



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

# POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

Facultad de Ciencias

ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA SELVA BAJA  
CADUCIFOLIA DE HUAUTLA, MORELOS.

# TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:

MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS  
(BIOLOGÍA AMBIENTAL)

P R E S E N T A

MARIANA VALLEJO RAMOS

DIRECTORA DE TESIS: DRA. MARÍA DE JESÚS ORDÓÑEZ DÍAZ

MÉXICO, D.F.

ABRIL, 2009

*A la memoria del M en C. Alfredo Pérez Jiménez*

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco la realización de esta tesis al Posgrado en Ciencias biológicas, UNAM, así como al financiamiento recibido por parte de CONACYT, mediante el Programa de Becas de Estudio de Posgrado. También se contó con el apoyo otorgado por los fondos sectoriales de SEMARNAT-CONACYT del proyecto de investigación *Evaluación de tres paisajes culturales del centro y sur de México*, clave SEMARNAT-2004-COI-454/A1, proyecto coordinado por la Dra. María de Jesús Ordóñez Díaz investigadora del Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias (CRIM) UNAM – CRIM. A la facultad de Ciencias por todas las facilidades en servicios e información, al Instituto de Biología, principalmente al Herbario, MEXU, para acceder a los ejemplares botánicos; al Ciego quien me abrió las puertas y me acogió, principalmente al laboratorio de Biodiversidad y funcionamiento de ecosistemas y al de Ecología Evolución de recursos vegetales. Al Herbario del CEAMISH de la UAEM, por permitirme trabajar con el material botánico y brindarnos información sobre la zona de estudio.

Este trabajo no pudo haber sido realizado sin la valiosa colaboración de mi comité tutorial, mi directora de tesis la Dra. María de Jesús Ordóñez por guiar y apoyar este trabajo, tanto profesional como personalmente en todo el proceso, brindándome su conocimiento y dedicación. A la Dra. Patricia Balvanera, por su gran hospitalidad al aceptarme en integrarme en su laboratorio, su inagotable paciencia para enseñarme los complicados métodos estadísticos y en general todas sus aportaciones siempre importantes. Al M. en C. Alfredo Pérez Jiménez por el interés y contribuciones para el desarrollo de esta tesis, así como el apoyo brindado para la identificación del material botánico o en su caso contactarme con investigadores que me ayudaron en dicha tarea. Todos ellos me apoyaron y orientaron en todo momento. De igual manera agradezco los valiosos comentarios y correcciones de mis sinodales la Dra. Martínez-Yrizar y el Dr. Meave, quienes a pesar de sus muy ocupadas agendas le dedicaron el tiempo para la revisión de esta tesis.

Agradezco a todos los que me ayudaron en el extenuante trabajo de campo, a Emma Canales, Enrique Álvarez, Adalberto Sánchez, Iliana Sandoval, Verónica Moreno, Anahí Martínez, Carla Bustamante, Diana G. Bahena, Santa Velazquez y Marisela Jiménez, ya que fueron no sólo una ayuda sino una agradable compañía. De manera particular agradezco al Dr. Luis Bernardo Vázquez por su imprescindible apoyo en campo compartiendo su experiencia y su tiempo, y a Mariana Olguín por su impresionante conocimiento del ejido de Huautla y sobre las plantas que ahí se encuentran, por ser mi guía en campo y una buena amiga.

Por la valiosa ayuda en la identificación de las especies colectadas en campo, al M. en C. Alfredo Pérez, a la M. en C. Martha Gordillo, al Dr. Mario Souza y el Biol. Juan Carlos Juárez.

A Carolina Pinilla y Celia López Miguel por la ayuda en la elaboración de los mapas, siempre amables y muy dispuestas.

Un agradecimiento especial a los pobladores de Huautla por permitirnos entrar a su comunidad, trabajar en sus terrenos y colaborar con su participación en talleres y entrevistas. En particular a la familia Olguín por su hospitalidad, rica comida, amabilidad y su ayuda en el campo, así como las hermanas Bonfil por recibirnos en su casa y todas sus atenciones.

Por último y no menos importante quiero agradecer a mi familia por todo el apoyo y comprensión que me han dado, sin ustedes simplemente no hubiera sido posible la realización de esta tesis. A Andrés por todo el apoyo, por quedarte a cargo al 100% de Eréndira en mis salidas a campo y múltiples ocupaciones derivadas de este trabajo, por entender mudanza y viajes, así como el apoyo directo llevándome en ocasiones a campo y revisando la gramática y ortografía de esta tesis.

# ÍNDICE

Resumen

Abstract

## I.-INTRODUCCIÓN

1.-Relación hombre-naturaleza.....	1
2.- Efectos potenciales del disturbio en la vegetación.....	5
3.-La selva baja caducifolia.....	7
4.-Hipótesis y objetivos.....	9

## II.-ÁREA DE ESTUDIO

1.-Localización geográfica.....	10
2.-Características físicas.....	10
3.-Características biológicas.....	10
4.-Características socioeconómicas.....	11
5.- Historia de Huautla.....	11

## III.-MÉTODO

1.-Diseño experimental.....	14
2.- Caracterización del área de estudio.....	14
3.-Obtención de datos de campo.....	16
3.1.- <i>Levantamiento de vegetación</i> .....	16
3.2.- <i>Caracterización ambiental</i> .....	17
3.3.- <i>Historia de manejo</i> .....	17
4.- Análisis de datos.....	18
4.1 <i>Vegetación</i> .....	18
4.1.1.- <i>Composición</i> .....	18
4.1.1.1.-Composición de especies, géneros y familias.....	18
4.1.1.2.-Forma de crecimiento.....	18
4.1.2.- <i>Categorías diamétricas</i> .....	19
4.1.3.- <i>Riqueza-abundancia-diversidad</i> .....	19
4.1.4.- <i>Estructura</i> .....	20
4.1.4.1.-Especies dominantes-Valor de Importancia .....	20

4.1.4.2.-Análisis de Componentes principales de especies por abundancia, frecuencia y área basal.....	21
4.1.4.3.-Área basal total, Diámetro, y la altura máxima.....	21
4.1.5.-Integración-Matriz general.....	22
4.2.-Caracterización ambiental.....	22
4.3.-Historia de manejo.....	22
4.4.-Análisis Canónico de Correspondencia.....	23
<b>IV.-RESULTADOS</b>	
<b>1.-Unidades de paisaje.....</b>	<b>25</b>
<b>2.-Vegetación.....</b>	<b>29</b>
2.1.-Composición.....	29
2.1.1.-Especies, géneros y familias.....	29
2.1.2.-Forma de crecimiento.....	30
2.2.-Riqueza, diversidad y abundancia.....	34
2.2.1.-curvas rango-abundancia.....	35
2.2.2.-Riqueza-Curva de saturación de especies-Rarefacción.....	36
2.2.3.-índice de diversidad.....	38
2.3.-Estructura.....	40
2.3.1.-Valor de importancia.....	40
2.3.2.-Análisis de Componentes Principales de especies por abundancia, frecuencia y área basal .....	43
2.3.3.-Área basal total, Diámetro, y la altura máxima.....	45
2.4-Integración matriz.....	46
<b>3.-Caracterización ambiental local.....</b>	<b>49</b>
<b>4.-Historia de manejo.....</b>	<b>50</b>
<b>5.-Análisis Canónico de Correspondencias.....</b>	<b>54</b>
<b>V.-DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>56</b>
<b>VI.-REFERENCIAS.....</b>	<b>63</b>
<b>VII.-ANEXOS.....</b>	<b>71</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Mapa de localización del área de estudio.....	13
<b>Figura 2.</b> Diseño de la parcela y cuadros.....	16
<b>Figura 3.</b> Distribución de las unidades de paisaje (cañadas, lomerío abrupto, lomerío suave, piedemonte y valle) dentro de la subcuenca de Huautla, Morelos.....	27
<b>Figura 4.</b> Ubicación de los asentamientos humanos y alcance de sus radios de Influencia antropogénica.....	28
<b>Figura 5.</b> Familias más importantes.....	29
<b>Figura 6.</b> Distribución de frecuencia de las especies.....	30
<b>Figura 7.</b> Evaluación de las forma de vida en los distintos tratamientos con distintas variables de respuesta (a) número de especies, (b) número de individuos, y (c) proporción de número de individuos... ..	31
<b>Figura 8.</b> Distribución de los individuos por formas de crecimiento de las especies <i>Euphorbia schlechtendalii</i> y <i>Gliricidia sepium</i> .....	33
<b>Figura 9.</b> Curva rango-log abundancia.....	34
<b>Figura 10.</b> Curva rango-log abundancia, por categoría diamétrica.....	35
<b>Figura 11.</b> Curva de saturación de especies-rarefacción por tratamiento.....	37
<b>Figura 12.</b> Riqueza de especies por categoría diamétrica.....	38
<b>Figura 13.</b> Índice de diversidad Simpson (D) en los distintos tratamientos.....	39
<b>Figura 14.</b> Índice de diversidad Simpson (D) en los distintos tratamientos de cada categoría diamétrica.....	39
<b>Figura 15.-</b> Valores de importancia por tratamiento.....	41
<b>Figura 16.</b> Análisis de Componentes Principales por frecuencia de especies. (a) Componente 1 y 2, y (b) componente 1 y 3.....	44
<b>Figura 17.</b> Análisis de Componentes Principales por (a) abundancia de especies y (b) área basal.....	44
<b>Figura 18.</b> Acumulación de área basal en los distintos tratamientos.....	45
<b>Figura 19.</b> Número de tallos por individuo por cada tratamiento.....	45
<b>Figura 20.</b> Histograma de frecuencias de altura en los distintos tratamientos.....	46
<b>Figura 21.</b> Análisis de componentes principales integrando todas las variables de repuesta consideradas en el estudio así como las especies más importantes. (a) Todos los individuos. (b) Categoría 1, (c) categoría 2, y (d) categoría 3.....	47
<b>Figura 22.</b> Análisis de Componentes Principales de las características	

ambientales locales.....	49
<b>Figura 23.</b> Reconstrucción histórica de la región de Huautla.....	51
<b>Figura 24.</b> Análisis de componentes principales de los regímenes de manejo.....	52
<b>Figura 25.</b> Régimen de disturbio en los distintos tratamientos.....	53
<b>Figura 26.</b> Régimen de disturbio por actividad productiva.....	55

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Matriz de integración de las unidades de paisaje, la influencia antropogénica y el tipo de vegetación.....	15
<b>Cuadro 2.</b> Proporción de la superficie de unidades de paisaje.....	25
<b>Cuadro 3.</b> Análisis de devianza, de las distintas formas de crecimiento en los distintos tratamientos.....	32
<b>Cuadro 4.</b> Análisis de devianza de los individuos de formas de crecimiento de <i>Euphorbia schlechtendalii</i> y <i>Gliricidia sepium</i> .....	33
<b>Cuadro 5.</b> Análisis de devianza del logaritmo de abundancia-orden.....	36
<b>Cuadro 6.</b> Análisis de devianza de la riqueza de especies por cada categoría diamétrica.....	38
<b>Cuadro 7.</b> Análisis de devianza del efecto del tratamiento sobre el índice Simpson.....	39
<b>Cuadro 8.</b> Análisis de devianza del área basal.....	46
<b>Cuadro 9.</b> Número de parcelas muestreadas, tratamiento al que pertenece y ejidatario entrevistado.....	50

## ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Ficha de obtención de datos de la vegetación.....	71
<b>Anexo 2.</b> Anexo 2.-Formato de toma de datos de caracterización ambiental local.....	72
<b>Anexo 3.</b> Entrevista semiestructurada aplicada a los ejidatarios.....	73
<b>Anexo 4.-</b> Listado de especies registradas para la microcuenca de Huautla.....	74



## RESUMEN

El estudio de la vegetación brinda mucha información del estado de perturbación o de conservación en el cual se encuentra un lugar determinado, ya que en cada etapa sucesional se registran cambios en la biomasa, la productividad y la composición de especies (Hartter, 2008). En la actualidad los bosques tropicales secos (selva baja caducifolia SBC) han sido objeto de un fuerte cambio de uso de suelo, se considera el ecosistema más perturbado a escala global, y en América Latina concentra las densidades más altas de población. En México, la SBC presenta alta diversidad y 60 % de sus especies son endémicas al país. Originalmente cubrió el 14 % del territorio nacional, sin embargo, actualmente se estima que la deforestación, debida al cambio de uso del suelo, a reducido cerca del 40% de su distribución natural. Por lo anterior, es importante conocer el estado de conservación que guarda este ecosistema.

El objetivo de este trabajo es caracterizar la estructura y la composición de las especies leñosas de la SBC presente en la comunidad de Huautla, en el estado de Morelos. Dado que se trata de una SBC, altamente fragmentada se pretende evaluar si la distancia a los asentamientos humanos incide sobre el impacto de las actividades humanas sobre las unidades de paisaje que ofrecen mayor accesibilidad para la apropiación de recursos naturales y explorar la relación entre las características de la comunidad arbórea de la SBC con la historia de manejo que llevan a cabo las poblaciones humanas del área.

Vía la aplicación del enfoque de ecología del paisaje, se identificaron y caracterizaron las unidades de paisaje y para cada una de ellas, se evaluó su cobertura vegetal, así como la distancia a los centros de población previamente organizados por tamaño para estimar su zona de influencia. Con lo anteriormente mencionado se elaboró una matriz que permitiera visualizar e integrar un mapa general del área, tomando en cuenta las unidades fisiográficas, la cobertura vegetal, y la distancia y área de influencia de los asentamientos humano. Se identificaron cinco unidades de paisaje: valle, piedemonte, lomerío suave, lomerío abrupto y cañadas. La primera no presenta SBC y las dos últimas son de difícil acceso por lo cual, en este trabajo se muestrearon dos unidades de paisaje (lomerío suave y piedemonte) a dos distancias (cerca y lejos) con lo cual se diseño de muestreo en cuatro tratamientos distintos (cerca-piedemonte, lejos-piedemonte, cerca-lomerío suave y lejos-lomerío suave). Se establecieron cinco sitios de muestreo por cada tratamiento, obteniendo un total de 20 sitios muestreados. En cada sitio se estableció una parcela de 50 x 10 m, divididas en 5 cuadros de 10 m x 10 m. En cada parcelas se registraron todos los individuos con un DAP >1cm. Con la información registrada en campo se obtuvo la composición de especies, géneros y familias;

formas de crecimiento, Valor de Importancia, riqueza, abundancia, diversidad y estructura. Mediante fuentes bibliográficas y la aplicación de entrevistas semiestructuradas que se aplicaron a los dueños de las parcelas, se logro hacer la reconstrucción histórica del manejo de los recursos naturales de la SBC por los habitantes de la localidad de Huautla.

Se censaron en total 2706 individuos, distribuidos en 78 especies, 7 géneros, 2 familias y 12 quedaron al nivel de morfoespecie. En la composición de especies de la SBC se observa una dominancia de pocas especies, principalmente de la familia Fabaceae, como de los géneros de *Acacia* y *Mimosa*, algunas de las cuales son indicadoras de perturbación. Los resultados obtenidos en éste trabajo en cuanto a la composición y estructura de la selva baja, nos indica que en todas las unidades de paisaje y en los radios de influencia antrópica se está llevando a cabo actividades productivas que están afectando a la vegetación, y lo que se está viendo son selvas secundarias en distintas etapas de sucesión. Se identificaron cuatro formas de crecimiento: árbol, arbusto trepadora y cactácea. Las tres últimas se distribuyen igualmente en todos los tratamientos y solo la forma de crecimiento árbol se registra predominantemente en los tratamientos lejanos, resultando ser los sitios con mayor a acumulación de biomasa: Mientras que los tratamientos cerca presentaron individuos con menor altura, mayor presencia de arbustos, menor riqueza de especies y con una composición dominada por especies consideradas como indicadoras de perturbación

La historia de manejo permitió identificar tres importantes actividades para la zona, la agricultura, la ganadería y la extracción de leña. Al relacionar la frecuencia e intensidad de dichas actividades con la estructura y composición de la SBC de cada tratamiento, parece ser que las practicas de manejo de recursos llevadas a cabo en cada sitio, influye de manera importante en las características de la selva. El tratamiento cerca-piedemonte registró el régimen de disturbio más intenso, debido principalmente a la actividad agrícola, siendo la intensidad, el parámetro que más está influyendo en la estructura y composición de la SBC estudiada, por lo anterior se podría inferir que las decisiones de manejo están influyendo el proceso de sucesión vegetal de la SBC de Huautla, Morelos.

## **ABSTRACT**

The study of the vegetation offers valuable information about the state of disturbance or conservation in which a specific place is found, since in each sucesional phase register changes in the biomass, the productivity and the species composition (Hartter, 2008). Currently the tropical dry forests (TDF) have been object of a strong change use of soil. To global scale, it is considered the more disturbed ecosystem and in Latin America concentrates the highest densities of population. In Mexico the TDF presents high diversity and 60% of its species are endemic to the country. Originally it covered the 14% of the national territory, however, currently, deforestation, due to the change of use of the soil, reduced near the 40% of its natural distribution. By the previous thing, it is important to know the state of conservation that keeps this ecosystem. The objective of this job is to characterize the structure and the composition of the woody species of the tropical dry forest present in the community of Huautla, in the state of Morelos. Due to the TDF is highly fragmented this job intends to evaluate if the distance to the human settlements affect the impact of the human activities upon the landscape units that offer greater accessibility for the natural appropriation of resources and to explore the relation among the characteristics of the community tree of the tropical dry forest with the history of management that carry out by the human populations settled in this area. Focus on the landscape ecology we identified and characterized the landscape units, and for each one of them, its vegetation cover was evaluated, as well as the distance to the centers of population, previously organized by size in order to estimate its influence zone. With this information it was elaborated a matrix that allows to visualize and to integrate a general map of the area, taking into account some variables like: landscape units, the vegetation cover, and the distance and area of influence of the human settlements. Five units of landscape were identified: valley, piedemont-slope, low-slope, high-slope and gully. The first one does not present TDF and the two last are of difficult access by which, in this job take in account two landscape units (low-slope and piedemont-slope) and two distances (nearby and far away) with which we design of sample in four distinct treatment (nearby-piedemont-slope, far away- piedemont-slope, nearby- low-slope and far away- low-slope). Five sampling places were established by each treatment, obtaining a total of 20 plots. In each plot of 50 x 10 m, divided into 5 sections of 10 m x 10 m. In each plots registered all the individuals with a DAP > 1cm. With the information registered in field the composition of species was obtained, genera and families; life forms, importance value, abundance, diversity and structure. From bibliography fountains and the application of semi structure interviews

applied to the owners of the plots, we can achieve the historic reconstruction of the management of the natural resources of the TDF by the inhabitants of the Huautla community. We found 2,706 individuals, distributed in 78 species, 7 genera, 2 families and 12 remained at the level of morfoespecie. In the composition of species of the TDF is observed a dominance of few species, mainly of the Fabaceae family, as genera *Acacia* and *Mimosa*, some of which are disturbance indicators. The results obtained in this job as for the composition and structure of the tropical dry forest indicates us that in all the landscape units and in the radios of atrophic influence is being carrying out productive activities that are affecting to the vegetation, and what is being seen are secondary forests in distinct phases of succession. Four forms of growth were identified: tree, bush, liana and cacti. The three last they are distributed likewise in all the processing and alone the tree growth form registers predominantly in the distant processing, resulting to be the places with greater biomass accumulation, while the processing nearby presented individuals with smaller height, greater presence of bushes, smaller and more branchy of species and with a composition dominated by species registered as disturbance indicators. The history of management allows identifying three important activities for the zone, the agriculture, the cattle growing and the extraction of firewood. Upon relating the frequency and intensity of those activities with the structure and composition of the TDF of each processing, seems to be that you practice them of management of resources carried out in each place, influences in an important way in the characteristics of the forest. The processing nearby- piedemont-slope registered the most intense state of disturbance, due mainly to the agricultural activity, being the intensity, the parameter that more influencing the structure and composition of the TDF studied, by the previous thing would be able to infer that the management decisions are influencing the recover vegetation process of the TDF of Huautla, Morelos.

# **I.-INTRODUCCIÓN**

## **1.-Relación hombre-naturaleza**

Desde la aparición del hombre en el planeta, éste ha obtenido de los ecosistemas todo lo necesario para satisfacer sus necesidades básicas para su subsistencia (medicina, agua, alimentos, etc.), así como todo lo necesario para el desarrollo de actividades recreativas, culturales y religiosas (MA, 2005b; Bawa *et al.* 2004). En el proceso de apropiación de los recursos naturales el hombre ha transformando la biodiversidad de los ecosistemas y modificado, vía el procesos de fragmentación, la distribución de los paisajes, creando los complejos mosaicos que hoy día observamos.

Los ecosistemas propios de las tropicales concentran una gran biodiversidad y aportan numerosos servicios o beneficios para los humanos. Este hecho explica el surgimiento de importantes civilizaciones en dichas regiones (Rohde, 1992; Challenger, 1998; Gaston, 2000; Bawa *et al.* 2004). Los bosques tropicales secos representan una reserva de recursos genéticos, ya que albergan un gran número de especies nativas de utilidad para el hombre, como las maderables, las medicinales y las comestibles (Murphy y Lugo, 1986; Dirzo, 1996; Couttolenc *et al.* 2005). En las selvas secas de México, al igual que en las de otras regiones del mundo, se asentaron importantes culturas las cuales desarrollaron técnicas agrícolas que les permitieron el cultivo de especies tan importantes como el maíz, el frijol y la calabaza, dando por resultado una larga historia de uso y transformación de este ecosistema (Challenger, 1998).

A pesar de que la transformación del entorno por los humanos se inició hace miles de años, es en el último siglo cuando el crecimiento demográfico, el modo de producción dominante y su consecuente patrón de consumo, han promovido cambios de escala mundial, generando una crisis ambiental planetaria. Algunas de las consecuencias más severas incluyen una tasa de extinción alta de especies y una deforestación sin precedentes en la historia, debido principalmente al crecimiento demográfico y cambio de uso de suelo (Bawa *et al.* 2004; MA. 2005a). Los precursores del cambio son complejos y se expresan a diversas escalas, ya que van desde las decisiones locales hasta las políticas nacionales e internacionales, pasando por factores sociales, políticos, económicos y sus complejas interrelaciones, que en conjunto promueven impactos antropogénicos en el ambiente de gran envergadura (Bawa *et al.* 2004; Vergara y Gayoso, 2004; Sánchez-Azofeifa *et al.* 2005; Chowdhury, 2007).

Las actividades antropogénicas son una fuente de disturbio en las comunidades biológicas. Sousa (1984) definió a los disturbios naturales como “un agente natural de selección en la evolución de las historias de vida y causa una heterogeneidad tanto temporal como espacial que repercute directamente en la dinámica natural de las comunidades, influyendo de manera importante a nivel ecosistémico”. Diversos ecólogos han identificado distintas categorías de disturbio para caracterizar y cuantificar el nivel de impacto que el disturbio causa en la estructura y composición de la vegetación. Las variables consideradas para determinar el régimen de disturbio han sido: (i) la frecuencia, entendida como el número de eventos de disturbio en un tiempo dado; (ii) la intensidad de la fuerza del disturbio; (iii) la duración, el tiempo que dura el evento de disturbio; (iv) la magnitud, que mide el área en el que ocurre el disturbio; y (v) el efecto y tipo de disturbio (Rykiel, 1985; Pickett y White, 1985; Landa *et al.* 1997). Estos conceptos elaborados para caracterizar el disturbio natural son totalmente aplicables al disturbio generado por actividades antropogénicas, y esto a su vez permite calificar, cuantificar y comparar el grado de disturbio generado por las actividades humanas.

Después de un disturbio el ecosistema inicia un proceso de regeneración, llamado sucesión secundaria. A lo largo de este proceso se presentan varias etapas o estadios antes de llegar a una comunidad en un equilibrio dinámico (Clements, 1963; Odum 1975; Whittaker, 1975; Pickett y White, 1985; Lozada *et al.* 2006). En la región neotropical, la sucesión secundaria se ha estudiado más ampliamente en los bosques tropicales húmedos; en ellos se han identificado tres fases, cada una caracterizada por diferentes tipos de especies (Gómez-Pompa y Vázquez-Yanes, 1981; Peña-Claros, 2003). Para el caso de los bosques secos aunque se han observado en algunos casos condiciones similares de sucesión, no hay suficientes estudios para poder hablar de fases similares (Murphy y Lugo, 1986; Álvarez-Yépez *et al.* 2008; Lebrija-Trejos, 2008). El régimen de disturbio estará determinando en gran medida la sucesión secundaria, dado que dicho régimen afecta directamente las condiciones biofísicas de las cuales depende el proceso sucesional (Pickett y White, 1985).

Después del abandono de actividades humanas, la sucesión secundaria es de gran importancia para los procesos ecosistémicos y su recuperación. Se estima que de 1970 a 1990 una tercera parte de las tierras deforestadas abandonadas en Latinoamérica se regeneraron por el proceso de sucesión vegetal, permitiendo nuevamente el establecimiento de los bosques maduros (Chowdhury, 2007, Molina y Lugo, 2006). A los bosques tropicales formados posteriores al abandono de las alteraciones humanas se les conocen como bosques secundarios (Brown y Lugo, 1990; Corlett, 1995; Guariguata y Ostertag, 2001; Slik, 2005;

Newmaster *et al.* 2007; Chowdhury, 2007; Hartter *et al.* 2008). Anteriormente los ecólogos consideraron a los bosques secundarios de menor importancia, debido a que difieren en composición, estructura y función ecológica de los bosques maduros. Sin embargo, actualmente se reconoce que desde tiempos históricos, grandes áreas de bosque tropicales, tanto húmedos como secos, son bosques secundarios. Por lo tanto, es importante su estudio, ya que dichos bosques secundarios siguen en aumento a expensas del bosque primario, son los que proveerán beneficios y satisfactores para cubrir las necesidades básicas de numerosas poblaciones humanas, además de ser importantes reservorios de germoplasma que promueven la regeneración de los bosques primarios (Brown y Lugo, 1990; Corlett, 1995; Mizrahi *et al.* 1997; Guariguata y Ostertag, 2001; Chazdon, 2003; Burgos y Maass, 2004; Slik, 2005; Molina y Lugo, 2006; Newmaster *et al.* 2007; Alvarez-Yépiz *et al.* 2008).

Las características ecológicas de los bosques secundarios varían considerablemente de acuerdo con las siguientes dos variables: (1) la distancia a la que se encuentren de los bosques maduros, ya que éstos son la fuente de propágulos para el establecimiento de las especies durante la sucesión (Guariguata y Ostertag, 2001; Chazdon, 2003; Slik, 2005); y (2) el régimen o historia de disturbio al que fue sometido el bosque, debido a que la capacidad de recuperación del ecosistema depende de la frecuencia, la intensidad y la magnitud del disturbio (Folke *et al.* 2004; Álvarez-Yépiz *et al.* 2008). Landa *et al.* (1997) señalan que el deterioro ambiental se alcanza cuando el disturbio antropogénico reduce la entrada de energía o provoca un cambio de un grupo de organismos, los cuales ya no pueden ser reemplazados, afectando la función ecológica del ecosistema. Este proceso implica la pérdida de atributos de los ecosistemas y acelera la erosión, la salinización, la pérdida de nutrientes, la modificación a la estructura del suelo y la contaminación.

Diversos autores han identificado a la intensidad y la frecuencia de los fuegos en las prácticas agrícolas de roza-tumba y quema, utilizadas por los campesinos de estas zonas tropicales, como los factores más importantes de disturbio antropogénico (Murphy y Lugo, 1990; Challenger, 1998; Castellanos, 2001; Ochoa-Gaona *et al.* 2007). Por lo tanto, dado que la capacidad de recuperación de los bosques tropicales depende en parte del régimen de disturbio, en el caso de los bosques tropicales secundarios es de vital importancia conocer su historia de manejo.

Otro importante factor a considerar en la caracterización de las comunidades naturales es la topografía, ya que ésta determina tanto oportunidades y limitantes para su manejo, así como su capacidad de recuperación. Los manchones de vegetación pueden ser distintos dependiendo de la inclinación y orientación de la pendiente, ya que estas variables influyen de

manera determinante en la disponibilidad de agua y la cantidad de radiación solar a la que está expuesta (Challenger, 1998; Velázquez y Gómez, 2007; Gallardo-Cruz *et al.* 2009). La formación de suelo también está estrechamente relacionada con las condiciones topográficas y con las características de la vegetación que se presente, por que el suelo proporciona agua, nutrientes y anclaje (Mongler y Bestelmeyer, 2005; Bestelmeyer *et al.* 2004; Velázquez y Gómez, 2007). Por estas razones, el tipo, la profundidad y la humedad del suelo, así como la evapotranspiración, ejercen una marcada influencia en el crecimiento, la densidad de árboles y la composición de las especies (Challenger, 1998; Durán *et al.* 2006; Velázquez y Gómez, 2007). Por ejemplo, en bosques secos de Venezuela, Fajardo *et al.* (2005) reportan que pueden ser muy diferentes en composición y estructura entre sí, dependiendo de las condiciones locales del terreno, como el tipo de suelo y la topografía, ya que esos bosques se encuentran en muy distintas orografías, desde valles y lomas suaves, hasta fuertes pendientes.

Las características topográficas juegan un papel predominante en el tipo de uso de suelo. En general, los valles y los piedemonte son las primeras unidades ambientales afectadas por las actividades humanas. En cambio, en las unidades ambientales que presentan pendientes pronunciadas y topografía accidentada, el impacto antropogénico suele ser menor (Burgos y Maass, 2004; Vergara y Gayoso, 2004). Dependiendo de las condiciones físicas y biológicas, y de las características del grupo social presente en el sitio será el cambio de uso de suelo que tenga lugar (Vergara y Gayoso, 2004; Sánchez-Azofeifa *et al.* 2005; Chowdhury, 2007).

La presencia de asentamientos humanos repercute directamente en el uso de los recursos y a su vez impacta a los ecosistemas presentes (Burgos y Mass, 2004). Esto ha provocado en el paisaje actual una gran deforestación y fragmentación de los ecosistemas, principalmente en las zonas más cercanas a los asentamientos humanos (Vergara y Gayoso, 2004). En diversos estudios se ha reportado que en las áreas más cercanas a los poblados se registran los mayores impactos antropogénicos, y que conforme la distancia va aumentando se encuentran sitios mejor conservados, debido a que la agricultura y la ganadería son más intensivas en las zonas más cercanas (Challenger, 1998, Vergara y Gayoso, 2004). La misma relación se ha encontrado en torno a las vías de acceso como carreteras y caminos; a mayor cercanía a éstos, se incrementa la presión hacia los ecosistemas, dado que facilitan el acceso de los pobladores a los recursos. Vergara y Gayoso (2004) reportan coberturas mayores a 80% en los bosques ubicados a distancias mayores que 3 km de las vías de acceso.



## 2.- Efectos potenciales del disturbio en la vegetación

Un disturbio, ya sea natural o antropogénico, es fuente directa de impactos en la vegetación. Por ello, el estudio de la vegetación brinda mucha información del estado de perturbación o de conservación en el cual se encuentra un lugar determinado, ya que en cada etapa sucesional se registran cambios en la biomasa, la productividad y la composición de especies (Hartter *et al.* 2008). Por ejemplo, en los bosques tropicales el cambio más obvio después de un disturbio es la aparición de especies de plantas pioneras (Slik, 2005; Kammesheidt, 2000, Lozada *et al.* 2006). Incluso en un sitio muy perturbado puede llegar a cambiar desde la estructura y la composición, hasta el tipo de vegetación por completo (Burgos y Maass, 2004). En los bosques secos se ha observado un patrón donde los sitios muy perturbados se transforman a comunidades homogéneas de matorrales espinosos (Alvarez-Yépiz *et al.* 2008).

En los estudios sobre los efectos del disturbio en la vegetación se han utilizado diversos indicadores, entre los que destacan cambios en la estructura, la diversidad y la composición, para evaluar y comparar entre sitios. La composición de especies y la diversidad florística son utilizadas también como indicadores de las condiciones del suelo, el impacto ambiental e inclusive la influencia del clima (Landa *et al.* 1997, Purvis y Hector, 2000).

La composición se puede medir en términos florísticos. Este parámetro identifica cuáles son las familias, los géneros y las especies que se encuentran, pudiéndose diferenciar la presencia de especies pioneras, invasoras, tolerantes, nativas, las cuales proporcionan información para determinar la fase sucesional en la que se encuentra el sitio observado. En áreas muy perturbadas se puede observar la predominancia de unas pocas especies; es el caso de los bosques tropicales secos de México en los cuales se registra la dominancia de especies de leguminosas, principalmente de los géneros *Acacia* y *Mimosa* (Pereira *et al.* 2003; Burgos y Maass, 2004, Dorado *et al.* 2005; Romero-Duque *et al.* 2007; Alvarez-Yépiz *et al.* 2008; Lebrija-Trejos *et al.* 2008).

La composición de formas de vida presentes en una comunidad también es importante como indicador de los efectos del disturbio. En los bosques tropicales se ha observado que en sitios más perturbados la abundancia de arbustos se incrementa, mientras que en los bosques conservados predominan los árboles (Guariguata *et al.* 1997; Roth, 1999; Dunphy *et al.* 2000; Trejo y Dirzo, 2000). Para el caso de los bosques tropicales secos, es importante mencionar la capacidad de algunas de las especies arbóreas para rebrotar ante eventos de corte, por lo cual es común la presencia de numerosos tallos en un individuo, pudiendo ser un indicador de

perturbación (Roth, 1999; Bellingham y Sparrow, 2000; Dunphy *et al.* 2000; Rendón-Carmona *et al.* 2009). Para las especies de plantas trepadoras no se ha encontrado un patrón equivalente, debido a que las especies de esta forma de vida se comportan de manera diferente. Para los bosques húmedos se ha observado una relación directa entre el grado de perturbación y el incremento en el número de bejucos presentes en los sitios más perturbados, basada en la capacidad de establecimiento y crecimiento rápido de las especies de esta forma de vida en los claros resultantes después de un disturbio (Schnitzer y Bongers, 2002). Sin embargo, en los bosques tropicales secos esta relación al parecer no es tan clara (Carse *et al.* 2000; Foster *et al.* 2008). La presencia de especies suculentas, principalmente cactáceas, es un indicador de la limitación de agua, ligada principalmente a un gradiente de humedad. A menor humedad mayor abundancia de cactáceas. El análisis de la composición florística y las formas de vida proporcionan información muy valiosa desde la perspectiva de la fase sucesional en la que se encuentra un sitio dado, pasando por su capacidad de recuperación, el manejo que recibe, las condiciones físicas en la que se encuentra, hasta el tipo de suelo y la humedad del sitio.

La estructura de la vegetación es un indicador directo de la sucesión secundaria que proporciona información sobre la acumulación de biomasa (Cairns *et al.* 2003). Para medir este parámetro las variables de respuesta más utilizadas han sido la altura y el área basal de las plantas leñosas, así como el número de tallos y la estructura diamétricas (Lebrija-Trejos *et al.* 2008). Se ha observado que las fases sucesionales más avanzadas presentan mayor acumulación de biomasa, debido tal vez a tener un mayor tiempo sin disturbio (Stern *et al.* 2002; Fonseca, 2003).

La diversidad biológica se puede medir como el número de especies presentes en una comunidad. Sin embargo, se ha visto que el número de especies es tan importante como sus abundancias relativas. Se espera que las comunidades más diversas sean más estables y resistentes, y presenten mayores tasas de producción (Magurran, 1988). Por lo tanto, es muy importante considerar este parámetro de la vegetación en los estudios de conservación.

Numerosos autores han realizado estudios comparativos de comunidades vegetales, cuantificando los cambios en la composición, la riqueza, la diversidad y la estructura, estos datos les han permitido inferir el grado de conservación o deterioro de las mismas (Landa *et al.* 1997; Gallardo-Cruz *et al.* 2005; Gould *et al.* 2006; Lebrija-Trejos *et al.* 2008). Es importante considerar el mayor número de variables y hacer una interpretación donde se integren todos los parámetros estudiados, para así poder obtener una lectura más precisa del estado en el que se encuentra una comunidad vegetal dada.

### 3.- Selva baja caducifolia

La característica más sobresaliente de la selva baja caducifolia (Miranda y Hernández, 1963) también conocida como bosque tropical seco (Rzedowski, 1978), es que se ubica en regiones con climas cálidos subhúmedos que presentan una marcada estacionalidad ligada a la distribución de la precipitación a lo largo del año. En dichas regiones la época de lluvias se concentra en sólo 4 ó 5 meses del año, temporada en la que la vegetación de la selva crece de manera exuberante, con abundante follaje en los árboles y numerosas hierbas en el sotobosque. Este aspecto contrasta fuertemente con el que presenta durante la época de sequía la cual puede extenderse de 6 a 8 meses; etapa en la que los árboles pierden sus hojas y prácticamente desaparece el estrato herbáceo (Miranda y Hernández-X., 1963; Rzedowski, 1978; Trejo, 1998; Murphy y Lugo, 1986).

Fisonómicamente las comunidades de la selva baja caducifolia están dominadas por árboles de copas extendidas de no más de 8 a 10 m de altura. El estrato arbustivo puede presentarse de manera densa en algunas selvas y el herbáceo varía según la estacionalidad. El clima juega un papel importante en la composición, la fisonomía y la estructura de la selva baja caducifolia. Muestra de ello es que el número de lianas se incrementa en las áreas más húmedas, mientras la presencia de cactáceas columnares y candelabroiformes son indicadoras de zonas con sequías más pronunciadas (Rzedowski, 1978; Trejo, 1998).

Miles *et al.* (2006) estiman que en el planeta, el bosque tropical seco se distribuye -de manera muy fragmentada- en más de 1, 000,000 km<sup>2</sup>. Paralelamente, la FAO (2002) considera que los bosques tropicales secos abarcan 5% de toda la vegetación del mundo. En México, el bosque tropical seco o selva baja caducifolia (Miranda y Hernández-X., 1963) cubre 17% de la superficie total del país (Rzedowski, 1978; Toledo y Ordóñez, 1993). Se le considera la vegetación tropical más ampliamente distribuida en México, inclusive la más extensa en su tipo en Latinoamérica (Trejo y Dirzo, 1993; Trejo, 1998), cabe destacar que presenta una alta diversidad y endemismos, ya que cerca de 60% de sus especies sólo se distribuyen en México (Rzedowski, 1991).

A escala global se considera que los bosques tropicales secos son el ecosistema más perturbado (Miles *et al.* 2006; Trejo y Dirzo, 2000; Kauffman *et al.* 2003; Bawa *et al.* 2004; Burgos y Maass, 2004; MA, 2005a). Actualmente en las regiones donde se presentan estos ecosistemas se concentran las densidades más altas de población en América Latina (Kauffman *et al.* 2003), los países donde el bosque tropical seco registra mayor presión humana son: México, Cuba, Venezuela, Colombia, Bolivia y Brasil. Sus suelos fértiles en las planicies son aptos para la agricultura, siendo ésta la principal actividad responsable de la

destrucción de la mitad de su distribución original (Sánchez-Azofeifa *et al.* 2005; Kauffman *et al.* 2003; Bawa *et al.* 2004; Burgos y Maass, 2004; MA, 2005b). Estos bosques también están siendo afectados por la fragmentación del hábitat, el uso de recursos, y la contaminación, así como la introducción de especies exóticas para el establecimiento de pastizales empleados para la cría de ganado (Stern *et al.* 2002; Fajardo *et al.* 2005; Romero-Duque *et al.* 2007; Hartter *et al.* 2008).

En México, la selva baja caducifolia registra una fuerte presión de cambio de uso de suelo con fines agropecuarios, poniendo en riesgo a numerosas especies tanto de flora como de fauna (Ceballos y García, 1995). En 1998 la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) estimó que en el periodo comprendido entre 1976 y 1993 se perdió el 31.5 % de la superficie de estos bosques en el país. En ese mismo año, Trejo (1998) estimó que la selva baja caducifolia, en el caso particular del estado de Morelos pudo haber ocupado originalmente 60% de su territorio; sin embargo, para 1989 sólo quedaba alrededor de 38% de su cobertura, y para 2000 disminuyó a menos de 22%.

Por la importancia de la selva y el grado de perturbación en el que se encuentra, en 1999 el Gobierno Federal decretó un área de 59,030 ha como Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla (REBIOSH; CONANP, 2006), considerando que esta región es de vital importancia en la protección de manchones representativos de este tipo de vegetación, ubicados en la Cuenca del Río Balsas, en el sureste del estado de Morelos. La selva baja caducifolia de este estado está sujeta a diferentes presiones ambientales y antropogénicas que promueven un disturbio diferencial en los numerosos fragmentos remanentes en la REBIOSH. Por ello es de primordial importancia realizar estudios que nos permitan conocer el estado y las características de la selva baja caducifolia presente en la REBIOSH, con énfasis en la localidad de Huautla, el asentamiento humano más importante de la Reserva, que mantiene actividades antropogénicas importantes. Así mismo, es importante realizar estudios sobre la historia de uso de los recursos en la reserva que nos proporcione elementos para entender mejor el estado en que se encuentra esta selva.

#### **4.-Hipótesis y objetivos.**

En este trabajo se hipotetizó, con base en la literatura existente, que las variables estructurales que definen a la comunidad arbórea cambian por efecto de factores físicos (posición en el paisaje) y antropogénicos (cercanía a asentamiento humanos), y que las diferentes unidades de paisaje ofrecen una disponibilidad diferencial de recursos que afectan la estructura y la composición de la vegetación. Por otro lado, se espera que las unidades de paisaje que presentan una mayor accesibilidad de recursos naturales para los humanos y seguridad para su apropiación, serán los sitios con mayor disturbio, y que la selva baja caducifolia cercana a los sitios con presencia de actividades humanas tendrá un grado de conservación menor que la localizada en sitios más apartados, los cuales podrían estar libres de dicha presión. Finalmente, se hipotetizó que las decisiones de manejo de los ejidatarios sobre el uso del suelo que dan a cada manchón de vegetación afectarían el proceso de sucesión y por lo tanto la estructura y composición de cada fragmento.

#### **Objetivos**

Por lo anterior el presente trabajo pretende alcanzar los siguientes objetivos:

- Evaluar el impacto de las condiciones físicas, con base en la caracterización de unidades de paisaje, sobre la estructura y la composición de las especies leñosas de la selva baja caducifolia.
- Evaluar el impacto de las actividades humanas sobre las unidades de paisaje que ofrecen mayor accesibilidad para la apropiación de recursos naturales por los humanos.
- Evaluar el impacto antropogénico sobre la composición y la estructura de las especies leñosas presentes en la selva baja caducifolia en la zona cercana a los asentamientos humanos, así como en la zona más alejada de los mismos.
- Explorar la relación entre las características de la comunidad arbórea de la selva baja caducifolia con la historia de manejo que llevan a cabo las poblaciones humanas del área.

## **II.-ÁREA DE ESTUDIO**

### **1.-Localización geográfica**

El área donde se llevó a cabo el presente estudio es la Sierra de Huautla, la cual se ubica en el estado de Morelos, en la Cuenca del Río Balsas. Particularmente el trabajo se enfocó en la Subcuenca de Huautla, a la microcuenca donde se encuentra el poblado de Huautla (Figura 1).

La subcuenca hidrológica de la Sierra de Huautla es parte importante de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla (REBIOSH) aunque una porción de la microcuenca y Subcuenca quedan fuera de dicha reserva, pertenece en su totalidad al estado de Morelos e involucra principalmente al municipio de Tlaquiltenango, y se ubica geográficamente entre los paralelos 18°19'26" y 18°36'01" N y los paralelos 98°51'24" y 99°04'23" O. En la región se presenta un gradiente altitudinal de 800 a 1840 m s.n.m.

### **2.- Características físicas**

El área cubre porciones de dos provincias fisiográficas divididas por el río Amacuzac. En la parte oriente y una porción importante del sur se halla sobre el Eje Neovolcánico, en la subprovincia del sur de Puebla, constituida por una gran variedad de rocas volcánicas y de sedimentos. La sierra se encuentra sumamente disectada formando lo que se denomina "enjambre de cerros". Al occidente de cerro frió ocupa el extremo norte de la Sierra de Huitzucó con un gradiente altitudinal entre los 1000 y 1700 msnm culminando en el cerro frió a 2280 m de altitud. (CONANP, 2006; Pérez *et al.* 1992).

### **3.- Características biológicas**

El tipo de vegetación que caracteriza a la zona, es la selva baja caducifolia. Comprende el 40.9% de su superficie de la REBIOSH. Se tienen registradas 1031 especies de plantas (CONANP, 2006), de las cuales 354 especies corresponden a árboles y arbustos (A. Rivas, datos no publicados).

En los arroyos y cañadas se presentan asociaciones compuestas por árboles de talla mayor al promedio de altura del dosel de la selva, con árboles como *Ficus petiolaris*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Pithecellobium dulce*, *Lysiloma divaricata*, *Bursera grandifolia*, y *Euphorbia fulva*, entre las más importantes. Así mismo, destaca la asociación compuesta por cactáceas columnares y candelariformes, perteneciente a géneros tales como *Stenocereus*, *Neoboubaumia* y *Myrtillocactus*. En las zonas alteradas hay asociaciones secundarias

formadas principalmente por arbustos espinosos de la familia Fabaceae, principalmente de los géneros *Acacia* y *Mimosa* (Pérez *et al.* 1992).

#### **4.- Características socioeconómicas**

En la Subcuenca de Huautla, la microcuenca de interés cuenta con seis poblados que en total tienen 3113 habitantes. En el poblado de Huautla se concentran 1,232 habitantes siendo la población más grande; le siguen Quilamula (667), Ajuchitán (238), Rancho Viejo (213), Xochipala (148) y Santiopan (146) (CONANP, 2006).

La población de esta región basaba su economía en las minas de plata que había en la zona, propiedad de la empresa “Rosario México S.A. de C.V”, la cual en 1991 cerró sus puertas y la gente tuvo que dedicarse a otras actividades para subsistir. A partir de ese año una parte de la población ha emigrado hacia centros urbanos, ya sea a ciudades o pueblos cercanos o a los Estados Unidos de América. Por esta razón, las poblaciones de estas comunidades han decrecido considerablemente. Los pobladores que permanecieron en la región intensificaron las actividades agrícolas, la extracción forestal (leña, resinas y cortezas) y la ganadería, todo lo cual ha promovido un fuerte proceso de cambio de uso suelo. La agricultura se desarrolla en las partes planas de la región o en las laderas con pendientes suaves. El uso de “tlacolotes” como terrenos de cultivo es una práctica común. La ganadería es de tipo extensiva: se cría ganado bovino, asnal, caballar, mular, caprino y ovino. La cría de porcino y aves de corral es de traspatio (CONANP, 2006).

El régimen de tenencia de la tierra que predomina en la zona es el ejidal (95.4%), aunque existe una pequeña parte que es propiedad privada y se ubica en el ejido de Huautla (4.6%) (Maldonado, 1997; CONANP, 2006).

#### **5.- Historia de Huautla**

El poblado de Huautla cuenta con registro histórico de más de 3,500 años de asentamientos humanos continuos. Entre los siglos XVI y XVII la región se vio transformada con la fundación de la hacienda de San Juan Chinameca, la cual quedó ubicada dentro del territorio denominado Real de Minas de San Francisco de Huautla (Canales, 2008). Con la extracción de plata se generaron nuevas geoformas en la región, transformando los lomeríos que ya existían y creando nuevos con el material acumulado que se extraía de las minas. Dando origen a los llamados “jales”, que son cerros de material acumulado donde la vegetación fue colonizando y que actualmente se pueden ver como lomeríos formando parte del paisaje. Paralelamente a la actividad minera, en la hacienda se introdujeron nuevos

sistemas productivos como el sistema de arado egipcio y la ganadería; ésta última fue causante de uno de los cambio de uso de suelo más notorios en la región (CONANP, 2006). Aunada a estas actividades productivas, se han registrado otras con gran capacidad transformadora como la creación de presas y la extracción de materiales pétreos para la construcción.



# Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla

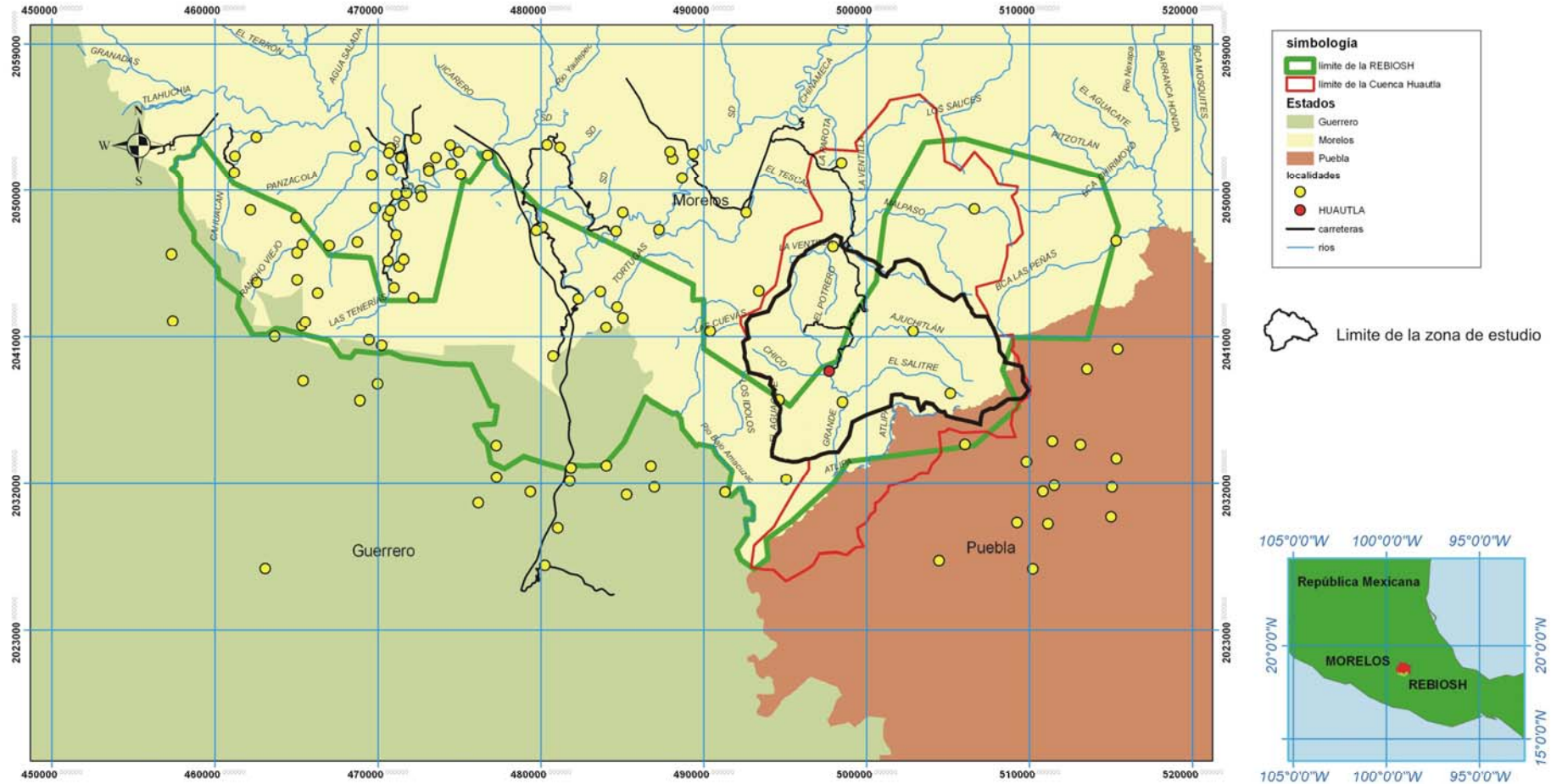


Figura 1. Mapa de localización de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla y ubicación del área de estudio (Microcuenca alrededor del poblado de Huautla).

### **III.-MÉTODO**

#### **1.- Diseño experimental**

Dado que la vegetación presente en una determinada área es el resultado de la interacción de los factores físicos, biológicos y sociales; para poder caracterizar la vegetación de la selva baja caducifolia (SBC) en la microcuenca de Huautla fue necesario tomar en cuenta dichos factores. Para tal fin, lo primero que se hizo fue una caracterización del área con un enfoque de ecología del paisaje, delimitando unidades de paisaje, ubicando los centros de población humana y estableciendo sus radios de influencia antropogénica. Con esta información se ubicaron los puntos de muestreo de la vegetación, esperando obtener así una representación lo más completa posible, de la accidentada y fragmentada SBC, estudiando los parámetros de composición, diversidad y estructura. Dado que el área de estudio se encuentra en un ejido y por lo tanto son tierras que han sido utilizadas productivamente, se hizo la reconstrucción de la historia de uso de los sitios donde se realizaron los muestreos mediante una entrevista semiestructurada a los dueños directos de las tierras.

#### **2.- Caracterización del área de estudio**

Para este trabajo se aplicó el enfoque de ecología del paisaje, el cual, nos permite analizar un sitio fuertemente fragmentado desde un punto de vista integral al relacionar estructuras espaciales con procesos ecológicos. La ecología del paisaje estudia al paisaje caracterizado esencialmente por su heterogeneidad y por su dinámica, controlada en gran parte por las actividades humanas. Otro enfoque que se ha venido utilizando es el estudio de cuencas el cual permite delimitar claramente el sitio de estudio e identificar los procesos que ahí se llevan a cabo, ya que una cuenca es una unidad ecosistémica funcional. Al interior de la cuenca se pueden delimitar las subcuencas definidas por los parteaguas secundarios, las microcuencas y finalmente las unidades de paisaje. Para la identificación de unidades de paisaje se considera la integración de criterios geomorfológicos y ecológicos, obteniendo unidades relativamente homogéneas (López y Cervantes, 2002).

Se hizo la caracterización física de la microcuenca, en la que se analizaron e interpretaron cartográficamente los siguientes temas: topografía, clima, edafología, geología, cobertura vegetal y uso del suelo (1:10000, 1:20000 y 1:50000). Una vez identificado y evaluado cada tema, los mapas se sobrepusieron mediante la herramienta de sistemas de información geográfica, lo que permitió obtener unidades homogéneas como unidades de paisaje. En cada unidad de paisaje se procedió a evaluar su cobertura vegetal, para tener la

certeza de que al realizar un muestreo se tuvieran representados los diferentes tipos de SBC presentes en el área. Dado que es una zona fuertemente fragmentada por las actividades humanas, no en todas las unidades de paisaje está representada la SBC, por lo que se tomaron en cuenta sólo aquellas donde ésta sí esté presente.

El aspecto social se tomó en cuenta por medio de la ubicación cartográfica de las distintas poblaciones humanas presentes en la microcuenca de estudio, caracterizándolas y clasificándolas como pequeñas, medianas y grandes. Con base en su tamaño, distribución e infraestructura se obtuvo su área de influencia sobre el medio biótico, reconociendo dos clases de distancias de influencia antropogénica: cercana y lejana.

Contando ya con una caracterización tanto física-ambiental y de asentamientos humanos de la microcuenca de Huautla, se procedió a elaborar una matriz que permitiera visualizar un mapa general del área, pudiendo así elegir los sitios de muestreo. En esta matriz se tomaron en cuenta las unidades fisiográficas, las unidades de paisaje, la cobertura vegetal, el tamaño de las poblaciones humanas presentes así como su zona de influencia (Cuadro 1).

Debido a que en la unidad de paisaje valle no se encontraron manchones de SBC y que los lomeríos abruptos y cañadas son de difícil acceso, se consideraron dos unidades de paisaje para este estudio: el piedemonte y los lomeríos suaves. Al conjuntar los dos criterios establecidos (influencia antropogénica y las unidades de paisaje), se establecieron cuatro condiciones o tratamientos: (1) cerca-piedemonte, (2) cerca-lomería suave, (3) lejos-piedemonte, y (4) lejos-lomería suave.

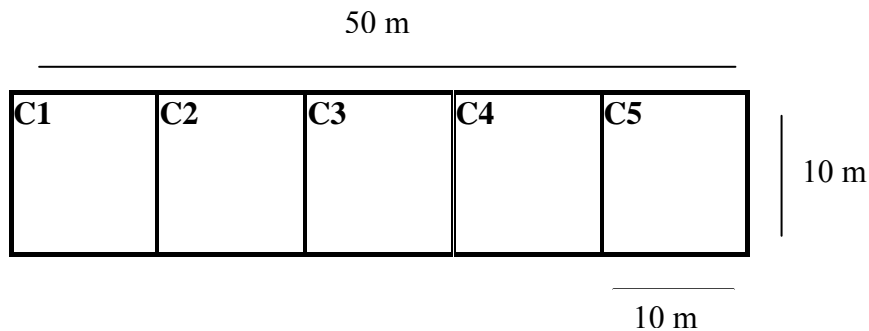
**Cuadro 1.-** Matriz de integración de las unidades de paisaje, la influencia antropogénica y tipo de vegetación.

<b>Influencia antropogénica</b>	<b>Unidad de paisaje</b>	<b>Tipo de vegetación</b>
Cerca	Piedemonte	SBC
	Lomerío suave	SBC
	Lomerío abrupto	SBC
Lejos	Pie de monte	SBC
	Lomerío suave	SBC
	Lomerío abrupto	SBC

### 3.-Obtención de datos de campo

#### 3.1.-Levantamiento de vegetación

El empleo de parcelas permite obtener una buena información sobre la composición florística, la estructura de la vegetación y el tipo de aprovechamiento que se esté llevando a cabo (Kent y Coker, 1992). Una vez identificados los cuatro tratamientos, directamente en campo se ubicaron cinco sitios de muestreo por cada tratamiento, obteniendo un total de 20 sitios muestreados. En cada sitio se estableció una parcela de 50 x 10 m, divididas en 5 cuadros de 10 m x 10 m, obteniendo así una unidad básica de muestreo de 100 m<sup>2</sup> lo cual permite hacer comparaciones con otros trabajos (Gentry, 1982; Trejo, 1998; Balvanera, 1999; Lebrija-Trejos, 2001; Pérez-García y Meave, 2004; Gallardo-Cruz *et al.* 2005; Camacho *et al.* 2006; Romero-Duque *et al.* 2007; Ruiz y Fandiño, 2007) (Figura 2).



**Figura 2.** Esquema de una parcela de muestreo dividido en cinco cuadros.

En cada cuadro se registraron todos los individuos con diámetro a la altura del pecho (1.3 m, DAP) > 1 cm. Este diámetro se seleccionó considerando que en las SBC de México abundan los arbustos y los bejucos, los cuales tienen DAP pequeños, y evitar excluir a una parte importante de la comunidad. De cada individuo se registró el DAP, la forma de vida, la forma de crecimiento y la altura (Anexo 1). Se recolectaron ejemplares de los individuos censados para su identificación.

### ***3.2.- Caracterización ambiental***

Considerando que los factores ambientales pueden influir directamente en los aspectos de la vegetación, de cada parcela también se obtuvieron datos sobre la caracterización física local, considerando el grado de pedregosidad del suelo, de erosión, la altitud, la orientación y la pendiente, el porcentaje de cobertura de vegetación, el porcentaje de suelo desnudo, la cantidad de madera muerta a la vista, la fisonomía (arbórea, arbustivo, pastizal), la evidencia de perturbación animal y humana, así como la distancia a caminos, ríos o arroyos y claros (Anexo 2).

### ***3.3.-Historia de manejo***

La intervención humana en los ecosistemas es muy importante, y dado que la zona de estudio se encuentra bajo un uso constante por pertenecer a un ejido, se consideró fundamental hacer una investigación sobre la historia del uso que permitiera identificar el disturbio al que han estado y están sujetas las parcelas muestreadas, así como conocer las percepciones que tienen los ejidatarios y pobladores en general en relación a SBC.

Para conocer la historia del uso y el impacto que está ejerciendo sobre la selva, se tomó como base el régimen de disturbio planteado por Pickett y White (1985), aplicándolo al disturbio antropogénico. Utilizando como herramienta la entrevista semiestructurada (Trilleras, 2008; Anexo 3), se documentó la intensidad, la magnitud, la duración y la frecuencia de las actividades de manejo realizadas en cada una de las parcelas estudiadas. Las actividades consideradas por ser las más importantes en el área, fueron la agricultura, la ganadería y la extracción de recursos forestales. Dicha entrevista se aplicó a los dueños de las parcelas donde se realizaron los muestreos.

Con el fin de conocer las percepciones de los pobladores sobre la SBC y comprender las decisiones que toman para el manejo de la misma, se organizó un taller comunitario al que se invitó a todos los miembros de la comunidad. Esta actividad con el propósito de conocer la historia del poblado, del ejido y de los cambios más importantes ocurridos en los ámbitos sociales y económicos, así como para propiciar un contacto más cercano con los habitantes locales.

## **4.- Análisis de datos**

### **4.1 Vegetación**

La estructura biológica abarca la composición y la abundancia de las especies, los cambios temporales en las comunidades y las relaciones entre las especies de una comunidad, y depende en parte de su estructura física (Krebs, 1985) En este trabajo se analiza la comunidad vegetal de SBC presente en Huautla en tres secciones: composición; Riqueza-abundancia-diversidad y estructura.

#### *4.1.1.-Composición*

##### 4.1.1.1.- Composición de especies, géneros y familias

En el campo se distinguieron y colectaron todas las morfoespecies presentes en cada parcela; se les asignó una identidad temporal, la cual fue posteriormente verificada con ejemplares de herbario. En otros casos la identidad de la morfoespecie se obtuvo mediante el apoyo de botánicos expertos. Con estos datos, se obtuvo el listado de las familias más importantes y los géneros más representados de los distintos tratamientos analizados.

##### 4.1.1.2.-Forma de crecimiento

Para evaluar si hay un efecto de los distintos tratamientos en la composición de formas de crecimiento de las especies, y con ello distinguir si se registran impactos en las condiciones físicas y distancia a los centros de población, se analizaron los datos de forma de crecimiento para los sitios de los cuatro tratamientos. Algunas especies presentan individuos con distintas formas de crecimiento, por lo que fue necesario hacer dos análisis, uno considerando el número de especies de cada forma de crecimiento y otro con el número de individuos de cada forma de crecimiento.

Se identificaron cuatro formas de crecimiento: arbórea, arbustiva, trepadora y cactácea. Los árboles son aquellos individuos que presentan un tronco principal en la base, los arbustos presentan ramificación del tronco desde la base y son de menor tamaño (menos de 3 m), las trepadoras o lianas tienen su raíz en el suelo pero suelen crecer sobre los árboles; y en el grupo de las cactáceas se colocaron a todas aquellas plantas suculentas pertenecientes a esta familia, independientemente de si presentan forma columnar, candelabriforme o cladodios, ya que muy pocas especies e individuos representaron a esta familia.

Con el objetivo de identificar diferencias significativas en la variación de formas de crecimiento en los distintos sitios y tratamientos, se aplicaron Modelos Lineales Generalizados (MLG) (Nelder y Wedderburn, 1972; Gotway y Stroup, 1997). Estos modelos

permiten utilizar variables tanto numéricas como categóricas y consideran otras distribuciones además de la normal, como la Binomial, la Poisson, etc. Mediante el programa estadístico *S-plus 6.1* se realizó el MLG, siendo la variable de respuesta la forma de vida, utilizando el error Poisson y la función de enlace logarítmica, y evaluando la significancia de las diferencias con la distribución de  $\chi^2$  y usando una  $\alpha = 0.05$ . De igual manera, se analizó el número de individuos que presentan diferentes formas de crecimiento. Se hicieron graficas de los promedios del número de especie y el número de individuos por tratamiento para visualizar las diferencias, incluyendo el error estándar para observar gráficamente el intervalo de confianza y la variación en el mismo tratamiento.

Debido a que hay especies que presentan individuos de diferentes formas de crecimiento, es decir, especies que en un principio son árboles pero distintas presiones se encuentran en campo con las características descritas para arbusto (ramificados desde la base y con menor altura). Para cada especie que presentó de manera importante esta característica, se graficó el promedio de número de individuos registrados por cada forma de crecimiento y llevó a cabo el MGL correspondiente, siendo la variable de respuesta la forma de crecimiento.

#### *4.1.2.-Categorías diamétricas*

Para los análisis de riqueza, abundancia, diversidad y estructura, se identificaron tres categorías de diámetro a la altura del pecho (1-2.5 cm, 2.6-8.5 cm y > 8.5 cm). Esta clasificación permitió diferenciar las fases de la sucesión, con lo cual se puede evaluar el manejo o los procesos de regeneración entre las distintas parcelas y por lo tanto, los tratamientos (Romero-Duque *et al.* 2007). Dado que la SBC se caracteriza por tener un importante número de arbustos y árboles muy ramificados, para el establecimiento de las categorías diamétricas, se consideró únicamente a la rama con el valor mayor para asignar la categoría correspondiente.

#### *4.1.3.-Riqueza-abundancia-diversidad*

Un método común para describir las relaciones numéricas entre las especies de una comunidad son las curvas de rango-abundancia, las cuales muestran los rangos de especies (orden) y sus abundancias (Magurran, 1988). Debido a que existe una gran diferencia entre los valores abundancia, la variable se convirtió a logaritmo. Se obtuvieron curvas con log-abundancia como variable de respuesta y rango en tres gráficas, una para cada categoría diamétrica, y en cada una de ellas se graficaron las cuatro curvas correspondientes a cada tratamientos. Cada curva muestra el valor de los errores estándar para visualizar la varianza y

el intervalo de confianza por tratamiento. Para determinar si había diferencias significativas entre los tratamientos se aplicó un MLG, siendo la variable de respuesta el logaritmo de la abundancia, y usando el error Poisson y la función de enlace logarítmica, con distribución  $\chi^2$  para evaluar la significancia.

El otro parámetro estructural de la comunidad que se evaluó, fue la riqueza de especies en los distintos tratamientos, tanto para cada categoría diamétrica como para el conjunto total de individuos. Para ello se utilizó el método de enrarecimiento con el programa *EstimateS*, mediante el estimador no-paramétrico Chao (Colwell y Coddington, 1994; Gotelli y Colwell, 2001). Este procedimiento permitió comparar la riqueza de especies en sitios con distinto número de individuos. Primero se obtuvo una curva de saturación por parcela y después por tratamiento con el fin de observar las diferencias entre ellos. Se hizo el análisis para las tres categorías diamétricas, obteniendo una gráfica de la riqueza de especies por tratamiento y por categoría. Se tomó la riqueza por tratamiento, con base en la curva enrarecida, tomando la parcela con menor número de individuos como base; se midió la riqueza con ese número base de individuos con el fin de estandarizar y comparar la riqueza en los sitios (Gotelli y Colwell, 2001). Esta sección se completó con un MLG, usando un modelo de error Normal, una función de enlace de identidad, usando la distribución de  $F$  para evaluar la significancia, con el programa *S-plus 6.1*.

La diversidad se midió con el *Índice de Simpson* (Magurran, 1988), obtenido con el programa *EstimateS* y se aplicó un MLG, con la variable de respuesta diversidad de Simpson, un error de tipo Normal, función de enlace de identidad y una distribución de  $F$ , para detectar diferencias significativas entre tratamientos.

#### 4.1.4.-Estructura

##### 4.1.4.1.-Especies dominantes-Valor de importancia

El Valor de Importancia es un valor cualitativo que muestra la composición de especies e identifica las de mayor importancia. Este valor es un índice compuesto que se obtiene de la sumatoria de los porcentajes de la frecuencia relativa; la abundancia y el área basal, registrada para cada especie en todas las parcelas, de tal manera que el valor máximo que puede registrar una especie es hasta del 300%(Brown y Curtis, 1952). Para este trabajo, dicho valor se obtuvo para cada tratamiento, lo que permitió observar diferencias entre ellos, evaluando a las especies de todas las parcelas correspondientes a cada tratamiento. Con este análisis se pudo observar no sólo la especie más importante, sino identificar cuál atributo (frecuencia, abundancia o área basal) es el que está determinando dicha importancia. La



información utilizada para obtener el Valor de Importancia también permitió ubicar especies indicadoras de disturbio o de sitios más conservados y a su vez la diferencia entre los tratamientos.

#### 4.1.4.2.-Análisis de Componentes Principales de especies por abundancia, frecuencia y área basal

El Análisis de Componentes Principales (ACP) es una técnica estadística que permite examinar de forma muy sintética la información de los datos obtenidos en campo (Jongman *et al.* 1987; Legendre y Legendre, 1998); es decir, cuando se tienen datos de muchas variables, esto no permite identificar si alguna de ellas es más importante que las otras, o si presentan fuertes correlaciones entre ellas, y por lo tanto proporcionan información redundante. El ACP combina las variables que están correlacionadas e identifica cuál de ellas está recogiendo la mayor parte de la variabilidad de los datos, resumiendo así las variables pero tratando de no perder información. Para el caso de la composición de especies, este procedimiento permite identificar si hay especies que estén explicando la mayor variabilidad que se registra en las distintas parcelas y en los tratamientos. También tiene la bondad de ubicar en el espacio los distintos sitios muestreados y así poder identificar patrones de agregación de sitios y por lo tanto de los tratamientos (ordenamiento). En la gráfica la identificación de los sitios se facilitó, al adjudicar formas geométricas a las diferentes condiciones como son cercanía o lejanía, y otorgando diferentes colores a las unidades de paisaje.

Debido a que las especies se distribuyen de manera diferencial y de igual manera aportan distintos valores según el área basal, la frecuencia y la abundancia, se hizo un ACP para cada uno de los tres atributos contemplados en el Valor de Importancia. Se obtuvieron tres ACP: para cada uno de ellos se dejaron sólo aquellas especies que aportaban mayor explicación a la varianza total y todas las demás se eliminaron de la gráfica para poder identificar las especies más importantes. Todos estos análisis estadísticos se realizaron con el programa *S-plus 6.1*.

#### 4.1.4.3.- Área basal total, Diámetro, y la altura máxima

Las variables de respuesta consideradas para evaluar la estructura de la vegetación fueron: el área basal total, el número de tallos por individuo, el diámetro de los troncos y de las ramas, y la altura máxima. Para el área basal se obtuvo la suma total de todos los individuos por cada tratamiento, correspondiente a cada categoría diamétrica; graficando los

promedios por tratamiento con el error estándar, y por medio del MLG con un error tipo Normal, una distribución de  $F$ , y  $\alpha = 0.05$  para identificar a las diferencias.

En el caso del número de tallos, no se tomaron en cuenta las categorías diamétricas establecidas en un principio, ya que están siendo consideradas en el análisis por sí mismo; al igual que los análisis anteriores se graficaron los promedios con su intervalo de confianza (95%) y mediante el MGL con un error tipo Poisson, función de enlace logarítmica y una distribución de  $\chi^2$  y con  $\alpha = 0.05$ , se evaluó si las diferencias eran significativas. Las diferencias en altura máxima se evaluaron mediante la elaboración de un histograma de frecuencias de clases de altura, realizando un MLG (error Poisson, distribución  $\chi^2$ ,  $\alpha = 0.5$ ) para evaluar la significancia de las diferencias.

#### *4.1.5.-Integración-matriz general*

A manera de resumen se construyó una matriz general donde se incluyeron los parámetros estructurales obtenidos de la comunidad estudiada, así como las especies más importantes, con base en el Valor de Importancia de todas las especies en todas las parcelas. Con esta matriz se hizo un ACP. En el caso de los valores de área basal, se hizo la transformación a logaritmo, ya que las diferencias de valores son muy grandes entre los individuos. Además de la matriz general, se elaboraron tres matrices más, una por cada categoría diamétrica, colocando cada valor de comunidad por cada categoría y obteniendo los Valores de Importancia de las especies por categoría.

#### *4.2.-Caracterización ambiental*

Con los datos obtenidos en campo de las características locales (porcentaje de la pedregosidad y la erosión, altitud, pendiente, orientación, cobertura de vegetación, porcentaje de suelo desnudo, porcentaje de madera muerta a la vista, fisonomía, evidencia de perturbación animal y humana, distancia a caminos, ríos o arroyos y claros: Anexo 2), se construyó una matriz, tomando los datos como variables. Esta matriz fue estandarizada para poder llevar a cabo un ACP.

#### *4.3.-Historia de manejo*

Las entrevistas semiestructuradas aplicadas aportaron los datos para poder identificar a las variables que pudieran estar influyendo en las características de la vegetación del sitio de estudio. La entrevista se dividió en tres secciones, agricultura, ganadería y uso de recursos vegetales. El análisis de las respuestas se dio en ese mismo orden. Para cada sección se

obtuvieron valores cuantitativos y cualitativos; se estandarizaron y se obtuvo: la duración, la magnitud, la frecuencia, la intensidad, y el tiempo desde el último evento de disturbio. La *duración* se midió en número de años en que se realizó una práctica en particular. La *magnitud* se calculó por el número de hectáreas que se ocupa para cada práctica. La *frecuencia* se obtuvo contando el número de veces que se realiza una actividad en un año, multiplicándola por el número de años en que se ha practicado. La *intensidad* se calculó combinando variables, como el uso de insumos para las distintas actividades, características del fuego aplicado y el uso de distintas herramientas (Trilleras, 2008).

En la sección de agricultura se consideró el régimen de roza-tumba y quema (RTQ), los ciclos y los tipos de cultivos, el régimen de chapeo, de labranza y de deshierbe, así como el uso de agroquímicos. La ganadería fue evaluada por la cantidad de cabezas de ganado por unidad de área y la introducción de pasturas para ese fin, así como el tipo de mantenimiento de las pasturas. Para evaluar el uso de los recursos vegetales sólo se consideró a la leña por ser su explotación una actividad productiva importante en la región.

Cabe aclarar que no todos los sitios de muestreo corresponden a un dueño, ya que como el área de estudio forma parte de los terrenos de un ejido, cuatro de las parcelas muestreadas se localizan dentro del fundo común del ejido, y no tienen un dueño específico. En estos casos no se pudo hacer la entrevista correspondiente, ya que se trata de un área de acceso abierto a todos los ejidatarios. En su lugar, se optó por preguntar a la población sobre las actividades realizadas que en estos terrenos se realizan para poder completar la información correspondiente.

Una vez completada la matriz de manejo, se hizo un ACP para poder identificar las variables de manejo, explican la mayor parte de la varianza.

#### ***4.4.-Integración total: Análisis Canónico de Correspondencia***

Las características de la comunidad leñosa de la selva baja caducifolia pueden estar siendo determinadas por factores físicos y antrópicos. Para verificar si en el presente estudio dichos factores son importantes, e identificar cuál o cuáles variables están explicando mejor las varianzas de los parámetros estructurales calculados de los distintos sitios, se hizo un Análisis Canónico de Correspondencia (ACC), el cual permite relacionar la abundancia de especies con parámetros estructurales y las variables del entorno (Ter Braak, 1998). Este análisis integra la información de las variables ecológicas y ambientales, así como las variables ecológicas y las de manejo, analizando las dos matrices en su conjunto (Legendre, y Legendre, 1998). En este análisis se tomó como la matriz principal, la matriz general donde se

conjunta todos análisis hechos a lo largo de este trabajo así como las especies más importantes. La matriz secundaria es la matriz de la historia de manejo, tomando en cuenta sólo las variables que resultaron más importantes en el ACP.

## IV.-RESULTADOS

### 1.-Unidades de Paisaje

Se delimitaron cinco unidades de paisaje para la subcuenca de Huautla a partir del análisis espacial y la sobreposición de la cartografía de los siguiente seis temas: edafología, geología, geomorfología, climas, tipo de vegetación y uso de suelo; se consideró también la altitud y la pendiente. El cuadro 2 muestra que el 60 % de la superficie de Huautla se distribuye entre las unidades de paisaje identificadas como valle y piedemonte, le siguen en orden de importancia el lomerío suave y el lomerío abrupto, siendo las cañadas las que menor superficie presenta en la comunidad. Cada unidad de paisaje contiene a los cinco diferentes tipos de vegetación y uso de suelo (pastizal inducido, agricultura de riego, agricultura de temporal, matorral y SBC). En la figura 3 se muestra la distribución de las distintas unidades de paisaje. Originalmente, la SBC se extendía por los valles, que también representan la unidad de paisaje con mayor extensión en Huautla. Sin embargo, a causa de las actividades antropogénicas actualmente los valles se encuentran totalmente transformados en pastizales y campos agrícolas.

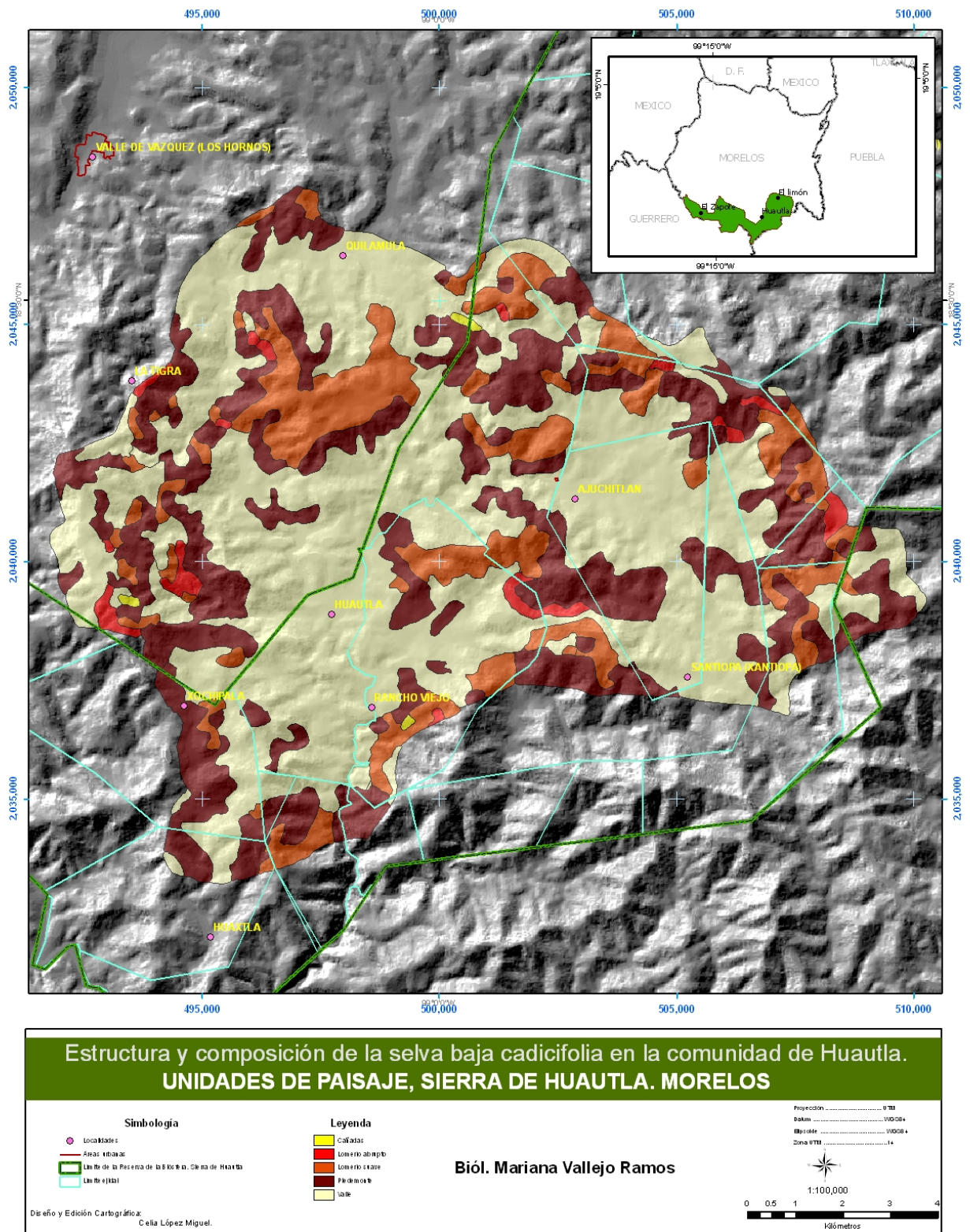
**Cuadro 2.** Proporción de la superficie de unidades de paisaje en la subcuenca de Huautla.

<b>Unidades de paisaje</b>	<b>Superficie (%)</b>
Valle	35
Piedemonte	25
Lomerío suave	20
Lomerío abrupto	15
Cañadas	5

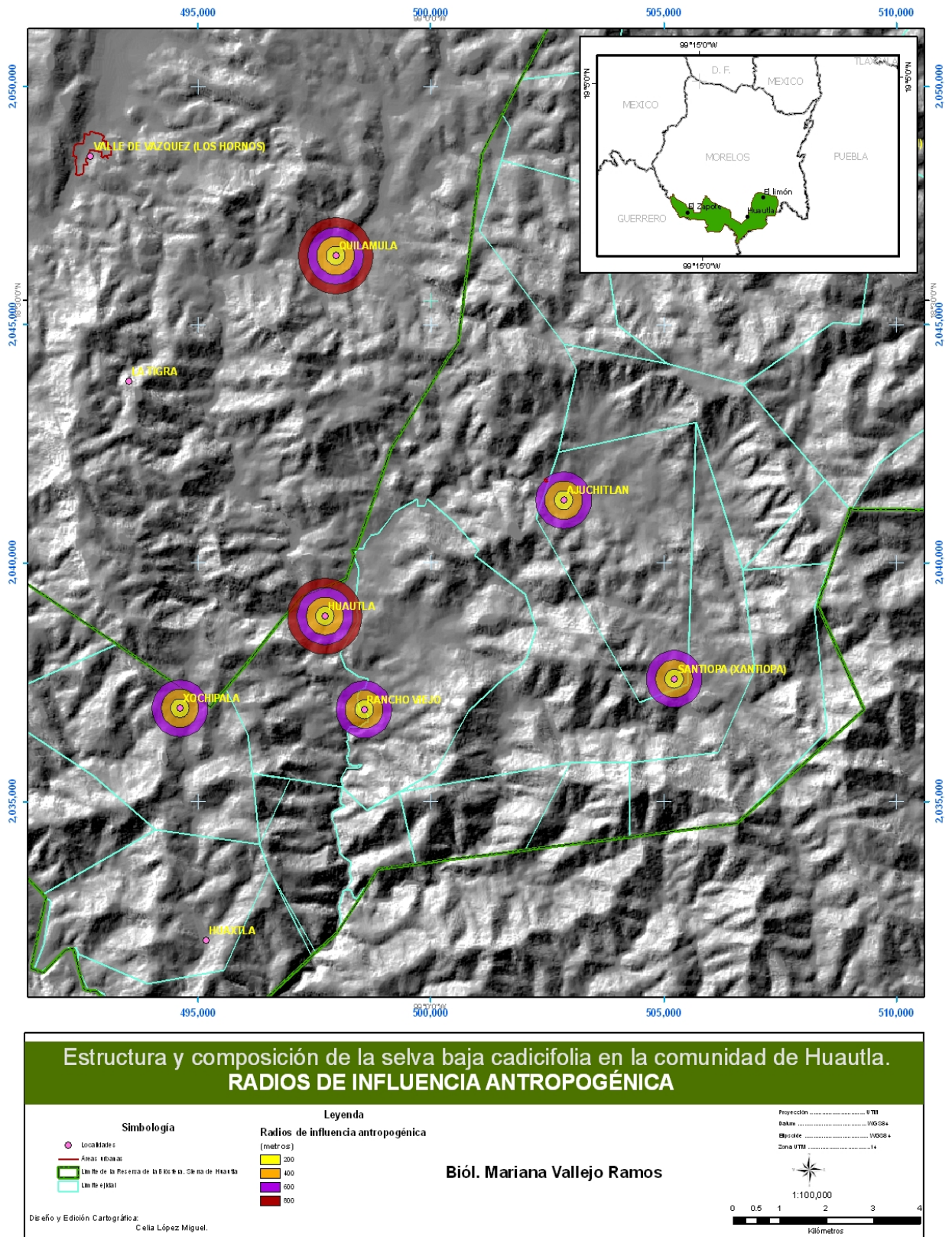
Se localizaron seis asentamientos humanos en el área, los cuales se clasificaron en chico y grande, de acuerdo con el número de habitantes y la medida del radio que ocupaban en la cartografía 1:20,000. Con esta información se establecieron categorías de radios de influencia antropogénica, clasificando a los manchones de vegetación de SBC que se encontraban dentro de los radios de influencia antropogénica como cercanos, y los que se localizan fuera de los radios como lejanos (Figura 4).

Para establecer los tratamientos se utilizaron dos unidades de paisaje: piedemonte y lomerío suaves, ya que corresponden a las unidades de paisaje de mayor extensión donde se localiza la SBC. Además se utilizaron dos clases de distancias a los poblados con base en los

radios de influencia, cerca y lejos. De esta manera se obtuvieron los cuatro tratamientos en los que se establecieron los sitios de muestreo de vegetación. (1) *Cerca-piedemonte*, (2) *Cerca-lomerío suave*, (3) *Lejos-piedemonte*, (4) *Lejos-lomerío suave*.



**Figura 3.-**Distribución de las unidades de paisaje (cañadas, lomerío abrupto, lomerío suave, piedemonte y valle) en la subcuenca de Huautla, Morelos.



**Figura 4.**-Ubicación de los asentamientos humanos y sus radios de influencia antropogénica en la subcuenca de Huautla, Morelos.

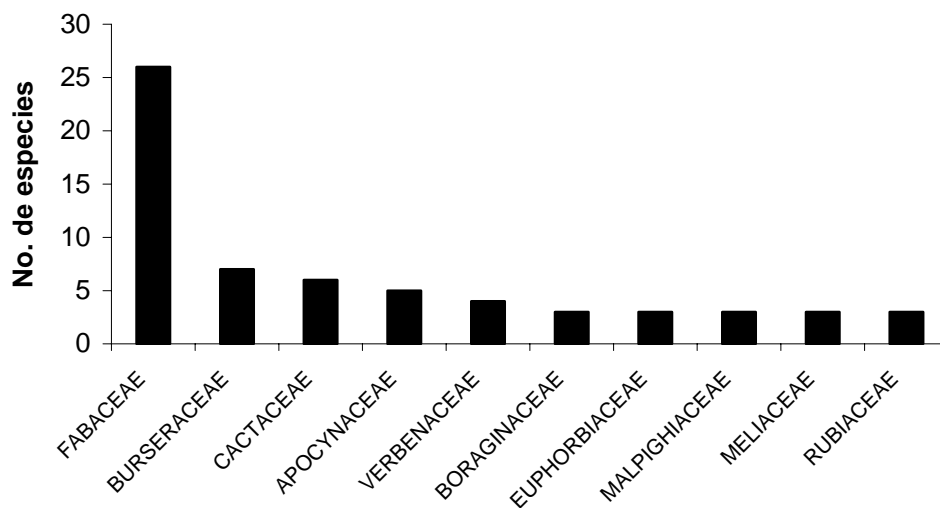


## 2.-Vegetación

### 2.1.-Composición

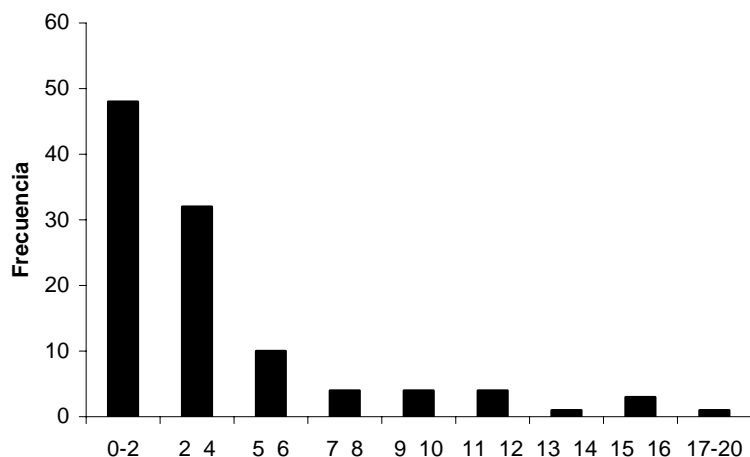
#### 2.1.1.-Composición-Especies, géneros y familias

En total se censaron en total 2,706 individuos. En este conjunto fue posible distinguir a 99 morfoespecies de las cuales 78 fueron determinadas hasta el nivel de especie, 7 sólo a género y 2 a nivel de familia: las 12 restantes se mantuvieron como morfoespecies (Anexo 4). Las especies identificadas representan a 30 familias y 62 géneros. La familia con mayor número de especies es la Fabaceae (30%) de la flora muestreada, le siguen, en una menor proporción las familias: Burseraceae, Cactaceae y un poco por debajo de éstas aparecen las familias: Apocynaceae, Verbenaceae, Borginaceae, Euphorbiaceae, y Malpighiaceae (Figura 5). Los géneros con mayor número de especies fueron *Acacia* y *Bursera*, con siete especies cada uno.



**Figura 5.-** Familias más importantes presentes en la zona de estudio.

En cuanto a la distribución de las especies, la Figura 6 muestra que la mayoría de ellas aparecieron en pocos sitios, es decir, sólo en uno o dos de los 20 sitios, decreciendo sucesivamente hasta que sólo unas pocas especies presentan una distribución amplia. Sólo una especie (*Lysiloma divaricata*) estuvo presente en todos los sitios, es una especie característica de los bosques tropicales caducifolios.

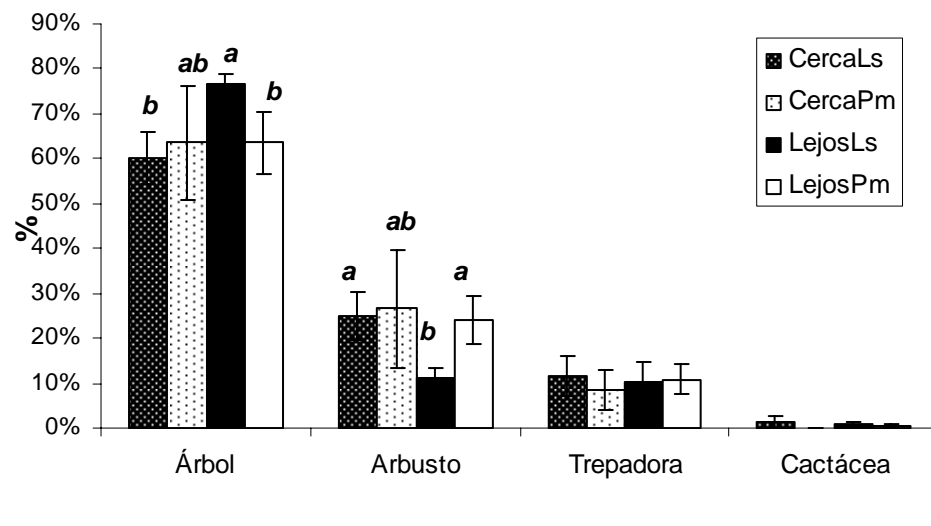
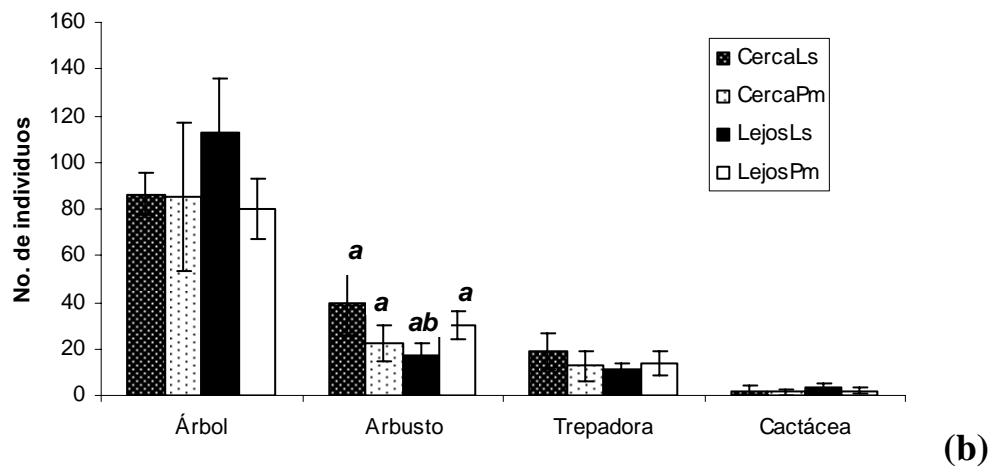
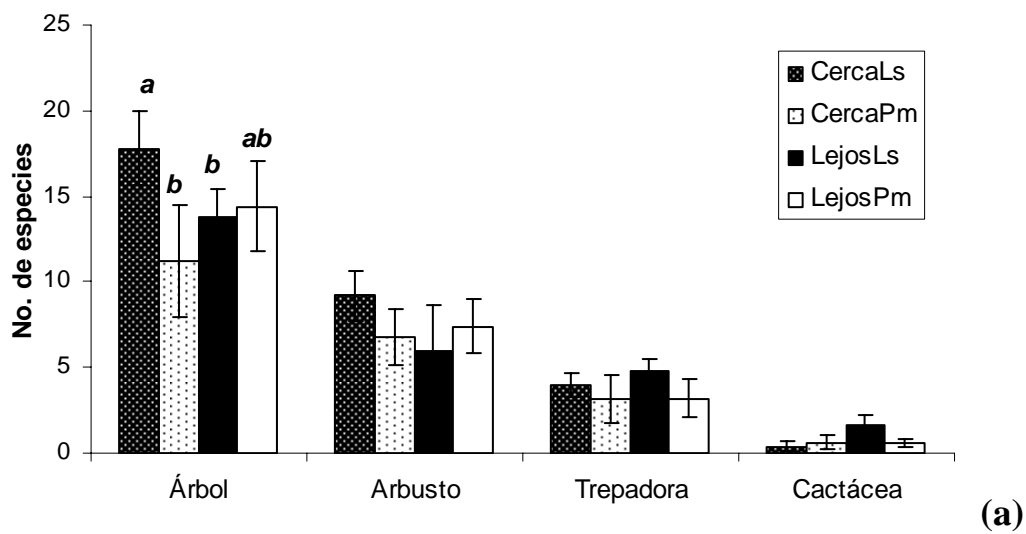


**Figura 6.-** Distribución de frecuencia de las especies en clases definidas por el número de parcelas donde estuvieron presentes.

### 2.1.2.-Forma de crecimiento

Al examinar la composición de formas de crecimiento en los distintos tratamientos, en primer lugar se consideró al número de especies representativas de cada forma de crecimiento. Sólo se observaron diferencias significativas para las especies de árboles (Figura 7a, Cuadro 3). Las especies de arbustos, trepadoras y cactáceas se distribuyeron en todos los tratamientos, por lo cual no presentaron diferencias significativas, siendo el tratamiento *cerca-lomería suave* donde se registró el mayor número de especies arbóreas.

Al analizar el número de individuos para cada forma de crecimiento, a diferencia de cuando se consideró el número de especies, se encontraron diferencias significativas para los arbustos (Figura 7b, Cuadro 3), siendo el tratamiento *lejos-lomería suave* el que contó con el menor número de individuos pertenecientes a esta forma de crecimiento. La transformación del número de individuos en porcentaje permitió acentuar las diferencias en la composición de las formas de crecimiento, en la Figura 7c (cuadro 3) se observa que el tratamiento *lejos-lomería suave* presentó una mayor proporción de árboles y por lo tanto es el que contó con una menor proporción de arbustos.



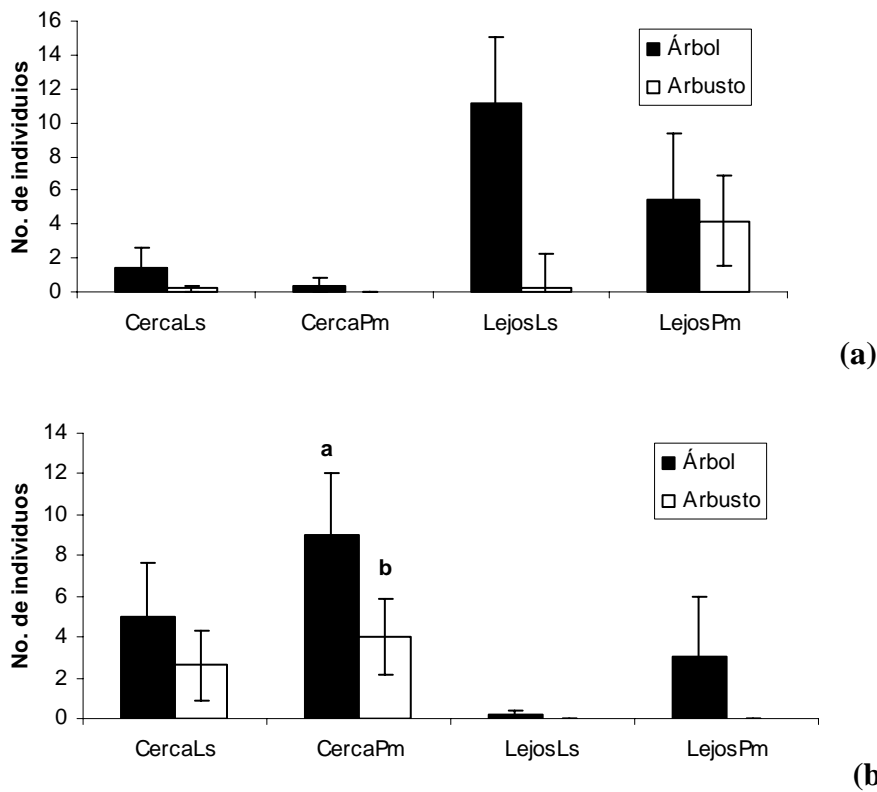
**Figura 7.** Comparación de la incidencia de las forma de crecimiento entre los distintos tratamientos para tres y variables de respuesta (a) número de especies, (b) número de individuos y (c) proporción de número de individuos. Las barras representan las medias ( $\pm$  error estándar) de cada variable, y las letras arriba de las columnas indican si hay diferencias significativas entre las formas de crecimiento para cada tratamiento.

**Cuadro 3.-** Análisis de Devianza para las variables de respuesta número de especies, número de individuos y porcentaje de número de individuos de cada forma de crecimiento: las variables independientes fueron forma de crecimiento y tratamiento (cerca-lomerío suave, cerca-piedemonte, lejos-lomerío suave, lejos-piedemonte). Los valores de devianza explicada por cada factor se evaluaron con los valores aproximados de  $\chi^2$  con los grados de libertad indicados.

Forma de crecimiento	Fuente de varianza	Devianza	gl	% de dev explicado	P
No. de especies	Total	851.0249	119		
	Forma de crecimiento /tratamiento	691.9307	5	81%	<0.001
No. de individuos	Total	5777.263	119		
	Forma de crecimiento /tratamiento	4792.727	15	83%	<0.001
Porcentaje de individuos	Total	51.56545	119		
	Forma de crecimiento /tratamiento	43.5704	15	84%	<0.001

En este estudio se registraron dos especies que igualmente muestran una forma de crecimiento tanto arbórea como arbustiva. Estas especies fueron *Euphorbia schlechtendalii* y *Gliricidia sepium*. La Figura 8a muestra la abundancia de *Euphorbia schlechtendalii* en los distintos tratamientos, y podemos observar que su abundancia es mayor en los sitios lejanos. La misma gráfica señala el número de individuos que adoptan la forma arbórea o arbustiva en cada tratamiento, destaca que la forma arbórea predomina en el tratamiento *lejos-lomerío suave*, mientras que en el tratamiento *lejos-piedemonte* el número de individuos de forma arbórea es ligeramente superior al número de individuos que presentan forma de crecimiento arbustiva, este comportamiento podría explicarse debido a una mayor presencia de ganado en este tratamiento (Cuadro 4).

En el caso de *Gliricidia sepium* (Figura 8b) observamos un comportamiento inverso, es decir, su abundancia es mayor en los tratamientos *cerca* y menor en los *lejos*. En cuanto al número de individuos que adoptan una forma de crecimiento arbóreo o arbustivo, vemos que en el tratamiento *cerca-lomerío suave* aunque predominan los árboles no hubo diferencias significativas, mientras en el tratamiento *cerca-piedemonte* predominaron significativamente los árboles sobre los arbustos. (Cuadro 4). *Gliricidia sepium* ha sido ampliamente reconocida como especie indicadora de disturbio, aspecto que podría explicar su mayor abundancia en los tratamientos *cerca*. Los pobladores del lugar la identifican como una especie de la que obtienen leña y postes, por lo que es posible que esté siendo favorecida y tal vez introducida en los sitios más cercanos.



**Figura 8.** Número de individuos por formas de crecimiento de las especies para cada tratamiento (a) *Euphorbia schlechtendalii* y (b) *Gliricidia sepium*. Las barras representan las medias ( $\pm$  error estándar) del número de individuos de forma de crecimiento arbórea y arbustiva registradas para cada tratamiento, y las letras arriba de las columnas indican si hay diferencias significativas entre las formas de crecimiento.

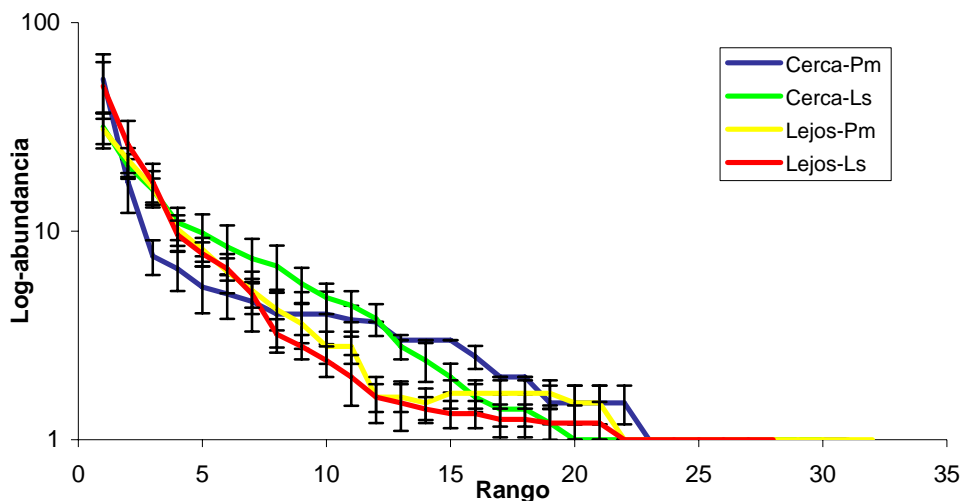
**Cuadro 4.** Análisis de Devianza para la variable de respuesta número de individuos de las especies *Euphorbia schlechtendalii* y *Gliricidia sepium*. Las variables independientes fueron la forma de crecimiento y los tratamientos (cerca-lomerío suave, cerca-piedemonte, lejos-lomerío suave, lejos-piedemonte). Los valores de devianza explicada por cada factor se evaluaron con una aproximación a valores de  $\chi^2$  con los grados de libertad indicados.

	Fuente de varianza	Devianza	gl	% de dev explicado	P
<b><i>Gliricidia sepium</i></b>	Forma de crecimiento	24.5	1	8.70%	<0.0001
	No. de individuos				
	Tratamiento	71	1	25.21%	<0.0002
	FC/tratamiento	11.3	1	4.01%	<0.0007
<b><i>Euphorbia schlechtendalii</i></b>	Forma de crecimiento	23.1	1	7.07%	<0.0001
	No. de individuos				
	Tratamiento	109.7	1	33.56%	<0.0002
	FC/tratamiento	2.3	1	0.70%	n/s

## 2.2 Riqueza-abundancia-diversidad

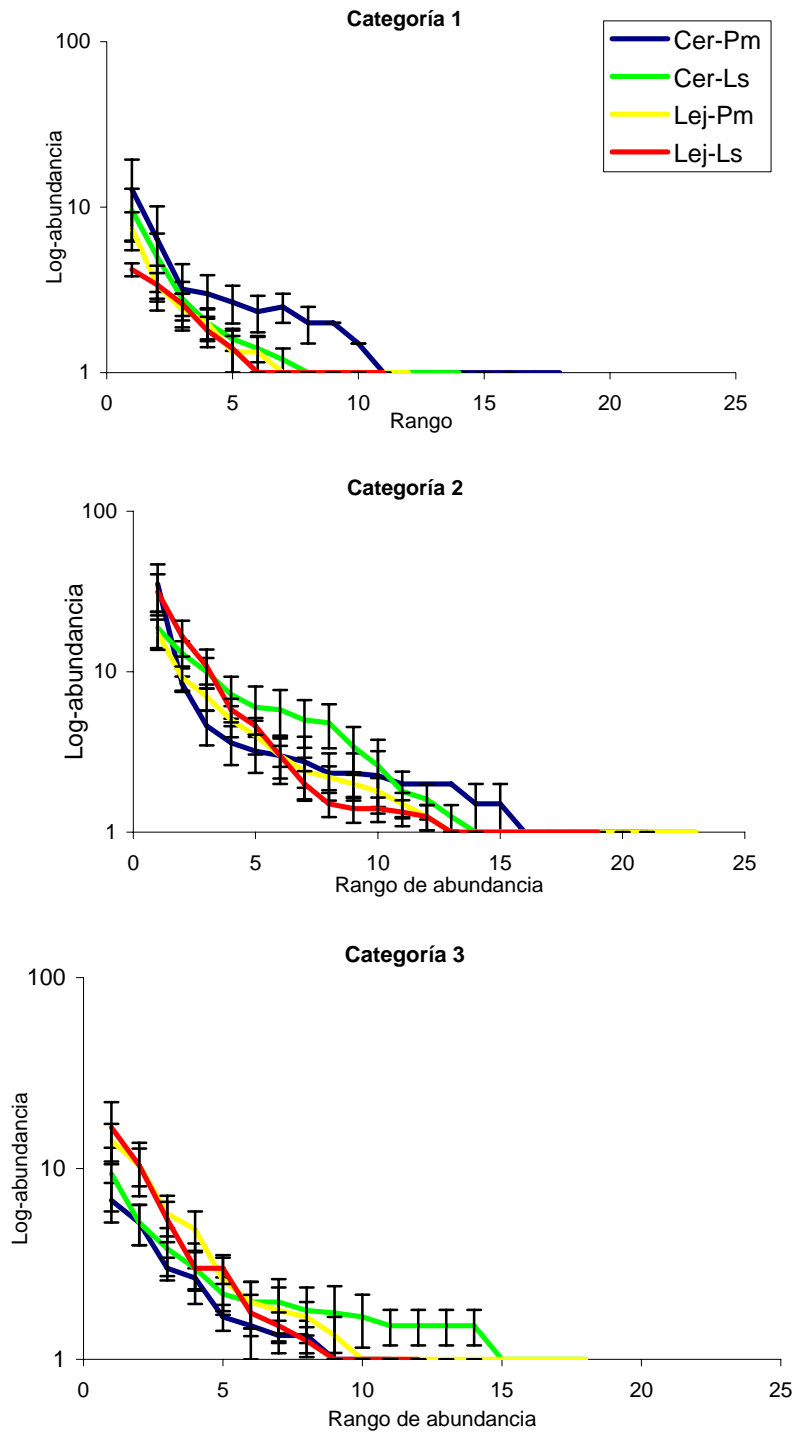
### 2.2.1.-Curvas de rango-abundancia

Las curvas de rango abundancia muestran gráficamente la estructura numérica de la comunidad, es decir, si la comunidad está dominada por pocas especies o si presenta una distribución de especies más equitativa, dependiendo de la forma de la curva. Una curva con una pendiente pronunciada indica una comunidad dominada por unas pocas especies, lo cual puede indicar un ambiente con restricciones ambientales muy fuertes o reflejar una comunidad menos conservada. En la figura 9 se muestran las curvas de rango-abundancia para las parcelas de los cuatro tratamientos considerando a todos los individuos. Se puede observar que en todos los tratamientos hubo pocas especies muy abundantes, lo que puede estar indicando que son comunidades dominadas por especies que de alguna manera se están viendo favorecidas y por lo tanto son abundantes y se encuentran ampliamente distribuidas.



**Figura 9.** Curvas rango-abundancia, para los cuatro tratamientos. Las líneas de error representan  $\pm$  error estándar.

En la figura 10 se muestran las curvas de rango-abundancia para las tres categorías diamétricas consideradas en este estudio. En la categoría uno, se registraron pocas especies y pocos individuos, y aunque en ésta categoría se aprecian más diferencias entre tratamientos, éstas no son significativas (Cuadro 5). En todos los tratamientos los individuos juveniles (categoría 2) fueron los más abundantes, en cambio para la categoría 3 fue el tratamiento *cerca-lomerío suave* en el que se encontró el mayor número de individuos.



**Figura 10.** Curvas Rango-log abundancia por categoría diamétrica. Cada curva representa los valores de la abundancia por tratamiento (*cerca-lomería suave*, *cerca-piedemonte*, *lejos-lomería suave*, *lejos-piedemonte*) con  $\pm$  error estándar.

**Cuadro 5.** Análisis de Devianza de la variable de respuesta abundancia (transformada en logaritmo). Las variables independientes son el rango de las especies y los tratamientos (*cerca-lomerío suave*, *cerca-piedemonte*, *lejos-lomerío suave*, *lejos-piedemonte*). Los valores de devianza explicada por cada factor se aproximan a valores de  $\chi^2$  con los gados de libertad indicados, se presenta para todos los individuos y para cada categoría.

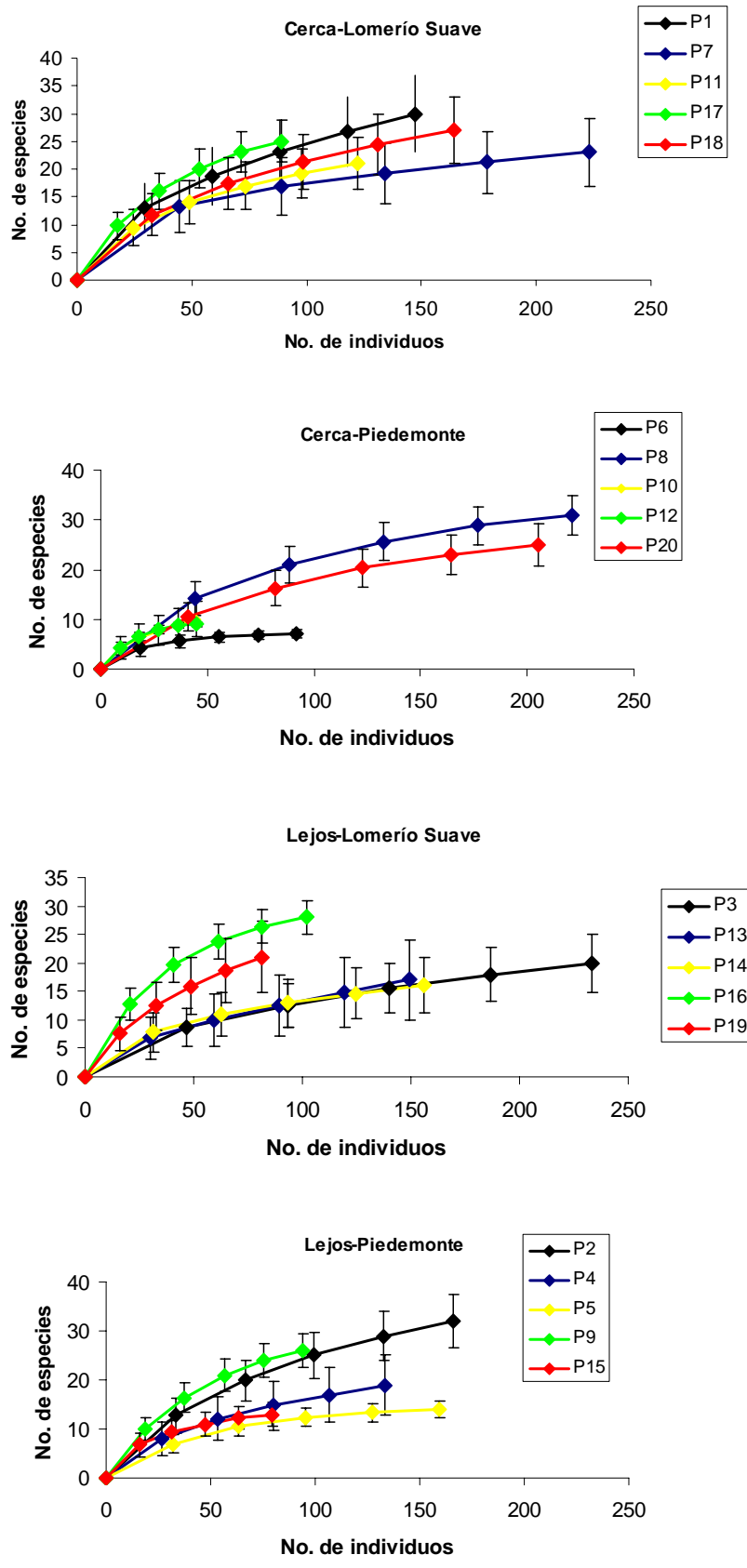
	Fuente de varianza	Devianza	gl	% de dev explicado	P
Todos los individuos	Rango	42.25187	1	0.69054699	<0.0001
	tratamiento	0.83032	4		n/s
Categoría 1	Rango	13.8527	1	0.67438546	<0.0001
	tratamiento	1.23623	3		n/s
Categoría 2	Rango	29.55267	1	0.69243487	<0.0001
	tratamiento	0.37943	3		n/s
Categoría 3	Rango	15.99878	1	0.71278341	<0.0001
	tratamiento	0.33158	3		n/s

### 2.2.2.-Riqueza-Curva de saturación de especies-Rarificación (o enrarecimiento)

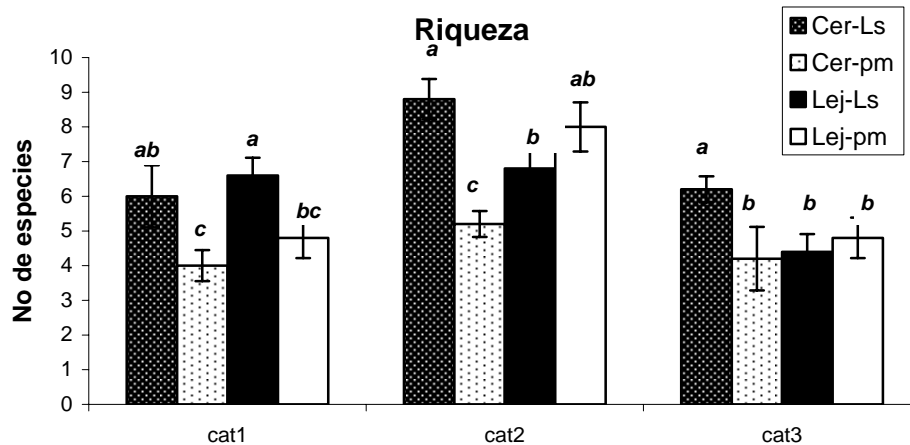
Al dibujar las curvas de enrarecimiento considerando todos los individuos de todas las especies presentes en los distintos tratamientos se obtuvieron las graficas de la Figura 11. Se observa que las parcelas pertenecientes a cada tratamiento son muy distintas entre sí, lo cual no permite identificar diferencias significativas entre ellos. Sin embargo, en el tratamiento *cerca-piedemonte* se encuentran las parcelas con el menor número de especies y un menor número de individuos.

La riqueza de especies por categoría diamétrica arroja diferencias significativas entre los tratamientos (Figura 12, Cuadro 6). La menor riqueza para todas las categorías diamétricas se registro para el tratamiento *cerca-piedemonte*, presentando una diferencia significativa entre las categorías 1 y 2. La categoría 1 incluyen a especies con individuos pequeños, posiblemente juveniles, lo que sugiere que han ocurrido episodios recientes de reclutamiento, y en este caso se observa que la mayor riqueza correspondió a los tratamientos de la unidad de paisaje *lomerío suave*. El tratamiento *cerca-lomerío suave* concentra la mayor riqueza, y en la categoría 2 concurre el mayor número de individuos, le sigue el tratamiento *lejos-piedemonte*. El tratamiento *cerca-lomerío suave* concentra la mayor riqueza de especies con predominio de las clasificadas en la categoría 3, la cual incluye a los individuos más viejos.





**Figura 11.**-Curvas de saturación de especies a partir del procedimiento de enrarecimiento -rarefacción por tratamiento. Cada curva es una parcela, identificada con la letra P y su número, y representa una réplica de cada tratamiento (cerca-lomería suave, cerca-piedemonte, lejos-lomería suave, lejos-piedemonte) con  $\pm 1$  error estándar.



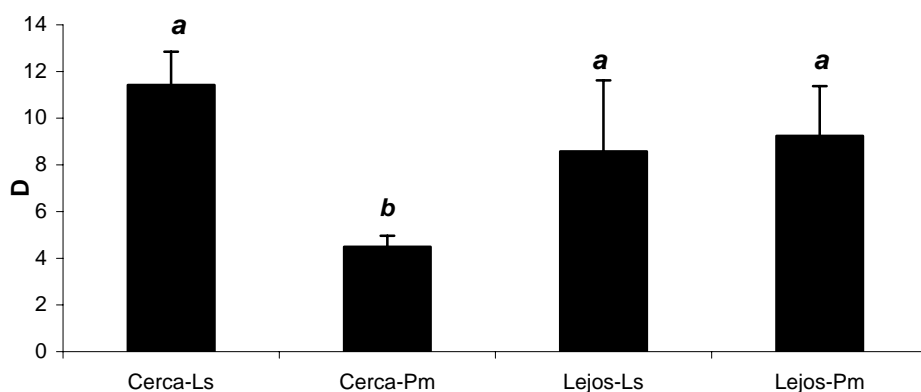
**Figura 12.** Riqueza de especies por cada categoría diamétrica en los cuatro tratamientos. Cada columna representa el promedio ( $\pm 1$  E.E.) de la riqueza de especies correspondiente al número mínimo de individuos presente en el sitio con menor densidad. Las letras indican si existen diferencias significativas entre los tratamientos.

**Cuadro 6.** Análisis de Devianza del efecto de los tratamientos (cerca-lomería suave, cerca-piedemonte, lejos-lomería suave, lejos-piedemonte) para la riqueza de especies (enrarecida) por cada categoría diamétrica. Los valores de devianza explicada se evaluaron por una aproximación a valores de  $\chi^2$  con los grados de libertad indicados.

	Fuente de varianza	Devianza	gl	% de dev explicado	P
Categoría 1	Tratamiento	9.9945	3	42%	0.01
Categoría 2	Tratamiento	10.0023	3	45%	0.01
Categoría 3	Tratamiento	8.2546	3	24%	0.04

### 2.2.3.-Índice de diversidad

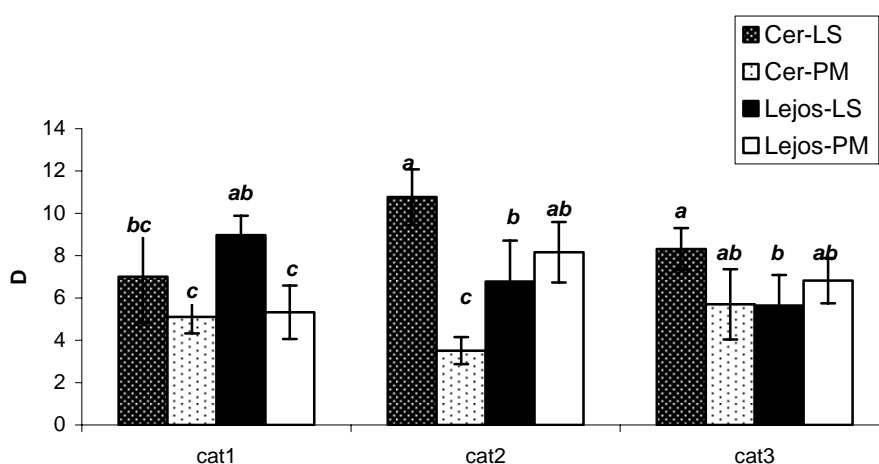
Los valores de diversidad se obtuvieron mediante el Índice de Simpson, tomando en cuenta a los individuos de todas las categorías diamétricas se presentan en la Figura 13. Se observa que el único tratamiento significativamente diferente fue el *cerca-piedemonte*, teniendo los valores más bajos de diversidad. Al analizar la diversidad por categorías diamétricas (Figura 14), se mantuvo el mismo patrón observado en el tratamiento *cerca-piedemonte*, con menor diversidad, y también presentó diferencias significativas entre los demás tratamientos (Cuadro 7). En la categoría 1 la mayor diversidad correspondió al tratamiento *lejos-lomería suave*; en cambio para la categoría 2 y 3 el tratamiento *cerca-lomería suave* fue el más diverso.



**Figura 13.** Índice de diversidad de Simpson (D) para los distintos tratamientos. Cada columna representa el promedio ( $\pm 1$  E.E.) del índice de diversidad de los sitios correspondientes a cada tratamiento (cerca-lomería suave, cerca-piedemonte, lejos-lomería suave, lejos-piedemonte), las diferentes letras indican las diferencias significativas entre tratamientos.

**Cuadro 7.** Análisis de Devianza para evaluar el efecto del tratamiento (cerca-lomería suave, cerca-piedemonte, lejos-lomería suave, lejos-piedemonte) sobre la variable de respuesta índice de Simpson (D). Los valores de devianza explicada por cada factor se evaluó por una aproximación a valores de *F* con los grados de libertad indicados.

Simpson	Fuente de varianza	Devianza	gl	% de dev explicado	P
Todos	Tratamiento	197.26789	3	22%	0.04
Categoría 1	Tratamiento	101.3892	3	50%	0.04
Categoría 2	Tratamiento	136.9953	3	46%	0.01
Categoría 3	Tratamiento	88.87234	3	54%	0.04



**Figura 14.** Índice de diversidad de Simpson (D) en los distintos tratamientos de cada categoría diamétrica. Cada columna representa el promedio ( $\pm 1$  E.E.) del índice de diversidad de los sitios correspondientes a cada tratamiento (cerca-lomería suave, cerca-piedemonte, lejos-lomería suave, lejos-piedemonte). Letras diferentes indican diferencias significativas.

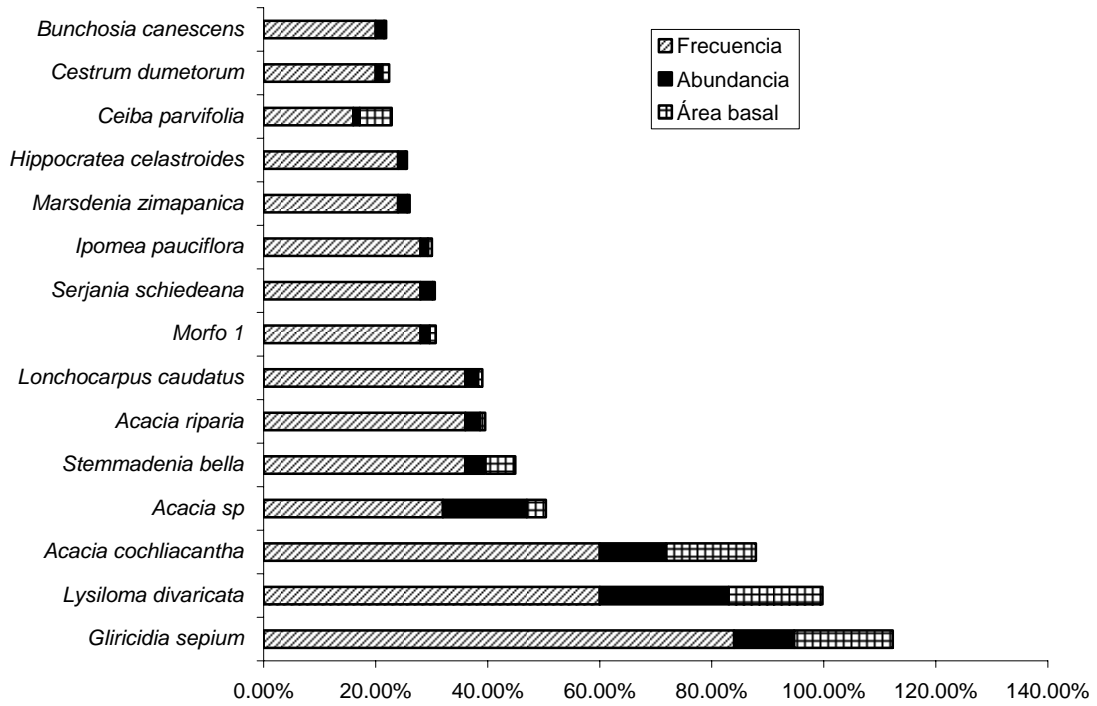
## **2.3.-Estructura**

### **2.3.1-Valor de Importancia**

La composición de especies cambió en los distintos tratamientos. Esto se aprecia en las gráficas que muestran el cambio de las especies más importantes en cada tratamiento de acuerdo con su valor de Importancia (Figura 15). En el tratamiento *cerca-piedemonte* las especies más importantes fueron *Gliricidia sepium*, *Lysiloma divaricata* y *Acacia cochliacantha*, seguidas por *Acacia* sp. y *Stemmadenia bella*, todas ellas reportadas en la literatura como indicadoras de disturbio (Dorado, 2005); estas especies ocuparon un lugar secundario en los demás tratamientos. En el tratamiento *cerca-lomerío suave* las especies con mayor valor de Importancia fueron *Lysiloma divaricata*, *Acacia cochliacantha* y *Stemmadenia bella*, seguidas por *Conzattia multiflora* y *Gliricidia sepium*. Para el tratamiento *lejos-piedemonte* las especies más importantes fueron *Lysiloma divaricata*, *Euphorbia schlechtendalii* y *Amphipterygium adstringens*, mientras que en el tratamiento *lejos-lomerío suave* las especies más importantes fueron, *Lysiloma divaricata*, *Amphipterygium adstringens* y *Conzattia multiflora*

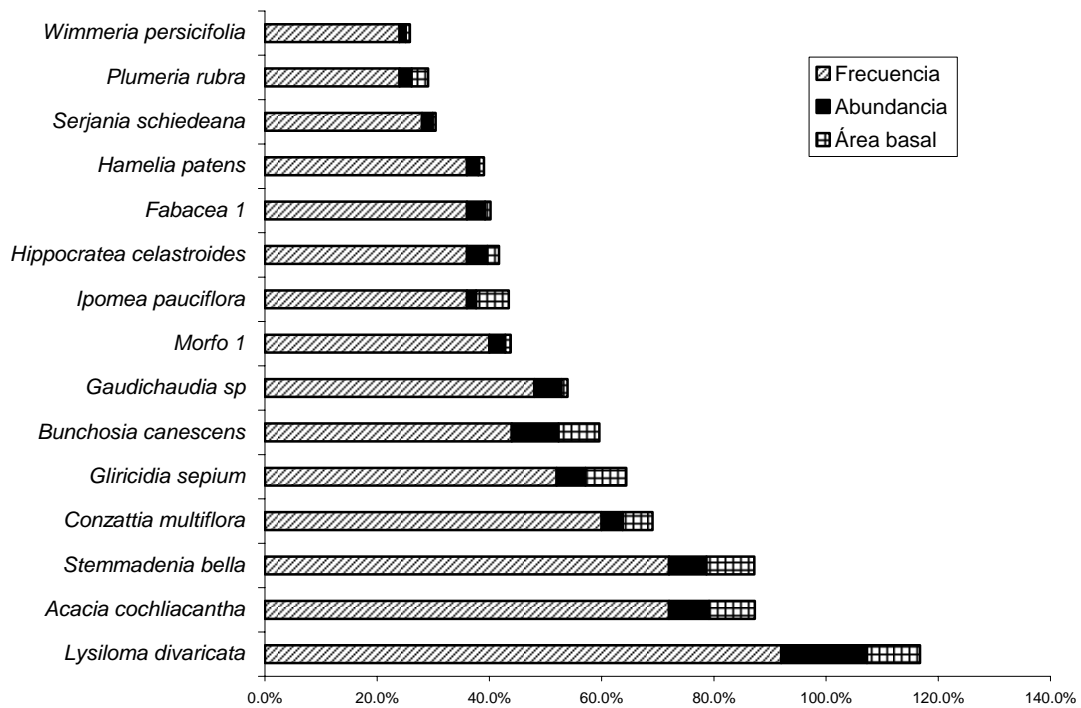
Es notable que en todos los casos el porcentaje de frecuencias predomina, lo cual nos indica que las especies de mayor importancia, lo son porque presentan una amplia distribución y se localizan en muchos de los sitios muestreados.

Valor Importancia Cerca-PM

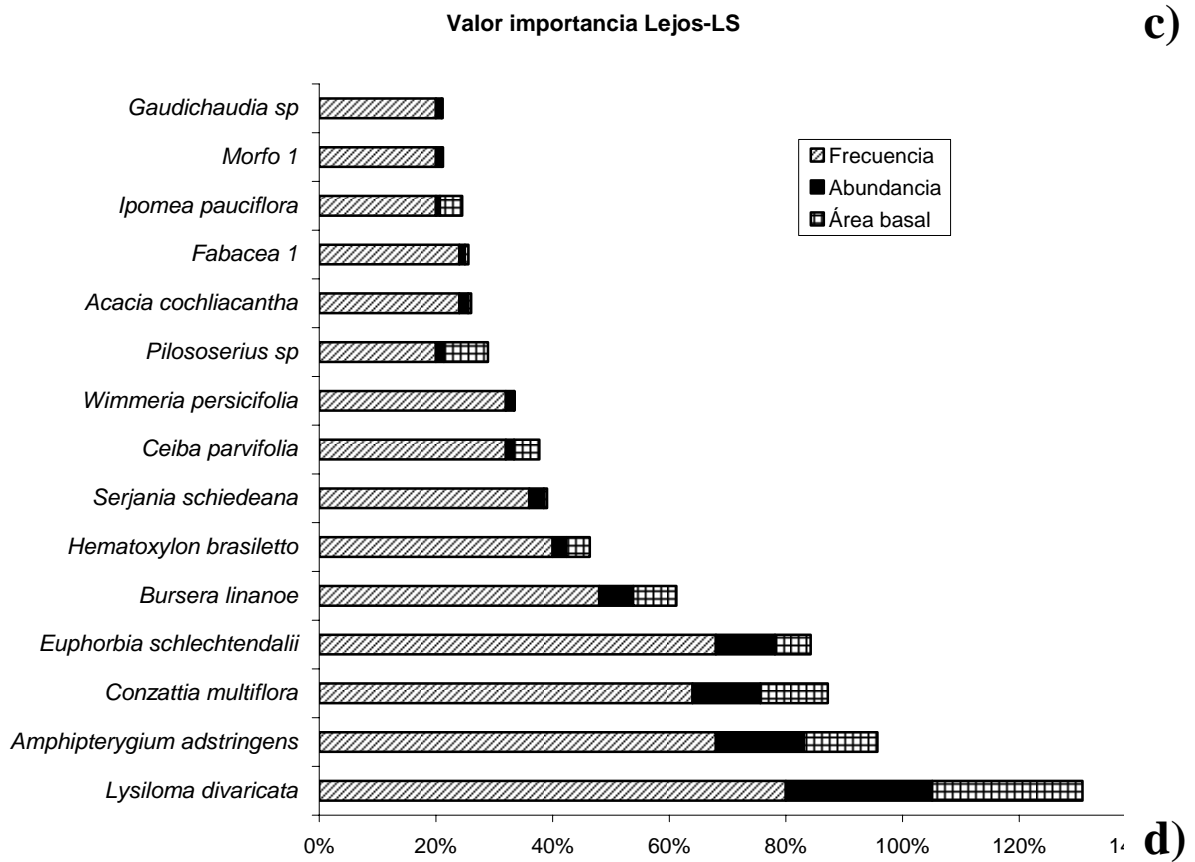
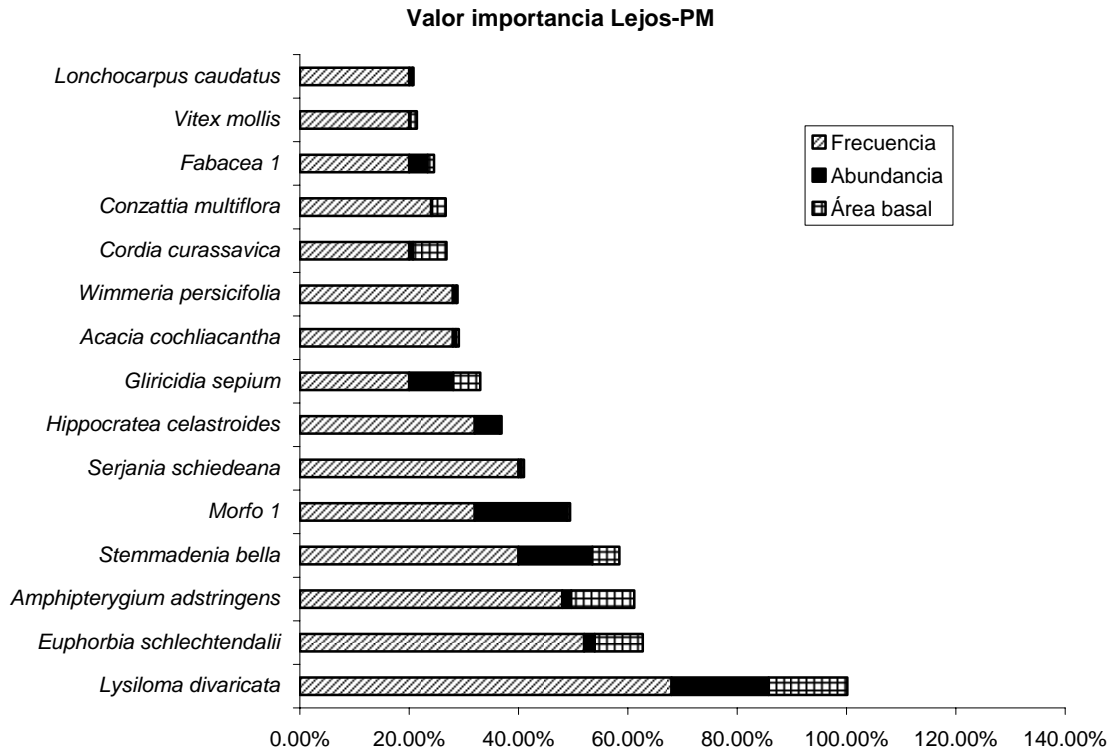


a)

Valor importancia Cerca-LS



b)

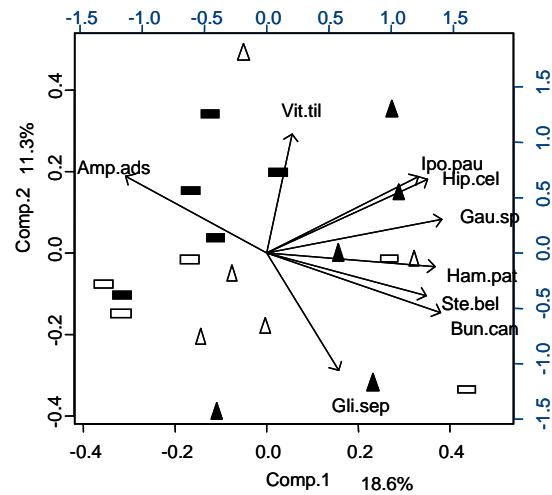


**Figura 15.-** Valor de importancia por tratamiento. (a) Cerca-piedemonte, (b) Cerca-lomerío suave, (c) Lejos-piedemonte, (d) Lejos-lomerío suave.

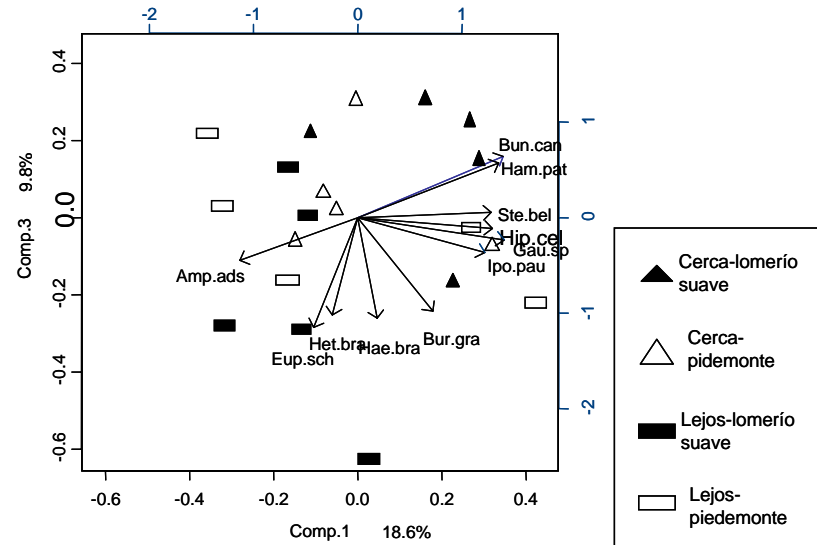
### 2.3.2.-Análisis de componentes principales de especies por abundancia, frecuencia y área basal

Las figuras 16 y 17 muestran los resultados obtenidos en el análisis de componentes principales por cada variable de respuesta incluida en el Valor de Importancia y sus componentes (frecuencia, abundancia y área basal). Se encontró una varianza muy grande en los sitios, los cuales no se agrupan en función de los tratamientos establecidos.

En cada tratamiento, las especies más importantes fueron en promedio ocho, en cada tratamiento, siendo distintas en cada uno, aunque se repiten algunas de las especies con el Valor de Importancia alto como *Lysiloma divaricata*, *Gliricidia sepium*, *Amphypteringium adstringens*. También están aquí especies raras, es decir con distribución restringida, como *Vitis molis*, *Bursera grandifolia*. Este análisis nos indica que existe una gran varianza entre los sitios, es decir cada sitio mantiene una composición y estructura independiente como se muestra en las gráficas 16 y 17 donde ningún tratamiento se agrupa.

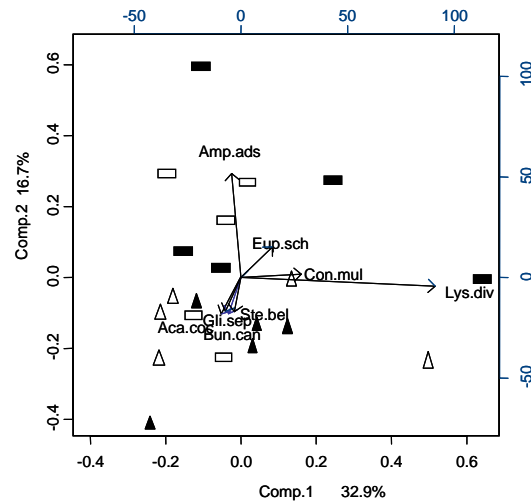


(a)

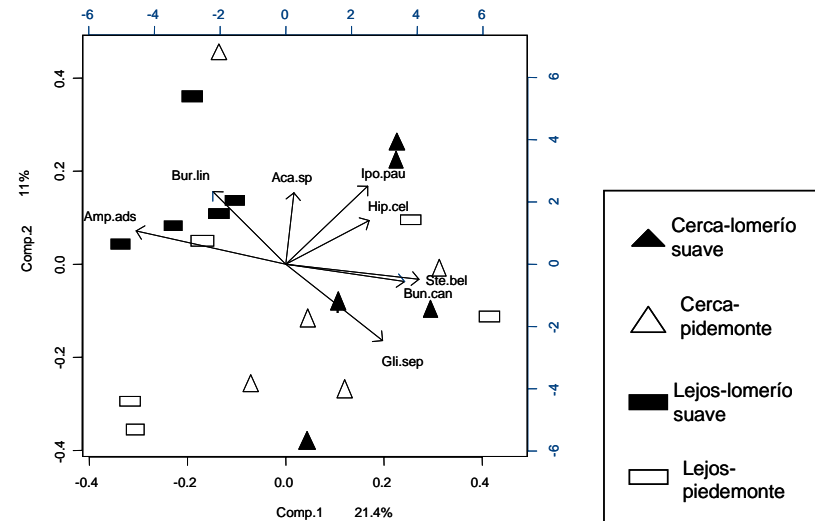


(b)

**Figura 16.** Análisis de componentes principales basado en matrices de frecuencia de las especies. (a) Componente 1 y 2, y (b) componente 1 y 3. Se muestran las especies más importantes por su frecuencia en las parcelas muestreadas. Los dos primeros ejes (a) explican 30% de la varianza, los ejes 1 y 3 (b) explican 28.5%. Las flechas representan las especies más importantes y los símbolos las parcelas.



(a)



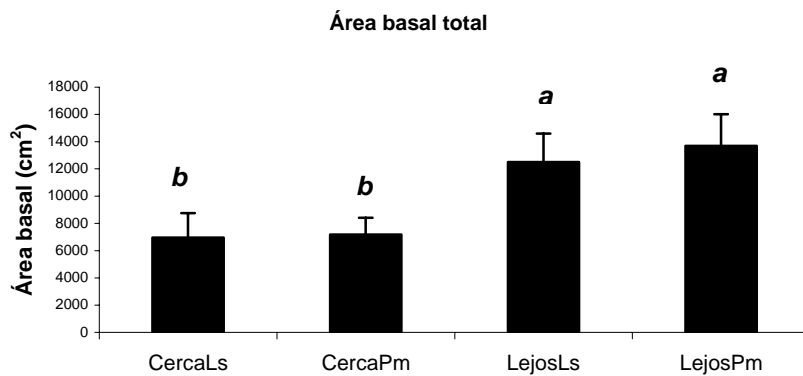
(b)

**Figura 17.** Análisis de componentes principales basado en matrices de (a) abundancia de especies y (b) área basal. Se muestran las especies más importantes por su abundancia y su área basal. Las flechas representan las especies más importantes y los símbolos las parcelas.



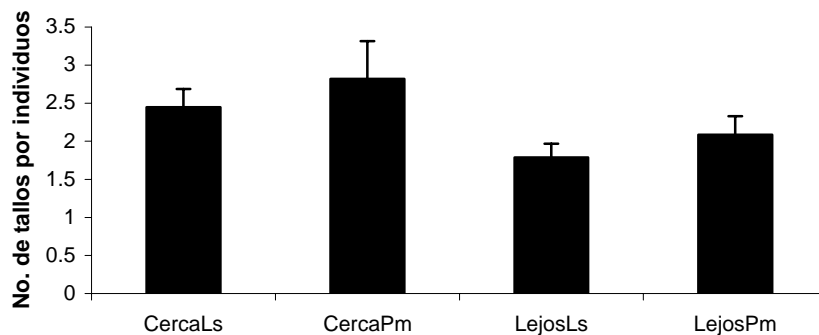
### 2.3.3.- Área basal total, Diámetro, y la altura máxima

En la figura 18 claramente se observa que en los tratamientos *lejos* se registra mayor acumulación de biomasa dado que registra los más altos valores de área basal, siendo estadísticamente significativos a los obtenidos en los tratamientos *cerca*. (Cuadro 8). Probablemente el disturbio sea más frecuente en los tratamientos *cerca* debido a la presión que ejercen los asentamientos humanos lo cual repercute en una reducción de acumulación de biomasa.



**Figura 18.** Acumulación de área basal en los distintos tratamientos. Cada columna representa el promedio ( $\pm 1$  E.E.) del área basal de los sitios correspondientes a cada tratamiento (cerca-lomerío suave, cerca-piedemonte, lejos-lomerío suave, lejos-piedemonte). Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos.

La figura 19 muestra que los tratamiento *cerca* presentan mayor número de tallos por individuo que los registrados en los tratamientos *lejos* aunque la diferencia entre el número de tallos por individuos entre tratamientos no es significativa (cuadro 8).

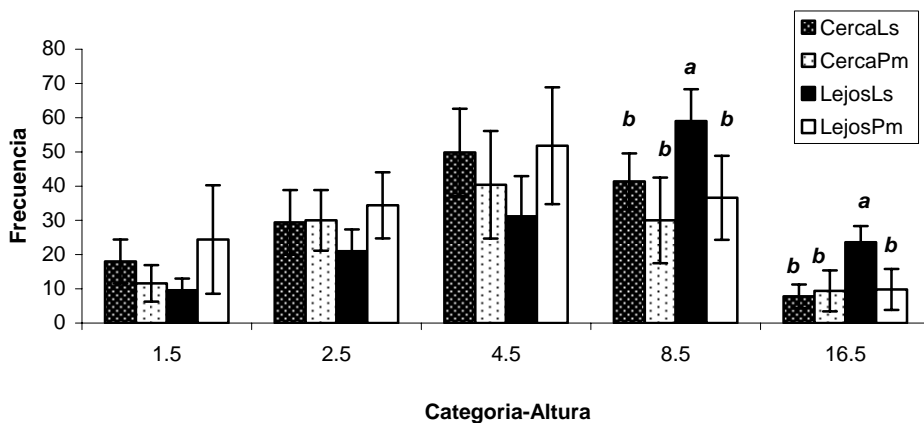


**Figura 19.** Número de tallos por individuo por cada tratamiento. Cada columna presenta el promedio ( $\pm 1$  E.E.) del número de tallos por individuos de los sitios correspondientes a cada tratamiento (cerca-lomerío suave, cerca-piedemonte, lejos-lomerío suave, lejos-piedemonte)

**Cuadro 8.** Análisis de Devianza donde para evaluar el efecto del tratamiento (cerca-lomerío suave, cerca-piedemonte, lejos-lomerío suave, lejos-piedemonte) sobre el número de tallos por individuo. Los valores de devianza explicada se evaluaron por aproximación a valores de  $\chi^2$  con los grados de libertad indicados.

Forma de vida	Fuente de varianza	Devianza	gl	% de dev explicado	P
No tallos/ind	Tratamiento	2.996654	3	27%	0.39

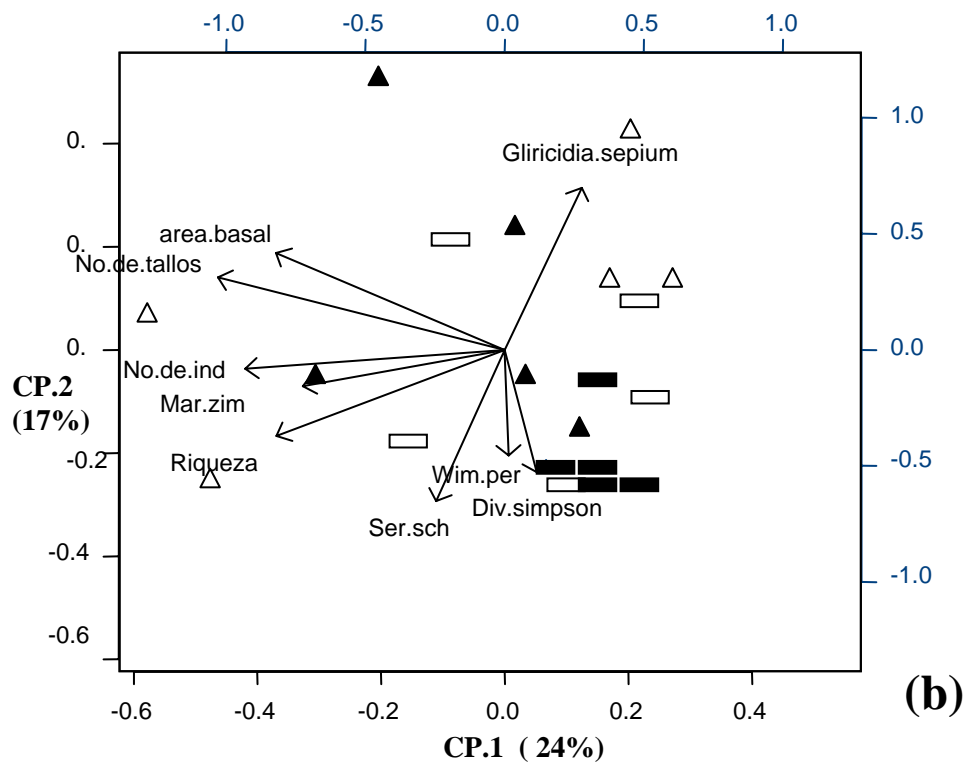
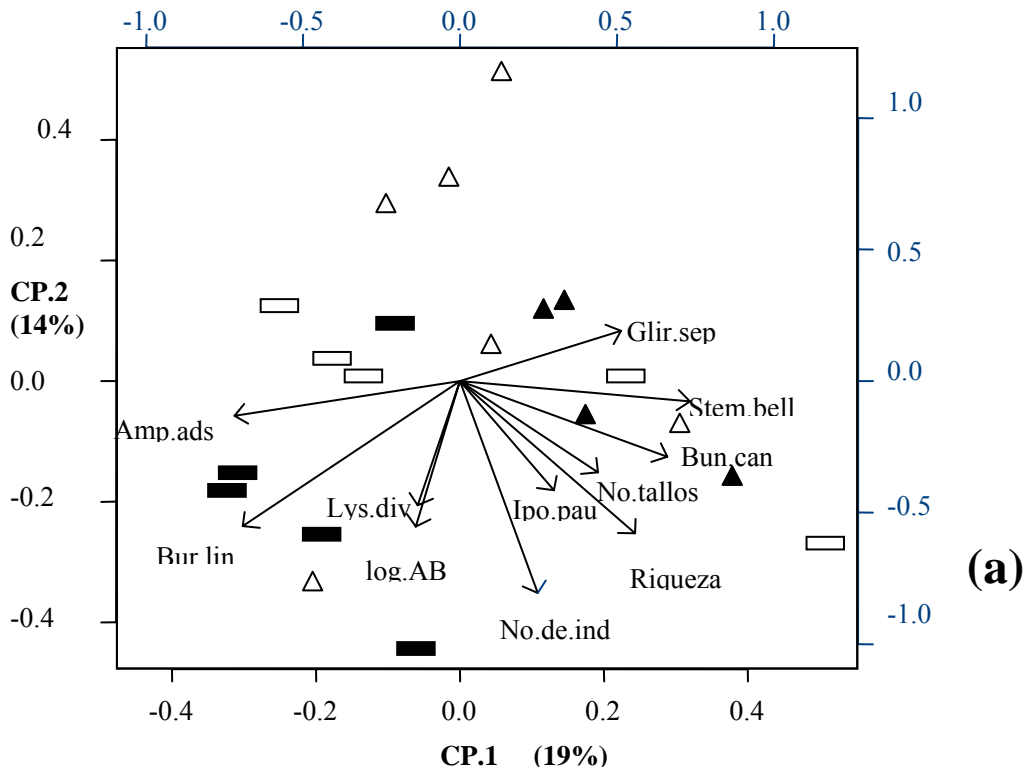
El histograma de frecuencias de las alturas (Figura 20) muestra la frecuencia de individuos por clase y por tratamiento. En las tres primeras clases de altura no hubo diferencias entre tratamientos, pero en las dos últimas clases sí; es decir, los individuos de mayor altura fueron más abundantes en el tratamiento *lejos-lomerío suave*, lo cual confirma que en este tratamiento se registran los atributos de estructura que sugieren que se trata de sitios mejor conservados.

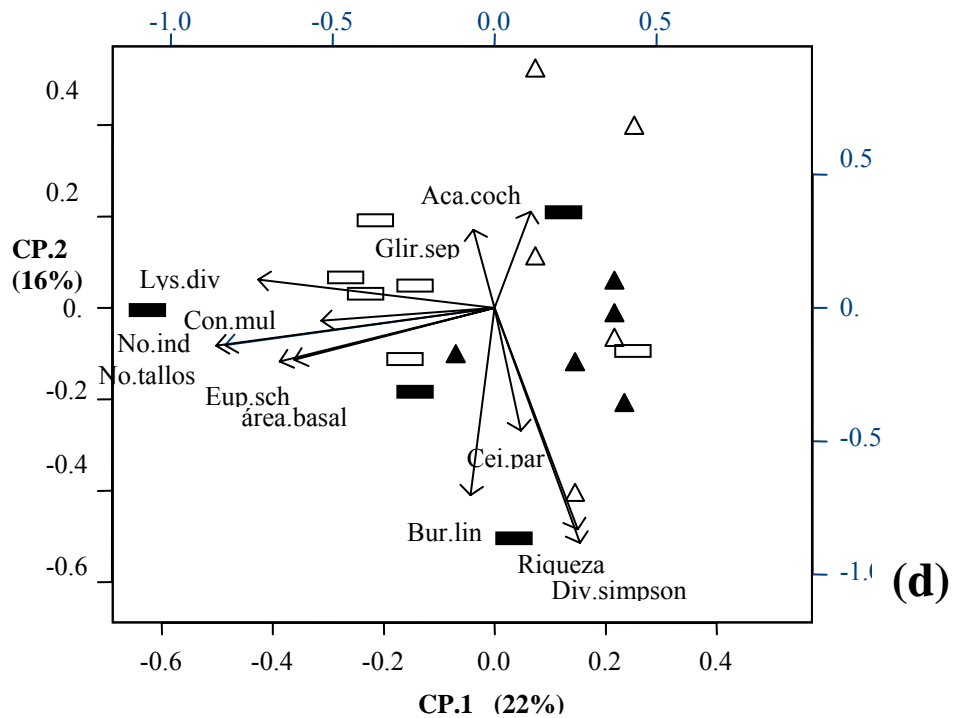
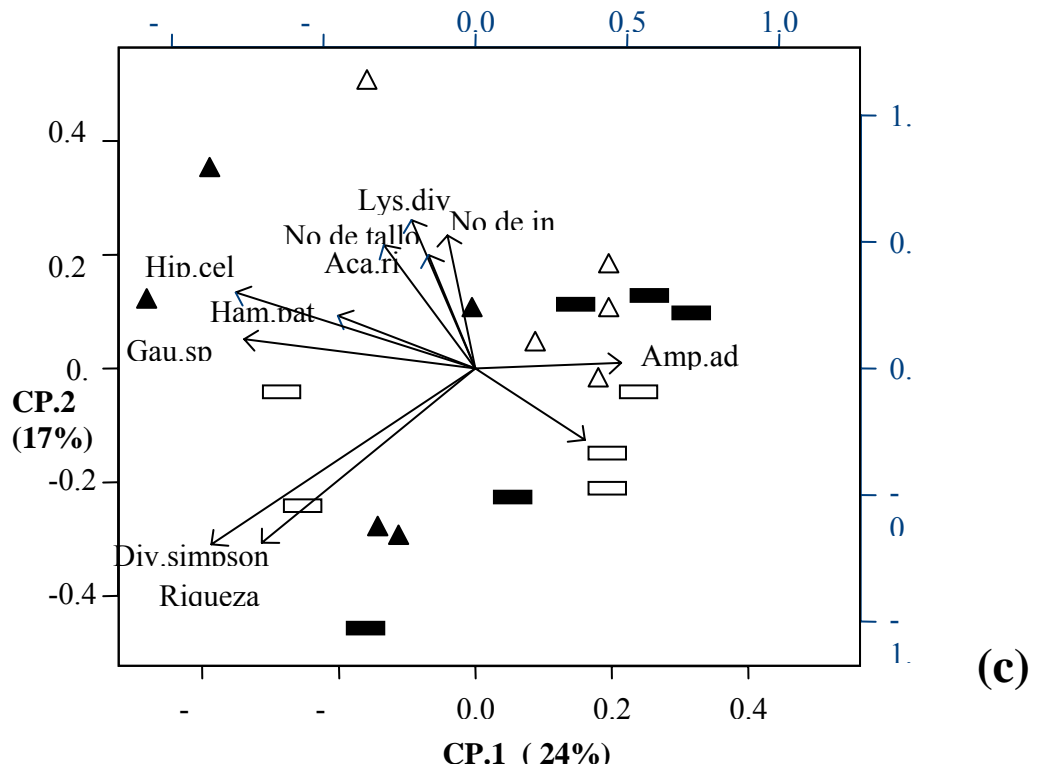


**Figura 20.** Histograma de frecuencias de altura en los distintos tratamientos. Cada columna representa el promedio ( $\pm 1$  E.E.) de la altura de los sitios correspondientes a cada tratamiento (cerca-lomerío suave, cerca-piedemonte, lejos-lomerío suave, lejos-piedemonte). Letras diferentes indican diferencias significativas.

#### 2.4.-Integración. Matriz general

Al integrar todas las variables de respuesta de la vegetación, evaluadas en este estudio (Figura 21), los sitios no se agruparon según los tratamientos planteados en este trabajo. Tampoco se observó un patrón claro de ordenación, ni cuando se incluyeron a todos los individuos, ni cuando éstos fueron separados por categoría diamétrica. Esto ratifica que los sitios difieren entre sí, y que una sola variable no explica la varianza encontrada.



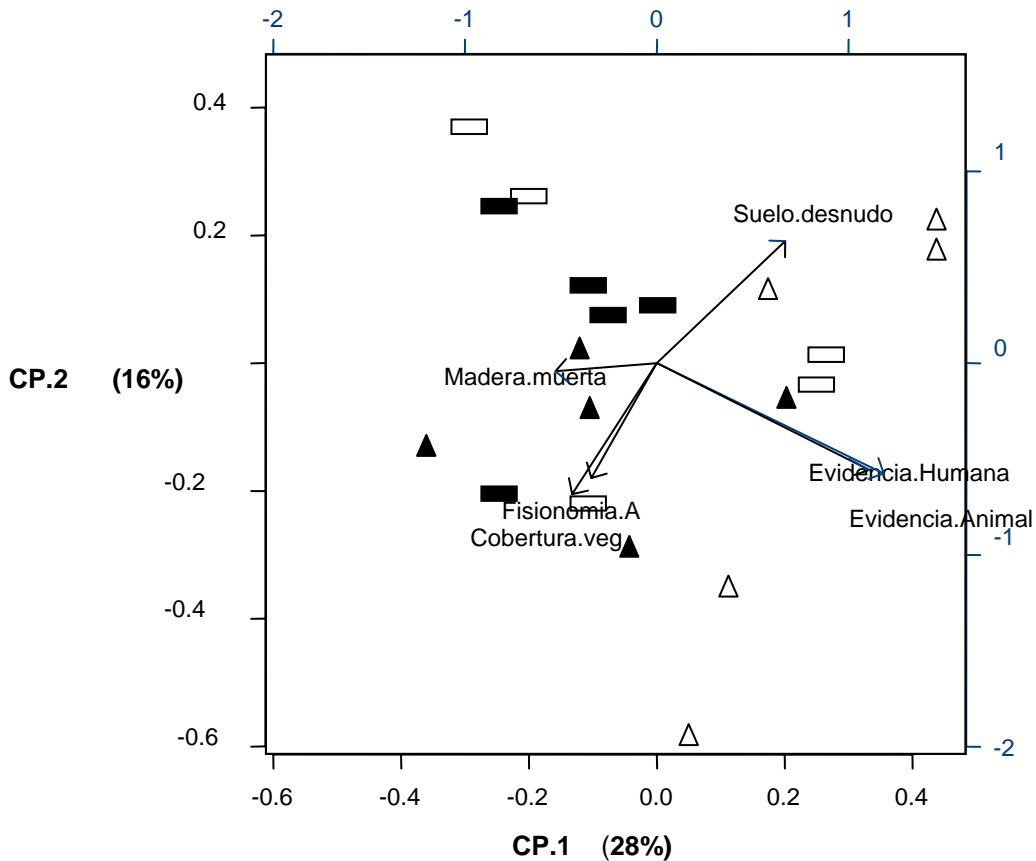


▲ Cerca-Lomerío suave    △ Cerca-Piedemonte    ■ Lejos-Lomerío suave    □ Lejos-Piedemonte

**Figura 21.** Análisis de componentes principales integrando todas las variables de repuesta consideradas en el estudio así como las especies más importantes. (a) Todos los individuos. (b) Categoría 1. (c) Categoría 2. (d) Categoría 3. Las figuras representan las parcelas diferenciadas según el tratamiento al que corresponden y los vectores indican la disposición espacial de las variables y su relación con el componente 1 y 2.

### 3.-Caracterización ambiental local

El análisis de las condiciones ambientales locales mediante el uso de componentes principales (Figura 22) mostró que las variables que explican en mayor medida la varianza entre los sitios fueron: la evidencia de perturbación tanto humana como animal, la proporción de suelo desnudo, la cobertura vegetal, el tipo de fisonomía arbórea y la cantidad de madera muerta. En este análisis de ordenación, los distintos sitios no se agrupan de acuerdo con el planteamiento inicial de los cuatro tratamientos, lo cual sugiere que las características locales difieren en cada sitio, aunque pertenezcan al mismo tratamiento acorde al criterio utilizado en la selección de los sitios.



▲ Cerca-Lomerío suave    △ Cerca-Piedemonte    ■ Lejos-Lomerío suave    □ Lejos-Piedemonte

**Figura 22.** Análisis de Componentes Principales de las características ambientales locales, con los dos primeros ejes que explican el 44% de la varianza. Las flechas representan las variables de respuesta ambientales y los símbolos, las parcelas. Las variables más importantes son las que se muestran en la figura: evidencia de perturbación humana, evidencia de perturbación animal, fisonomía arbórea, cobertura vegetal, suelo desnudo y madera muerta.

#### 4.-Historia de manejo

Todas las parcelas muestreadas se encuentran en el ejido de Huautla, de las cuales cuatro de ellas forman parte del fundo legal, lo que significa que todos los ejidatarios tienen acceso abierto a esos sitios para llevar ganado y extraer recursos vegetales como leña principalmente, pero estos lugares no han sido abiertos para prácticas agrícolas. El resto de las parcelas sí cuentan con un dueño (ejidatario), y a cada uno de ellos se les aplicó la entrevista (Anexo 3) (Cuadro 9).

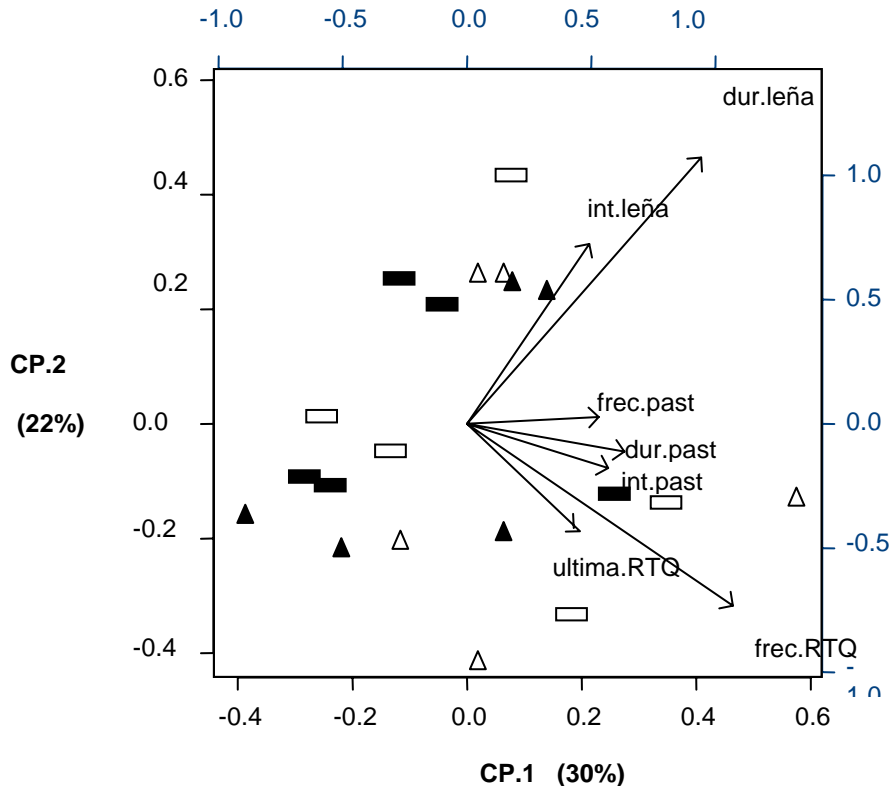
Al realizar el ACP (Figura 23) encontramos que las distintas parcelas se distribuyen en el espacio aleatoriamente, no se encontró agregación ni por distancia a los centros de población ni por unidad de paisaje. Lo anterior podría relacionarse tanto con la particular historia biológica de cada sitio, así como por las decisiones de manejo que cada ejidatario ha tomado para el aprovechamiento diferencial de los recursos presentes en su terreno.

**Cuadro 9.** Número de parcelas muestreadas, tratamiento al que pertenecen y ejidatario entrevistado.

Núm.	Nombre	Tratamiento	Unidad de paisaje	Influencia antropogénica
1	Felipe Rendón	▲	Lomerío suave	Cercano
2	Francisco Gutiérrez	□	Piedemonte	Lejano
3	Isabel García	■	Lomerío suave	Lejano
4	Tolín Mendiola	□	Piedemonte	Lejano
5	Sin dueño	□	Piedemonte	Lejano
6	Jesús Rivera	△	Piedemonte	Cercano
7	Sin dueño	▲	Lomerío suave	Cercano
8	Ernesto Sánchez	△	Piedemonte	Cercano
9	Celestino Leyva	□	Piedemonte	Lejano
10	Sin dueño	△	Piedemonte	Cercano
11	Félix	▲	Lomerío suave	Cercano
12	Fam Rivera	△	Piedemonte	Cercano
13	Filiberto Hernández	■	Lomerío suave	Lejano
14	Armando Mendiola	■	Lomerío suave	Lejano
15	Felipe Rendón	□	Piedemonte	Lejano
16	Jesús Rivera	■	Lomerío suave	lejano
17	Rufino tapia	▲	Lomerío suave	Cercano
18	Sin dueño	▲	Lomerío suave	Cercano
19	Don Chabelo	■	Lomerío suave	Lejano
20	Jesús Vara Abundes	△	Piedemonte	Cercano

Las variables más importantes obtenidas en las distintas entrevistas, el ACP (figura 23) muestra que las más importantes por ser las que explican en mayor medida la varianza de los sitios son, la *Duración* de extracción de leña, la *Intensidad* de extracción de leña, la *Frecuencia* de Roza-tumba y quema (RTQ), la *última* vez que se

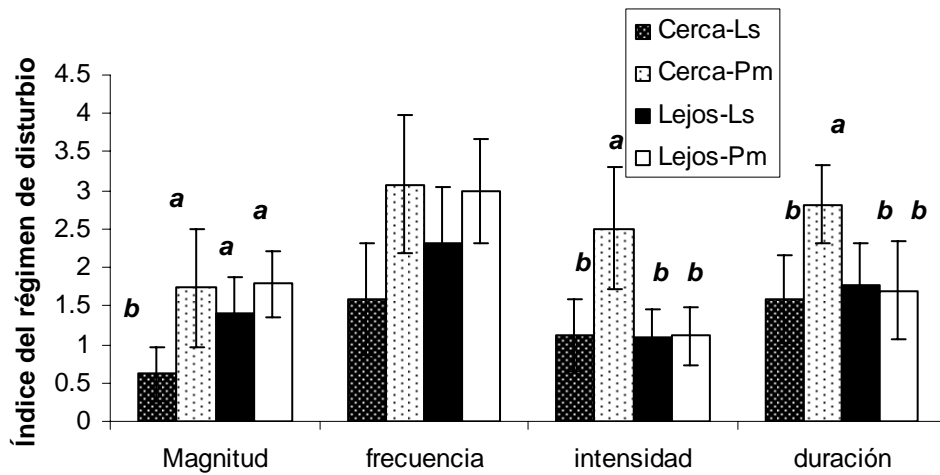
utilizó la RTQ, la *Intensidad* de pastoreo, la *Duración* de pastoreo y la *Frecuencia* del pastoreo. Además, éstas son las actividades más importantes referidas por los pobladores, que en los dos componentes explican el 55% de la varianza.



▲ Cerca-Lomerío suave    △ Cerca-Piedemonte    ■ Lejos-Lomerío suave    □ Lejos-Piedemonte

**Figura 23.** Análisis de Componentes Principales de los regímenes de manejo, con los dos primeros ejes que explican 55% de la varianza. Las flechas representan las variables de respuesta y los símbolos las parcelas. Las variables más importantes se muestran en la figura: *duración* de la leña, *intensidad* de la leña, *frecuencia* de roza-tumba-quema, *última* roza-tumba-quema, *intensidad* del pastoreo, *duración* del pastoreo y *frecuencia* del pastoreo.

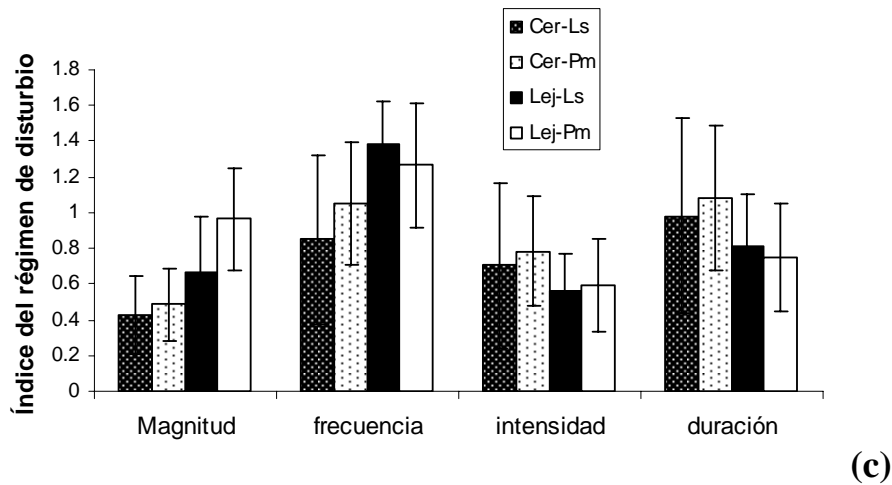
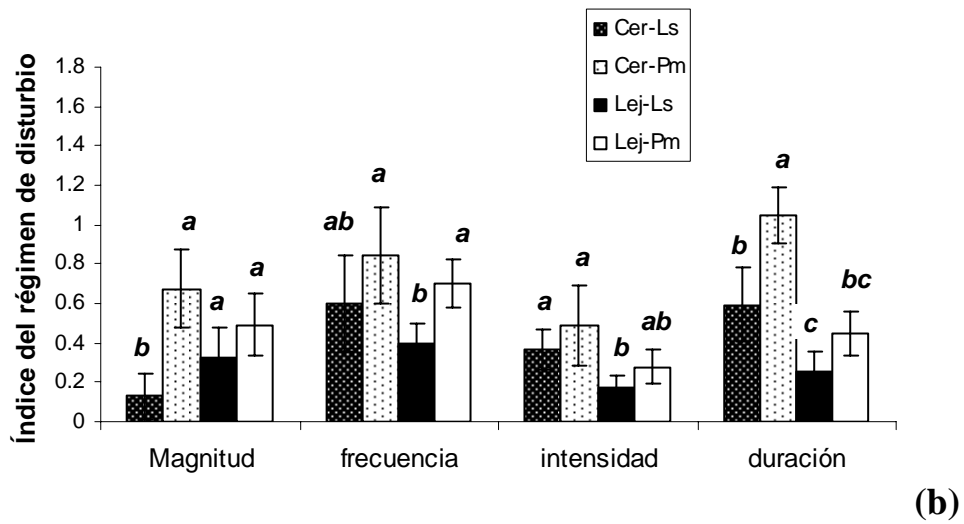
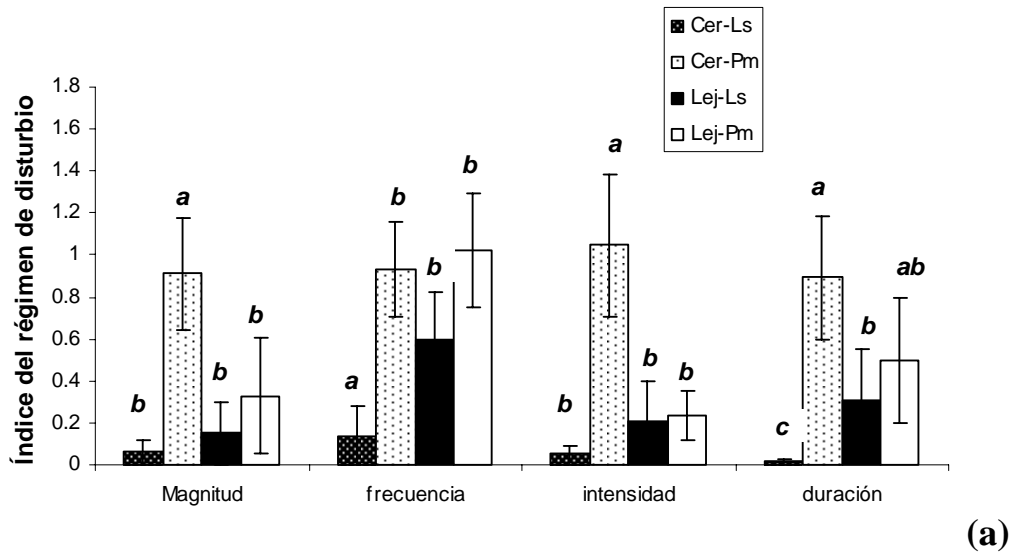
Las actividades: agricultura, la ganadería y la extracción de leña fueron identificadas como las de mayor importancia en el ejido de Huautla. Estas actividades definen un régimen de disturbio importante en el área de estudio. Al analizar dicho régimen en los distintos tratamientos planteados en este trabajo, se observó claramente que es en el tratamiento *cerca-piedemonte* donde el régimen de disturbio es más fuerte, principalmente en *intensidad* y *duración* (Figura 24).



**Figura 24.-** Régimen de disturbio en los distintos tratamientos. Cada columna representa el promedio ( $\pm$  1 E.E.) del disturbio de los sitios correspondientes a cada tratamiento. Letras diferentes indican diferencias significativas.

El análisis del régimen de manejo por cada actividad productiva (Figura 25) mostró que para el cultivo, la *magnitud*, la *intensidad* y la *duración* son significativamente mayores en el tratamiento *cerca-piedemonte*, mientras que el tratamiento con valores más bajos fue *cerca-lomerío suave*. En el caso del pastoreo, la *magnitud*, la *frecuencia* y la *intensidad* fueron mayores, al igual que en el tratamiento *cerca-piedemonte*, aunque sin ser tan amplia la diferencia con respecto a los demás tratamientos. En cuanto a la *duración*, sobresale que en el tratamiento *cerca-piedemonte* es donde se ha llevado a cabo durante mucho más tiempo el pastoreo. En cambio, para la extracción de leña se observó que ésta se realiza prácticamente en todas las parcelas, independientemente de en qué unidad de paisaje (*piedemonte*; *lomerío-suave*) o la distancia a los centros de población (lejos o cerca). Esto indica que todas las parcelas están siendo sometidas a eventos de corte.



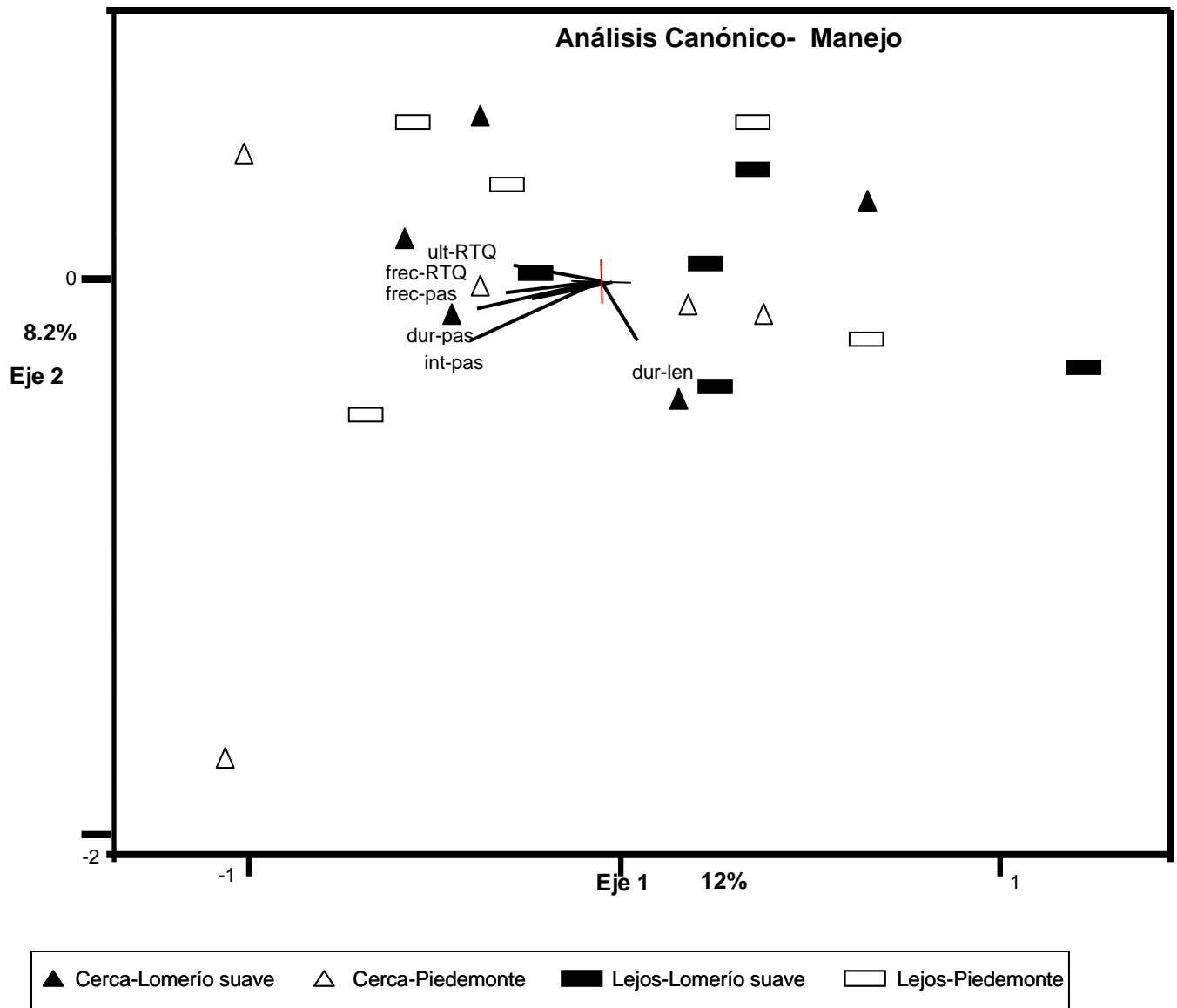


**Figura 25.-** Régimen de disturbio por actividad productiva en los distintos tratamientos. Cada columna representa el promedio ( $\pm 1$  E.E.) del disturbio de los sitios correspondientes a cada tratamiento. (a) Cultivo, (b) pastoreo, (c) extracción de leña.

## **5.- Análisis Canónico de Correspondencia**

La figura 26 muestra el ACC, allí se observa que las variables de historia de manejo no contribuyen más a la explicación de la varianza existente, ya que los dos ejes de variación sólo están explicando el 20.2% a la varianza existente, porcentaje que es menor al explicado por los dos primeros ejes del ACP de la matriz general (44%).

Los sitios no mostraron un patrón de agregación y se mantuvieron distribuidos en el espacio. Este análisis permite entender que en el caso de Huautla, la historia de manejo se ha dado independientemente de la unidad de paisaje en que se encuentre, así como de la lejanía o cercanía a los centros de población humana y de las características ambientales locales de las parcelas. Al mismo tiempo muestra que todas las actividades humanas tienen un efecto, ya que las que aparecen como más importantes son referentes a cultivo, pasturas y extracción de leña, es decir a las actividades antrópicas más importantes para la región.



**Figura 26.** Análisis Canónico de Correspondencias. Los dos primeros ejes explican 20.2% de la varianza total de los datos. Las flechas representan las variables de respuesta: Ult-RTQ, última roza, tumba y quema; frec-RTQ, frecuencia de la roza, tumba y quema; frec-past, frecuencia de las pasturas; dur-past, duración de las pasturas; int-past, intensidad de las pasturas; y dur-leña, duración de extracción de leña.

## V.-DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.

Al caracterizar las unidades de paisaje en las que se distribuye la selva baja caducifolia de la microcuenca de Huautla, se identificaron cinco unidades de paisaje, 80% de la superficie se distribuye en tres de ellas: valle, piedemonte y lomerío suave. El 20 % restante se localiza en cañadas y lomeríos abruptos que son de difícil acceso. Dado que los valles se encuentran completamente transformados y no presentan cobertura de SBC sólo se muestrearon las unidades de paisaje lomerío suave y piedemonte que abarcan el 45% de la superficie total de la microcuenca de Huautla. Con las 30 parcelas establecidas en estas unidades se logró obtener una muestra representativa de la SBC del área de estudio.

En las más de 8,600 hectáreas que comprende el ejido de Huautla se identificaron 30 familias botánicas, 62 géneros y 78 especies, las cuales constituyen el 25 % de las especies leñosas reportadas para la reserva.

De las 20 parcelas muestreadas, la riqueza de especies varió, desde cinco especies en la más pobre, hasta 30 especies en la más rica. De acuerdo con Trejo (1998) estos datos dan cuenta de una SBC de baja a muy baja riqueza florística.

En la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, predominan las especies pertenecientes a la Fabaceae (Maldonado, 1997; CONANP, 2006), comportamiento similar al registrado en las selvas secas de otras entidades federativas como: Guerrero, Jalisco, Oaxaca y Veracruz (Trejo y Dirzo, 2000; Pérez-García *et al.* 2001; Couttolenc *et al.* 2005; Pineda-García *et al.* 2007). A pesar del disturbio antrópico registrado en la microcuenca de Huautla se confirma la importancia de la familia Fabaceae. En cuanto a la composición de especies, en las 30 parcelas muestreadas se observó la dominancia de unas pocas especies que presentan una amplia distribución. La mayoría de las especies identificadas en esta selva son de distribución restringida, llegando en algunos casos a presentarse en una sola parcela. Las especies presentes en toda el área son principalmente de la familia Fabaceae, como las de los géneros *Acacia* y *Mimosa*, algunas de las cuales han sido reportadas como especies presentes o dominantes en sitios perturbados (Guizar, 1995; Couttolenc *et al.* 2005; Dorado *et al.* 2005; Romero-Duque *et al.* 2007) Igualmente es notable la presencia muy importante y una amplia distribución del género *Lysiloma* el cual muestra el mismo patrón reportado para la SBC del estado de Veracruz (Couttolenc *et al.* 2005).

Al parecer, en todos los sitios muestreados, sólo unas pocas especies están siendo favorecidas ya que las especies identificadas como dominantes tienen un alto valor de uso para los pobladores, quienes las emplean como leña, cercas vivas o postes. Por lo anterior, se puede inferir que durante las prácticas de limpieza, corte o chapeo de las parcelas, los

pobladores seleccionan esas especies dominantes y las dejan intencionalmente, favoreciendo su presencia. Se trata de especies silvestres que reciben cierto grado de manejo, ya que no están completamente domesticadas. Lo anterior podría explicar la amplia distribución de especies como *Lysiloma divaricata*, *Haematoxylon brasiletto*, *Conzattia multiflora* y *Gliricidia sepium*.

Al considerar el valor de importancia relativo de las especies se observan algunas diferencias entre los tratamientos y se distinguen algunos patrones. En los tratamientos *cerca*, *Gliricidia sepia*, es la especie más importante y ha sido reportada como especie indicadora de sitios perturbados (Dorado *et al.* 2005). Los resultados obtenidos mostraron a *Lysiloma divaricata*, como la especie dominante en toda el área de estudio e importante en todos los tratamientos, dato que concuerda con lo reportado por distintos autores para la SBC que se distribuye a lo largo de la costa del Pacífico de México (Trejo, 1998; Pineda-García, *et al.* 2007). Otras especies como *Conzattia multiflora* y *Amphipterygium adstringens* sólo aparecen en los sitios correspondientes al tratamiento *lejos*.

En relación con la composición de formas de crecimiento, para las etapas sucesionales avanzadas de una selva baja caducifolia, la literatura reporta la dominancia de formas de crecimiento arbóreo. Por lo anterior, se esperaba encontrar en los sitios lejanos una mayor presencia de especies arbóreas (Guariguata *et al.* 1997; Carse *et al.* 2000; Trejo y Dirzo, 2000; Pereira *et al.* 2003; Martin, 2004; Foster *et al.* 2008). Sin embargo, en la SBC de Huautla, la distribución de la forma de crecimiento árbol está mejor representada en la unidad de paisaje *lomerío suave* independientemente si se encontraba *cerca o lejos*. La mayor concentración de árboles en dicha unidad de paisaje se relaciona con un mejor estado de conservación de la SBC.

Con respecto a la forma de crecimiento liana, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, lo que corrobora la idea que en los bosques secos no hay una relación clara entre la presencia de esta forma de crecimiento y el estado de la sucesión en la que se encuentra (Carse *et al.* 2000; Foster *et al.* 2008).

La forma de crecimiento cactácea, se ha relacionado con la calidad del suelo e indicadora de un gradiente de aridez (Trejo y Dirzo, 2000). Sin embargo, en el presente estudio, no se encontraron diferencias significativas en la abundancia de la forma de crecimiento cactácea, en los diferentes tratamientos, lo cual, puede sugerir que no existen diferencias significativas en la disponibilidad de agua entre los tratamientos, o pueden estar influyendo otros factores.

Existen algunas especies cuya forma de crecimiento es árbol, que al estar en situaciones de constante perturbación, principalmente cuando son cortadas, adquieren la capacidad de rebrotar produciendo múltiples tallos, adquiriendo una forma de crecimiento similar a la arbustiva, por lo que la presencia de individuos con estas características podría inferirse como indicador de perturbación constante (Bellingham y Sparrow, 2000; Gallardo-Cruz *et al.* 2005). La especie *Gliricidia sepium* presentó claramente dicha característica, encontrándose con una forma de crecimiento arbustiva en el tratamiento *cerca-piedemonte* y *cerca-lomerío suave*, siendo esto un indicador claro de que esta especie está respondiendo a un estado de disturbio constante.

En el análisis comunitario, las curvas-rango-abundancia muestran que en todos los tratamientos se registran pocas especies dominantes, y no existe diferencia significativa en el atributo de dominancia entre tratamientos. Por lo anterior, se podría inferir que todos los tratamientos se encuentran sujetos a algún grado de disturbio.

En cuanto a la riqueza de especies, el tratamiento *cerca-piedemonte* registra la menor riqueza de especies para las categorías 1 y 2, lo cual podría ser un indicador de que en ese tratamiento, la SBC se encuentra en un estadio sucesional temprano o quizás la sucesión está arrestada (Burgos y Maass, 2004), ya que las plántulas y los rebrotes están siendo dominadas por pocas especies. De igual manera, el tratamiento *cerca-piedemonte* es el que cuenta con menor diversidad, y cuando lo analizamos por las diferentes categorías diamétricas se detectan diferencias más específicas. Por ejemplo, la mayor regeneración, es decir, la categoría 1, es más diversa en el tratamiento *lejos-lomerío suave*, lo que puede indicar que es en ese tratamiento donde el reclutamiento es más marcado y la trayectoria de sigue avanzando.

En cuanto a la biomasa, los sitios que se encuentran *lejos* de la presión de los asentamientos humanos registran la mayor acumulación de biomasa, y por lo tanto se infiere una perturbación diferencial, en relación con los sitios de los tratamientos *cerca*. El análisis de la altura permite corroborar este dato, ya que las categorías correspondientes a árboles de mayor tamaño fueron más abundantes en el tratamiento *lejos-lomerío suave*. En consecuencia, el estudio de la estructura apoya el patrón observado en los análisis previos, es decir, los resultados reunidos parecen indicar que el tratamiento *cerca-piedemonte* es el más afectado por el disturbio.

En un intento por identificar cuál variable explica en mayor medida la varianza encontrada en los sitios, se reunieron las distintas variables de respuesta en un análisis de componentes principales (ACP). Sin embargo, no se lograron identificar variables de

respuesta en un análisis de componentes principales (ACP), para poder identificar cuál variable explica en mayor medida la varianza encontrada en los sitios, no se logran identificar variables que expliquen de manera importante dicha varianza e incluso los distintos sitios muestreados no se agrupan según los tratamientos planteados. Puede haber varias explicaciones para esto: una de ellas es que hay factores y variables de respuesta que no estamos considerando, como el suelo o el flujo de nutrientes, y que pueden ser determinantes, pero, al no considerarlas, no podemos identificar un patrón de ordenación. Por otro lado, puede ser que cada variable por separado esté explicando distintas respuestas, sin embargo, al analizarlas conjuntamente, no se detectan dichas respuestas específicas.

Es de llamar la atención que el ACP para las características locales tampoco se agruparon los sitios por tratamiento, lo cual, puede relacionarse con la alta heterogeneidad ambiental de los sitios en los que se distribuye la SBC, y sin importar la unidad de paisaje en la que se encuentre, o la distancia a los centros de población, cada parcela tiene una serie de características ambientales locales particulares, muy distintas entre sí. Esto se complementa con el análisis canónico de correspondencia, el cual que tampoco muestra una agregación de sitios por tratamiento a pesar que en este análisis se conjuntaron los datos de manejo con las variables de respuesta comunitarias.

La SBC de Huautla, en el tratamiento *cerca-piedemonte* registra la menor riqueza de especies, presenta menor número de árboles y mayor abundancia de arbustos, con una dominancia de especies consideradas como indicadoras de perturbación, (Dorado *et al.* 2005; Burgos y Maass, 2004); reporta la menor acumulación de biomasa, y sus individuos presentan las alturas más pequeñas. Así mismo, en el tratamiento *cerca-piedemonte* el disturbio es más intenso principalmente por la *intensidad* de la actividad agrícola, y la *duración* del pastoreo, ambas actividades contribuyen de manera importante al régimen de disturbio registrado en este tratamiento. Esto sugiere que la historia de manejo puede estar influyendo en la sucesión de la vegetación, como lo plantea Castellanos *et al.* (2001) que la ruta que va a seguir la sucesión después de recibir un determinado uso, dependerá principalmente de la *intensidad* con la cual fue utilizado (Castellanos *et al.* 2001). Así en sitios con un intenso uso agrícola, la sucesión es mucho más lenta, ya que el proceso de regeneración esta interrumpido por la constante intervención humana, como se ha documentado en este tipo de selvas (Burgos y Maass, 2004; Couttolenc *et al.* 2005; Slik, 2005). Por todo lo anterior se puede inferir que la SBC presente en el tratamiento *cerca-piedemonte* está menos conservada, que la SBC presente en los otros tratamientos.

Para entender porqué en todos los tratamientos hay signos de disturbio, pero en unos más marcados que en otros, es importante considerar que los habitantes suelen reconocer las unidades de paisaje. Históricamente los habitantes se habían asentado en las zonas más accesibles como son los valles y los piedemonte, siendo las de más reciente utilización las que corresponden a los *lomerío suaves* y *lomeríos abruptos*. Sin embargo, a partir de la Reforma Agraria, la división de los ejidos en parcelas de trabajo, se distribuyó la tierra indiscriminadamente, sin considerar la unidad de paisaje en la que se encontrara. La ley agraria consideró improductivas todas las áreas cubiertas con vegetación natural de selvas o bosques, e impuso a los ejidatarios el uso agrícola o pecuario del terreno que le tocara (barranca, valle, etc). Por lo tanto, la distancia de los asentamientos humanos a las unidades de paisaje influye en la estructura y composición de la selva, pero no es un factor tan determinante, como lo es la decisión que los dueños efectúan, sobre el destino que le asigne al uso de los recursos de sus parcelas para satisfacer sus necesidades inmediatas. De esta manera, actualmente todas las parcelas muestreadas corresponden a fragmentos de selva baja caducifolia que han sido utilizadas para actividades humanas en diferentes momentos y a distinta intensidad, por lo que se encuentran en muy variadas etapas de sucesión

En relación a los usos que los habitantes de Huautla, le asignan a sus parcelas encontramos que históricamente preferían realizar todas sus actividades (agricultura, ganadería, colecta de leña) en los lugares más cercanos a sus viviendas, sin embargo, hoy en día ya no se encuentra una relación tan directa. Por ejemplo, la extracción de leña, se ha convertido en una importante actividad económica en el área; por ello, este recurso se aprovecha independientemente de la distancia y tipo de terreno en el que se localice, y actualmente los leñadores pueden recorrer grandes distancias para cosecharla. La ganadería de esta zona es de tipo extensiva y se localiza principalmente en áreas cercanas a las comunidades humanas (CONANP, 2006), no obstante, de acuerdo con los resultados obtenidos vemos que hoy en día no hay un patrón claro en ese sentido, ya que la actividad ganadera se realiza en todas las unidades de paisaje y en lugares cercanos y lejanos, aunque en la categoría de *duración* sí se observa una diferencia significativa, impactando principalmente en el tratamiento *cerca-piedemonte*, lo cual indica que es en los sitios donde se ha llevado a cabo dicha actividad desde mucho tiempo atrás y reafirma que es hasta últimas fechas que se ha llevado esta práctica a otros sitios más alejados de los centros de población.

La agricultura se desarrolla preferentemente en terrenos con menor pendiente como los valles y los piedemonte (Burgos y Maass, 2004). Por ello, los valles están completamente (100%) transformados y los piedemonte están muy perturbados, principalmente los más



cercanos a los asentamientos humanos, quedando evidenciado en el análisis de disturbio de esta actividad. Pero como se mencionó anteriormente, al repartirse las tierras indiscriminadamente, se produjo una situación en la que si el dueño necesita ocupar sus tierras para agricultura, inclusive si las mismas se encuentran muy lejos o en sitios poco propicios para dicha actividad, lo hará. Esto se refleja en los análisis, pues en todos los tratamientos se encontraron sitios que han sido utilizados para la agricultura, lo cual indica que lo determinante del manejo son las necesidades y decisiones de los dueños de los terrenos. Por eso, es más difícil encontrar patrones basándonos únicamente en las unidades de paisaje y distancia a los asentamientos humanos y se vuelve fundamental tomar en cuenta el tipo de tenencia de la tierra, la historia de manejo y las necesidades y toma de decisiones de los dueños (Castillo *et al.* 2005).

Las comunidades biológicas son dinámicas y son muchos los factores que están interviniendo de manera directa e indirecta. En este estudio se consideraron un número importantes de variables con el objetivo de entender el estado en que se encuentra la comunidad de especies leñosas de la selva baja caducifolia de la microcuenca de Huautla, Morelos. Aun así, es necesario continuar con estudios que consideren otras variables, como el suelo, el ciclo de nutrientes, la fauna, los microorganismos, etc., lo cual permitirá ampliar el conocimiento sobre el proceso de sucesión y los factores que afectaran las rutas que sigue el proceso, para identificar patrones, diseñar estrategias de conservación y aplicar técnicas específicas de restauración.

Actualmente se reconoce la complejidad de la interacción hombre-naturaleza, dando origen al estudio del socio-ecosistema. Este concepto se basa en la búsqueda de un entendimiento del sistema social, del natural, y de su interacción. Como logramos ver en el desarrollo de este estudio no es posible estudiar el sistema natural sin tomar en cuenta al social. Esto es más importante aún si consideramos que el área de estudio se encuentra dentro de un área natural protegida, una Reserva de Biosfera, que es precisamente una categoría que contempla la presencia de pobladores locales, buscando el desarrollo de las poblaciones humanas con la menor afectación al ecosistema. Por lo tanto, se hace imprescindible la inclusión de los actores sociales. Este estudio pone de manifiesto que la historia de manejo y las prácticas de manejo actuales están influyendo de manera importante en el estado de conservación, así como en las trayectorias de sucesión de las selvas secundarias. Por lo tanto se hace fundamental integrar a la población en los planes de conservación.

El paisaje que actualmente muestra la selva baja caducifolia de Huautla, es el resultado de su historia de manejo. Para esta región se cuenta con un registros arqueológicos de más de

3,500 años de asentamientos humanos continuos (Canales, 2008). Por ello, es evidente que el área está fuertemente influenciada por una larga historia de actividades humanas. Los resultados obtenidos en este trabajo en cuanto a la composición y la estructura de la SBC muestran que todas las unidades de paisaje en todos los radios de influencia antrópica se llevan a cabo actividades productivas que están afectando a la vegetación, y lo que predomina son áreas cubiertas por selvas secundarias.

## VI.-REFERENCIAS

- Álvarez-Yépez, J. C., Martínez-Yrizar, A., Búrquez, A. y Lindquist, C. 2008. Vegetation in vegetation structure and soil properties related to land use history of old-growth and secondary tropical dry forests in Northwestern Mexico. *Forest Ecology and Management* 256:355-366.
- Balvanera, P., Lott, E., Segura, G., Siebe, C. e Islas, A. 2002. Patterns of  $\beta$ -diversity in a Mexican tropical dry forest. *Journal of Vegetation Science* 13:145-158.
- Bawa, K., Kress, W. y Nadkarni, N. 2004. Beyond paradise-meeting the challenges in tropical biology in the 21st century. *Biotropica* 36:276-284.
- Bestelmeyer, B., Herrick, J., Brown, J., Trujillo, D. y Havstad, K. 2004. Land management in the American Southwest: a state-and-transition approach to ecosystem complexity. *Environmental Management* 34:38-51.
- Bellingham, P. y Sparrow, D. 2000. Resprouting as a life history strategy in woody plant communities. *Oikos*: 89:409-416
- Burgos, A. y Mass, M. 2004. Vegetation change associated with land-use in tropical dry forest areas of western Mexico. *Agriculture, Ecosystems and environment* 104:475-481.
- Brown R. T. y Curtis, J. T. 1952. The upland conifer-hardwood forests of northern Wisconsin. *Ecological Monographs* 22:217-234.
- Brown, S. y Lugo, A. 1990. Tropical secondary forests. *Journal of Tropical Ecology* 6:1-32.
- Cairns, M., Olmsted, I., Granados, J. y Argaez, J. 2003. Composition aboveground tree biomass of a dry semi-evergreen forest on Mexico's Yucatan Peninsula. *Forest Ecology and Management* 186:125-132.
- Camacho, R. F., Trejo, I. y Bonfil, C. 2006. Estructura y composición de la vegetación ribereña de la barranca del río Tembembe, Morelos, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 79:17-31.
- Canales, E. 2008. Una comparación de la tenencia de la tierra en dos áreas naturales protegidas. Tesis de Maestría en Trabajo Social. Universidad Nacional Autónoma de México, México DF.
- Castillo, A., Magaña, A., Pujadas, A., Martínez, L. y Godínez, C. 2005. Understanding the interaction of rural people with ecosystem: a case study in a tropical dry forest of Mexico. *Ecosystems* 8:630-643.
- Carse, L., Fredericksen, T. y Licona, J.C. 2000. Liana-tree species associations in a Bolivian dry forest. *Tropical Ecology* 41:1-10.

- Castellanos, J., Jaramillo, V. J., Sanford, Jr., R. L. y Kauffman, J. B. 2001. Slash-and-burn effects on fine root biomass and productivity in a tropical dry forest ecosystem of México. *Forest Ecology and Management* 148:41-50
- Ceballos, G. y García, A. 1995. Conserving Neotropical biodiversity: the role of dry forests in Western Mexico. *Conservation Biology* 9:1349-1353.
- Challenger, A. 1998. Utilización y Conservación de los Ecosistemas Terrestres de México: Pasado, Presente y Futuro. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. CONABIO y Agrupación Sierra Madre, S. C. México, DF.
- Chazdon, R. L. 2003. Tropical forest recovery: legacies of human impact and natural disturbances. *Perspectives in Plant Ecology Evolution and Systematics* 6: 51-71.
- Chowdhury, R. R. 2007. Household land management and biodiversity: secondary succession in a forest-Agriculture mosaic in southern Mexico. *Ecology and Society* 12: 31.
- Clements, F. E. 1963 Plant Succession and Indicators: A Definitive Edition of Plant Succession and Plant Indicators. Hafner. Nueva York.
- Colwell, R. K. y Coddington, J. A. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions: Biological Sciences* 345:101-118.
- CONABIO. 1998. La Diversidad Biológica de México: Estudio de País. México, D.F.
- CONANP 2006. Programa de Conservación y Manejo Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla. México. CONANP-SEMARNAT. México, D.F.
- Corlett, R. T. 1995. Tropical secondary forests. *Progress on Physical Geography* 19:1959-172.
- Couttolenc, B., Cruz, J. A., Cedillo, E. y Musalem, M. 2005. Uso local y potencial de las especies arbóreas en Camarón de Tejeda, Veracruz. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. 11: 45-50.
- Dirzo, R. 1996. Diversidad de Flora Mexicana. CEMEX. México, D. F.
- Dorado, O., Arias, D. M., Sorani, V., De Jesús, J., Ramírez, M. y Leyva, E. 2005. Las leguminosas como indicadoras de conservación-perturbación. (En línea). *Cuba. 2005.75BN 959-250-156-4. Disponible en: [www.dama.gov.co](http://www.dama.gov.co)*.
- Dunphy, B. K., Murphy P. G. y Lugo, A. 2000. The tendency for trees to be multiple-stemmed in tropical and subtropical dry forests: Studies of Guanica forest, Puerto Rico. *Tropical Ecology* 41:161-167.
- Egler, F. E. 1952. Vegetation science concepts I. Initial floristic composition, a factor in old-field vegetation development. *Vegetatio* 4:412-417.

- Fajardo, L., Gonzales, V., Nassar, J., Lacabana, P., Portillo, C. y Carrasquel, F. 2005. Tropical dry forest of Venezuela: characterization and current conservation status. *Biotropica* 37:531-546.
- Folke, C., Carpenter, S., Walker, B., Scheffer, M., Elmqvist, T., Gunderson, L. y Holling, C. S. 2004. Regime shifts, resilience, and biodiversity in ecosystem management. *The Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 35: 557–581.
- Fonseca, M. y Vásquez, S. 2003. Restauración de la cobertura vegetal de la Reserva Forestal Monte Alto, Hojancha, Guanacaste. Manejo Silvicultural para la Conservación de los bosques. I Congreso Silvicultural. Costa Rica.
- Foster, J. R., Townsend, P. A. y Zganjar, C. E. 2008. Spatial and temporal patterns of gap dominance by low-canopy lianas detected using EO-1 Hyperion and Landsat Thematic Mapper. *Remote Sensing of Environment* 112:2104-2117.
- Gallardo-Cruz, J. A., Meave, J. A. y Pérez-García, E. A. 2005. Estructura, composición y diversidad de la selva baja caducifolia del Cerro Verde, Nizanda (Oaxaca), México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 76:19-35.
- Gallardo-Cruz, J., Pérez-García, E. y Meave, J. 2009.  $\beta$ -Diversity and vegetation structure as structure as influenced by slope aspect and altitude in a seasonally dry tropical landscape. *Landscape Ecology* 24:473-482.
- Gaston, K.J. 2000. Global patterns in biodiversity. *Nature* 405:220-227
- Gentry, A. H. 1982. Patterns of Neotropical plant species diversity. *Evolutionary Biology* 15:1-14
- Gómez-Pompa, A. y Vázquez-Yánez. 1981. Successional Studies of a rain forest in Mexico. En West D. C., Shugart, H. H. y Botkin, D. B. (Eds.). *Forest succession: Concepts and application*, pp. 246-266. Springer-Verlag, Nueva York.
- Gotelli, N. J. y Colwell R. K. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters* 4:379-391.
- Gotway, C. A. y Stroup, W. W. 1997. A Generalized Linear Model Approach to Spatial Data Analysis and Prediction. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics* 2:157-178.
- Gould, W. A., González, G. y Carrera R. G. 2006. Structure and composition of vegetation along on elevation gradient in Puerto Rico. *Journal of Vegetation Science* 17:653-664.
- Guariguata, M., Chazdon, R., Denslow, J., Dupuy, J. y Anderson, L. 1997. Structure and floristics of secondary and old-growth forest stands in lowland Costa Rica. *Plant Ecology* 132:107-120.

- Guariguata, M. y Ostertag, R. 2001. Neotropical secondary forest succession: changes and structural and functional characteristic. *Forest Ecology and Management* 148:185-206.
- Guizar, N. 1995. Análisis de los estados sucesionales de *Acacia cochliacantha* Humb. & Bonpl ex Willd en el sureste de Puebla. Tesis de Maestría en Ciencias Forestales. DICIFO. Chapingo.
- Hartter, J., Lucas, C., Gaughan, A. y Lizama, A. 2008. Detecting tropical dry forest succession in a shifting cultivation mosaic of the Yucatán Peninsula, Mexico. *Applied Geography* 28:134–149.
- Jongman, R. H., Ter Braak, C. J. y Van Tongeren, O, F. 1987. Data Analysis in Community and Landscape Ecology. Cambridge University.
- Kauffman J. B., Steele, M. D., Cummings, D. L. y Jaramillo, V. J. 2003. Biomass dynamics associated with deforestation fire, and, conversion to cattle pasture in Mexican tropical dry forest. *Forest Ecology and Management* 176:1-12
- Kammesheidt L. 2000. Some autoecological characteristics of early to late successional tree species in Venezuela. *Acta Oecologica* 21: 37-48.
- Kent, M. y Coker, P. 1992. Vegetation Description and Analysis: A Practical Approach. Belhaven Press. Londres.
- Krebs, C. J. 1985. Ecología. Estudio de la distribución y la abundancia. Segunda edición, Harla, S.A. de C.V. México.
- Landa R., Meave J. A. y Carabias, J. 1997. Environmental deterioration in Rural Mexico: An examination of the concept. *Ecological Applications*. 7:316-329
- Lebrija-Trejos. E. 2001. Análisis estructural de la vegetación ribereña en la región de Nizanda, Oaxaca, México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.
- Lebrija-Trejos, E., Bongers F., Pérez-García, E. A. y Meave, J. A. 2008. Successional change and resilience of a very dry tropical deciduous forest following shifting agriculture. *Biotropica* 40:422-431.
- Legendre, P. y Legendre, L. 1998. Numerical eEcology. Elsevier. Amsterdam.
- López, R. y Cervantes, J. 2002. Unidades de paisaje para el desarrollo sustentable y manejo de los recursos naturales. *Cultura, Estadística y Geográfica* 20:43-49.
- Lozada, J., Remigio, J., Soriano, P. y Costa, M. 2006. Estructura y composición florística de comunidades secundarias en patios de rolas abandonadas, Estación experimental Caparo, Burinas, Venezuela. *Interciencia* 31:828-835.

- Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, Princeton, Nueva Jersey.
- Maldonado A. B. 1997. Aprovechamiento de los recursos florísticos de la Sierra de Huautla, Morelos. Tesis de Maestría. Facultad Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.
- Martin P. 2004. Forty years of tropical forest recovery from agriculture: structure and floristic o secondary and old-growth. *Biotropica* 36:297-317
- Miles, L., Newton, A., Defries, R., Ravilious, C., May, I., Blyth, S., Kapos, V. y Gordon, J. 2006. A global overview of the conservation status of tropical dry forests. *Journal of Biogeography* 33:491-505.
- Millennium Ecosystem Assessment. 2005a. Ecosystems and Human Well-being: Desertification Synthesis, World Resources Institute, Washington, DC.
- Millennium Ecosystem Assessment. 2005b. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC.
- Miranda, F. y Hernández-X. E. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 28:29-179.
- Mizrahi, A., Ramos, J. M. y Jiménez-Osorio, J. 2007. Composition, structure and management potential of secondary dry tropical vegetation in two abandoned henequen plantation of Yucatan, Mexico. *Forest Ecology and Management* 96:273-282.
- Molina, S. y Lugo, A. 2006. Recovery of subtropical dry forest after abandonment of different land uses. *Biotropica* 38:354-364.
- Mongler, H. C. y Bestelmeyer, B. T. 2005. The soil-geomorphic template and biotic change in arid and semi-arid ecosystems. *Journal of Arid Environment* 65:207-218.
- Murphy, P. G. y Lugo, A. E. 1990. Dry forests of the tropics and subtropics: Guánica Forest in context. *Acta Científica (San Juan)* 4:15-24
- Murphy, P. G. y Lugo A. E. 1986. Ecology of tropical dry forest. *Annual Review of Ecology and Systematics* 17:67-88.
- Nelder, J. A. y Wedderburn, W. M. 1972. Generalized Linear Models. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A.* 135:370-384
- Newmaster, S. G., Parke, W.C., Bell, F.W. y Paterson, J. M. 2007. Effects of forest floor disturbances by mechanical site preparation on floristic diversity in a central Ontario clearcut. *Forest Ecology and Management* 246:196-207.

- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación). 2000. Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2000, Informe principal - Estudio FAO MONTES 140. Roma.
- Odum, E. 1975. *Fundamentals of Ecology*. Philadelphia, PA: Saunders.
- Peña-Claros, M. 2003. Changes in forest structure and species composition during secondary forest succession in the Bolivian Amazon. *Biotropica* 35: 450-461.
- Pérez-García, E. y Meave, J. A. 2004. Heterogeneity of xerophytic vegetation of limestone outcrops in a tropical deciduous forest region. *Plant Ecology* 175:147-163
- Pérez J. A., Flores-Castorena A. y Soria G. 1992. Clave para familias de plantas con flores de la Sierra de Huautla, Morelos, México. *Universidad: Ciencia y Tecnología* 2:25-50.
- Pereira I. M., Andrade L. A., Sampo E. B. V. y Barbosa M. R. V. 2003. Use-history Effects on Structure on Flora of Caatinga. *Biotropica* 35:154-165
- Pickett, P. S. y White S. T. A. 1985. *The ecology of natural disturbance and patch dynamics*. Academic Press, Nueva York.
- Pineda-García, F., Arrendondo-Amezcu, L. e Ibarra-Manríquez, G. 2007. Riqueza y diversidad de especies leñosas del bosque tropical caducifolio El Tarimbo, Cuenca del Balsas, Guerrero. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 78:129-139.
- Purvis A. y Hector A. 2000. Getting the measure of biodiversity. *Nature* 405:212-219.
- Rendón-Carmona, H., Martínez-Yrizar, A., Balvanera, P. y Pérez-Salicrup, E. 2009. Selective cutting of Woody species in a Mexican tropical dry forest: Incompatibility between use and conservation. *Forest Ecology and Management* 257:567-579.
- Romero-Duque, L., Jaramillo, V. y Pérez-Jiménez, A. 2007. Structure and diversity of secondary tropical dry forest in Mexico, differing in their prior land-use history. *Forest Ecology and Management* 253:38.47.
- Rohde, K. 1992. Latitudinal gradients in species diversity: The search for the primary cause. *Oikos* 65:514-527
- Roth, L. 1999. Anthropogenic change in subtropical dry forest during a century of settlement in Jaiquí Picado, Santiago Province, Dominican Republic. *Journal of Biogeography* 2:739-759.
- Ruiz, J. y Fandiño, M. 2007. Plantas leñosas del bosque seco tropical de la Isla de Providencia, Colombia, Caribe sur occidental. *Biota Colombiana* 8:87-98.
- Rykiel, JR. E. 1985. Towards a definition of ecological disturbance. *Australian Journal of Ecology* 10:361-365



- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa. México, D.F.
- Rzedowski, J. 1991b. El endemismo en la flora fanerogámica mexicana: una apreciación analítica preliminar. *Acta Botánica Mexicana* 15:47-64.
- Sánchez-Azofeifa, A. Quesada, M., Rodríguez, J. Nassar, J. M., Stoner, K., Castillo, A., Garvin, T., Zent, E., Calvo-Alvarado, J., Kalacska, M., Fajardo, L., Gamon, J. y Cuevas-Reyes, P. 2005. Research priorities for neotropical dry forests. *Biotropica* 37:477-485.
- Schnitzer, S. A. y Bongers, F. 2002. The ecology of lianas and their role in forests. *Trends in Ecology and Evolution* 17:223-230
- Slik, J. W. F. 2005. Assessing tropical lowland forest disturbance using plant morphological and ecological attributes. *Forest Ecology and Management* 205:241-250.
- Sousa W.P. 1984. The role of disturbance in natural communities. *Annual Review of Ecology and Systematics* 15:353-391
- Stern, M., Quesada, M. y Stoner, K. 2002. Changes in composition and structure of a tropical dry forest following intermittent cattle grazing. *Revista de Biología Tropical* 50:1021-1034.
- Toledo, V. y Ordóñez M. J. 1993. The biodiversity scenario of México: A review of terrestrial habitats. En: Ramammorthy T. P., Bye R., Lot A., Fa J. (Eds.) Biological diversity of México: origins and distribution. Oxford University Press, Nueva York.
- Ter Braak, C. y Smilauer, P. 1998. CANOCO reference manual and user's guide to Canoco for Windows. Center for Biometry, Wageningen.
- Trejo, I. 1998. Distribución y diversidad de selvas bajas de México: Relaciones con el clima y el suelo. Tesis doctoral. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.
- Trejo, I. y Dirzo R. 1993. Diversidad florística de las selvas secas de México. Memorias XII Congreso Mexicano de Botánica. Mérida, Yucatán. México.
- Trejo I. y Dirzo R. 2000. Deforestation of seasonally dry tropical forest: a national and local analysis in México. *Biological Conservation* 94:133-142
- Velázquez, E. y Gómez-Sal, A. 2007. Environmental control of early succession on a large landslide in a tropical dry ecosystem (Casita Volcano, Nicaragua). *Biotropica* 39:601-609.
- Vergara, G. y Gayoso, J. 2004. Efecto de los factores físicos-sociales sobre la degradación del bosque nativo. *Bosque* 25:43-52.

- Villaseñor, J. L., Maeda, P., Rosell, J.A. y Ortiz, E. 2007. Plant families as predictors of plant biodiversity in Mexico. *Diversity and Distributions* 13:871-876.
- Whittaker, R. H. 1975. *Communities and Ecosystems*. Macmillan Publishing Co. Nueva York.

## VII.-ANEXOS

### Anexo I. Ficha de obtención de datos de la vegetación.

<b>Responsable:</b>			<b>Sitio</b>		<b>Fecha</b>
<b>Parcela</b>	<b>Cuadro</b>	<b>ID</b>	<b>DAP</b>	<b>Altura</b>	<b>Forma de crecimiento</b>

## Anexo 2.-Formato de toma de datos de caracterización ambiental local

<b>Parcela 1</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Altitud</b>	<b>Pendiente</b>	<b>Orientación</b>		
<b>Cuadro 1</b>						
<b>Cobertura</b>	Porcentaje		<b>Perturbación</b>	(0-4)	<b>Turismo y caminos</b>	Distancia
Vegetación			Animal		Área de recreo	
Suelo desnudo			Humana		Caminos	
Rocas			Basura		Claros	
Hojasca			Plagas		Ríos o arroyos	
Plantas muertas					Asentamientos humanos	
Madera muerta					Otro	
<b>Estratos vegetación</b>			<b>Regeneración</b>		<b>Mapa de vegetación</b>	
Rasante			Especies		Tipo de vegetación	
Herbáceo			Cobertura		Fisonomía	
Otro					Cobertura	
Arbustivo			<b>Manejo</b>	pres/ausc	Especies dominantes	
Arbóreo			Tinas ciegas			
Epifitas			Brechas cortafuegos			
Trepadoras			Cercas vivas			
Briofitas			otro			

### Anexo 3.-Entrevista semiestructurada aplicada a los ejidatarios

Bienes ambientales		Variable	Preguntas
Alimentos	agricultura	Roza tumba y quema	¿En qué año tumbó el bosque por primera vez en su parcela?
			¿Con qué?
			¿Cómo considera que el fue el fuego que aplicó?
			¿De cuánto era la altura de la llama?
			¿En cuánto tiempo se quemaba una hectárea?
			¿Utilizó guardarraya?
			¿De cuánto era el ancho de la guardarraya?
			¿Qué área transformó con este proceso?
			¿Cuántas veces ha repetido el proceso de r-t-q desde la conversión original?
			¿Cuándo fue la ultima vez que realizó esta practica?
			Rozas o chapeos asociados a la agricultura sin quema
	El corte va dirigido fundamentalmente a		
	¿Qué área?		
	¿Cuándo fue la ultima vez que realizó esta practica?		
	cultivo	¿Con qué cultivo inició el uso de la parcela	
		¿En qué año cultivó por primera vez?	
		¿De cuántos meses era el ciclo de cultivo?	
		¿Cuántas veces repitió ese cultivo de manera seguida	
		¿Cuál es el área destinada para cultivo dentro de la parcela?	
		¿Cuántas veces ha repetido el ciclo de cultivo en la parcela desde que empezó?	
		¿Después de cuántos ciclos de cultivos descansa el terreno?	
		¿Cuánto tiempo descansa?	
		¿Cuándo fue la última vez que realizó esta practica?	
	Labranza	¿Cuándo fue la primera vez que hizo labranza?	

ganadería		¿Con qué instrumento?		
		¿Cuántas veces ha repetido el proceso?		
		¿Cuándo fue la última vez?		
	Deshierba	¿Cuántas veces deshierba por ciclo de cultivo?		
		¿Cuándo fue la primera vez que deshierbo?		
		¿Qué técnica usa para el deshierbe?		
		¿Cuándo fue la última vez?		
	Uso de agroquímicos	Herbicida	¿Qué Herbicida usa?	
			¿Cuándo fue la primera vez que usó herbicida en la parcela?	
			¿Cuánto aplica por hectárea?	
			¿Cuántas veces lo aplica por ciclo de cultivo?	
			¿Cuándo fue la última vez que lo utilizó?	
			¿Qué insecticida usa?	
		Insecticida	¿Cuándo fue la primera vez que usó insecticida en la parcela?	
			¿Cuánto aplica por hectárea?	
			¿Cuántas veces lo aplicó por ciclo de cultivo?	
			¿Cuándo fue la última vez que lo utilizó?	
			Pastoreo	¿Hace cuánto tiene bovinos?
				¿Cuántos meses al año lleva a pastar al ganado a la parcela?
	¿Para cuántas cabezas de ganado le da la parcela?			
	¿Qué área de su parcela está destinada para esta actividad?			
	¿Cuándo fue la última vez que realizó esta practica?			
	¿Qué pastos introdujo?			
	Pasturas	¿Cuándo fue la primera vez que introdujo pastos?		
		¿Utilizó algún insumo químico?		
		¿En qué cantidades?		
		¿Qué área de la parcela utilizó para pasturas?		
		¿Cuántas veces ha sembrado estos pastos?		
¿Cuándo fue la última vez que sembró pastos?				
Rozas y quemas para pasturas		¿Realiza <b>rozas</b> para mantener las pasturas?		
	¿Cuándo fue la primera vez que las realizó?			

		¿Qué área utilizó?
		¿Cuántas veces ha rozado desde que inició?
		¿Cuándo fue la última vez?
		¿Usa el <b>fuego</b> para mantener las pasturas?
		¿Cuándo fue la primera vez que las realizó?
		¿Para esta actividad usa guardarraya?
		¿Qué área utilizó?
		¿Cuántas veces ha quemado desde que inició?
		¿Cuándo fue la última vez?
Materiales de construcción y combustibles	Leña	¿Corta leña de la parcela para cocinar?
		¿Qué tipo de leña corta?
		¿Cuándo inicio?
		¿Qué instrumento utilizó?
		¿Qué área usó?
		¿Cuántas repeticiones al año?
		¿Cuántos años lleva realizando esta actividad?
		¿Cuándo fue la última vez que realizó esta práctica?
	Madera	¿Saca troncos grandes para madera?
		¿Qué tipo de madera saca?
		¿Cuándo inicio?
		¿Qué instrumento uso?
		¿Qué área de la parcela utilizó?
		¿Cuántas repeticiones al año?
		¿Cuántos años lleva realizando esta actividad?
		¿Cuándo fue la última vez que realizó esta práctica?

#### Anexo 4.- Listado de especies registradas para la microcuenca de Huautla.

Familia	Especie
ANACARDIACEAE	<i>Comocladia engleriana</i> Loesen <i>Spondias mombin</i> L.
APOCYNACEAE	<i>Haplophytum camicidium</i> A. DC. <i>Plumeria rubra</i> L. <i>Stemmadenia bella</i> Miers. <i>Thevetia ovata</i> (Cav.) A. DC. <i>Stemmadenia obovata</i> (Hook. & Arn.) K. Schum.
ASCLEPIADACEAE	<i>Marsdenia zimapanica</i> Hemsl.
ASTERACEAE	<i>Montanoa grandiflora</i> Hemsl.
BIGNONIACEAE	<i>Crescentia alata</i> H. B. K.
BOMBACACEAE	<i>Ceiba aesculifolia</i> (H. B. K.) Britt. & Baker. <i>Ceiba parvifolia</i> Engler
BORAGINACEAE	<i>Boraginacea</i> 1 <i>Cordia curassavica</i> (Jacq.) Roem. & Schultes <i>Cordia morelosana</i> Standley
BURSERACEAE	<i>Bursera ariensis</i> (H. B. K.) Mc Vaugh & Rzedowski <i>Bursera copallifera</i> (Sessé & Moc. Ex DC.) Bullock <i>Bursera grandifolia</i> Engl. <i>Bursera lancifolia</i> Engl. <i>Bursera linanoe</i> (La Llave) Rzed., Calderón & Medina <i>Bursera odorata</i> Brandeg. <i>Bursera schlehtendalii</i> Engl.
CACTACEAE	<i>Myrtillocactus geometrizans</i> Console <i>Neobouxbaukia multiaerolata</i> (E.Y.Dawson) Bravo, Scheinvar & Sánchez-Mej. <i>Neobouxbaukia</i> sp <i>Opuntia</i> sp <i>Pilososerius</i> sp <i>Stenocereus</i> sp
CARICACEAE	<i>Jacaratia mexicana</i> A. DC.
CELASTRACEAE	<i>Hippocratea acapulcensis</i> H. B. K.



*Hippocratea celastroides* H. B. K.  
*Wimmeria persicifolia* Radlk.  
 COMBRETACEAE *Combretum fruticosum* Stuntz  
 CONVOLVULACEAE *Ipomoea pauciflora* Mart. & Gal.  
 EUPHORBIACEAE *Croton morifolius* Willd.  
*Euphorbia schlechtendalii* Boiss  
*Phyllanthus* sp  
 FABACEAE *Acacia acatlensis* Benth.  
*Acacia cochliacantha* Humb. & Bonpl.  
*Acacia coulteri* Benth.  
*Acacia farnesiana* (L.) Willd.  
*Acacia pennatula* (Schlecht. & Cham.) Benth.  
*Acacia riparia* Kunth  
*Acacia* sp  
*Caesalpinia pulcherrima* (L.) Sw.  
*Calliandra houstoniana* Standley  
*Conzattia multiflora* (B. L. Rob.) Standley  
*Dalbergia congestiflora* Pittier  
*Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud  
*Haematoxylon brasiletto* Karst.  
*Indigofera platycarpa* Rose.  
*Lonchocarpus caudatus* Pittier  
*Lonchocarpus eriophyllus* Benth.  
*Lysiloma acapulcense* (Kunth) Benth.  
*Lysiloma divaricata* Macbride  
*Lysiloma tergemina* Benth.  
*Mimosa albida* Humb. & Bonpl.  
*Mimosa benthamii* Macbride  
*Mimosa polyantha* Benth.  
*Nissolia fruticosa* Jacq.  
*Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth.  
*Senna skinneri* (Benth.) H.S. Irwin & Barneby  
 HERNANDIACEAE *Gyrocarpus jatrophifolius* Domin.

JULIANACEAE	<i>Amphipterygium adstringens</i> (Schlecht.) Schiede
MALPIGHIACEAE	<i>Bunchosia canescens</i> DC. <i>Gaudichaudia</i> sp <i>Heteropteris brachiata</i> DC. <i>Malpighia mexicana</i> A. Juss.
MELIACEAE	<i>Cedrela oaxacensis</i> C. DC. & Rose, ex Rose <i>Swietenia humilis</i> Zucc. <i>Trichilia hirta</i> L.
OPILIACEAE	<i>Agonandra racemosa</i> (DC.) Standl.
POACEAE	<i>Lasiacis nigra</i> Davidse
POLYGONACEAE	<i>Ruprechtia fusca</i> Fernald.
RUTACEAE	<i>Casimiroa edulis</i> Llave & Lex. <i>Zanthoxylum culantrillo</i> H. B. K.
RUBIACEAE	<i>Hamelia patens</i> Jacq. <i>Randia echinocarpa</i> (Moc. & Sessé) ex DC.
SAPINDACEAE	<i>Serjania schiedeana</i> Schltdl.
SOLANACEAE	<i>Cestrum dumetorum</i> Schlecht.
STERCULIACEAE	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.
TILIACEAE	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> Hochr.
VERBENACEAE	<i>Lantana camara</i> L. <i>Vitex mollis</i> H. B. K. <i>Vitex pyramidata</i> Robinson & Pringle
VITACEAE	<i>Vitis tilifolia</i> Humb. & Bonpl.

---