtuvieron como puntos de referencia los sitios dos y nueve; y para el eje terciario que explicó 13.04% de varianza sus extremos fueron los sitios uno y seis (Figura 6). La interpretación extrínseca mostró una relación negativa significativa (P<.05) del disturbio de la vegetación con el eje primario de variación; así mismo, la cobertura del dosel de arbustos mostró relación también con el eje primario (P<0.1) (Figura 7); mientras que la cobertura del dosel de herbáceas mostró relacion con el eje secundario de variación (P<0.1) (Figura 8).

La ordenación de las comunidades usando la matriz de datos cuantitativos (área basal) recuperó 2 gradientes con éxito, el eje primario explicó 27.93% de varianza, y los sitios extremos de referencia fueron los sitios nueve y tres; para el eje secundario, que explicó 29.34% de varianza se obtuvieron como puntos de referencia los sitios siete y ocho (Figura 9). La interpretación extrínseca mostró una relación significativa (P<.05) de la cobertura del dosel de arbustos con el eje principal de variación, mientras que la altitud nuevamente explicó el eje secundario (P<0.1) (Figura 10).

6.4.2. Ordenación directa

La ordenación directa, a través de un análisis de regresión, demostró que no existe una relación significativa entre la riqueza de especies en cada sitio con la altitud ($r=0.4851$), pendiente ($r=0.1288$) o la cobertura del dosel de

arbustos ($r=0.0624$).

La ordenación directa de la riqueza de especies en regeneración (a través de una regresión) mostró que no existe relación significativa entre la riqueza y el disturbio en la vegetación ($r=0.3028$), cobertura del dosel de arbustos ($r=0.3376$) o la cobertura del dosel de herbáceas ($r=0.3093$).

La ordenación directa del área basal encontrada en cada sitio demostró una ausencia de relación significativa del área basal y la altitud ($r=0.0424$), o con la cobertura del dosel de arbustos ($r=0.3667$).

VII. DISCUSIÓN

7.1. Fisonomía, composición y diversidad.

Diversidad de especies de btc calculada a través del índice de Shannon-Weiner en diferentes partes del mundo, no pudo ser comparada con los datos obtenidos en este estudio debido a que incluyen los componentes herbáceo, lianas y hemiepífitas, y en el presente trabajo solo árboles. Si se realizara la comparación, provocaría una subestimación de la diversidad del sitio estudiado. Por lo tanto, se decidió comparar sólo la riqueza de especies arbóreas, en los casos en los que existían datos separados del resto de las formas de vida. Gentry (1982) reportó 206 especies de árboles en el Parque Nacional Santa Rosa, Costa Rica, Glander and Nisbett (1996) encontraron poco más de 100 especies de árboles en 0.1 ha en Guanacaste (Costa Rica), esto coloca al presente sitio de estudio muy por debajo de la riqueza de especies de la región central de América; esta poca riqueza de especies podría explicarse considerando las fuertes perturbaciones de "La Escondida" y el menor grado de perturbación de los sitios estudiados en Centro América (Gentry 1982), ya que tanto en Guanacaste y en Santa Rosa el ganado ha sido eliminado de la zona. Lott *et al.* (1987) registraron 31, 28 y 49 especies de árboles en tres sitios de 0.1 ha cada uno, en la región de Chamela Jalisco y en "El Platanarillo" Sierra de Manantlán (García 1992) se registraron en 0.1 ha 53 especies de árboles, esto coloca a la riqueza de especies arbóreas del presente sitio de estudio a la par con los bosques aledaños de la Sierra de Manantlán y de Chamela, Jalisco.

La riqueza encontrada de Leguminosae en el área de estudio coincide con la riqueza de especies de leguminosas en otros sitios estudiados dentro de la Sierra de Manantlán y en Chamela, Jalisco; situando a la familia

Leguminosae como la de más riqueza de especies en los bosques tropicales caducifolios (considerando únicamente árboles). Las familias que le siguen en riqueza varían de una región a otra de Jalisco (dependiendo de factores ambientales como las altas temperaturas, en el caso de Leguminosae y Euphorbiaceae), entre ellas están Cactaceae, Euphorbiaceae, Rubiaceae, Burseraceae, Malpighiaceae y Moraceae, pero ninguna de estas familias, exceptuando Rubiaceae, son las de mayor riqueza en la Provincia de Guanacaste (Costa Rica) (Glander and Nisbett 1996), aunque otros estudios de Gentry (1986) encuentra de nuevo el patrón de las Leguminosas como la familia de más especies en los bosque tropicales secos.

Acacia macilentia, *Acalypha cincta*, *Conzattia multiflora* y *Recchia mexicana* se consideran de distribución restringida a México, dichas especies ocurrieron en los sitios estudiados, y en ninguno de los sitios se encontraron plántulas ni juveniles. *Thouinia serrata* que es considerada de distribución restringida al oeste de México tampoco presentó regeneración. *Acacia cochliacantha*, *Aeschynomene amorphoides*, *Bunchosia palmeri* y *Lysiloma microphyllum*, también son consideradas de distribución restringida a México, éstas especies si presentaron plántulas. *Tabebuia chrysantha* se considera especie amenazada, su densidad fué de 11 individuos de árboles y apenas 3 plántulas; ésta baja densidad, no podría permitir en un futuro, el reemplazo de los árboles ya establecidos en el dosel por otros nuevos, lo que provocaría la desaparición de la especie en la zona.

Brosimum alicastrum es considerada como una especie que crece en los bosques tropicales subcaducifolios. Esta especie estuvo presente en el área de estudio, en sitios húmedos a los lados de arroyos. La presencia de esta especie de lugares subcaducifolios en un sitio caducifolio puede explicarse si consideramos que estos árboles podrían ser remanentes de una vegetación más subtropical, que ha sido modificada por las perturbaciones ocurridas a lo

largo del tiempo en la zona y que sólo han permitido que pocas especies como *B. alicastrum* continúen su permanencia, aunque esta especie ya no presenta reclutamiento de nuevos individuos.

7.2. Regeneración y sucesión.

Las estructuras diamétricas del arbolado y la estructura de tamaños de plántulas encontradas en la superficie de 9,000 m² (0.9 ha) no mostraron la forma típica de "J" invertida, que corresponderían a etapas sucesionales avanzadas con tendencia al clímax; las estructuras representaron sitios coetáneos y mixtos de dos edades (incoetáneos), señalando estados sucesionales tempranos.

En el sitio uno *Aeschynomene amorphoides* y *Cochlospermum vitifolium* presentaron plántulas de apenas 30 cm de altura. Probablemente esto se debe al hecho de que la apertura de claros provocada por el derribo de árboles por el viento y el pastoreo moderado presente en ese sitio estén influyendo negativamente en su germinación.

En el sitio dos, el porcentaje cubierto por dosel de árboles fue de 72%, lo cual permitió el establecimiento de algunas especies intolerantes a la sombra (*Lysiloma microphyllum*, *Bursera grandifolia*, *Spondias purpurea*), aunque los deslaves y la pedregosidad del sitio podrían estar ocasionando que no se establezcan más individuos o pasen a categorías de tamaño más grandes, ya que la densidad de individuos en cada categoría fue muy baja.

En el sitio cuatro, la cobertura de dosel de árboles fue de 77% y la de arbustos del 75%, lo que puede estar provocando que no haya incorporación de individuos intolerantes a la sombra, a esto podemos aunar el hecho del pastoreo intensivo en el lugar. La distribución diamétrica del arbolado fue en

pastoreo intensivo en el lugar. La distribución diamétrica del arbolado fue en forma de campana, típica de rodales coetáneos, éste tipo de distribución es común en estados sucesionales tempranos.

En el sitio cinco *Brosimum alicastrum* y *Terebinthus acuminata* fueron dominantes (en área basal) en el sitio cuyo dosel no permitió el establecimiento de nuevas plántulas de especies intolerantes a la sombra pero también el pastoreo probablemente evitó el establecimiento de especies con cierto grado de tolerancia a la sombra como *Brosimum alicastrum*. La estructura diamétrica de los árboles y los datos de regeneración señalan que es un sitio mixto de dos edades (incoetáneo), lo cual indica dos etapas marcadas de reclutamiento, por un lado aquellos árboles que ahora son dominantes y ocupan el dosel (los cuales no presentan plántulas) y por otro las especies que se establecen después de una perturbación y que son intolerantes a la sombra.

En el sitio seis, la cobertura del dosel fue la más grande de todos los sitios (91%) cuyo dosel fue compuesto por especies intolerantes a la sombra (*Phenax hirtus* y *Heliocarpus terebinthinaceus*) y que sus requerimientos para su crecimiento incluyen altas intensidades lumínicas. Esta sombra puede estar provocando la germinación y el establecimiento de especies tolerantes a la sombra, como *Bursera fagaroides* y *Zanthoxylum caribaeum* mientras que de otras como *Heliocarpus terebinthinaceus*, que necesita de mayor intensidad lumínica no se encontraron plántulas. Este sitio presentó un pastoreo intensivo.

El sitio siete tuvo el valor más bajo de diversidad. Presentó perturbaciones severas como el pastoreo intensivo y presencia de tocones. Esta perturbación probablemente provocó el establecimiento de *L. microphyllum* la que ahora es especie dominante (en área basal y densidad). Esta especie ya no presenta reclutamiento de nuevas plántulas, su regeneración consistió básicamente de juveniles (los más abundantes en el

sitio), esto indicó que la especie es intolerante a su propia sombra, este fenómeno se conoce como facilitación; en la que las especies que colonizan áreas abiertas, después crecen y dominan el sitio de tal manera que lo hacen inhabitable para su propia especie. Estas condiciones pueden ser favorables para el establecimiento de otras especies, las que en algún momento dado de la sucesión puedan reemplazar a los individuos de *L. microphyllum*. La presencia de la ganadería en el sitio puede estar provocando la ausencia de nuevas plántulas de otras especies, pues la mayor abundancia esta en categorías de 71-130 cm de altura, como es el caso de *Casearia corymbosa*, y *Ceiba aesculifolia*.

En el sitio ocho se encontraron señales de pastoreo de ganado, compactación del suelo, señales de incendio y árboles derribados por el viento (perturbaciones heterogéneas). Donde los renuevos de *Lysiloma microphyllum* estuvieron ausentes (debido a la ausencia de árboles padre), pero *Acacia macracantha* tuvo numerosas plántulas. Por lo que se le considera un sitio mixto de dos edades con regeneración de especies intolerantes a la sombra, ya que existe arbolado de diámetro grande y numerosas individuos regenerando.

En el sitio nueve *Acacia cochliacantha* tuvo renuevos de más de 30 cm de altura, con mayor abundancia de juveniles. En este sitio, en general las plántulas y juveniles presentes fueron de más de 70 cm de altura y se encuentran ausentes plántulas de especies tolerantes a la sombra (y recalitrantes) como *Pithecelobium acatlense*, a pesar de encontrarse como arbolado. El porcentaje que cubre el dosel de los árboles fue de 58%, la menor encontrada en todos los sitios, lo que promueve el crecimiento de aquellas plántulas ya establecidas y por otro lado el casi nulo establecimiento de nuevas plántulas que necesitan sombra para germinar y establecerse; también, las perturbaciones en el suelo provocadas por el pastoreo intensivo del sitio pudieron evitar el reclutamiento de nuevos individuos. Este sitio se considera

especies intolerantes a la sombra.

Los sitios estudiados muestran historias diferentes de perturbaciones, lo cual ha influido en su estructura actual. Los sitios cuatro y siete pueden considerarse como rodales coetáneos (establecidos en una sola etapa de regeneración) típicos de etapas sucesionales tempranas (compuesto por especies intolerantes), otros fueron rodales mixtos (incoetáneos), con arbolado que ha alcanzado diámetros grandes y renuevo de especies intolerantes a la sombra, provocado por perturbaciones como la tala de árboles para uso "doméstico" y por el pastoreo intensivo del lugar. El ganado puede estar influyendo para el pobre reclutamiento de plántulas ya que ocasiona compactación del suelo o bien que las plántulas sean ingeridas por el ganado, como es el caso de *Brosimum alicastrum* (Castillo-Campos inédito).

En el área de estudio se encontraron dos etapas sucesionales del bosque. Para el crecimiento de las especies y para que los sitios se desarrollen hacia etapas sucesionales avanzadas, es necesario evitar la tala de los árboles dominantes que proveen las condiciones ambientales para la germinación y el establecimiento de nuevas plántulas, también es necesario disminuir el pastoreo en el sitio para permitir el desarrollo de las plántulas ya establecidas. Establecer sitios permanentes para monitorear el desarrollo de las plantas nos proporcionaría información útil sobre las poblaciones, con ésta información se podrían proponer pautas de manejo detalladas y a largo plazo. El mantenimiento de la riqueza arbórea del bosque puede lograrse a través de la protección de algunas áreas del sitio estudiado y otras áreas aledañas que sean representativas de la riqueza de los bosques de la Sierra de Manantlán. La restauración de las áreas degradadas puede iniciarse con algunas especies fijadoras de nitrógeno y formadoras de micorrizas.

7.3. Ordenación.

La ordenación sociológica de la composición de la comunidad arbórea demostró que los gradientes de pendiente y de cobertura del dosel arbóreo explican el eje primario de variación de estas comunidades. En este primer eje se distinguen tres grupos: un primer grupo a los sitios uno, dos, cinco, seis, siete, ocho y nueve, un segundo grupo al sitio cuatro y un tercero al tres. La altitud explica al eje secundario. Por lo tanto en esta comunidad arbórea, el gradiente de cobertura del dosel de árboles y la pendiente resultaron ser más importantes que la variación altitudinal para explicar la distribución de las especies. Esto es consistente con otros trabajos cuyo rango altitudinal no es muy amplio, y sugiere que para cada comunidad existe una longitud de rango altitudinal, debajo de la cual otros factores resultan ser más importantes que la altitud.

Al analizar si existía una relación entre la riqueza de especies arbóreas y los gradientes ambientales medidos, se obtuvo que no fueron significativos. El poco número de sitios estudiados puede estar influyendo para no encontrar relaciones significativas entre el ambiente y la riqueza de especies, o bien, la cercanía entre los mismos. A su vez, puede influir el grado de perturbación antropogénica del lugar, ya que otros trabajos como los efectuados por Gentry (1995) manifestaban que dicho factor puede influir en dichas relaciones. En su mayoría trabajos de esta naturaleza han sido desarrollados en sitios con poca perturbación (Vázquez-García 1995a, and Givnish 1998; Lieberman *et al.* 1996).

La comunidad de plántulas se vio agrupada a través de la ordenación sociológica con el disturbio de la vegetación y la cobertura del dosel de arbustos relacionada con el eje primario de variación. El eje secundario se relacionó con la cobertura de herbáceas. Estos datos obtenidos indican la

influencia significativa en las plántulas de la intensidad lumínica del lugar (cobertura y disturbio), para determinar la distribución de las especies. Figueroa (1995), Martínez-Ramos *et al.* (1988), Denslow (1978) encontraron también que la apertura de claros y por ende la intensidad lumínica del lugar influye en la distribución de las especies de la regeneración. En este mismo análisis de ordenación la pendiente esta jugando un papel importante en la distribución de las especies de plántulas, como es reportado también por Figueroa (1995), ya que mientras mayor porcentaje de pendiente, mayor es la intensidad lumínica presente en el sotobosque, sobre todo en exposiciones sureñas y además de los deslaves; aunque factores lumínicos dominan en el renuevo de los árboles.

El análisis de ordenación directo de la riqueza de especies de plántulas y juveniles de árboles mostró relaciones no significativas entre el disturbio de la vegetación, la cobertura de herbáceas y la cobertura del dosel de arbustos. En este caso, resultó menos informativa la ordenación directa ambiental que la ordenación sociológica. Las condiciones del suelo (compactación, hojarasca, fertilidad) pueden ayudarnos a inferir si estos factores pueden determinar al igual que la luz, la presencia del renuevo.

La ordenación sociológica del área basal en cada sitio y las variables ambientales, mostraron a la cobertura del dosel de arbustos explicando el primer eje de variación y la elevación el eje secundario. La cobertura del dosel de arbustos, la elevación y el valor de área basal en cada sitio mostraron no tener una relación significativa. Segura *et al.* (1995), encontraron que el área basal disminuye conforme aumenta la elevación; los datos de este estudio sugieren una tendencia similar, aunque influida probablemente por el proceso sucesional del área, la cual indica que son estados sucesionales tempranos en los que las estructuras diamétricas y el área basal de los árboles son pequeñas. En los trabajos de Vázquez-García and Givnish (1998) y Lieberman *et al.* (1996) se reportó un patrón diferente: el área basal aumenta conforme aumenta

la elevación, ésto en un rango de 400 msnm (Vázquez-García and Givnish 1998) y Lieberman reportó que existe un punto en el rango altitudinal a partir del cual, si aumenta la altitud, aumenta el área basal y visceversa.

Por lo tanto, con la ordenación sociológica, el factor luz, promovido por la apertura de claros, se encontró como el principal para explicar la variación encontrada en la composición y distribución de las especies arbóreas y como segundo factor la altitud.

VIII. CONCLUSIONES

1. La riqueza de especies arbóreas en los sitios más ricos, resultó estar a la par de la riqueza de árboles de la región de "El Platanarillo", Sierra de Manantlán y de Chamela, Jalisco y mucho menos rica que en los bosques secos de Guanacaste y Santa rosa, Costa Rica. La mayor diversidad de especies encontrada correspondió al sitio cinco con altitud de 900 m, $H' = 5.55$. La diversidad más baja correspondió al sitio siete con altitud de 980 m y $H' = 1.86$.

2. Se plantean las siguientes hipótesis: la composición de especies arbóreas se explica por los gradientes de pendiente, apertura de claros y altitud. La composición de especies y riqueza de la regeneración también se explica por la apertura de claros y a las perturbaciones. En cuanto a la estructura arbórea, ésta se explica por la apertura de claros y a la altitud. Los análisis directos de las relaciones entre la composición de especies y su estructura con el ambiente mostraron no tener relaciones significativas entre ambas.

3. Los resultados del análisis de ordenación sociológico y directo de los sitios, se vieron limitados para encontrar relaciones especies-ambiente, por el estrecho rango altitudinal estudiado y las perturbaciones encontradas en los sitios. Una mayor amplitud de gradientes podría mostrar relaciones significativas.

4. Las especies que se encuentran en fases de plántula y juveniles son pocas y de densidad pobre. La ganadería intensiva de la zona puede explicar la baja densidad de estas especies.

5. La mayoría de las especies arbóreas dominantes no presentaron renuevo (*Brosimum alicastrum*, *Pseudobombax ellipticum*, *Bursera kerberi*, *Enterolobium cyclocarpum* etc.). La estructura diamétrica de las especies arbóreas y la estructura de tamaños de alturas de las especies en regeneración, señalan que los sitios estudiados fueron de fases sucesionales tempranas: coetáneos y mixtos (incoetáneos). Los renuevos de árboles correspondieron a especies intolerantes a la sombra.

IX. RECOMENDACIONES

Para conocer a detalle las relaciones de las especies con el ambiente, se deben de realizar estudios de suelo y de microclima; también, tener un mayor número de sitios y réplicas y ampliarse los gradientes ambientales.

Las relaciones bióticas entre especies y el comportamiento fenológico y fisiológico de las especies de árboles de bosque tropical caducifolio deben estudiarse para conocer a detalle los patrones de regeneración de las especies y el proceso sucesional de éste bosque, además de que el conocimiento que se generaría podría auxiliar en la restauración del bosque.

El componente herbáceo y de bejucos debe ser estudiado, ya que contribuyen de manera importante en la diversidad de éstos bosques.

El establecimiento de sitios permanentes para el registro a largo plazo de la germinación y el crecimiento de los árboles puede ser una herramienta útil para corroborar las inferencias encontradas y además como herramienta de estudio poblacional de aquellas especies con potencial alimenticio, de restauración o forrajero.

El efecto de la ganadería y otros herbívoros en la regeneración de las especies, debe de ser cuantificada, ya que este factor influye notablemente en la estructuración y diversidad del bosque.

Debe evitarse la tala de árboles maduros y dominantes para proveer las condiciones ambientales necesarias para la germinación, establecimiento y permanencia de nuevos individuos.

Para asegurar el crecimiento de éste bosque, es necesaria la exclusión del ganado en aquellos sitios con mayor densidad de plántulas. La creación de "reservas ganaderas" sería una opción para el mantenimiento del bosque y de ganado. La "reserva ganadera" constituiría un área destinada al mantenimiento, crecimiento y reproducción del ganado, combinando también en la misma área, sistemas de producción agrosilvícolas; resultando un sistema agrosilvopastoril en donde los ciclos biogeoquímicos no se alteren significativamente y por otro lado, fuera de estas áreas se tengan bosques bien estructurados.

IX. LITERATURA CITADA

AUERBACH, M. and A. SHMIDA. 1993. Vegetation change along an altitudinal gradient on Mt Hermon, Israel-no evidence for discrete communities. *Journal of Ecology* 81: 25-33.

BEALS, E. 1984. Bray-Curtis Ordination: An effective strategy for analysis of multivariate ecological data. *Advances in Ecological Research*, 14: 1-55.

BEARD, J.S. 1944. Climax vegetation in tropical America. *Ecology* 25: 127-158.

BORCHERT, R. 1994. Soil and stem water storage determine phenology and distribution of tropical dry forest trees. *Ecology* 75(5): 1437-1449.

BROKAW, N.V.L. 1985. Gap-phase regeneration in a tropical forest. *Ecology* 66(3): 682-687.

CASTILLO-CAMPOS, G. y S. GUEVARA. 1993. Mosaico de regeneración de la selva baja caducifolia en el estado de Veracruz. Memorias del XII Congreso Mexicano de Botánica, Sociedad Botánica Mexicana.

CASTILLO-CAMPOS, G. Inédito. Ganadería en la selva mediana subcaducifolia de la vertiente costera de Jalisco: impacto, regeneración y sostenibilidad. Proyecto CONACyT.

CEBALLOS, G. and A. GARCÍA. 1995. Conserving neotropical biodiversity: the role of dry forest in western México. *Conservation Biology* 9(6): 1349-1356.

CONNELL, J.H. and R.O. SLATYER. 1977. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. *American Naturalist* 111: 1119-1144.

CRUZ-CERDA, P. 1989. Atlas cartográfico de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco, México. LNLJ, Universidad de Guadalajara, El Grullo, Jalisco (Inédito).

CUEVAS-GUZMÁN, R., N. NÚÑEZ-LÓPEZ, L. GUZMÁN y F. SANTANA-MICHEL. 1998. El bosque tropical caducifolio en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima, México. *Boletín del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara* 5(1-3): 445-491.

CURTIS, J.T. 1951. An upland forest continuum of the prairie forest border region of Wisconsin. *Ecology* 32: 476-496.

DECOMBELL, E., C. AGUILAR y D. LOUETTE 1996. Sistema forrajero en el ejido de Zenzontla Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán, Jalisco, México. Reporte interno del Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad.

DENSLOW, J.S. 1978. Mechanisms of succession in a tropical rainforests a contribution from Mexico. *Ecology* 59(4): 862.

DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN. 1994. Norma oficial mexicana NOM-059-1994, que determina las especies y subespecies de la flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial y que establece especificaciones para su protección, Diario Oficial de la Federación, tomo 488:10. 16 de mayo de 1994, México, D.F.

DIRZO, R. 1993. Deforestación tropical contemporánea. *Omnia* 9(26): 13-20.

ESTRADA, A. y R. COATES-ESTRADA. 1995. *Las selvas tropicales de México: recurso poderoso, pero vulnerable*. Serie: La Ciencia desde México. Fondo de Cultura Económica, México, 191 pp.

FERNÁNDEZ-PALACIOS, J.M. and J.P. DE NICOLÁS. 1995. Altitudinal pattern of vegetation variation on Tenerife. *Journal of Vegetation Science* 6: 183-190.

FIGUEROA, B.L. 1995. Ecology of mixed-oak forests in Cerro Grande, Sierra de Manantlán, Jalisco, México. Thesis Msc. Wageningen Agricultural University. 99 pp.

GARCÍA, R. 1992. Análisis estructural del componente arbóreo del bosque tropical subcaducifolio en Cerro Grande, Reserva de la Biosfera sierra de Manantlán. Tesis de licenciatura, Universidad de Aguascalientes.

GENTRY, A. 1982. Patterns of neotropical plant species diversity. *Evolutionary Biology* 15: 1-84.

GENTRY, A. 1986. Sumario de patrones fitogeográficos neotropicales y sus implicaciones para el desarrollo de la Amazonia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. 16(61): 101-116.

GENTRY, A.H. and L.E. EMMONS. 1987. Geographical variation in fertility, phenology and composition of the understory of neotropical forests. *Biotropica* 19(3): 216-227.

GENTRY, A. 1988. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 75: 1-34.

GENTRY, A. 1995. Patterns of diversity and floristic composition in neotropical montane forests. In *Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests*. De Stephen Churchill. The New York Botanical Garden, pp 84 USA.

GENTRY, H.S. 1942. *Rio Mayo plants*. *Carn. Inst. Wash. Publ.* 527: 328 pp.

GLANDER, K.E. and R.A. NISBETT. 1996. Community structure and species density in tropical dry forest associations at Hacienda La Pacífica in Guanacaste Province, Costa Rica. *Brenesia* 45-46: 113-142.

GÓMEZ-POMPA, A. 1980. *Ecología de la vegetación del estado de Veracruz*. INIREB, CECSA. México.

GÓMEZ-POMPA, A. and F.W. BURLEY. 1995. The management of natural tropical forest. In: *Rain forest regeneration and management*. Volumen 6. UNESCO. 457 pp.

HOLDRIDGE, L.R. 1967. *Life Zone Ecology*. Tropical Science Center, San José Costa Rica.

IMECBIO (Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad), 1997. Programa de Manejo de la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán, Instituto Nacional de Ecología. Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. Universidad de Guadalajara, Autlán, Jalisco, pp. 149, 7 anexos.

JANZEN, D. 1988. Tropical dry forests: the most endangered major tropical ecosystem. In: *Biodiversity*. E.O. Wilson, editor. National Academy of Sciences, USA, 521 pp.

JARDEL, E.J. y L.R. SÁNCHEZ-VELÁSQUEZ. 1989. La sucesión forestal: fundamento ecológico de la silvicultura. *Ciencia y Desarrollo* 14(84): 33-43.

JARDEL, E.J. 1991. Perturbaciones naturales y antropogénicas y su influencia en la dinámica sucesional de los bosques de Las Joyas, Sierra de Manantlán, Jalisco. *Tiempos de Ciencia* 22: 9-26

KEEL, S., A. GENTRY and L. SPINZI. 1993. Using vegetation analysis to facilitate the selection of conservation sites in eastern Paraguay. *Conservation Biology* 7(1): 66-75.

KOEPPEN, W. 1948. *Climatología*. Fondo de Cultura Económica. México, D.F. 478 pp.

LEOPOLD, A.S. 1950. Vegetation zones of Mexico. *Ecology*. 31: 507-518.

LIEBERMAN, D., M. LIEBERMAN, R. PERALTA, and G. HARTSHORN. 1996. Tropical forest structure and composition on a large-scale altitudinal gradient in Costa Rica. *Journal of Ecology* 84: 137-152.

LORIMER, C.G. 1980. Age structure and disturbance history of a southern appalachian virgin forest. *Ecology* 61(5): 1164-1184.

LOTT, E., S. BULLOCK and A. SOLÍS-MAGALLANES. 1987. Floristic diversity and structure of upland and arroyo forest of Coastal Jalisco. *Biotropica* 19(3): 228-235.

MACARIO, P.A., E. GARCÍA-MOYA y E. HERNÁNDEZ-X. 1995. Regeneración natural de especies arbóreas en una selva mediana subperennifolia perturbada por extracción forestal. *Acta Botánica Mexicana* 32: 11-23.

MCCUNE, B., and M.J. MEFFORD. 1995. PCORD. Multivariate Analysis of Ecological Data, Versión 2.0 MjM Software Design, Gleneden Beach, Oregon, USA.

MARTÍNEZ, L.M., J.J. SANDOVAL y R.D. GUEVARA. 1991. El clima en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán (Jalisco-Colima, México) y en su área de influencia. *Agrociencia Ser. Agua-Suelo-Clima* 2: 107-119.

MARTÍNEZ-RAMOS, M. 1994. Regeneración natural y diversidad de especies arbóreas en selvas húmedas. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 54: 179-224.

MARTÍNEZ-RAMOS, M., E. ALVAREZ-BUYLLA, J. SARUKHÁN and D. PIÑERO. 1988. Treefall age determination and gap dynamics in a tropical forest. *Journal of Ecology* 76: 700-716.

MATTEUCCI, S. y A. COLMA. 1982. *Metodología para el estudio de la vegetación*. OEA. U.S.A.

MIRANDA, F. y HERNÁNDEZ-X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 28: 29-179.

MURPHY, P. and A. LUGO. 1986a. Ecology of tropical dry forest. *Annual Review of Ecology and Systematic* 17: 67-88.

MURPHY, P., and A. LUGO. 1986b. Structure and Biomass of a subtropical dry forest in Puerto Rico. *Biotropica* (18)2: 89-96.

OLDEMAN, R.A.A. and J. V. DIJK. 1995. Diagnosis of the temperament of tropical rain forest trees. In: *Rain forest regeneration and management*. Volumen 6. UNESCO. 457 pp.

OLVERA, M., S. MORENO y B. FIGUEROA. 1996. *Sitios permanentes para la investigación silvícola, manual para su establecimiento*. Universidad de Guadalajara, México 55 pp.

PACKHAM, J.R., D.J.L. HARDING, G.M. HILTON and R.A. STUTTARD. 1992. *Functional ecology of woodlands and forests*. Chapman & Hall. UK.

PAVÓN-HERNÁNDEZ, N.P., H. HERNÁNDEZ-TREJO y V. RICO-GARAY. 1995. Diversidad de formas de vida en un gradiente altitudinal en el Valle de Zapotitlán, Puebla. XIII Congreso Mexicano de Botánica. Sociedad Botánica de México. Cuernavaca, Morelos.

PEET, R. and O. LOUCKS. 1977. A gradient analysis of southern Wisconsin forest. *Ecology* 58: 485-499.

PICKETT, S.T.A. and P.S. WHITE. 1985. *The ecology of natural disturbance and patch dynamics*. Academic Press, Inc. USA, 432 p.

RAMÍREZ-MARCIAL N., M. GONZÁLEZ-ESPINOZA y P.F. QUINTANA-ASCENCIO. 1992. Banco y lluvia de semillas en comunidades sucesionales de bosques de pino-encino de los Altos de Chiapas, México. *Acta Botánica Mexicana* 20: 59-75.

RZEDOWSKI, J. 1979. Los bosques secos y semihúmedos de México con afinidades neotropicales. En J. Rabinovich y G. Halffter (eds.). *Tópicos de ecología contemporánea*, pp. 37-46. Fondo de Cultura Económica, México, México.

RZEDOWSKI, J. 1992. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Ciencias* 6: 47-56.

RZEDOWSKI, J. 1994. *Vegetación de México*. Ed. Limusa. México.

SALDAÑA, A. y E.J. JARDEL. 1991. Regeneración natural del estrato arbóreo en bosques subtropicales de montaña en la Sierra de Manantlán, México: estudios preliminares. *BIOTAM* 3(3): 36-50.

SÁNCHEZ-VELÁSQUEZ, L.R. 1987. Distribución y estructura de *Abies religiosa* en el Cofre de Perote, Veracruz. *Acta botánica Mexicana*.

SEGURA, G., P. BALVANERA, E. DURÁN y A. PÉREZ. 1995. Diversidad, estructura y mortalidad en la comunidad de árboles de la selva baja caducifolia de Chamela, Jalisco. XIII Congreso Mexicano de Botánica. Sociedad Botánica de México. Cuernavaca, Morelos.

SIEBE, C., M. MARTÍNEZ-RAMOS, G. SEGURA-WARNHOLTZ, S. SANCHEZ-BELTRÁN y J. RODRÍGUEZ-VELÁSQUEZ. 1995. Patrones de vegetación y su relación con las características ecológicas de los suelos en la selva tropical de Chajul, Chiapas. XIII Congreso Mexicano de Botánica. Sociedad Botánica de México. Cuernavaca, Morelos, México.

SKOGLUND, J. 1992. The role of seed banks in vegetation dynamics and restoration of dry tropical ecosystems. *Journal of Vegetation Science* 3: 357-

360.

SUSSMAN, R. and A. RAKOTOZAFY. 1994. Plant diversity and structural analysis of a tropical dry forest in southwestern Madagascar. *Biotropica* 26(3): 241-254.

TREJO, I. y R. DIRZO. 1995. Estructura y composición florística de selvas bajas de México. XIII Congreso Mexicano de Botánica. Sociedad Botánica de México. Cuernavaca, Morelos, México.

TROCHAIN, J.L. 1957. Accord interafricain sur la définition des types de végétation de l'Afrique tropicale. *Bulletin Institute Etudies Centrafricain* 13-14: 55-93.

VÁZQUEZ-GARCÍA, J.A., R. CUEVAS-GUZMÁN., T.S. COCHRANE, H.H. ILTIS, F.J. SANTANA-MICHEL y L. GUZMÁN-HERNÁNDEZ. 1995. *Flora de Manantlán*. *Sida, Botanical Miscellany* 13: 1-312. Botanical Research Institute of Texas. U.S.A.

VÁZQUEZ-GARCÍA, J. A. 1995a. Gradient analyses of neotropical montane forest. Thesis Ph D. University of Wisconsin-Madison.

VÁZQUEZ-GARCÍA, J.A. and T.J. GIVNISH. 1998 (En prensa). Elevational gradients in diversity structure and composition of tropical montane forest in sierra de Manantlán, Jalisco, México. *Journal of Ecology*.

VÁZQUEZ-YANES, C. and A. OROZCO-SEGOVIA. 1993. Patterns of seed longevity and germination in the tropical rain forest. *Annual Review of Ecology Systematic* 24: 69-87.

VÁZQUEZ-YANES, C. and A. OROZCO-SEGOVIA. 1995. Signals for seeds to sense and respond to gaps. In: *Rain forest regeneration and management*. Volumen 6. UNESCO. 457 pp.

WHITMORE, T.C. 1989. Canopy gaps and the two major groups of forest trees. *Ecology* 70(3): 536-538.

WHITTAKER, R.H. 1956. Vegetation of the Great Smoky Mountains. *Ecological Monographs* 26: 1-80.

WHITTAKER, R.H. and W.A. NIERING. 1965. Vegetation of the Santa Catalina Mountains, Arizona: a gradient analysis of the south slope. *Ecology* (46)4: 429-452.

WOODWARD, F.I. 1990. From Ecosystems to genes: the importance of shade tolerance. *Tree* 5(4): 111-115.

ZAVALA, G. 1986. *Enfoque multivariado de los estudios de vegetación*. INIREB, México, 58 pp.

Cuadro 1. Características físicas de los sitios.

Sitio	Altitud	Pendiente %	Exposición	Cobertura del dosel árboles %	Cobertura del dosel arbustos %	Cobertura dosel hierbas %	Perturbaciones Vegetación *a)	Perturbaciones Suelo *b)	Geoforma
S1	820	65	SE	83	66	38	4	2	Ladera Baja
S2	870	62	SE	72	67	34	4	5	Ladera Media
S3	920	66	SE	66	80	34	4	1	Ladera Media
S4	970	58	SE	77	75	50	1	4	Ladera Alta
S5	900	48	S	77	61	74	4	1	Ladera Baja
S6	930	46	S	91	43	93	2	4	Ladera Media
S7	980	24	S	89	41	90	3	3	Ladera Media
S8	850	10	N	72	37	87	4	5	Ladera Baja
S9	920	50	N	58	39	95	4	4	Ladera Media

* Sumatoria de tipos de perturbaciones:

a) Perturbaciones vegetación: árboles derribados por el viento, árboles muertos en pie, tocones, árboles desramados, incendios.

b) Perturbaciones suelo: erosión, pastoreo, excretas en el suelo, deslaves, incendios.

Cuadro 2. Composición, densidad y frecuencia relativa de especies arbóreas por sitio (.1 ha).

Especie	Densidad por sitio									Frec %
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	
<i>Acacia cochliacantha</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	15	22,22
<i>Acacia macilenta</i>	2	-	-	-	-	-	-	-	-	11,11
<i>Acacia macracantha</i>	-	-	-	-	-	-	-	5	2	22,22
<i>Acacia pennatula</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	11,11
<i>Acacia riparia</i>	-	-	6	2	-	-	-	-	-	22,22
<i>Acalypha cincta</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	11,11
<i>Adelia sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	4	9	22,22
<i>Aeschynomene amorphoides</i>	6	-	-	-	-	-	-	-	-	11,11
<i>Albizia tomentosa</i>	2	-	-	-	6	4	-	11	-	44,44
<i>Brosimum alicastrum</i>	-	-	-	-	2	-	-	-	-	11,11
<i>Bunchosia palmeri</i>	-	5	-	-	4	-	-	-	-	22,22
<i>Bursera fagaroides</i>	-	-	1	1	1	3	-	-	3	55,55
<i>Bursera grandifolia</i>	25	11	-	-	5	-	2	1	-	55,55
<i>Bursera kerberi</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-	11,11
<i>Bursera simaruba</i>	-	-	-	6	-	-	-	-	-	11,11
<i>Casearia corymbosa</i>	-	-	-	-	6	-	5	26	11	44,44
<i>Ceiba aesculifolia</i>	7	16	8	9	15	10	6	7	1	100
<i>Celtis iguanea</i>	-	1	1	4	-	-	-	-	-	33,33
<i>Cephalocereus alensis</i>	-	-	1	-	6	-	-	-	-	22,22
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	2	1	-	-	-	-	-	-	1	33,33
<i>Colubrina triflora</i>	-	-	-	1	1	-	-	1	-	33,33
<i>Comocladia engleriana</i>	-	-	-	-	4	-	-	-	-	11,11
<i>Conzattia multiflora</i>	1	-	1	1	-	-	-	-	-	33,33
<i>Cordia inermis</i>	-	-	-	2	-	-	-	-	-	11,11
<i>Coursetia glandulosa</i>	1	-	7	-	-	-	-	-	-	22,22
<i>Crateva palmeri</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-	11,11
<i>Croton ciliato-glandulifera</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	10	11,11
<i>Croton fragilis</i>	-	-	-	5	-	-	-	-	-	11,11
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	11,11
<i>Exostema mexicanum</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	-	11,11
<i>Exostema sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	-	11,11
<i>Ficus cotinifolia</i>	-	-	-	-	-	-	-	3	-	33,33
<i>Ficus insipida</i>	-	-	-	-	-	-	-	2	-	11,11
<i>Guazuma ulmifolia</i>	-	-	-	1	3	-	1	-	-	33,33
<i>Hamelia xerullensis</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	11,11
<i>Helicarpus terebinthinaceus</i>	-	2	2	3	1	13	5	2	7	88,88
<i>Hintonia latiflora</i>	1	1	-	-	-	1	-	-	-	33,33
<i>Iresine cassiniiformis</i>	-	-	2	1	-	-	-	-	1	33,33
<i>Jacaratia mexicana</i>	5	1	-	2	3	-	1	1	7	77,77
<i>Lasiocarpus ferrugineus</i>	-	1	-	3	-	-	-	-	28	33,33
<i>Lysiloma microphyllum</i>	32	28	36	33	26	64	131	2	3	100
<i>Malpighia sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	-	11,11
<i>Margantana nobilis</i>	-	-	-	-	1	-	-	6	-	22,22

Cuadro 2. Continuación, composición, densidad y frecuencia relativa de especies arbóreas por sitio (.1 ha).

Especie	Densidad por sitio									Frec %
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	
Morfoespecie 1	-	1	3	1	-	-	-	-	-	33,33
<i>Nopalea auberi</i>	-	-	-	-	6	2	2	18	7	55,55
<i>Nopalea karwinskiana</i>	1	2	-	-	-	-	-	-	-	22,22
<i>Opuntia fuliginosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	3	22,22
<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	14	9	3	-	5	4	-	7	-	66,66
<i>Phenax hirtus</i>	13	14	9	13	29	7	2	10	-	88,88
<i>Pisonia aculeata</i> var. <i>aculeata</i>	-	-	-	1	3	-	-	-	-	22,22
<i>Pithecellobium acatlense</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	11,11
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	11,11
<i>Psidium guajava</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	11,11
<i>Recchia mexicana</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-	11,11
<i>Senna atomaria</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	-	11,11
<i>Senna mollisima</i>	-	-	-	-	2	1	-	3	4	44,44
<i>Sideroxylon capiri</i> subsp. <i>tempisque</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	-	11,11
<i>Spondias purpurea</i>	19	15	3	2	13	9	4	4	5	100
<i>Stemmadenia donnell-smithii</i>	5	-	-	-	8	1	-	26	17	55,55
<i>Stemmadenia tomentosa</i> var. <i>palmeri</i>	-	-	-	-	-	-	-	8	5	22,22
<i>Stenocereus queretaroensis</i>	-	1	-	1	-	-	-	1	-	33,33
<i>Tabebuia chrysantha</i>	1	1	-	1	3	1	-	5	2	77,77
<i>Terebinthus acuminata</i>	-	-	-	-	4	-	-	-	-	11,11
<i>Thouinia serrata</i>	1	2	-	-	1	-	-	1	-	44,44
<i>Thouinidium decandrum</i>	-	5	-	-	1	1	-	1	-	44,44
<i>Triumfetta semitriloba</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	11,11
<i>Zanthoxylum caribaeum</i>	-	-	-	1	4	11	1	-	-	44,44
<i>Zanthoxylum fagara</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	4	11,11

Cuadro 3. Características de diversidad y estructura de los sitios.

Sitio	Altitud	Número individuos	Número familias	Número géneros	Número especies	Area Basal cm ²	A.B./No. árboles	Shannon-Weiner Diversidad H'	Shannon-Weiner Equitabilidad
S1	820	142	14	22	22	25,679.1	180.83	4.08	0.91
S2	870	118	15	19	20	18,220.69	154.41	3.68	0.85
S3	920	84	9	14	15	19,095.7	227.32	2.6	0.66
S4	970	95	18	20	23	20,117.79	211.76	3.24	0.71
S5	900	166	21	28	30	38,038.46	229.14	5.55	1.13
S6	930	132	12	15	15	11,980.4	90.76	2.96	0.75
S7	980	160	11	11	11	17,573.96	109.83	1.86	0.53
S8	850	159	18	25	29	28,736.97	180.73	5.2	1.07
S9	920	149	16	22	25	92,621.86	621.62	4.99	1.07

Cuadro 4. Area basal (cm²) por especie arbórea de cada sitio.

Especie	Área basal (cm ²) por sitio								
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
<i>Acacia cochliacantha</i>				46,03					563,59
<i>Acacia macilenta</i>	307,37								
<i>Acacia macracantha</i>								228,81	164,42
<i>Acacia pennatula</i>									41,46
<i>Acacia ripens</i>			499,08	31,74					
<i>Acalypha cincta</i>	13,39								
<i>Adelia</i> sp.								259,94	
<i>Aeschynomene amorphoides</i>	6,42								
<i>Albizia tomentosa</i>	13,66				284,5	159,15		2549,1	
<i>Brosimum alicastrum</i>					4787,4				
<i>Bunchosia palmeri</i>		281,24			1082,4				
<i>Bursera fagaroides</i>			146,98		33,38	58,26			409,14
<i>Bursera grandifolia</i>	794,92	1583			908		8,6		
<i>Bursera kerberi</i>					231,81				
<i>Bursera simaruba</i>				1929,5					
<i>Casearia corymbosa</i>					8,76			137,69	17,2
<i>Caiba aesculifolia</i>	1237,3	3018,8	4993,9	3094,2	4051,8	2002	315,73	975,11	178,39
<i>Celtis iguanea</i>		34,29	5,06	158,18					
<i>Cephaelocarpus alensis</i>					441,89				
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	11,4								
<i>Colubrina triflora</i>				38,48	9,62			78,85	
<i>Comocladia engeliana</i>					495,25				
<i>Conzattia multiflora</i>	5,06		139,55	9,62					
<i>Coursetia glandulosa</i>	44,2		650,32						
<i>Crateva palmeri</i>					8,24				
<i>Croton fragilis</i>				6,42					
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>									1042,9
<i>Exostema mexicanum</i>								965,9	
<i>Exostema</i> sp.								223,52	
<i>Ficus cotinifolia</i>								866,32	
<i>Ficus insipida</i>								2279,7	
<i>Guazuma ulmifolia</i>					284,5		849,78		
<i>Hamelia xerulifolia</i>	53,71								
<i>Heliconia terebinthinaceus</i>		190,88	30,48	343,74	78,38	657,57	773,43	172,75	1820,7
<i>Hintonia latiflora</i>		153,93				150,43			
<i>Iresine cassiniiformis</i>			28,7	12,58					
<i>Jacaratia mexicana</i>	254,88			5,59	2684,8		832,64	28,72	757,59
<i>Lasiosarpus ferrugineus</i>		124,09		1130,7					3094,5
<i>Lysiloma microphyllum</i>	10662,9	2702,2	7403,9	10023	2512,8	5456	14612	61,65	506,84
<i>Malpighia</i> sp.								6,42	
<i>Margaritaria nobilis</i>					20,34			13018	
<i>Mortoespeczia 1</i>		64,96							
<i>Nopalea auberi</i>					30,19	51,38	23,75	156,62	99,44
<i>Nopalea karwinskiana</i>		5,06							
<i>Opuntia fuliginosa</i>									38,48
<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	3652,78	2723,8	1999,9		2396,2	962,79		829,21	
<i>Phenax hirtus</i>	726,21	2488	1905,8	2095,7	3987,8	958,89	17,87	2483,2	
<i>Psionia aculeata</i> var. <i>aculeata</i>				61,06	118,47				
<i>Pithecellobium acatlense</i>									106,24
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	1283,16								
<i>Psidium guajava</i>									5,72
<i>Recchia mexicana</i>					55,82				
<i>Senna atomaria</i>			153,93						
<i>Senna molissima</i>						3,87			
<i>Scleroxylon capiri</i> subsp. <i>tempisque</i>		1242,9							
<i>Spondias purpurea</i>	6230,92	1618,6	1138,1	673,07	609,82	1089	139,96	2190,8	2782
<i>Stemmadenia donnell-smithii</i>	55,23				46,21	24,36		287,19	80,86
<i>Stemmadenia tomentosa</i> var. <i>palmeri</i>								442,71	400,53
<i>Stenocereus queretaroensis</i>		127,27		197,31				140,18	
<i>Tabebuia chrysantha</i>	77,12	262,36		241,35	25,69	47,66		363,59	36,73
<i>Terebinthus acuminata</i>					12625				
<i>Thouinia serrata</i>	209,95	1236,71			201,78			11,4	
<i>Thouinkidium decandrum</i>		366,73			9,62	185,22			
<i>Triumfetta semitriloba</i>	38,48								
<i>Zanthoxylum caribaeum</i>				19,08	28,36	193,83			
<i>Zanthoxylum fagara</i>									12,37

Cuadro 5. Densidad y categoría de tamaño de la población de especies arbóreas regenerando en los sitios muestreados.

Sitio	Especie	Categoría de tamaño (altura en cm)			
		0-30	31-70	71-129	>130->2,5 dap
Sitio1	<i>Aeschynomene amorphoides</i>	4	1		
	<i>Albizia tomentosa</i>		1		
	<i>Bursera grandifolia</i>	8	11	3	
	<i>Ceiba aesculifolia</i>		4		
	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	1			
	<i>Hintonia latiflora</i>				1
	<i>Jacaratia mexicana</i>		1	1	
	<i>Lysiloma microphyllum</i>	2	4	1	
	<i>Nopalea karwinskiana</i>			1	
	<i>Phenax hirtus</i>			2	1
	<i>Spondias purpurea</i>		1		1
	<i>Stemmadenia donnell-smithii</i>		1	1	
			0-30	31-70	71-129
Sitio2	<i>Bursera grandifolia</i>	4		2	
	<i>Ceiba aesculifolia</i>		4	2	
	<i>Cochlospermum vitifolium</i>			1	
	<i>Heliocharpus terebinthinaceus</i>			1	
	<i>Lysiloma microphyllum</i>	5	3		1
	<i>Nopalea karwinskiana</i>		1		
	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	1			
	<i>Spondias purpurea</i>	9	1		
	<i>Thouinidium decandrum</i>	2			
			0-30	31-70	71-129
Sitio3	<i>Ceiba aesculifolia</i>	1	1		
	<i>Cephalocereus alensis</i>	1			
	<i>Coursetia glandulosa</i>		4	1	
	<i>Lysiloma microphyllum</i>	3	9	1	
	Morfoespecie 1	2	1		
		0-30	31-70	71-129	>130->2,5 dap
Sitio4	<i>Acacia riparia</i>				1
	<i>Bursera fagaroides</i>		1		
	<i>Bursera simaruba</i>		1		
	<i>Ceiba aesculifolia</i>		2		1
	<i>Cordia inermis</i>				2
	<i>Croton fragilis</i>				4
	<i>Guazuma ulmifolia</i>				1
	<i>Iresine cassiniformis</i>				1
	<i>Jacaratia mexicana</i>				1
	<i>Lasiocarpus ferrugineus</i>				1
	<i>Lysiloma microphyllum</i>	3	7		2
	Morfoespecie 1	1			
			0-30	31-70	71-129
Sitio5	<i>Albizia tomentosa</i>				1
	<i>Banchosia palmeri</i>			1	1
	<i>Casearia corymbosa</i>		1	2	2
	<i>Ceiba aesculifolia</i>		1	2	2
	<i>Cephalocereus alensis</i>	3	1		

Cuadro 5. Continuación, densidad y categoría de tamaño de la población de especies arbóreas regenerando en los sitios muestreados.

Sitio	Especie	Categoría de tamaño (altura en cm)			
		0-30	31-70	71-129	>130->2,5 dap
	<i>Comocladia engleriana</i>		1		
	<i>Lysiloma microphyllum</i>		1	1	4
	<i>Nopalea auberi</i>		1	4	
	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>		1		
	<i>Phenax hirtus</i>				1
	<i>Senna mollisima</i>				2
	<i>Spondias purpurea</i>	1	3	1	1
	<i>Stemmadenia donnell-smithii</i>			1	5
	<i>Tabebuia chrysantha</i>			1	
	<i>Zanthoxylum caribaeum</i>		2	1	
		0-30	31-70	71-129	>130->2,5 dap
Sitio6	<i>Bursera fagaroides</i>	1			
	<i>Ceiba aesculifolia</i>		3	3	
	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>				4
	<i>Lysiloma microphyllum</i>	3			4
	<i>Zanthoxylum caribaeum</i>	1	3	1	
		0-30	31-70	71-129	>130->2,5 dap
Sitio7	<i>Bursera grandifolia</i>	1			
	<i>Casearia corymbosa</i>			2	3
	<i>Ceiba aesculifolia</i>	2	1	2	
	<i>Lysiloma microphyllum</i>			1	6
	<i>Nopalea auberi</i>		1		
	<i>Phenax hirtus</i>				1
	<i>Spondias purpurea</i>				1
	<i>Zanthoxylum caribaeum</i>	1			
		0-30	31-70	71-129	>130->2,5 dap
Sitio8	<i>Acacia macracantha</i>				2
	<i>Adelia sp.</i>				3
	<i>Bursera grandifolia</i>	1			
	<i>Casearia corymbosa</i>	3	4	5	11
	<i>Ceiba aesculifolia</i>	3	1		
	<i>Malpighia sp.</i>				1
	<i>Margaritaria nobilis</i>				1
	<i>Nopalea auberi</i>		5	5	5
	<i>Opuntia fuliginosa</i>		1		
	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>		2		
	<i>Phenax hirtus</i>			1	5
	<i>Senna mollisima</i>			2	1
	<i>Spondias purpurea</i>		1		
	<i>Stemmadenia donnell-smithii</i>	1	3	9	6
	<i>Stemmadenia tomentosa var. palmeri</i>			1	5
	<i>Tabebuia chrysantha</i>		1		
	<i>Thouinidium decandrum</i>				1
		0-30	31-70	71-129	>130->2,5 dap
Sitio9	<i>Acacia cochiliacantha</i>		1	3	10
	<i>Adelia sp.</i>			5	4
	<i>Bursera fagaroides</i>		1		1

Cuadro 5. Continuación, densidad y categoría de tamaño de la población de especies arbóreas regenerando en los sitios muestreados.

Sitio	Especie	Categoría de tamaño (altura en cm)			
		0-30	31-70	71-129	>130->2,5 dap
	<i>Casearia corymbosa</i>		1	4	5
	<i>Cochlospermum vitifolium</i>				1
	<i>Croton ciliato-glandulifera</i>		1	6	3
	<i>Heliocarpus terabinthinaceus</i>			1	3
	<i>Iresine cassiniiformis</i>				1
	<i>Jacaratia mexicana</i>				1
	<i>Lasiocarpus ferrugineus</i>		2	3	5
	<i>Nopalea auberi</i>		3	2	
	<i>Opuntia fuliginosa</i>		1	1	
	<i>Senna mollisima</i>		2	2	
	<i>Stemmadenia donnell-smithii</i>	1	5	4	7
	<i>Stemmadenia tomentosa var. palmeri</i>			1	
	<i>Tabebuia chrysantha</i>			1	
	<i>Zanthoxylum fagara</i>		1	1	1

Cuadro 6. Comparación de la presencia-ausencia de los estratos arbóreo y regeneración.

Nombre de la especie	E. arbóreo	Regeneración
<i>Acacia cochliacantha</i> *	1	1
<i>Acacia macilenta</i> *	1	0
<i>Acacia macracantha</i>	1	1
<i>Acacia pennata</i>	1	0
<i>Acacia riparia</i>	1	1
<i>Acalypha cincta</i> *	1	0
<i>Adelia</i> sp.	1	1
<i>Aeschynomene amorphoides</i> *	1	1
<i>Albizia tomentosa</i>	1	1
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	1	0
<i>Brosimum alicastrum</i>	1	0
<i>Bunchosia palmeri</i> *	1	1
<i>Bursera fagaroides</i>	1	1
<i>Bursera grandifolia</i>	1	1
<i>Bursera kerberi</i>	1	0
<i>Bursera simaruba</i>	1	1
<i>Casearia corymbosa</i>	1	1
<i>Ceiba aesculifolia</i>	1	1
<i>Celtis iguanea</i>	1	0
<i>Cephalocereus alensis</i>	1	1
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	1	1
<i>Colubrina triflora</i>	1	0
<i>Comocladia engleriana</i>	1	1
<i>Conzattia multiflora</i> *	1	0
<i>Cordia inermis</i>	0	1
<i>Coursetia glandulosa</i>	1	1
<i>Crateva palmeri</i>	1	0
<i>Croton ciliato-glandulifera</i>	0	1
<i>Croton fragilis</i>	1	1
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	1	0
<i>Exostema</i> sp.	1	0
<i>Exostema mexicanum</i>	1	0
<i>Ficus cotinifolia</i>	1	0
<i>Ficus insipida</i>	1	0
<i>Guazuma ulmifolia</i>	1	0
<i>Hamelia xerullensis</i>	1	0
<i>Helicarpus terebinthinaceus</i>	1	1
<i>Hintonia latiflora</i>	0	1
<i>Iresine cassiniiformis</i>	1	0
<i>Jacaratia mexicana</i>	1	1
<i>Lasiocarpus ferrugineus</i>	1	1
<i>Lysiloma microphyllum</i> *	1	1
<i>Malpighia</i> sp.	1	0
<i>Margaritaria nobilis</i>	1	1
<i>Sideroxylon capiri</i> subsp. <i>tempisque</i>	1	0
<i>Nopalea auberi</i>	1	1
<i>Nopalea karwinskiana</i>	0	1
<i>Opuntia fuliginosa</i>	1	1
<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	1	1
<i>Phenax hirtus</i>	1	1
<i>Pisonia aculeata</i> var. <i>aculeata</i>	1	0
<i>Pithecellobium acatlense</i>	1	0
<i>Psidium guajava</i>	1	0
<i>Recchia mexicana</i> *	1	0
<i>Senna atomana</i>	1	0
<i>Senna mollisima</i>	1	1
<i>Spondias purpurea</i>	1	1
<i>Stemmadenia donnell-smithii</i>	1	1
<i>Stemmadenia tomentosa</i> var. <i>palmeri</i>	1	1
<i>Stenocereus queretaroensis</i>	1	0
<i>Tabebuia chrysantha</i> **	1	1
<i>Terebinthus acuminata</i>	1	0
<i>Thouinia serrata</i> ***	1	0
<i>Thouinidium decandrum</i>	1	1
<i>Trumfetta semitriloba</i>	1	0
Morfoespecie 1	1	1
<i>Zanthoxylum caribaeum</i>	1	1
<i>Zanthoxylum fagara</i>	1	1

* Distribución restringida a México. ** Amenazada. *** Distribución restringida al occidente de México.

Cuadro 7. Ubicación con respecto al dosel arbóreo, señales de herbivoría y estrategia reproductiva de algunas especies en regeneración.

Especie	Ubicación respecto al dosel					
	Bajo	Margen	Claro	Rebrote	Semilla	Herbivoría
<i>Acacia cochliacantha</i>		X	X			
<i>Acacia macracantha</i>			X			
<i>Adelia</i> sp.	X	X	X	X		
<i>Albizia tomentosa</i>		X				
<i>Bunchosia palmeri</i>		X				
<i>Bursera fagaroides</i>	X	X				
<i>Bursera grandifolia</i>	X					
<i>Casearia corymbosa</i>	X	X	X			
<i>Ceiba aesculifolia</i>	X	X		X	X	
<i>Cephalocereus alensis</i>	X	X				
<i>Comocladia engleriana</i>		X				
<i>Croton ciliato-glandulifera</i>	X		X			
<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>		X	X			
<i>Jacarata mexicana</i>	X					
<i>Lasiocarpus ferrugineus</i>	X		X			
<i>Lysiloma microphyllum</i>		X				
<i>Margaritaria nobilis</i>	X					
<i>Nopalea auberi</i>		X	X			
<i>Opuntia fuliginosa</i>	X		X			
<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	X			X		
<i>Phenax hirtus</i>		X				
<i>Senna mollisima</i>	X		X			
<i>Spondias purpurea</i>	X				X	
<i>Stemmadenia donnell-smithii</i>	X	X	X	X		X
<i>Stemmadenia tomentosa</i> var. <i>palmeri</i>	X					
<i>Tabebuia chrysantha</i>		X				
<i>Thouinidium decandrum</i>	X					
<i>Zanthoxylum caribaeum</i>	X	X				X (ramoneo)
<i>Zanthoxylum fagara</i>		X	X			

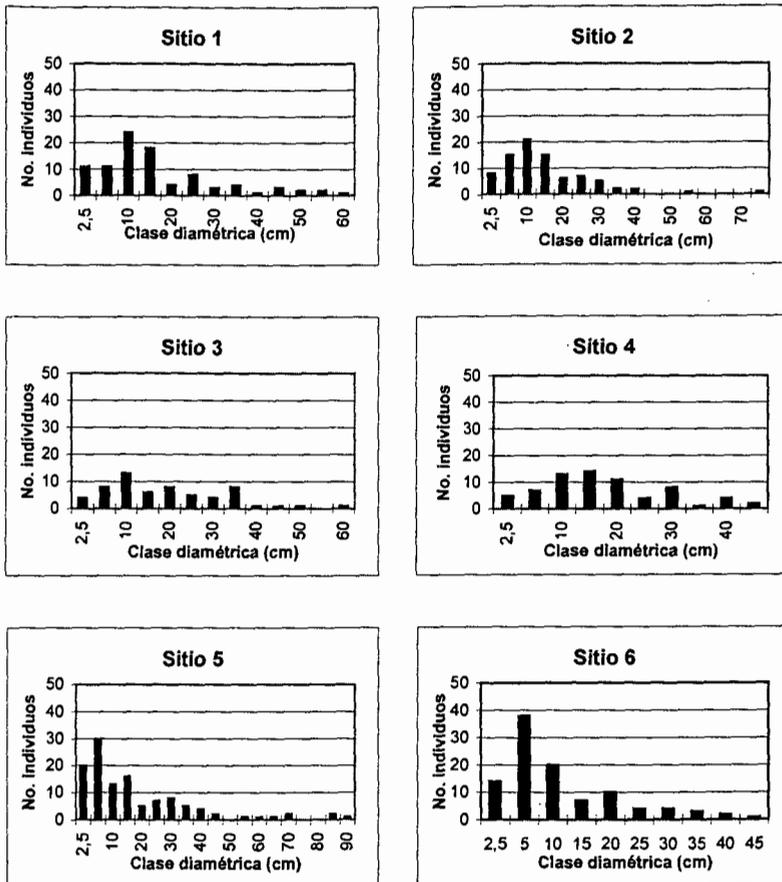


Figura 2. Histogramas de la estructura diamétrica por sitio.

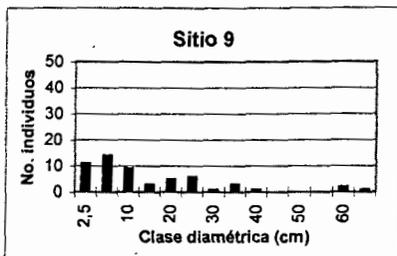
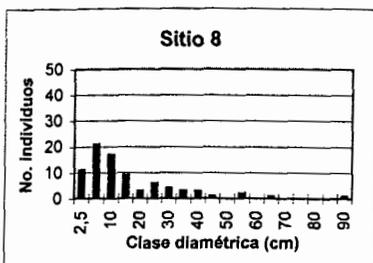
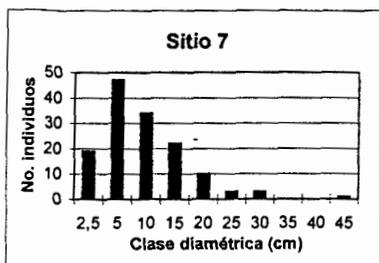


Figura 2. Continuación, histogramas de la estructura diamétrica por sitio.

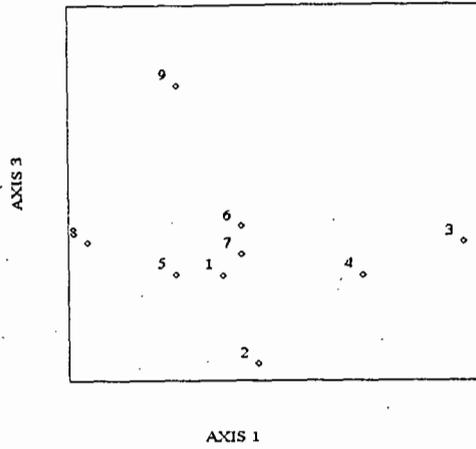
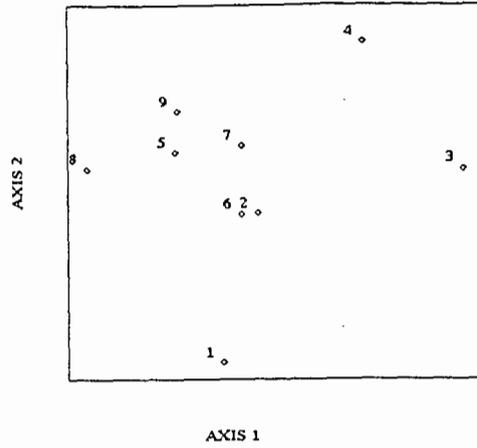
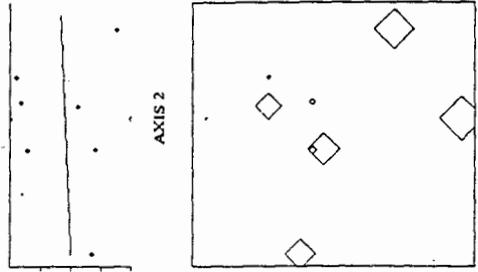
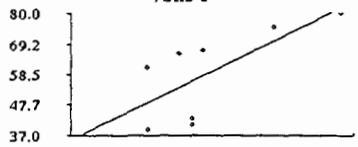


Figura 3. Ordenación sociológica de los sitios con base a la presencia-ausencia de especies arbóreas por sitio.

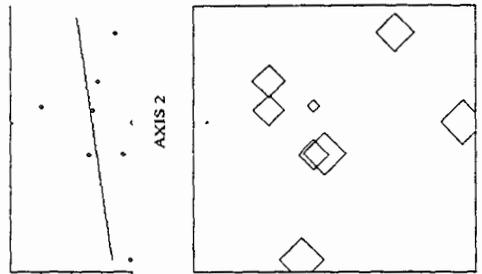
CORRELATIONS
 Axis r tau
 1 .770 .667
 2 -.055 -.085
 3 -.526 -.457



arbu



CORRELATIONS
 Axis r tau
 1 .648 .444
 2 -.224 -.085
 3 -.183 -.286



pendi

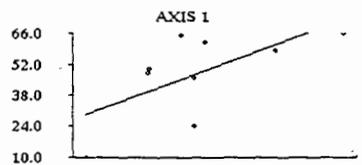


Figura 4. Ordenación sociológica de los sitios con base a la presencia-ausencia de especies arbóreas: cobertura del dosel de arbustos y pendiente explicados por el eje uno.

CORRELATIONS
 Axis r tau
 1 .431 .366
 2 .749 .429
 3 .228 .174

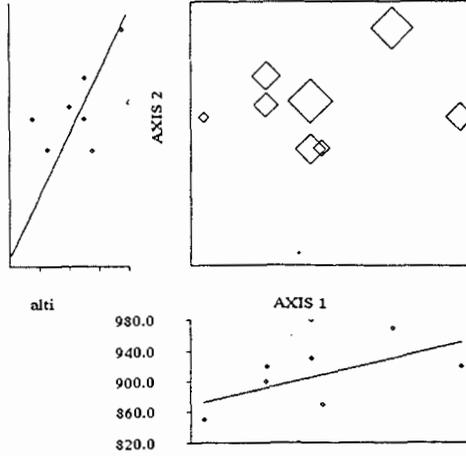


Figura 5. Ordenación sociológica de los sitios con base a la presencia ausencia de especies arbóreas: altitud explicada por el eje secundario.

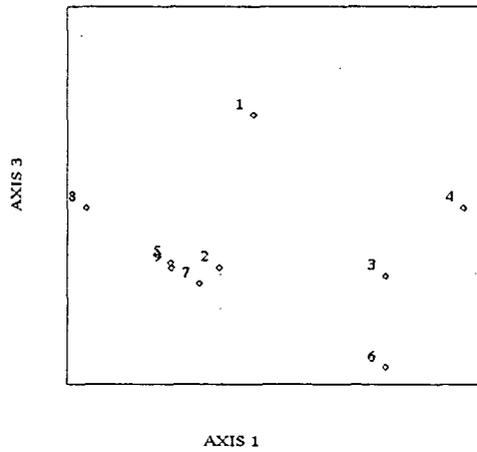
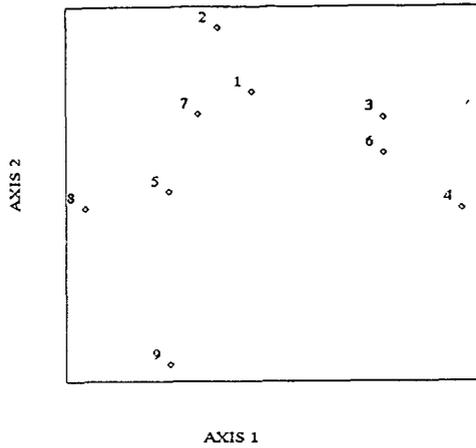
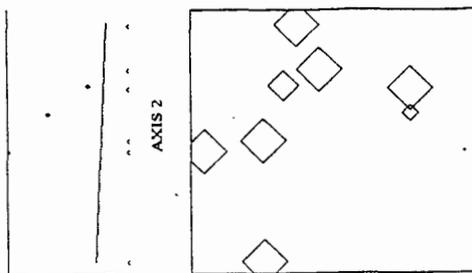
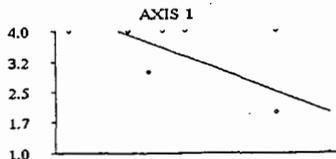


Figura 6. Ordenación sociológica de los sitios con base a la presencia-ausencia de las especies arbóreas en regeneración por sitio.

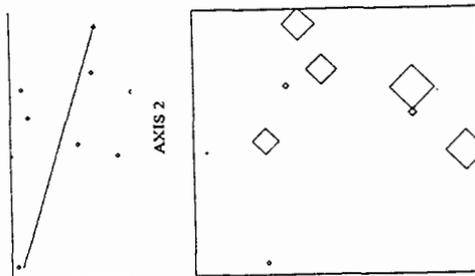
CORRELATIONS
 Axis r tau
 1 -.722 -.553
 2 .872 .111
 3 .222 .337



d-veg



CORRELATIONS
 Axis r tau
 1 .602 .592
 2 .447 .310
 3 .303 .000



z-arbu

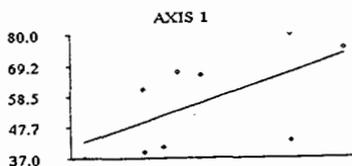


Figura 7. Ordenación sociológica de los sitios con base a la presencia-ausencia de las especies arbóreas en regeneración: perturbación en la vegetación y cobertura del dosel de arbustos explicada por el eje uno.

CORRELATIONS
 Axis r tau
 1 -.484 -.200
 2 -.616 -.486
 3 -.456 -.232

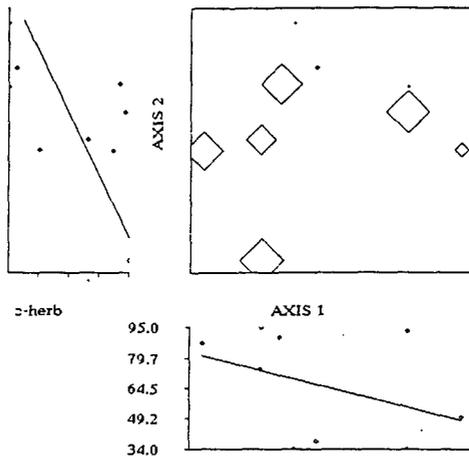


Figura 8. Ordenación sociológica de los sitios con base a la presencia-ausencia de las especies arbóreas en regeneración: cobertura de herbáceas explicada por el eje dos.

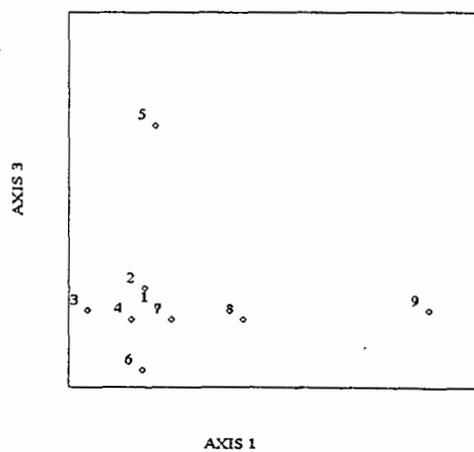
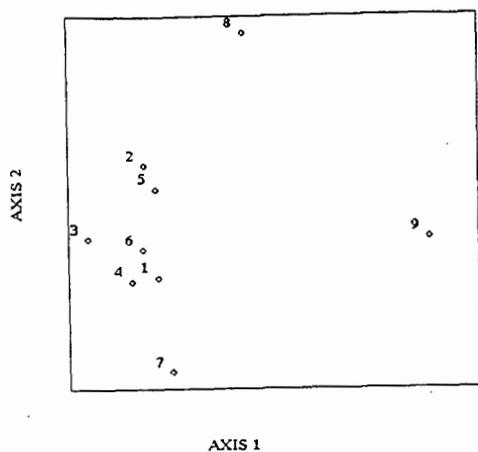
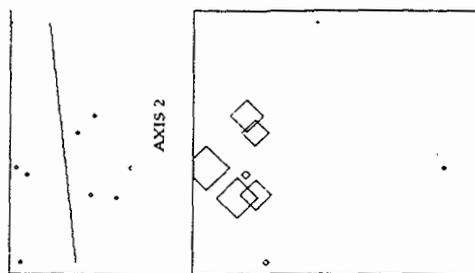
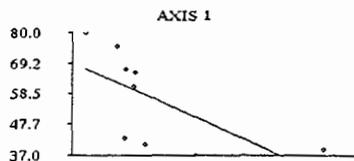


Figura 9. Ordenación sociológica de los sitios con base en datos cuantitativos (área basal) de cada especie por sitio.

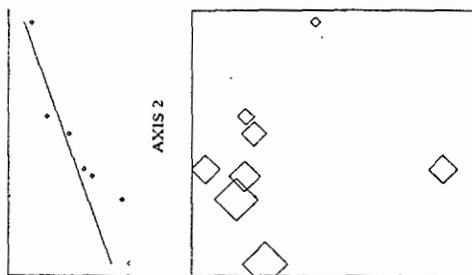
CORRELATIONS
 Axis r tau
 1 -.653 -.722
 2 -.158 -.141
 3 .227 .229



arbu



CORRELATIONS
 Axis r tau
 1 -.064 -.197
 2 -.607 -.657
 3 -.154 -.406



alti

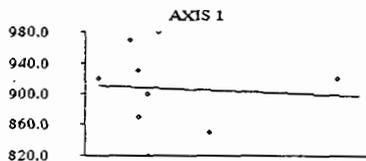


Figura 10. Ordenación sociológica de los sitios con base en datos cuantitativos (área basal) de cada especie por sitio: cobertura del dosel de arbustos explicada por el eje uno y altitud explicada por el eje dos.

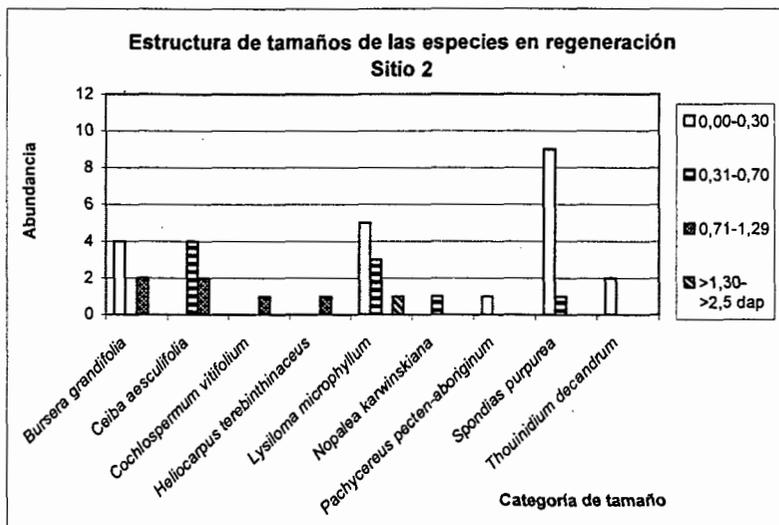
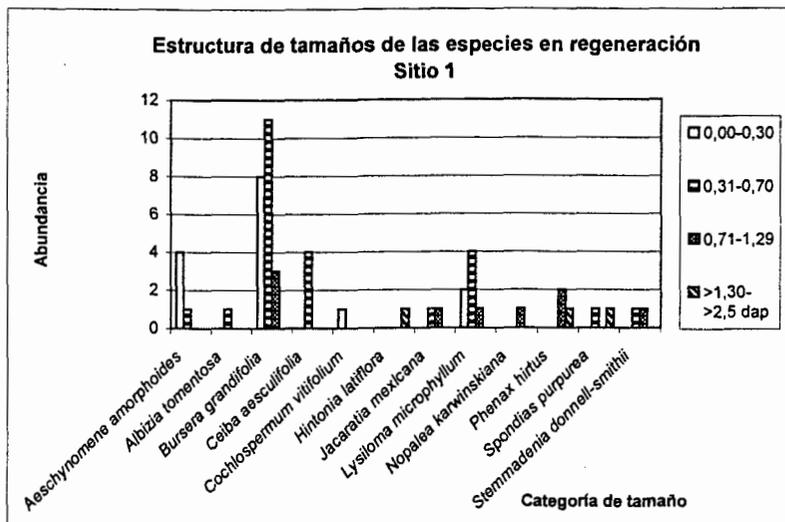


Figura 11. Estructura de tamaños de especies arbóreas en regeneración.

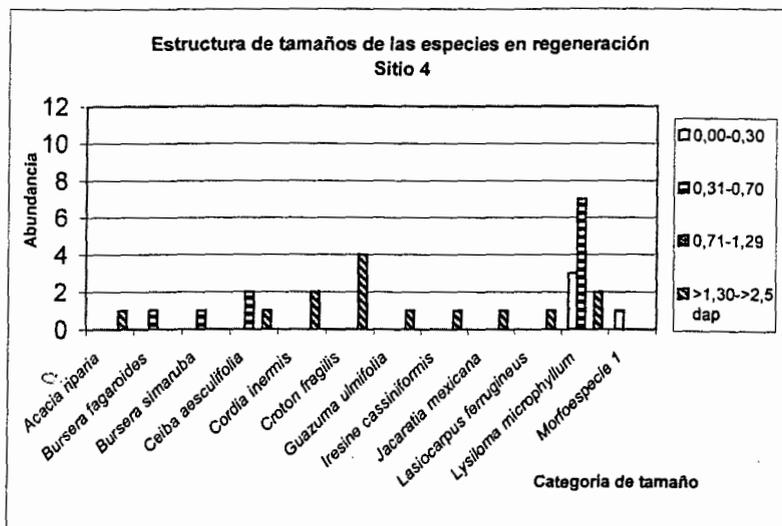
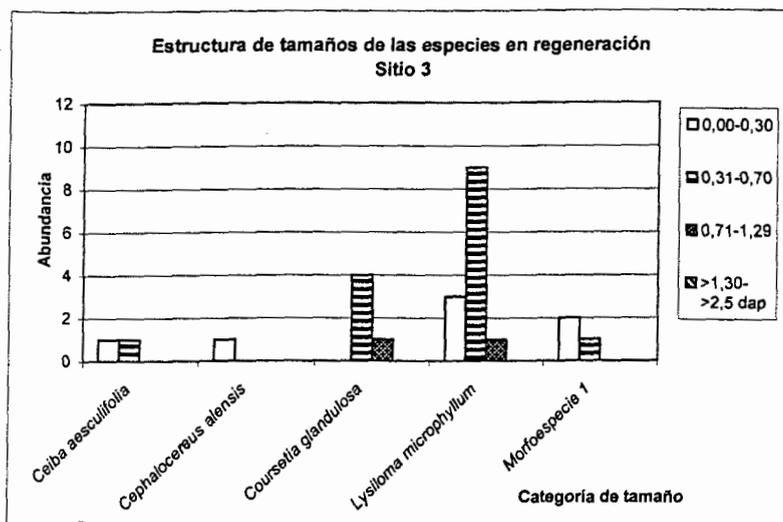


Figura 11. Continuación, estructura de tamaños de plántulas.

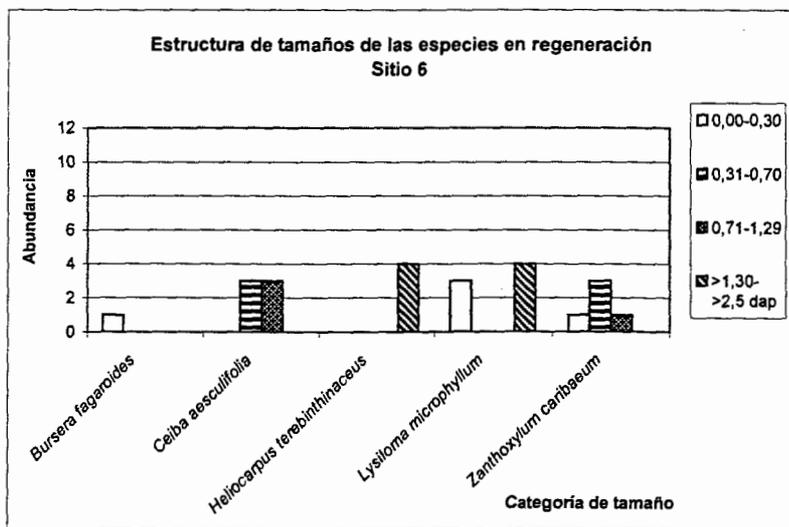
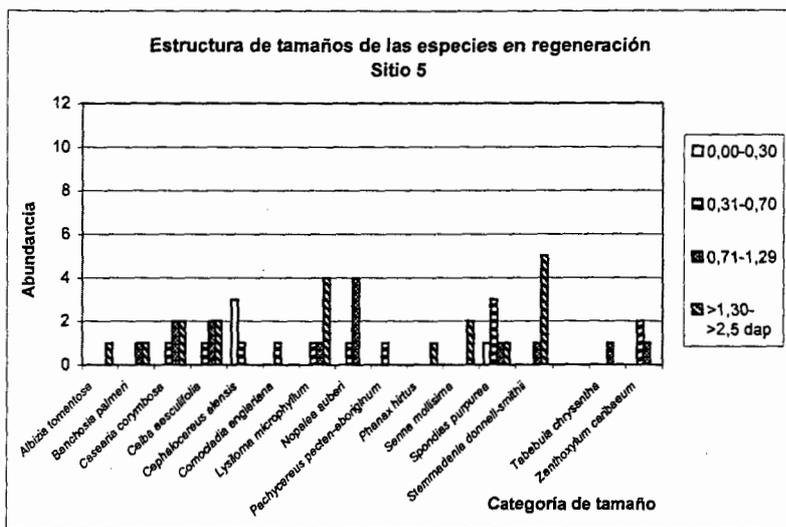


Figura 11. Continuación, estructura de tamaños de plántulas.

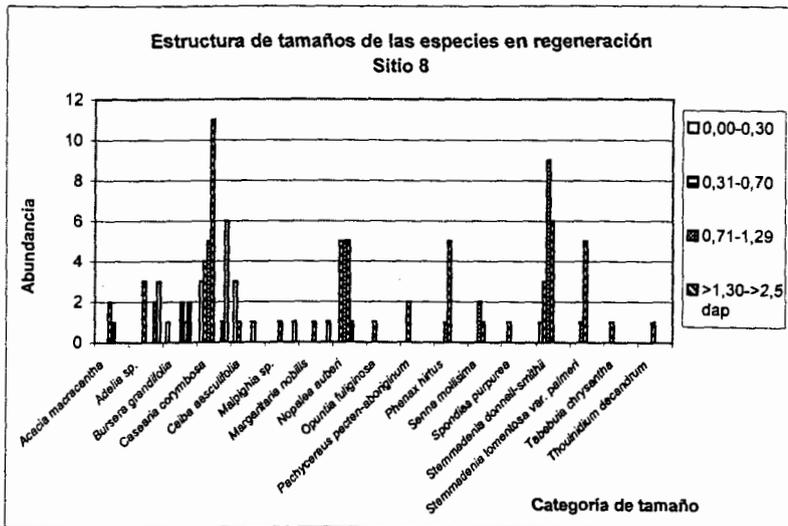
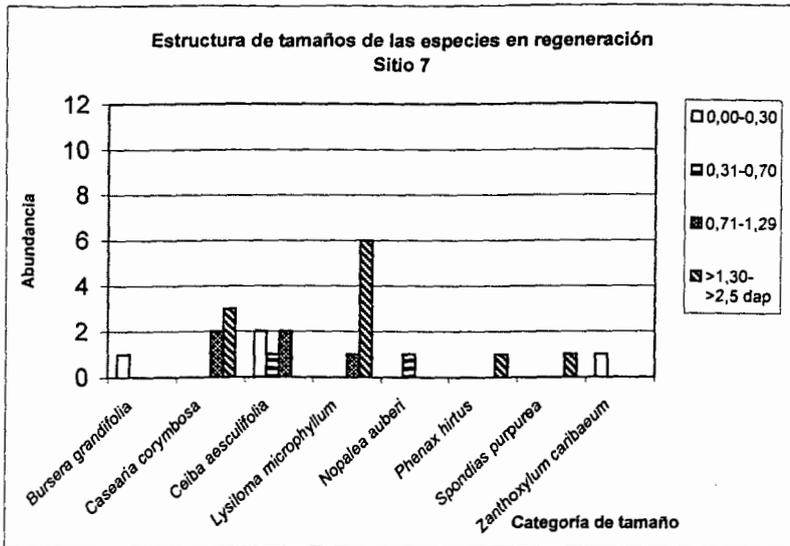


Figura 11. Continuación, estructura de tamaños de plántulas.

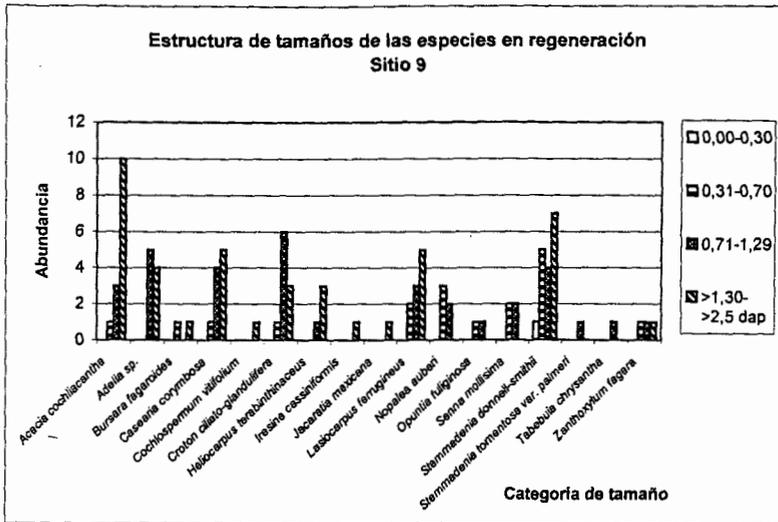


Figura 11. Continuación, estructura de tamaños de plántulas.

11. APENDICE A

Composición florística por sitio estudiado (0.1 ha) (1=presencia, 0=ausencia).

Familia	Nombre científico	Autor	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
Amaranthaceae	<i>Iresine cassiniiformis</i>	Schauer [I. grandis]	0	0	1	1	0	0	0	0	1
Anacardiaceae	<i>Comocladia engleriana</i>	Loes.	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Anacardiaceae	<i>Spondias purpurea</i>	L.	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Apocynaceae	<i>Stemmadenia donnell-smithii</i>	(Rose) Woodson [S. grandiflora]	1	0	0	0	1	1	0	1	1
Apocynaceae	<i>Stemmadenia tomentosa</i> var. <i>palmeri</i>	(Rose) Woodson	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Bignoniaceae	<i>Tabebuia chrysantha</i>	(Jacq.) G. Nicolson	1	1	0	1	1	1	0	1	1
Bombacaceae	<i>Ceiba aesculifolia</i>	(H. B. K.) Britt. & Baker	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bombacaceae	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	(S. Watson) Dugand	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Boraginaceae	<i>Cordia inermis</i>	(Mill.) I. M. Johnst.	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Burseraceae	<i>Bursera fagaroides</i>	(H. B. K.) Engl.	0	0	1	1	1	1	0	0	1
Burseraceae	<i>Bursera grandifolia</i>	(Schlecht.) Engl.	1	1	0	0	1	0	1	1	0
Burseraceae	<i>Bursera kerberi</i>	Engl.	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	(L.) Sarg.	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Burseraceae	<i>Terebinthus acuminata</i>	Rose	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Cactaceae	<i>Cephalocereus alensis</i>	(Weber) Britt. & Rose	0	0	1	0	1	0	0	0	0
Cactaceae	<i>Nopalea auberi</i>		0	0	0	0	1	1	1	1	1
Cactaceae	<i>Nopalea karwinskiana</i>	(Salm-Dyck) Schumann	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Cactaceae	<i>Opuntia fuliginosa</i>	Griff.	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Cactaceae	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	(Engelm.) Britt. & Rose	1	1	1	0	1	1	0	1	0
Cactaceae	<i>Stenocereus queretaroensis</i>	(Weber) Buxbaum	0	1	0	1	0	0	0	1	0
Capparaceae	<i>Crateva palmeri</i>	Rose	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Caricaceae	<i>Jacaratia mexicana</i>	A. DC.	1	1	0	1	1	0	1	1	1
Cochlospermaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	(Willd.) Spreng.	1	1	0	0	0	0	0	0	1
Euphorbiaceae	<i>Acalypha cincta</i>	Muell. Arg. [A. gentryi]	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Euphorbiaceae	<i>Adelia</i> sp.		0	0	0	0	0	0	0	1	1
Euphorbiaceae	<i>Croton ciliato-glandulifera</i>	Ort.	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Euphorbiaceae	<i>Croton fragilis</i>	H. B. K.	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Euphorbiaceae	<i>Margaritaria nobilis</i>	L. f.	0	0	0	0	1	0	0	1	0
Flacourtiaceae	<i>Casearia corymbosa</i>	H. B. K.	0	0	0	0	1	0	1	1	1

Continuación. Composición florística por sitio estudiado (0.1 ha) (1=presencia, 0=ausencia).

Familia	Nombre científico	Autor	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
Leguminosae	<i>Acacia cochliacantha</i>	Humb. et Bonpl. ex Willd.	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Leguminosae	<i>Acacia macilentata</i>	Rose	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Leguminosae	<i>Acacia macracantha</i>	Humb. et Bonpl. ex Willd.	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Leguminosae	<i>Acacia pennatula</i>	(Schlecht. et Cham.) Benth.	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Leguminosae	<i>Acacia riparia</i>	H. B. K.	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Leguminosae	<i>Aeschynomene amorphoides</i>	(S. Watson) Rose ex B. L. Rob.	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Leguminosae	<i>Albizia tomentosa</i>	(Micheli) Standl.	1	0	0	0	1	1	0	1	0
Leguminosae	<i>Conzattia multiflora</i>	(B. L. Rob.) Standl.	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Leguminosae	<i>Coursetia glandulosa</i>	A. Gray	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Leguminosae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	(Jacq.) Griseb.	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Leguminosae	<i>Lysiloma microphyllum</i>	Benth.	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Leguminosae	<i>Pithecellobium acatlense</i>	Benth.	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Leguminosae	<i>Senna atomaria</i>	(L.) Irwin & Barneby [Cassia atomaria]	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Leguminosae	<i>Senna mollisima</i>	(Willd.) Irwin & Barneby	0	0	0	0	1	1	0	1	1
Malpighiaceae	<i>Bunchosia palmeri</i>	S. Watson	0	1	0	0	1	0	0	0	0
Malpighiaceae	<i>Lasiocarpus ferrugineus</i>	Gentry	0	1	0	1	0	0	0	0	1
Malpighiaceae	<i>Malpighia</i> sp.		0	0	0	0	0	0	0	1	0
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i>	Sw.	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i>	H. B. K.	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Moraceae	<i>Ficus insipida</i>	Willd.	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	L.	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i> var. <i>aculeata</i>	L.	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Rhamnaceae	<i>Colubrina triflora</i>	Brongn. ex Sweet	0	0	0	1	1	0	0	1	0
Rubiaceae	<i>Exostema mexicanum</i>	A. Gray	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Rubiaceae	<i>Exostema</i> sp.		0	0	0	0	0	0	0	1	0
Rubiaceae	<i>Hamelia xorullensis</i>	H. B. K.	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Rubiaceae	<i>Hintonia latiflora</i>	(Sessé & Moc. ex DC.) Bullock [H. standleyana]	1	1	0	0	0	1	0	0	0
Rutaceae	<i>Zanthoxylum caribaeum</i>	Lamarck vel aff.	0	0	0	1	1	1	1	0	0
Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i>	(L.) C. Sargent	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Continuación. Composición florística por sitio estudiado (0.1 ha) (1=presencia, 0=ausencia).

Familia	Nombre científico	Autor	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
Sapindaceae	<i>Thouinia serrata</i>	Radlk.	1	1	0	0	1	0	0	1	0
Sapindaceae	<i>Thouinidium decandrum</i>	(Humb. et Bonpl.) Radlk.	0	1	0	0	1	1	0	1	0
Sapotaceae	<i>Sideroxylon capiri</i> subsp. <i>tempisque</i>	(A. DC.) Pittier	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Simaroubaceae	<i>Recchia mexicana</i>	Moc. et Sessé ex DC.	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Lam.	0	0	0	1	1	0	1	0	0
Tiliaceae	<i>Hellicarpus terebinthinaceus</i>	(DC.) Hochr.	0	1	1	1	1	1	1	1	1
Tiliaceae	<i>Triumfetta semitriloba</i>	Jacq.	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Ulmaceae	<i>Celtis iguanea</i>	(Jacq.) Sarg.	0	1	1	1	0	0	0	0	0
Urticaceae	<i>Phenax hirtus</i>	(Sw.) Wedd.	1	1	1	1	1	1	1	1	0
	Morfoespecie 1		0	1	1	1	0	0	0	0	0