

**Universidad de Guadalajara**  
Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias  
División de Ciencias Biológicas y Agropecuarias  
Coordinación de Postgrado



**Ordenación de comunidades leñosas de bosque tropical  
caducifolio en la cuenca del Río Ayutla-Ayuquila,  
Jalisco, México.**

**HÉCTOR LUQUÍN SÁNCHEZ**

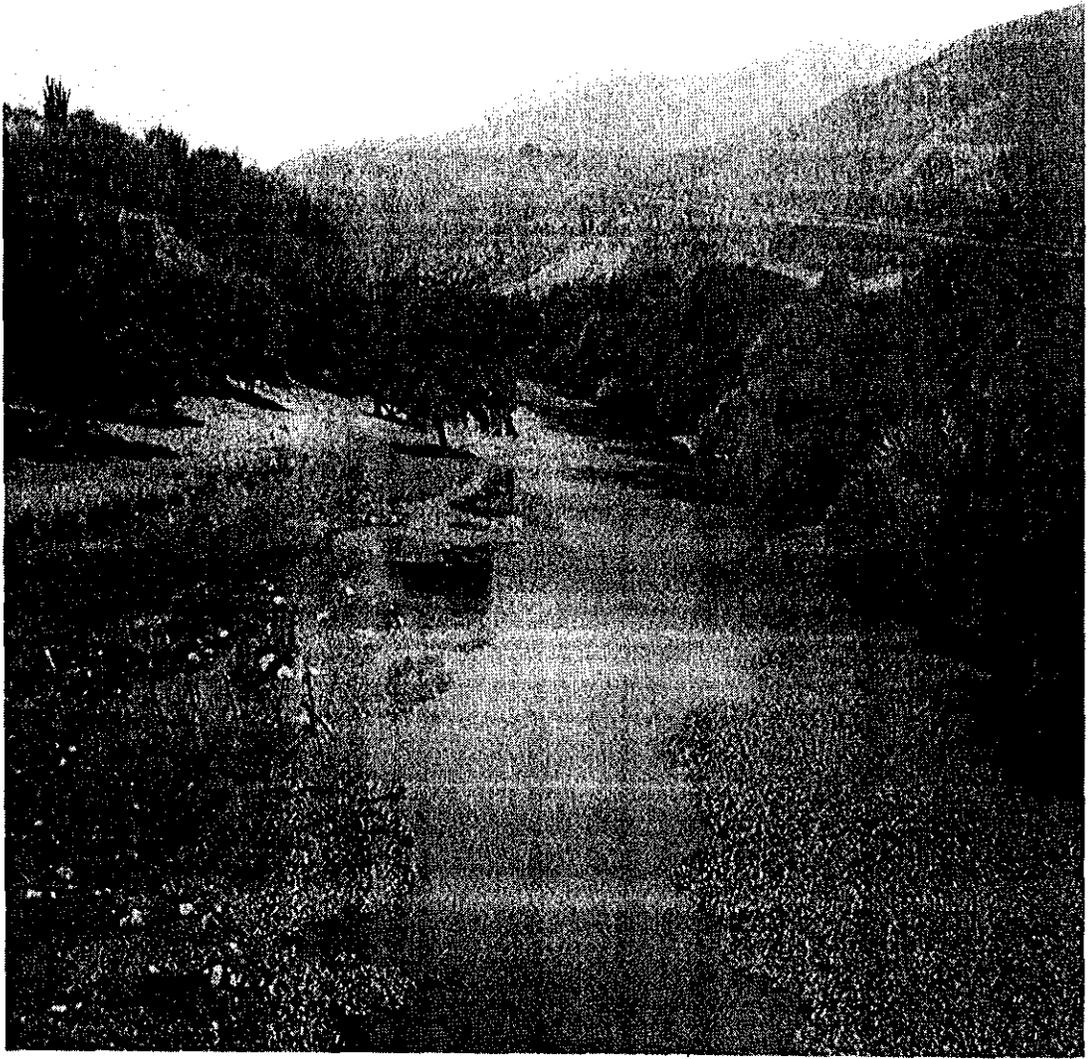
**T E S I S**

Presentada como requisito parcial

Para obtener el grado de

**MAESTRO EN CIENCIAS EN  
MANEJO DE ÁREAS DE TEMPORAL**

Zapopan, Jalisco, México. 22 de agosto de 2003.



La presente tesis titulada: "*Ordenación de comunidades leñosas de bosque tropical caducifolio en la cuenca del río Ayutla-Ayuquila, Jalisco, México*", fue realizada por el alumno Héctor Luquín Sánchez bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS  
MANEJO DE ÁREAS DE TEMPORAL**

**Consejo Particular**

Director:   
\_\_\_\_\_

Dr. J. Antonio Vázquez G.

Asesor:   
\_\_\_\_\_

Dr. Ramón Cuevas Guzmán

Asesor:   
\_\_\_\_\_

M. en C. Ricardo Nuño Romero

Zapopan, Jalisco, México. 4 de julio de 2003.

## DEDICATORIA

A mis padres: J. Félix Luquín Andrade y Teodora Sánchez Ascencio; que me dieron la existencia, su amor, apoyo y me han sabido dirigir en el camino de la vida.

A mi esposa: María Imelda Galván de Luquín; que con su cariño, dedicación y comprensión ha sabido compartir a mi lado las tristezas y alegrías y me ha dado la dicha con mis cuatro hijos.

A mis hijos: Héctor Alan, Aleida, Ángeles y Hugo Alejandro; por ser ustedes la alegría de mi vida, la motivación e inspiración de mi superación y la esperanza de mis esfuerzos.

A mis hermanos: Victoria y Humberto; que en la infancia compartimos el mismo hogar y que hoy con la responsabilidad de nuestras familias, todavía podemos vivir en acuerdo y armonía. Y a ti Tarcila†, que aún siendo un suspiro tu existencia en nuestro hogar, siempre te recuerdo y te llevaré en mi corazón.

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Guadalajara por recibirme y brindarme la oportunidad, primero como estudiante y posteriormente como profesionista. Al Instituto de Botánica y sus dirigentes por ser el área donde me he formado profesionalmente a través de las experiencias logradas con aciertos y fracasos. Un Agradecimiento también a todos mis maestros, que con sus conocimientos y motivación lograron fincar en mí el deseo de la superación.

En especial quiero expresar mi gratitud al Dr. J. Antonio Vázquez García, quien fungió como director de esta investigación, por su amistad, decidida voluntad, sus firmes convicciones y el incondicional apoyo para la realización de este trabajo. Así mismo al Dr. Ramón Cuevas Guzmán y al M. C. Ricardo Nuño Romero, asesores del trabajo, por la revisión del manuscrito y sus atinados comentarios y sugerencias.

Al gran equipo de apoyo: J. Félix Luquín Andrade, Santiago Torres Luquín y Fernando Cisneros y Héctor Alan Luquín, que sin su ayuda difícilmente hubiera podido concluir el trabajo de campo. A Yalma Vargas Rodríguez quien colaboró en algunos de los muestreos.

Quiero agradecer, también, a Jesús Guerrero, Ramón Cuevas, Francisco Santana, J. Antonio Vázquez, Jacqueline Reynoso, Mollie Harker y Servando Carvajal, quienes me auxiliaron en la determinación de algunas de las especies.

Un sincero agradecimiento a dos grandes amigos y compadres, el profesor Roberto Flores Santos, quien en repetidas ocasiones me acompañó a las localidades en estudio para la colecta de especímenes fértiles de las especies y a Nicolás Galván Rangel†, que fue de gran ayuda en la gestión del permiso con los propietarios de los predios donde se desarrolló el trabajo.

A la Familia Galván, que me han recibido con gusto en su hogar y me han ofrecido alojamiento durante todo este tiempo, un profundo agradecimiento. A mis amigos y compañeros de trabajo, del Laboratorio de Etnobotánica, Gregorio Nieves Hernández y Raúl Pérez por, estar siempre dispuestos a colaborar y darme ánimo para que concluyera esta investigación. A Luzmila Pérez y Karla Beas un agradecimiento por su apoyo en la captura de una parte de los datos, y a todas las personas que de alguna manera influyeron en el logro de la meta.....Mil Gracias.

El presente estudio fue realizado con el apoyo económico otorgado a los proyectos "Ordenamiento ecológico territorial del estado de Jalisco: grupo flora", auspiciado por la Universidad de Guadalajara-CUCBA y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (proyecto OETJ-SIMORELOS 96-06-002) y por el subprograma de investigación del Departamento de Botánica y Zoología, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, los tres proyectos bajo la responsabilidad del Dr. J. Antonio Vázquez García.

## RESUMEN

Se investigaron gradientes de 20 comunidades de bosque tropical caducifolio en la sub-cuenca Ayutla-Ayuquila, Jalisco en relación a variables ambientales mediante el uso de técnicas multivariantes. Se muestreó un total de 2 hectáreas (cada comunidad comprendió 1000 m<sup>2</sup>). Se encontraron 93 especies en 73 géneros y en 35 familias. Las familias más abundantes fueron Leguminosae, Burseraceae y Cactaceae. Más de la mitad (55%), de las especies leñosas fueron árboles. La ordenación basada en datos cuantitativos de área basal extrajo una variación considerable (49.23 %), distribuida en tres ejes (eje 1 = 23.37 %, eje 2 = 15.22 % y eje 3 = 10.64 %). El eje 1 fue explicado por la pendiente, cobertura de árboles y cobertura de arbustos, el eje 2 por la elevación y el eje 3 por el nitrógeno nítrico. La clasificación basada en la técnica UPGMA distinguió cuatro grupos con un 25 % de información restante. En general la comunidad parece estar respondiendo a una combinación de variables topográficas, climáticas, de suelo y de disturbio. Esto indica, en parte, una tendencia de especialización al hábitat, principalmente hacia lugares más húmedos, con más materia orgánica y con suelos más ácidos; donde la limitada disponibilidad de nitrógeno, por la presencia de bases, puede estar fomentando la competencia intraespecífica e interespecífica.

## ABSTRACT

Community gradients of 20 tropical dry forest stands were investigated in relation to environmental variables at the watershed of the river Ayuquila, Jalisco through multivariate analysis. A total of two hectares were sampled (each community consisted of 1000 m<sup>2</sup>). Community composition consisted of 93 species in 73 genera and 35 families. The largest families were Leguminosae, Burseraceae and Cactaceae. Over half (55%) of the woody species were trees. The ordination, based on quantitative data of basal area extracted considerable variation (49.23 %), over three axis (axis 1 = 23.37 %, axis 2 = 15.22 % and axis 3 = 10.64 %). Axis 1 was explained by slope by tree and shrub cover; axis 2 was explained by elevation; and axis 3 by nitrogen. UPGMA classification obtained four groups with 25 % of remaining information. In general, the community seems to be responding to a combination of topographic, climatic, soil variables as well as disturbance. This suggests, in part, a tendency to habitat specialization, mainly toward more mesic sites, richer in organic mater and toward more acidic soils, where the lack of nutrient availability such as nitrogen, due to high pH, could be encouraging intraespecific and interespecific competition.

## CONTENIDO

Agradecimientos	v
Resumen	vii
Abstract	viii
Contenido	ix
Introducción	01
Métodos	06
Resultados	10
Discusión	13
Conclusiones	18
Literatura Citada	20
Índice de Figuras	
01a Localización del área de estudio.	29
01b. Mapa de los transectos en cada uno de los sitios.	30
02a. Correlación de la pendiente con el eje 1 de la ordenación BC-VR.	31
02b. Correlación de la cobertura de arbolado con el eje 1 de la ordenación BC-VR.	32
02c. Correlación de la cobertura de arbustos con el eje 1 de la ordenación BC-VR.	33
03. Correlación de la elevación con el eje 2 de la ordenación BC-VR.	34
05. Correlación del nitrógeno nítrico con el eje 3 de la ordenación BC-VR.	35
05a. Correlación de vectores en los ejes 1 y 2 de la ordenación BC-VR.	36
05b. Correlación de vectores en los ejes 1 y 3 de la ordenación BC-VR.	37
06. Correlación positiva de <i>Bursera fagaroides</i> con el eje 1 de la ordenación BC-VR.	38
07. Correlación negativa de <i>Conzattia multiflora</i> con el eje 1 de la ordenación BC-VR.	39
08. Correlación positiva de <i>Acacia cochliacantha</i> con el eje 2 de la ordenación BC-VR.	40
09. Correlación positiva de <i>Wimmeria persicifolia</i> con el eje 3 la ordenación BC-VR.	41
10. Clasificación de comunidades leñosas.	42
11. Frecuencia de las especies de 20 comunidades leñosas.	43
12. Distribución y abundancia en las especies de comunidades leñosas.	44
13. Estructura y diversidad 20 comunidades en el gradiente de altitud.	45

<b>Índice de Cuadros</b>	
01. Matriz principal de 93 especies en 20 sitios (datos de área basal en dm <sup>2</sup> ).	46
02. Matriz de variables ambientales.	48
03. Coeficientes de correlación entre variables ambientales y ejes de la ordenación.	49
04. Especies correlacionadas con los ejes de la ordenación.	50
05. Listado de la comunidad leñosa en 20 sitios (cada uno de 0.1 ha).	51
<b>Fotografías</b>	60

## INTRODUCCIÓN

La crisis económica y ambiental, presente en muchas de las zonas tropicales del planeta, ha puesto a muchas comunidades bióticas en riesgo de extinción, las cuales integran una gran cantidad de especies de flora y fauna aún desconocidas por los científicos (Wilson 1988; Campbell 1989). Lo anterior implica que si queremos conservar la biodiversidad en forma perdurable, es indispensable conocer como responden los organismos y las comunidades a distintas condiciones ambientales, y con esto fundamentar con mayor pertinencia el manejo actual de cualquier ecosistema.

El bosque tropical caducifolio, comparativamente con el bosque tropical perennifolio y bosque mesófilo de montaña, ha sido poco estudiado en las últimas décadas desde un enfoque de ecología cuantitativa (Gentry 1995; Trejo y Dirzo 2002). Este tipo de comunidad, seguido es omitido, ya que sólo se les considera matorrales semiáridos. Algunos de los trabajos en bosques tropicales caducifolios de México tienen un enfoque fisonómico o florístico (Rzedowski y McVaugh 1966; Rzedowski 1978, 1993; Benz *et al.* 1994; Vázquez *et al.* 1995; Cuevas *et al.* 1998), mientras que los de enfoque cuantitativo son escasos (Lott *et al.* 1987; Vázquez 1995a, 1995b; Vázquez y Givnish 1998; Gentry 1995; Vargas 1998; Trejo y Dirzo 2002).

La distribución geográfica del bosque tropical caducifolio en México es cercana al 17% (Rzedowski 1978). En Jalisco el bosque tropical caducifolio está mejor representado en el área correspondiente a la costa pacífica, desde Puerto Vallarta hasta Cihuatlán, en la cuenca del Balsas, en el valle que incluye la zona de Ciudad Guzmán y Tecalitlán, en los valles de los afluentes superiores del río Ameca y Armería, en este último en la región de Venustiano Carranza (hoy San Gabriel), Autlán, El Grullo y Unión de Tula.

El bosque tropical caducifolio (Rzedowski y McVaugh 1966), ha sido también denominado deciduous seasonal forest (Beard 1944), dry deciduous forest (Trochain 1957), tropical deciduous forest (Leopold 1950), short tree forest (Gentry 1942) y selva baja caducifolia (Miranda y Hernández X. 1963).

Esta comunidad incluye especies dominantes arbóreas de talla modesta sin espinas, las cuales pierden sus hojas por un período prolongado, 5 a 8 meses (Gómez-Pompa 1980; Rzedowski 1994), lo cual coincide con la época seca del año. En estado natural o poco perturbado, el bosque tropical caducifolio suele ser una comunidad densa, dominada por árboles de 8 a 15 metros de alto, que forman un techo de altura uniforme. La copa de los árboles es convexa o plana, con diámetro que en ocasiones sobrepasa la altura de la planta. El diámetro de los troncos raramente excede de 50 cm y las ramas parten por lo general desde una altura de 2 metros. Un gran número de plantas florecen al finalizar la época seca, antes o al tiempo de la aparición de las hojas (Rzedowski y McVaugh 1966). En ciertas áreas el bosque tropical caducifolio es substituido por el bosque tropical subcaducifolio, principalmente en zonas con precipitación superior a 1000 mm. En el interior del bosque tropical subcaducifolio existen manchones del bosque caducifolio y viceversa. Si a ello se le agrega la circunstancia de que amplias zonas antes cubiertas por estas dos comunidades vegetales se encuentran en la actualidad invadidas en una buena parte por diferentes tipos de comunidades secundarias herbáceas y arbustivas, podrá comprenderse fácilmente, que los límites entre ambos tipos de vegetación son complejos.

La composición florística de éste bosque, al igual que la de otros bosques más húmedos, se caracteriza principalmente por árboles de la familia Leguminosae y por lianas de la familia Bignoniaceae. No obstante, Myrtaceae, Rubiaceae, Sapindaceae, Euphorbiaceae y Capparidaceae son otras familias relevantes de plantas leñosas. El género más prevalente es *Tabebuia*. Otros géneros de especies leñosas incluyen: *Casearia*, *Trichilia*, *Erythroxylon*, *Randia*, *Capparis*, *Bursera*, *Acacia* y *Coccoloba* (Gentry 1995). Considerando la flora vascular total Gentry (1995) indica que la familia Leguminosae sigue siendo la más rica en especies para este tipo de vegetación. Sin embargo, en Cerro Grande, Sierra de Manantlán, usando 8 sitios de 0.1 ha cada uno, Vázquez y Givnish (1998) documentan que Asteraceae supera a Fabaceae en un gradiente de 1500 a 1800 msnm. Lo anterior es confirmado por los datos de

Cuevas *et al.* (1998), quienes evaluaron mediante un enfoque florístico la composición de esta comunidad en toda la Sierra de Manantlán. Las especies presentes en las cercanías a la región de estudio (Sierra de Manantlán) incluyen *Lysiloma acapulcense*, *L. microphyllum*, *Jacaratia mexicana*, *Amphipterygium adstringens*, *Cochlospermum vitifolium*, *Ceiba aesculifolia*, *Pseudobombax ellipticum*, *Bursera spp.*, *Heliocarpus terebinthinaceus* y *Pachycereus pecten-aboriginum* (Vázquez *et al.* 1995).

La diversidad Alfa del bosque tropical caducifolio suele ser menor que la de bosques tropicales más húmedos tales como el subcaducifolio y el perennifolio (Gentry 1988, 1995), sin embargo los bosques tropicales caducifolios de mayor diversidad alfa no son los que ocurren en zonas con mayor precipitación (Lott *et al.* 1987, Gentry 1988) y su diversidad es explicada por la evapotranspiración potencial más que por la precipitación (Trejo y Dirzo 2002). En La Sierra de Manantlán la diversidad de estos bosques está en relación con la edad de sus rodales (Sánchez *et al.* 2002).

La diversidad Beta de esta comunidad aumenta con la disminución de la elevación (Vázquez 1995a, 1995b; Vázquez y Givnish 1998). En un amplio rango geográfico representado por 20 sitios en México, el reemplazo de especies es elevado ya que el 72% de un total de 917 especies se encontraron restringidas a un solo sitio y el promedio de similitud entre sitios fue del 9% (Trejo y Dirzo 2002).

El endemismo, a la escala de México, aumenta con el incremento de la aridez, siendo del orden de 43% en zonas áridas, 28% en semiáridas, 11% en semihúmedas y solo 4% en húmedas (Rzedowski 1962). A pesar de que estos hábitats se componen de especies de amplia distribución geográfica (Gentry 1982a y 1982b), en la mayoría de las regiones el endemismo suele ser mayor en lugares más secos, comparados con lugares adyacentes más húmedos (Gentry 1995). En el bosque tropical caducifolio, de la Sierra de Manantlán, se encontró que el 45% de las especies se encuentran restringidas a México y el 12% al Occidente de México (Cuevas *et al.* 1998).

El uso actual de este bosque incluye especies alimenticias como: "pitayo" *Stenocereus queretaroensis* (Weber) Buxbaum y "bonete" *Jacaratia mexicana* A. DC. (Vázquez y Cuevas 1995); "ciruela" *Spondias purpurea* L., "capomo" *Brosimum alicastrum* Sw., "copaljocote" *Cyrtocarpa procera* H. B. K. y "capiro" *Sideroxylon capiri* (A. DC.) Pittier (observación personal del autor).

El estado de conservación de estas comunidades está tan deteriorado por la ganadería extensiva, el avance de la frontera agrícola y la mancha urbana, los espacios en desarrollo turístico y el aprovechamiento selectivo de especies; que estos bosques son considerados entre los más amenazados del mundo (Murphy y Lugo 1986a, 1986b; Janzen 1988a, 1988b; Maas 1995). En la Sierra de Manantlán solo el 2% de sus especies se encuentran listadas bajo alguna categoría de conservación en la Norma Oficial Mexicana (Cuevas *et al.* 1998).

En vista de todo lo anterior, se requiere generar información sobre su estructura, patrones ecológicos, interacciones bióticas y señalar recomendaciones de manejo que contribuyan a conservar la gran diversidad de especies animales que en esta comunidad viven.

Los patrones de las comunidades vegetales, en gradientes ambientales, podemos conocerlos mediante la ordenación directa (Whittaker 1972), sin embargo, nosotros nunca sabemos *a priori* cuales factores ambientales son más importantes para la distribución y abundancia de las especies y comunidades. La alternativa es el uso de las técnica de ordenación indirecta, para rodales en una o más dimensiones de espacio abstracto, basadas en la similitud de su composición florística (Bray y Curtis 1957; Austin y Orlóci 1966; Whittaker y Gauch 1973; Hill 1973, 1974, 1979a, 1979b; Orlóci 1975; Beals 1984; Faith *et al.* 1987; Minchin 1987a, 1987b; 1990; Peet *et al.* 1988; McCune y Beals 1993), las cuales tienen la ventaja de identificar gradientes en la composición de las comunidades y en la distribución de las especies, sin supuestos *a priori* acerca de los factores ecológicos. Por lo tanto, son de gran valor en la generación de hipótesis sobre las relaciones florísticas y biogeográficas que guardan los distintos rodales en relación a su medio ambiente.

En un universo ecológico, donde las distribuciones de las especies en gradientes ambientales varían de unimodales a sesgadas y aún polimodales, los métodos no lineales, como Escalar Multidimensional (NMDS) y Bray y Curtis-Varianza-Regresión (BC-VR), son más apropiados que los métodos lineales en recuperar gradientes, esto se ha demostrado en la práctica con datos simulados y reales (Fasham 1977; Gauch *et al.* 1981; Beals 1984).

Los métodos de clasificación numérica se han utilizado en muchas disciplinas para estudiar la estructura de series complejas de datos, son métodos adecuados para generar hipótesis estadísticas sobre los datos más que para ponerlas a prueba. En ecología vegetal el uso más común de los métodos de clasificación es la búsqueda de asociaciones florísticas. El propósito del análisis de conglomerados es definir grupos de objetos basados en su similitud, lo cual tiene gran valor práctico, principalmente para la docencia, extensión y manejo de los ecosistemas. Los estudios con datos simulados y reales demuestran que la técnica UPGMA (Media Aritmética de Pares de Grupos), utilizada en este trabajo, es una técnica robusta.

En este trabajo se buscó ordenar y clasificar las comunidades de bosque tropical con base en su diversidad, estructura y composición florística. En particular : a) describir cuantitativamente los rodales de bosque tropical caducifolio en la cuenca del Río Ayutla-Ayuquila; b) ordenar y clasificar rodales del bosque caducifolio en la cuenca y c) generar hipótesis sobre que variables ambientales son más importantes en explicar la organización de las comunidades del bosque tropical caducifolio.

## MÉTODOS

### Área de estudio

La hidrografía de Jalisco incluye la cuenca del río Ayutla-Ayuquila-Armería que es uno de los 15 ríos principales de los 100 existentes en la vertiente del Pacífico y se encuentra entre los 43 ríos más importantes a nivel nacional. Presenta una longitud total, desde la cabecera de la cuenca hasta su desembocadura en el mar, de 240 km, con un volumen total anual de escurrimiento de 2076 millones de m<sup>3</sup>. Esta cuenca tiene una superficie drenada de 9803 km<sup>2</sup>, siendo una de las más importantes dentro de la zona Pacífico Centro. Las tres subcuencas intermedias que integran son: Río Armería, Río Tuxcacuesco y Río Ayuquila. El área de estudio se ubica en la subcuenca del Río Ayuquila, la cual abarca los municipios de Atengo, Tenamaxtlán, Unión de Tula y El Grullo y parte de los municipio de Tecolotlán y Tuxcacuesco.

El área drenada es de 3560 km<sup>2</sup> y dentro de la subcuenca se encuentran en operación siete almacenamientos utilizados para fines agrícolas: 1) Presa Tacotán, con una capacidad de 149 millones de m<sup>3</sup> para riego de 9,600 has., de la Unión de Riego Autlán-El Grullo; 2) Presa Trigomil, con una capacidad de 320 millones de m<sup>3</sup>, 3) Presa Charco Azul con capacidad de 7 millones de m<sup>3</sup> para riego de 755 has., 4) Presa Alcaparrosa con capacidad de 5 millones de m<sup>3</sup> y riego de 550 has., 5) Presa Miraplanes con 1.45 millones de m<sup>3</sup> de capacidad para riego de 220 has., 6) Presa Don Gil con capacidad de 3.904 millones de m<sup>3</sup> y riego de 536 has., y 7) Presa Los Órganos que riegan 50 has., con una capacidad de 0.524 millones de m<sup>3</sup> (CONABIO 2002, SEPROE 2002).

El Río Ayutla-Ayuquila se localiza al sur del estado de Jalisco, y limita en su porción norte a la Reserva de la Biosfera Sierra de Mazatlán. Es un sistema de cañones bajos y profundos que van de 750 a 1700 msnm, se ubica entre los 19° 25' a 19° 55' de latitud norte y 103° 21' a 104° 21' de longitud oeste (SEPROE 2002).

El clima es semicálido subhúmedo A (c) w, cálido subhúmedo (Aw1) y cálido semiárido BS1 (García 1972). Las temperaturas medias anuales varían

de los 12 a los 27 °C y la precipitación media anual es del orden de los 800 a 1300 mm. El área de estudio se ubica en la zona libre de heladas (García 1972).

La geología presenta gran variabilidad, incluye materiales de origen volcánico así como de origen sedimentario (CETENAL 1970).

Los suelos son poco desarrollados, incluyen principalmente Regosol, Luvisol y Cambisol, además de Castañozem y Fluvisol en menor extensión (CETENAL 1970).

### **Localidades de muestreo**

Las localidades fueron seleccionadas, con base en un reconocimiento de campo realizado a lo largo de la cuenca y teniendo en consideración los siguientes aspectos: 1) áreas bien conservadas y representativas fisonómica y florísticamente del bosque tropical caducifolio; 2) continuidad de la vegetación desde el nivel más bajo hasta la máxima elevación; 3) que se pudieran delimitar el total de los sitios y cuadrantes, a lo largo del gradiente altitudinal, necesarios para completar una hectárea de muestreo; 4) tener acceso a la zona y 5) se consiguiera el permiso con los propietarios del terreno para realizar el trabajo.

La primera de las localidades se ubicó en el Río Ayutla-Ayuquila, dentro del predio denominado Cerro Palos Verdes, 5 km al noroeste del Puente El Corcovado, y donde la amplitud altitud es de 800-1500 m. La segunda localidad se ubica a 8 km al noroeste del mismo puente, en el predio denominado Cerro Los Hornitos, con una altitud entre los 800-1600 m (Figura 1).

### **Trabajo de campo**

Con base en cartas de CETENAL, levantamientos de vegetación en la zona de estudio y reconocimiento de campo, se seleccionaron 20 sitios, distribuidos en las dos localidades. En cada localidad se delimitaron 10 sitios, separados entre sí por intervalos de 50 metros de elevación, los cuales consistieron de 10 transectos (2 x 50 m cada uno), como en Gentry (1982a, 1982b) (Figura 1b, Cuadro 2). Las variables medidas fueron altitud, exposición,

inclinación de la pendiente, pedregosidad, humedad del suelo, textura, pH, contenido de nutrientes y de materia orgánica (Cuadro 2). Los cuadrantes de 100 m<sup>2</sup> se ubicaron aleatoriamente en una superficie de 20 x 180 m, donde corren paralelos a la cota elevacional (Figuras 1a, 1b). Se midieron todos los individuos mayores de 2.5 cm de diámetro (dap), incluyendo árboles, arbustos y lianas, y se calculó su altura.

Se tomaron dos muestras de suelo aleatoriamente en cada sitio de muestreo, para su análisis en laboratorio. El porcentaje de inclinación de la pendiente fue determinado a través del clisímetro. Para asignar el grado de pedregosidad se consideraron los parámetros siguientes: un porcentaje del 71-90% de rocas superficiales o que afloran en la superficie correspondió a la categoría 5, del 51-70% a la 4, del 31-50% a la 3, del 11-30% a la 2 y menor al 10% de pedregosidad se considero como 1 (basado en Olvera *et al.* 1996, pero con algunas modificaciones). Para determinar la frecuencia de las especies, se tomó en cuenta el número total de sitios y la presencia de éstas dentro de ellos: de 1-4 muy escasas, 5-8 escasas, 9-12 regular, de 13-16 abundantes y de 17 a 20 muy abundantes.

La identificación de las especies se hizo *in situ* y en casos dudosos se determinaron como morfoespecies. Se colectaron ejemplares testigos por triplicado y posteriormente se identificaron por el autor o a través de taxónomos especialistas. Dichos ejemplares se depositaron como respaldo en los herbarios IBUG y ZEA, ambos de la Universidad de Guadalajara. La nomenclatura de las especies se basó en Vázquez *et al.* (1995) y la nomenclatura de la vegetación se basó en Rzedowski (1978) y Miranda y Hernández X. (1963).

#### **Análisis de datos:**

Los patrones de las comunidades en diversidad, estructura y composición se examinaron mediante el método directo de análisis de gradientes (Whittaker 1956). La diversidad se estimó mediante el índice Shannon-Wiener y el de uniformidad se hizo de acuerdo a Magurran (1988).

Los rodales se ordenaron mediante la técnica de Bray y Curtis Varianza-

Regresión. La medida de distancia sociológica usada fue la de Sørensen,  $D = 2w/(a+b)$ . Se calcularon los valores de importancia, como el promedio de la densidad relativa, frecuencia relativa y dominancia relativa (Curtis y MacIntosh 1951). Las relaciones ambientales se determinaron mediante análisis de regresión. Para la clasificación de rodales se utilizó el método politético aglomerativo UPGMA.

Bray y Curtis Varianza-Regresión (BC-VR) es una familia de técnicas que tienen en común (1) el cálculo de una matriz de distancias, usando una distancia apropiada para estimar la disimilitud entre muestras; (2) selección de muestras de referencia reales o sintéticas, las cuales determinarán la orientación de los ejes; y (3) la proyección de muestras en cada eje por la distancia a dichas muestras de referencia (Bray y Curtis 1957; Beals 1965, 1973, 1984).

Para estos análisis multivariados de comunidades se usaron las aplicaciones PC-ORD (McCune y Mefford 1999; McCune y Grace 2002).

Las muestras de suelo se analizaron en el laboratorio de suelos del Instituto Tecnológico Agropecuario No. 26, de Tlajomulco de Zuñiga, para determinar el contenido de nutrientes y materia orgánica, el pH, la humedad, y la textura de los suelos para cada sitio. Los resultados fueron correlacionados dentro de las variables ambientales.

## RESULTADOS

### Descripción física de los sitios

Se generó información para 93 especies leñosas en 20 sitios de 0.1 hectáreas cada uno (total = 2 hectáreas), (Cuadro 1). Las características ambientales registradas de los sitios se describen en el Cuadro 2. Los sitios correspondieron a dos localidades de la cuenca del Río Ayutla-Ayuquila, entre las localidades de Unión de Tula y El Corcovado (Figuras 1a y 1b). La amplitud altitudinal en el área de estudio fue de 800-1260 m. Los sitios se ubicaron en laderas con una inclinación de pendiente del 18 al 43% (Cuadro 2). Los sitios tuvieron exposición de sursuroeste a sursureste, incluyendo algunos de exposición sur. Predominaron los sitios de pedregosidad intermedia, aquí designados bajo la categoría 3.

### Composición florística y Estructura.

La flora semileñosa y leñosa arbórea consistió de 93 especies que se ubican en 73 géneros y en 35 familias. Tres especies quedaron determinadas a nivel de género y sólo una no se identificó más allá del nivel de familia. Del total de las especies 51 (54%) resultaron muy escasas, 12 (13%) escasas, 11 (12%) tanto las de frecuencia regular como las abundantes y solo el 8 (9%) estuvo representado por las muy abundantes (Figura 11 y 12).

Las formas biológicas incluyeron: 62 árboles (67%), 21 arbustos (22%) y 10 trepadoras (11%). Los árboles más comunes del dosel alto fueron: *Conzattia multiflora*, *Cyrtocarpa procera*, *Ficus cotinifolia*, *Jacaratia mexicana*, *Bursera kerberi*, *Bursera Aloexylon*, *Lysiloma microphyllum*, *Stenocereus queretaroensis*, *Pachycereus pecten-aboriginum* y *Bursera copallifera*. Entre los de talla mediana se encontraron a *Ceiba aesculifolia*, *Bursera grandifolia*, *Lysiloma acapulcense*, y árboles más bajos fueron *Senna atomaria*, *Acacia pennatula*, *Bursera bipinnata*, *Bursera fagaroides* y *Cordia morelosana*. Entre los árboles con diámetros mayores se encontró a *Pseudobombax palmeri*, *Jacaratia mexicana*, *Conzattia multiflora*, *Pachycereus pecten-aboriginum* y

*Stenocereus queretaroensis*. Los arbustos con mayor número de ramas fueron *Coursetia glandulosa* y *Acacia cochliacantha*. Las especies encontradas como muy abundantes fueron *Lysiloma microphyllum*, *Coursetia glandulosa*, *Conzattia multiflora*, *Stenocereus queretaroensis*, *Ceiba aesculifolia*, *Bursera grandifolia*, *Bursera penicillata* y *Acacia riparia*.

Las familias con mayor número de especies fueron Leguminosae con 21 especies, Burseraceae con 7, Cactaceae 6, Malpighiaceae 5; Compositae y Euphorbiaceae 4 cada una; Anacardiaceae, Sapindaceae y Apocynaceae 3 cada una; Amaranthaceae, Araliaceae, Asclepiadaceae, Bombacaceae, Boraginaceae, Moraceae, Rubiaceae, Rutaceae, Celastraceae, Ulmaceae y Urticaceae 2 cada una; el resto con una sola especie (Cuadro 1). Los géneros con mayor número de especies incluyeron: *Acacia* y *Bursera* con 7 especies cada uno; *Aralia*, *Celtis*, *Cordia*, *Croton*, *Iresine*, *Lysiloma*, *Malpighia* y *plumeria* con 2 especies cada una.

### Ordenación

La ordenación de Bray y Curtis regresión de varianza extrajo una varianza total acumulada del 49%, de la cual el 23% fue extraído por el primer eje, el 16% por el segundo eje y el 10% por el tercer eje.

El eje 1 tuvo como extremos los sitios 15 y 20 y estuvo explicado por la pendiente, la cobertura de árboles y la cobertura de arbustos (Cuadro 3) (Figuras 2a, 2b, 2c y 5a). Fueron 11 especies las que estuvieron positivamente correlacionadas con éste eje, algunas de ellas incluyeron *Cordia morelosana*, *Eysenhardtia polystachya* y *Bursera fagaroides* (Figura 6), mientras que siete estuvieron correlacionadas negativamente con el eje 1, entre ellas *Conzattia multiflora* (Figura 7), *Coursetia glandulosa* y *Erythrina lanata* (Cuadro 4).

El eje dos tuvo como extremos los sitios 15 y 2 y estuvo explicado por la elevación (Cuadro 3) (Fig. 3 y 5a). Las especies correlacionadas positivamente con el eje dos incluyeron *Acacia cochliacantha* (Figura 8), *Bauhinia gypsicola*, *Lonchocarpus mutans* e *Iresine cassiniiformis* (Cuadro 4).

El eje tres tuvo como extremos los sitios 7 y 19, y estuvo explicado por el contenido de nitrógeno nítrico en el suelo (Cuadro 3), (Figuras 4 y 5b). Las especies positivamente correlacionadas con éste eje incluyeron *Wimmeria persicifolia* (Figura 9), *Ipomoea arborescens*, *Aralia humilis* y *Zanthoxylum fagara*.

### **Clasificación**

La clasificación de grupo promedio sin ponderación (UPGMA), con un corte en 25% de información restante permitió reconocer 4 grupos. El grupo principal incluyó 13 sitios (1, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 15, 16 y 17). Un segundo grupo de características intermedias incluyó 4 sitios (3, 9, 18, y 19). Otro grupo pequeño pero el más distintivo de todos incluyó 2 sitios (10, 20). El último grupo sólo incluyó un sitio también fue bastante distinto del resto (2) (Figura 10).

## DISCUSIÓN

El bosque tropical caducifolio en la subcuenca Ayutla-Ayuquila Jalisco, parece estar respondiendo a una combinación de variables topográficas, climáticas, edáficas así como al disturbio antrópico. Esto indica en parte una tendencia de especialización de hábitat, principalmente hacia lugares más húmedos, con más materia orgánica y con suelos más ácidos. Donde la disponibilidad de nutrimentos como N y quizá de bases (Ca, Mg y Na) (inferido por el pH) tiende a ser efímera en el suelo y por lo tanto puede fomentar la competencia intraespecífica e interespecífica ante la deficiencia de tan importantes nutrimentos.

La inclinación de la pendiente, la elevación, la exposición y la cobertura de árboles, arbustos y hierbas, fueron las variables más importantes en explicar la variación principal de las comunidades leñosas del bosque tropical caducifolio; en la subcuenca Ayutla-Ayuquila, Jalisco, en un gradiente continuo de 460 m de intervalo altitudinal.

### Ordenación

La cobertura de árboles, arbustos y hierbas aumentaron con incrementos de la pendiente, con la cantidad de agua aprovechable ( $p < 0.17$ ) y con la disminución de la elevación y de la exposición. Estas coberturas de vegetación parecen responder a un diferencial de humedad y de radiación solar y preferir lugares más húmedos y con menor evapotranspiración anual, correspondientes a lugares de menor elevación y de menor exposición, consistente con lo reportado por Trejo y Dirzo 2002. Esto puede explicarse por la riqueza de especies, la cual aumenta hacia las partes bajas (Vázquez y Givnish 1998, Lieberman *et al.* 1996, Kitayama 1992), constituyendo un conjunto más eficiente en el uso de luz, ya que cada especie tiene diferente estrategia de adaptación a este factor y existe un amplio abanico de especies, desde heliófitas hasta umbrófitas (Givnish 1988).

Lo anterior también es consistente con la idea de que la vegetación misma puede imponer mayores discontinuidades en composición, en lugares de pendientes escarpadas (Beals 1966), contribuyendo de esta manera a una elevada riqueza de especies y por ende a una gran heterogeneidad de hábitos y portes de los árboles, que redunden en valores mayores de cobertura del dosel arbóreo y arbustivo. Aquí avanzamos la hipótesis de que la luz indirecta puede ser mejor aprovechada, y por lo tanto, más importante en pendientes escarpadas, debido al patrón escalonado que muestra la vegetación en estas inclinaciones pronunciadas, lo cual la habilita a mayor superficie de recepción de luz horizontal reflejada por la propia vegetación, e incrementando con ello el crecimiento, fotosíntesis, e inversión en biomasa (Huante y Rincón 1998). Además se incrementa el establecimiento de plántulas y de la densidad de juveniles (Hubbell *et al.* 1999) y con ello la cobertura de árboles y arbustos por unidad de superficie en lugares de pendiente escarpada en comparación con los lugares de pendiente suave.

En el eje principal se encontró poca evidencia de lixiviación de nutrientes ( $p < 0.18$ ), comparado con lo reportado por Vargas (1998) o Vázquez y Givnish (1998), esto quizá debido a que en pendientes pronunciadas las corrientes de lluvia en verano son tan intensas, que la mayor parte del acarreo de nutrimentos puede ser principalmente superficial y de mínimo aporte al suelo en los diferentes estratos de elevación. Los suelos con pendientes más pronunciadas presentan mayor escurrimiento superficial y mayor lixiviación de nutrimentos, por lo que la disponibilidad de estos nutrimentos puede ser menor en lugares de mayor inclinación de la pendiente que en lugares de pendiente suave. Esto podría estar ocasionando una mayor necesidad por los recursos que resulte en la exclusión competitiva, y con ello mayores discontinuidades en composición florística y el recambio de especies, a pesar de que sean sitios con menor elevación.

El hecho de que la elevación estuvo correlacionada, tanto con el eje 2 ( $p < 0.01$ ) como con el eje 1 ( $p < 0.05$ ), indica que ambos ejes no son independientes y que muestran cierta asociación el uno con el otro. Sin

embargo, el eje 2 fue además explicado por el contenido de materia orgánica ( $p < 0.07$ ), la cual incrementa con la disminución de la elevación, quizá como resultado de intensos escurrimientos superficiales al inicio del verano. Esto sugiere que, aunque no se encontró un obvio gradiente de fertilidad con la elevación, si existe un gradiente en la fuente de suministro de nutrimentos a partir de la descomposición de la materia orgánica, y que quizá, si el flujo de los nutrimentos por el substrato del suelo es tan efímero, en cuanto están disponibles los nutrimentos en el suelo, son rápidamente asimilados por la vegetación, como se ha reportado para el bosque tropical lluvioso (Richards 1996).

El nitrógeno nítrico y el pH ( $p < 0.13$ ) fueron relevantes en explicar el eje 3 de estas comunidades y éstos aumentan con la disminución de la cobertura de árboles y arbustos, quizá debido a un excedente derivado de la descomposición orgánica que no es removido por la reducida cobertura vegetal. Por lo tanto, ésta comunidad podría responder substancialmente a la adición de fertilizantes nitrogenados así como de sales. Por otro lado, aunque los incendios podrían incrementar en el corto plazo el nivel de nitrógeno, a mediano plazo en realidad producen una sustancial reducción de la concentración de nitrógeno (Ellingson *et al.* 2000), por lo que éstos deben de ser evitados, ya que al igual que otros tipos de disturbio antropogénico, podrían ocasionar profundos cambios en composición debido a la alteración de la capa microbiótica que es el principal suministro de éste nutrimento (Evans y Belnap 1999).

La disminución de cobertura de vegetación, tanto en árboles, arbustos y hierbas, hacia las partes de mayor altitud, sugiere la existencia de un gradiente de disturbio, el cual explicaría que en los lugares de menor pendiente a mayor elevación y de mayor exposición, son más accesibles para actividades antrópicas, como el pastoreo extensivo de ganado vacuno y la extracción de leña. Por otro lado, éste gradiente podría estar reflejando el historial de avance de la frontera agrícola, principalmente de cuamiles, limitado por la inclinación de la pendiente.

El contenido gravimétrico de agua ( $\theta_g$ ) en la capa superficial del suelo (20-30 cm de profundidad) en los bosques tropicales secos de Ayutla-Ayuquila (19-42%), medido en la estación lluviosa (agosto a octubre) fue similar al contenido volumétrico de agua en el suelo ( $\theta_v$ ) en los bosques tropicales secos de la Isla de Barro Colorado (20-45%) (Meinzer *et al.* 1999). Aunque éste último fue medido durante la estación seca, lo cual nos ilustra las tremendas diferencias en estrés hídrico a que estas comunidades están expuestas. En gran medida se puede considerar como un reflejo de las diferencias en precipitación media anual entre dichas localidades, 800-1300 mm en la subcuenca Ayutla-Ayuquila y 2 600 mm en Isla Barro Colorado.

### **Clasificación**

Los 4 grupos obtenidos en la clasificación UPGMA fueron interpretados mediante la sobreposición de cada grupo en el diagrama de la ordenación que incluye vectores ambientales, niveles de cobertura y especies ponderadas. Con base en lo anterior se caracterizan dichos grupos:

**Grupo 1)** Se caracterizó por un arbolado de gran cobertura, con especies de porte alto para estas comunidades como *Conzattia multiflora*, *Cyrtocarpa procera* y *Jacarafia mexicana*, seguida de especies de porte medio tales como *Bursera grandifolia*, *Erythrina lanata*, *Coursetia glandulosa* y *Cephalocereus alensis*. La sobreposición de éste grupo en la ordenación nos permite sugerir que muestra una relación importante con la pendiente pronunciada, baja elevación y baja exposición, y con nitrógeno de intermedio a bajo. En términos de área basal éste grupo muestra el mejor estado de conservación y debe de representar mejor a una comunidad típica de bosque tropical caducifolio tendiente a la madurez (Figura 13), con excepción de los sitios 12 y 4 que tienen valores bajos de área basal, pero con similar composición (Figura 10).

**Grupo 2)** Se caracterizó por una cobertura y composición intermedia, reflejando una ecotonía entre la comunidad 1 y 3. Este grupo estuvo relacionado con pendiente y elevación intermedia y exposición y nitrógeno de intermedio a alto. En términos de área basal este grupo puede ser considerado

como intermedio entre una comunidad juvenil y otra comunidad tendiente a la madurez (Figura 10).

**Grupo 3)** Se caracterizó por una baja cobertura y una composición de especies de porte mediano: *Lysiloma acapulcense*, *Heliocarpus palmeri* y *Pistacia mexicana*; especies de porte bajo: *Celtis reticulata*, *Cordia morelosana*, *Eysenhardtia polystachya*, *Acacia pennatula*, *Bursera fagaroides*, *Senna atomaria*, *Bursera bipinnata* y *Montanoa tomentosa*. Este grupo estuvo relacionado con pendiente mínima, elevación y exposición altas y con nitrógeno intermedio. Los datos de área basal indican que este grupo es una comunidad juvenil (Figura 13), recientemente deteriorada por la extracción de especies adultas para leña y postes para cerca, más sin embargo la dominancia no es clara entre las especies, ya que tienen elevada equitabilidad. Es interesante señalar que aunque los dos sitios que integran este grupo se hallan en distintos transectos, su similitud ambiental (en particular su altitud) fue más importante que la distancia (aprox. 2 km distancia aérea) que los separa (Figura 10).

**Grupo 4)** Se caracterizó por una cobertura intermedia y una composición de especies de porte mediano: *Lonchocarpus mutans* y *Acacia Cochliacantha* (especie con mayor valor de importancia en el sitio), y de porte bajo: *Bauhinia gypsicola*, e *Iresine cassiniiformis*. Este grupo estuvo relacionado con pendiente y exposición intermedias, nitrógeno intermedio y con baja elevación. Aunque *Stenocereus queretaroensis* y *Lysiloma microphyllum* tuvieron altos valores de importancia en el sitio 4, comparable al de *Lonchocarpus*, éstos no parecen influir en distinguir esta comunidad de las demás, lo cual sugiere que estas especies también tuvieron valores de importancia altos en otros sitios. Los datos de área basal indican que es un sitio constantemente perturbado (Figura 13), muy posiblemente corresponde a una zona que originalmente fue deforestada para el establecimiento de algún cuamil y en la actualidad continúa siendo perturbada por herbivoría, como lo refleja la dominancia de la especie espinosa *Acacia cochliacantha* (Figura 10).

## CONCLUSIONES

1. La inclinación de la pendiente, la elevación, la exposición y la cobertura de árboles, arbustos y hierbas, fueron las variables más importantes en explicar la variación principal de las comunidades leñosas del bosque tropical caducifolio; en la subcuenca Ayutla-Ayuquila, Jalisco, en un gradiente continuo de 460 m de intervalo altitudinal.
2. Se avanzó la hipótesis de que la luz indirecta puede ser mejor aprovechada, y por lo tanto, más importante en pendientes escarpadas, debido al patrón escalonado que muestra la vegetación en estas inclinaciones pronunciadas, lo cual la habilita a mayor superficie de recepción de luz horizontal reflejada por la propia vegetación, incrementando con ello el crecimiento, fotosíntesis, e inversión en biomasa.
3. Se encontró poca evidencia de lixiviación de nutrientes, esto quizá debido a que en pendientes pronunciadas las corrientes de lluvia en verano son tan intensas, que la mayor parte del acarreo de nutrimentos puede ser principalmente superficial y de mínimo aporte al suelo en los diferentes estratos de elevación.
4. Se reconocieron 4 grupos de vegetación, el primero, el más representativo del bosque tropical caducifolio, por la gran talla de sus árboles; un segundo grupo intermedio en el aspecto sucesional y un tercer grupo de baja cobertura en arbolado, además un cuarto grupo con características de disturbio severo.

5. Los resultados en éste trabajo son consistentes con lo reportado por: 1) Trejo y Dirzo 2002, en que estos rodales prefieren lugares con menor evapotranspiración; 2) Hubell 1999, en que las importantes coberturas de árboles y arbustos en pendientes escarpadas están relacionadas al importante establecimiento de plántulas, 3) Vázquez y Givnish (1998), en que entre más corto es el gradiente elevacional otros factores principalmente topográficos y edáficos comienzan a ser más importantes en explicar la organización de las comunidades; y 4) Richards (1996), en que el paso de los nutrimentos por el suelo es tan efímero que rápidamente es asimilado por la vegetación.

## LITERATURA CITADA

- Austin, M. P. y Orlóci, L. 1966. Geometric models in ecology: an evaluation of some ordination techniques. *J. Ecol.* 54: 217-227.
- Beals, E. W. 1965. Ordination of some corticolous communities in south-central Wisconsin. *Oikos* 16: 1-8.
- Beals, E. W. 1973. Ordination: mathematical elegance and ecological naivete. *J. Ecol.* 61: 23-35.
- Beals, E. W. 1984. Bray Curtis Ordination: an effective strategy for analysis of multivariate ecological data. *Adv. Ecol. Res.* 14: 1-55.
- Beard, J. S. 1944. Climax vegetation in tropical America. *Ecol.* 25: 127-158.
- Benz, B. F., Santana M. F. J., Pineda L. M. R., Cevallos E. J., Robles H. L. y De Níz L. D. 1994. Characterization of mestizo plant use in the Sierra of Manantlan, Jalisco-Colima, Mexico. *J. Ethnobiol.* 14: 23-41.
- Bray, J. R. y Curtis, J. T. 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.* 27: 325-349.
- Campbell, D. G. 1989. The importance of floristic inventory in the tropics. Pp. 5-30. En: Campbell, D. G. y Hammond, H. D (eds), *Floristic Inventory of Tropical Countries*. New York Bot. Gard.
- CETENAL (Centro de Estudios del Territorio Nacional). 1970. *Cartas climáticas*. Escala 1: 50, 000.

- CONABIO. 2002. Lista de las regiones hidrológicas prioritarias. Pagina de Internet. <http://www.conabio.Gob.mx/conocimiento/regionalización/doctos/Hlistado.html>.
- Cuevas G., R. 2002. Análisis de gradientes de la vegetación de la cañada El Tecolote, en la Sierra de Manantlán, Jalisco, México. Tesis de Doctorado. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. 140 pp.
- Cuevas G., R., Núñez L. N., Guzmán H. L. y Santana M. F. 1998. El bosque tropical caducifolio en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima, México. Bol. Inst. Bot. Universidad de Guadalajara 5 (1-3): 445-491.
- Curtis, J. T. y McIntosh, R. P. 1951. An upland forest continuum of the prairie-forest border region of Wisconsin. Ecol. 32: 476-496.
- Ellingson, L. J., Kauffman J. B., Cummings D. L., Sanford Jr R. L. y Jaramillo V. J. 2000. Soil N dynamics associated with deforestation, biomass burning, and pasture conversion in Mexican tropical dry forest. Forest Ecol. and Management 137: 41-51.
- Evans, R. D. y Belnap J. 1999. Long-term consequences of disturbance on nitrogen dynamics in an arid ecosystem. Ecol. 80: 150-160.
- Faith, D. P., Minchin R. P. y Belbin L. 1987. Compositional dissimilarity as a robust measure of ecological distance. Vegetatio 69: 57-68.
- Fasham, M. J. R. 1977. A comparison of non-metric multidimensional scaling, principal components and reciprocal averaging for the ordination of simulated coenoclines and coenoplanes. Ecol. 58: 551-561.

- García, E. 1972. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Inst. Geogr. y Est., UNAM. México, D. F. 243 pp.
- Gauch, H. G. y Whittaker R. H. 1981. Hierarchical classification of community data. *J. Ecol.* 69: 135-152.
- Gentry, A. H. 1982a. Neotropical floristic diversity: phytogeographical connection between Central and South America, Pleistocene climatic fluctuations, or an accident of the Andean orogeny. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 69: 557-593.
- Gentry, A. H. 1982b. Patterns of neotropical plant species diversity. *Evol. Biol.* 15: 1-84.
- Gentry, A. H. 1995. Diversity and floristic composition of neotropical dry forests. Pp. 146-194. En: Bullock S. H., Mooney H. A. y Medina E. (eds), *Seasonally dry tropical forests*. Cambridge University Press.
- Gentry, A. H. 1988. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 75: 1-34.
- Gentry, H. S. 1942. Rio Mayo plants. *Cam. Inst. Wash. Publ.* 527: 328 pp.
- Givnish, T. J. 1988. Sun and shade adaptations: a whole-plant perspective. *Australian J. Pl. Physiol.* 15: 63-92.
- Gómez-Pompa, A. 1980. *Ecología de la vegetación del estado de Veracruz*. INIREB. CECSA. México.



- Hill, M. O. 1973. Reciprocal averaging: An eigenvector method of ordination. *J. Ecol.* 61: 237-249.
- Hill, M. O. 1974. Correspondence analysis: a neglected multivariate method. *J. Roy. Stat. Soc., Ser. C.* 23: 340-354.
- Hill, M. O. 1979a. TWINSpan: a FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of individual attributes. Department of Ecology and Systematics, Cornell University. Ithaca New York.
- Hill, M. O. 1979b. DECORANA: a FORTRAN program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. Department of Ecology and Systematics, Cornell University, Ithaca New York.
- Huante P., Rincon. E. 1998. Responses to light changes in tropical deciduous woody seedlings with contrasting growth rates. *Oecologia* 113: 53-66.
- Hubbell, S. P., Foster R. B., O'Brien S. T., Harms K. E., Condit R., Wechsler B., Wright S. J. y Loo de Lao S. 1999. Light-gap disturbances, recruitment limitation, and tree diversity in a neotropical forest. *Science* 283: 554-557.
- Janzen D. H. 1988a. Management of habitat fragments in a tropical dry forest: growth. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 75: 105-116.
- Janzen, D. H. 1988b. Tropical dry forest: the most endangered major tropical ecosystem. Pp 130-137. En: Wilson E. O. (ed), *Biodiversity*. National Academy Press. Washington, D. C.
- Kitayama, K. 1992. An altitudinal transect study of the vegetation of Mount Kinabalu, Borneo. *Vegetatio* 102: 149-171.

- Leopold, A. S. 1950. Vegetation zones of Mexico. *Ecol.* 31: 507-518.
- Lieberman, D., Lieberman M., Peralta R., y Hartshorn S. G. 1996. Tropical forest structure and composition on a large-scale altitudinal gradient in Costa Rica. *J. Ecol.* 84: 137-152.
- Lott, E. J., Bullock S. H., y Solis-Magallanes J. A. 1987. Floristic diversity and structure of a tropical deciduos forest of coastal Jalisco. *Biotropica* 19 (3), 228-235.
- Maass, J. M. 1995. Conversión of tropical dry forest to pasture and agriculture. Pp. 399-422. En: Bullock S. H., Mooney H. A. y Medina E. (eds), *Seasonally dry tropical forests*. Cambridge University Press.
- Magurran, A. E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- McCune, B. y Beals T. W. 1993. History of the development of Bray-Curtis ordination. Pp. 67-79. En: Fralish J. S., McIntosh R. P y Loucks O. L. (eds), *Jhon T. Curtis: fifty years of Wisconsin plant ecology*. Wisconsin Academy of Sciences, Arts and Letters. Madison, Wisconsin.
- McCune, B. y Grace J. B. 2002. *Analysis of ecological communities*. MJM Software, Glenden Beach, Oregon. 300 pp.
- McCune, B. y Mefford M. J. 1999. *PC-ORD: multivariate analysis of ecological data*. Versión 4.14 MJM Software, Gleneden Beach, Oregon USA.

- Meinzer, C. F., Andrade J. L., Goldstein G., Holbrook N. M., Cavelier J. y Wright S. J. 1999. Partitioning of soil water among canopy trees in a seasonally dry tropical forest. *Oecologia* 121: 293-301.
- Minchin, P. R. 1987a. An evaluation of the relative robustness of techniques for ecological ordination. *Vegetatio* 69: 89-107.
- Minchin, P. R. 1987b. Simulation of multidimensional community patterns: towards a comprehensive mode. *Vegetatio* 71: 141-156.
- Minchin, P. R. 1990. DECODA. Version 2.05. Australian National University. Canberra, Australia.
- Miranda, F. y Hernández X. E. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Bol. Soc. Bot. México* 28: 29-179.
- Murphy, P. y Lugo A. 1986a. Ecology of tropical dry forest. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 17: 67-88.
- Murphy, P. y Lugo A. 1986b. Structure and biomass of subtropical dry forest in Puerto Rico. *Biotropica* (18) 2: 89-96.
- Olvera V., M., Moreno G. S. y Figueroa R. B. 1996. Sitios permanentes para la investigación silvícola. Universidad de Guadalajara, Jalisco. 55 pp.
- Orlóci, L. 1975. *Multivariate analysis in vegetation research*. Junk, The Hague.
- Peet, R. K., Knox R. G., Case J. S. y Allen R. B. 1988. Putting things in order: the advantages of detrended correspondence analysis. *Am. Nat.* 131: 924-934.

Richards, P. W., Walsh R. P. D., Baillie I. C., Greig-Smith P. 1996. The Tropical Rain Forest. An Ecological Study. Paperback (Handback) 599 pp.

Rzedowski, J. 1962. Contribuciones a la fitogeografía florística e histórica de México. 1. Algunas consideraciones acerca del elemento endémico en la flora mexicana. Bol. Soc. Bot. México 27:52-65.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. LIMUSA. México, D. F. 432 pp.

Rzedowski, J. 1993. El papel de la familia Compositae en la flora sinantrópica de México. Fraga. Flor. Geobot. Suppl. 2(1): 123-138.

Rzedowski, J. y McVaugh R. 1966. La vegetación de Nueva Galicia. Contr. Univ. Mich. Herb. 9: 1-123.

Sánchez-Velásquez, L., Vargas G. H., Carranza M. M. A., Pineda L. M. R., Cuevas G. R., y Aragón C. F. 2002. Estructura arbórea del bosque tropical caducifolio usado para la ganadería extensiva en el norte de la Sierra de Manatlán, México. Antagonismos de usos. Polibot. 13: 25-46.

SEPROE (Secretaría de Programación Económica del Estado de Jalisco, México) 2002. Pagina de Internet. [http:// seproe.jalisco. gob. mx/contenido.html](http://seproe.jalisco.gob.mx/contenido.html).

Trejo, I. y Dirzo R. 2002. Floristic diversity of Mexican seasonal dry tropical forest. Biodiv. & Conserv. 11: 2063-2048.

Trochain, J. L. 1957. Accord interafricain sur la définition des types de végétation de l'Afrique tropicale. Bull. Inst. Etud. Centrafricain 13-14 : 55-93.

- Vargas R., Y. L. 1998. Ordenación sociológica de la comunidad arbórea del bosque tropical caducifolio en el Aguacate, Zenzontla, Sierra de Mazatlán, Jalisco. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología, Universidad de Guadalajara, Jalisco, México. 97 p.
- Vázquez G., J. A. 1995a. Cloud forest archipelagos: preservation of fragmented montane ecosystems in tropical America. Pp 315-332. En: Lawrence S. H., Juvik J. O. y Scatena F. N. (eds), Tropical Montane Cloud Forests. Ecological Studies 110.
- Vázquez G., J. A. 1995b. Gradient analysis of Neotropical montane forest. Ph. D. Thesis. University of Wisconsin-Madison, Wis. 180 p.
- Vázquez G., J. A. y R. Cuevas. 1995. Diversidad, estado, usos y conservación de la flora vascular de la Sierra de Manantlán. Pp 61-71. En: Vázquez G. J. A., Cuevas G. R., Cochrane T. S., Iltis H. H., Santana M. F. J y Guzmán H. L. (eds), Flora de Manantlán. Sida Bot. Misc. 13.
- Vázquez G., J. A. y Givnish T. J. 1998. Altitudinal gradients in tropical forest composition, structure, and diversity in the Sierra of Manantlan Jalisco, Mexico. *J. Ecol.* 86: 999-1020.
- Vázquez G., J. A. y Givnish T. J. 2000. Vegetation of Cerro Grande massif, Sierra de Manantlan, Mexico: ordination of a long altitudinal gradient with high species turnover. *Bol. Inst. Bot. Universidad de Guadalajara* 6: 227-250.
- Vázquez G., J. A., Cuevas G. R., Cochrane T. S., Iltis H. H., Santana M. F. J. y Guzmán H. L. 1995. Flora de Manantlán. *Sida Bot. Misc.* 13: 1-312.

Whittaker, R. H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon* 21: 213-251.

Whittaker, R. H. y Gauch, H. G. 1973. Evaluation of ordination techniques. Ordination and classification of communities. Pp. 87-321. *Handb. Veg. Sci.* Junk, The Hague.

Wilson, E. O. 1988. *Biodiversity*. Nat. Acad. Press. Washington, D. C. 521 pp.

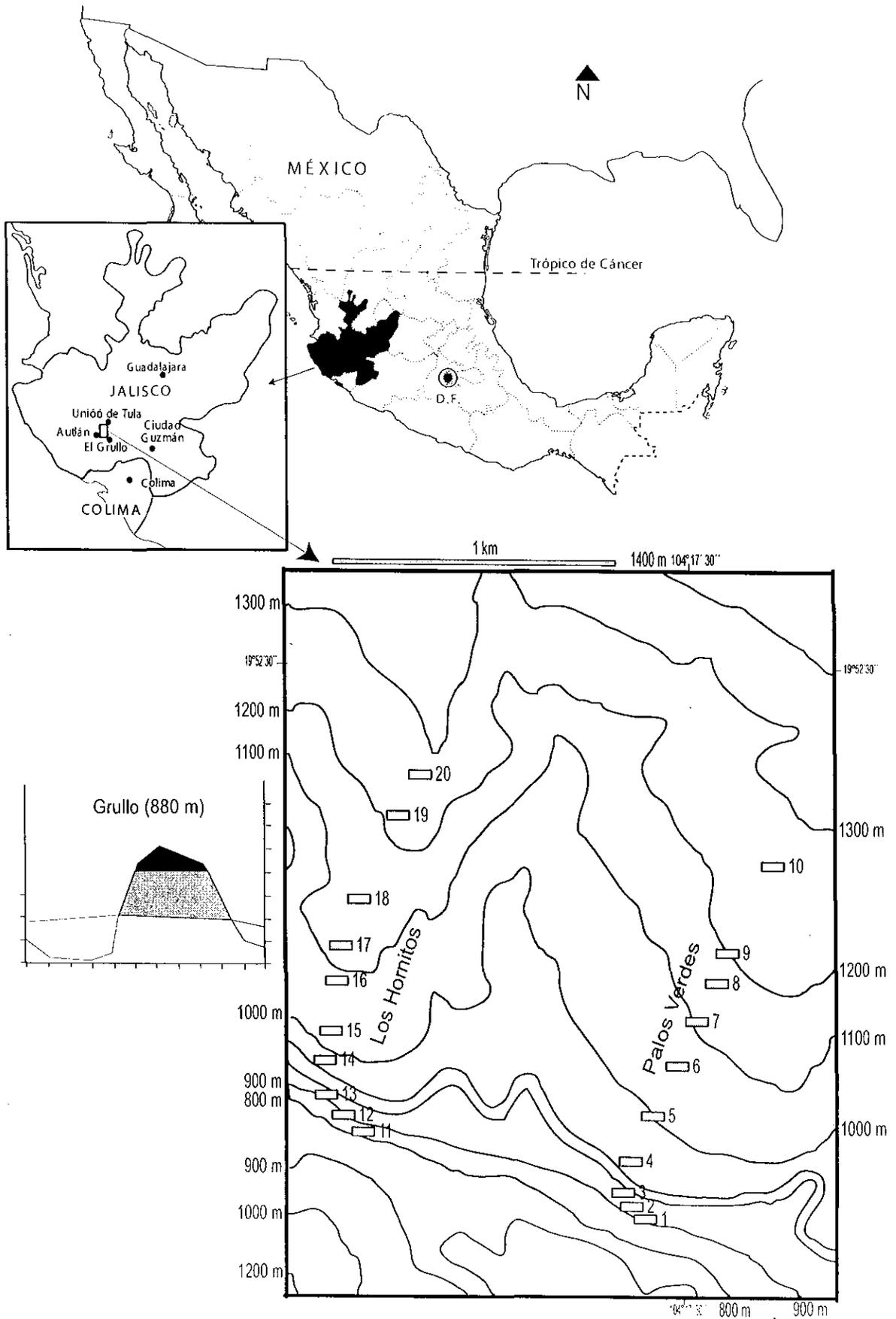


Figura 1a. Localización de los sitios muestreados en la cuenca Ayutla-Ayuquila, en el Municipio de Unión de Tula, Jalisco.

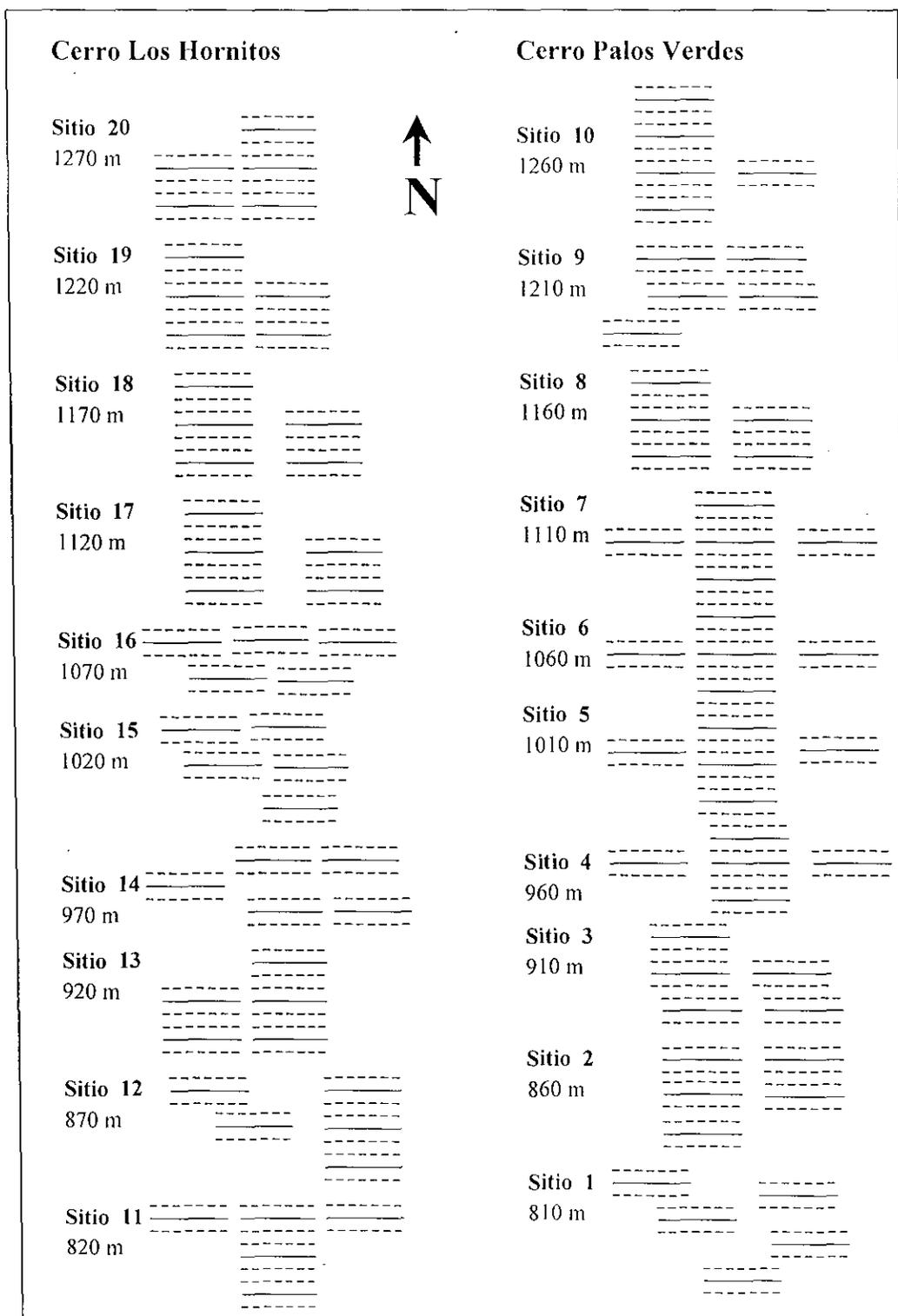


Figura 1b. Mapa de transectos en cada sitio (líneas punteadas), las líneas continuas muestran donde se posicionó la cinta métrica.

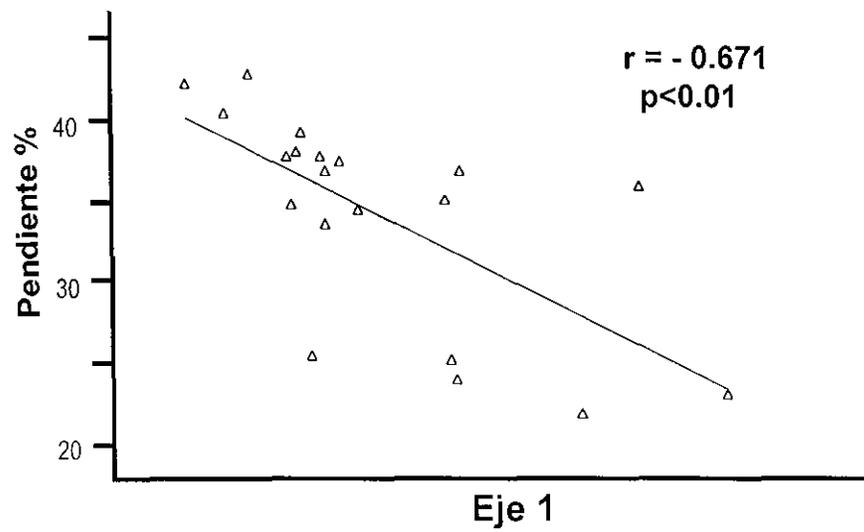
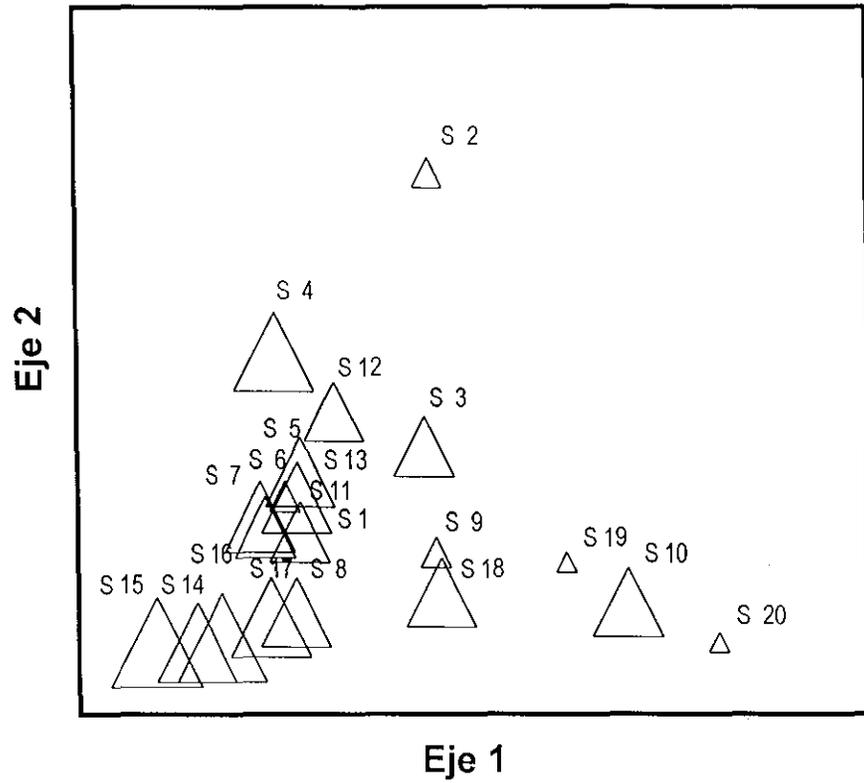


Figura. 2a. Sobreposición de la pendiente en la ordenación BC-VR de comunidades leñosas en bosque tropical caducifolio, utilizando la matriz de valores de área basal.

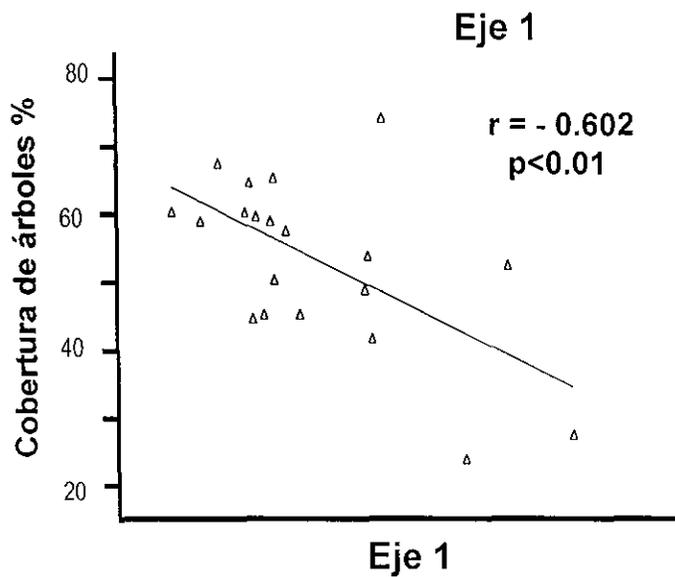
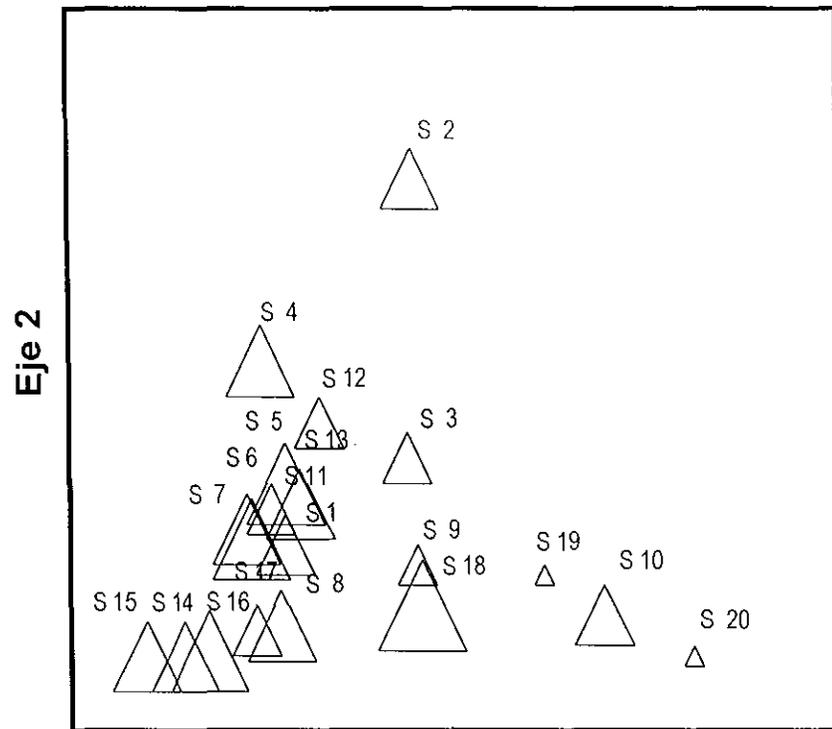


Figura. 2b. Sobreposición de la cobertura de arbolado en la ordenación BC-VR de comunidades leñosas en bosque tropical caducifolio, utilizando la matriz de valores de área basal.

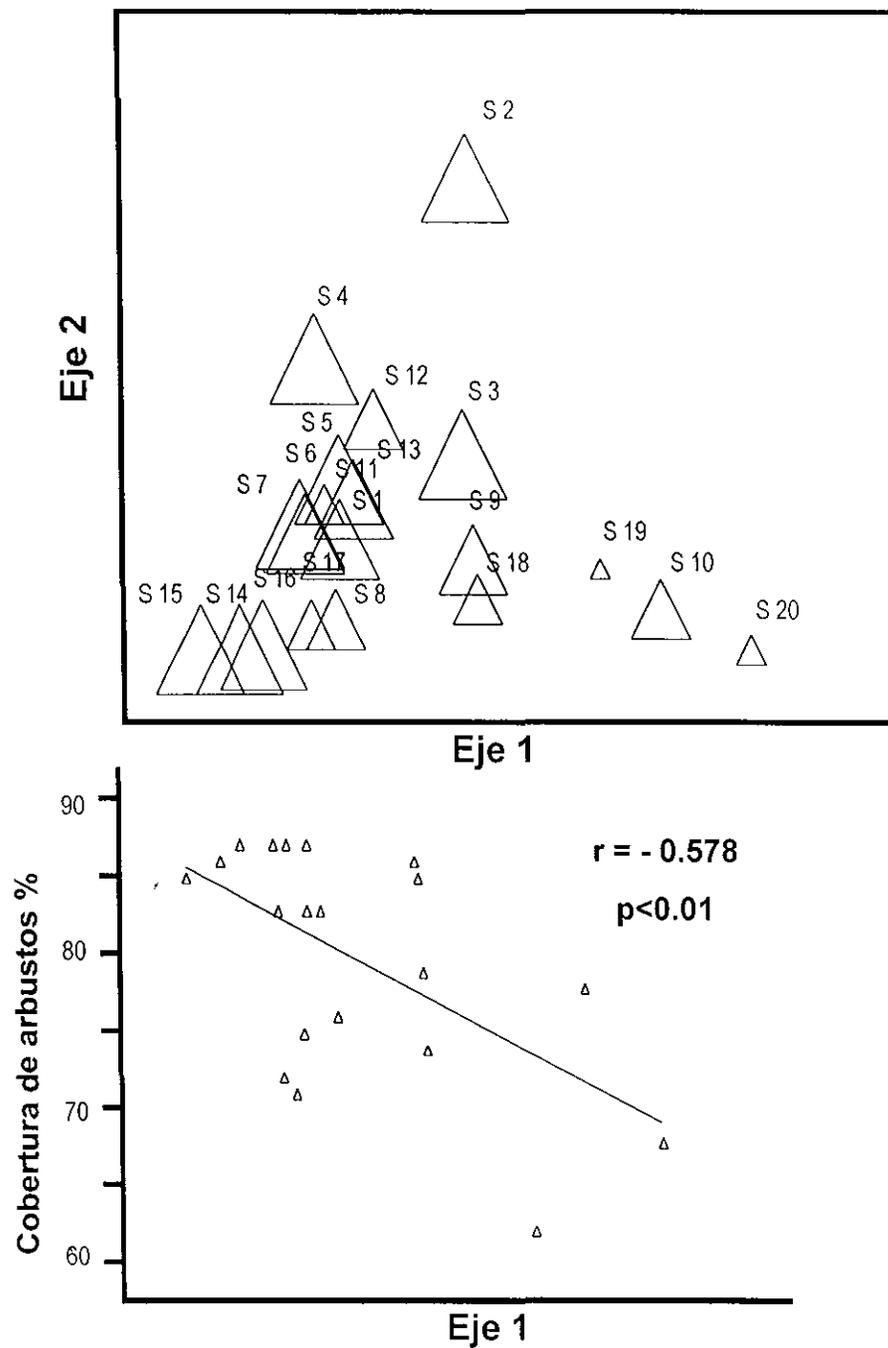


Fig. 2c. Sobreposición de la cobertura de arbustos en la ordenación BC-VR de comunidades leñosas en bosque tropical caducifolio, utilizando la matriz de valores de área basal.

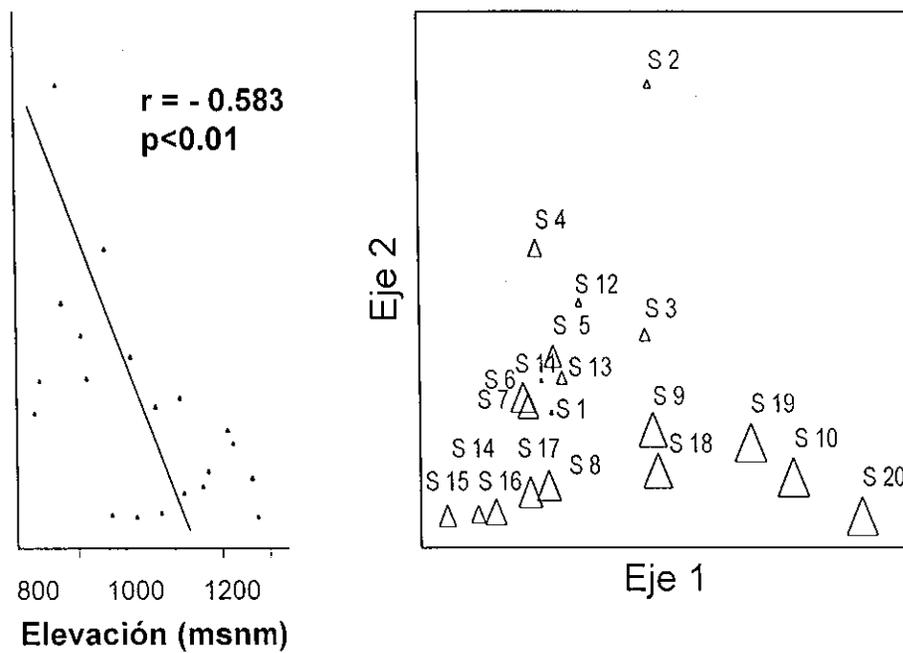


Fig. 3. Correlación de la elevación con el eje 2 de la ordenación BC-VR de comunidades leñosas en bosque tropical caducifolio, utilizando la matriz de valores de área basal.

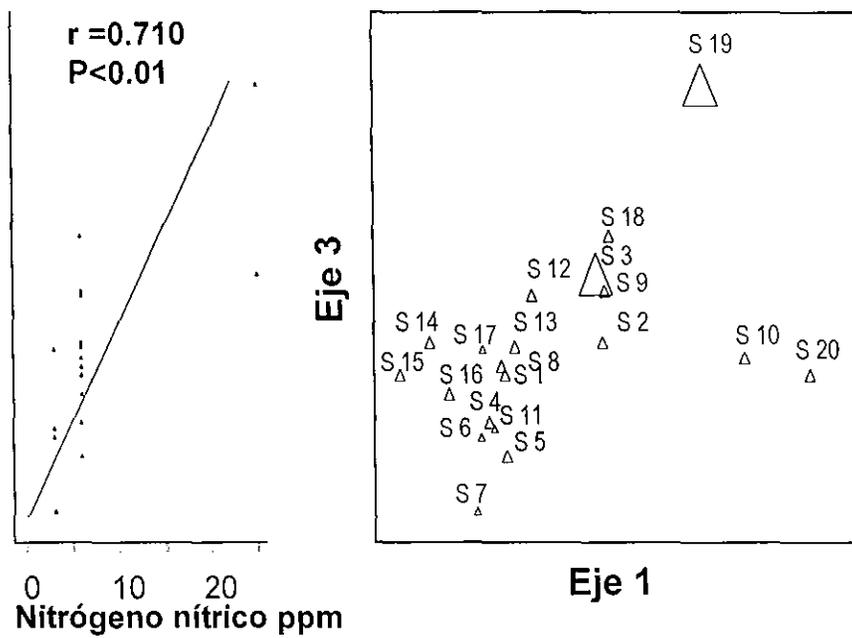


Figura. 4. Correlación del nitrógeno nítrico con el eje 3 de la ordenación BC-VR de comunidades leñosas en bosque tropical caducifolio, utilizando la matriz de valores de área basal.

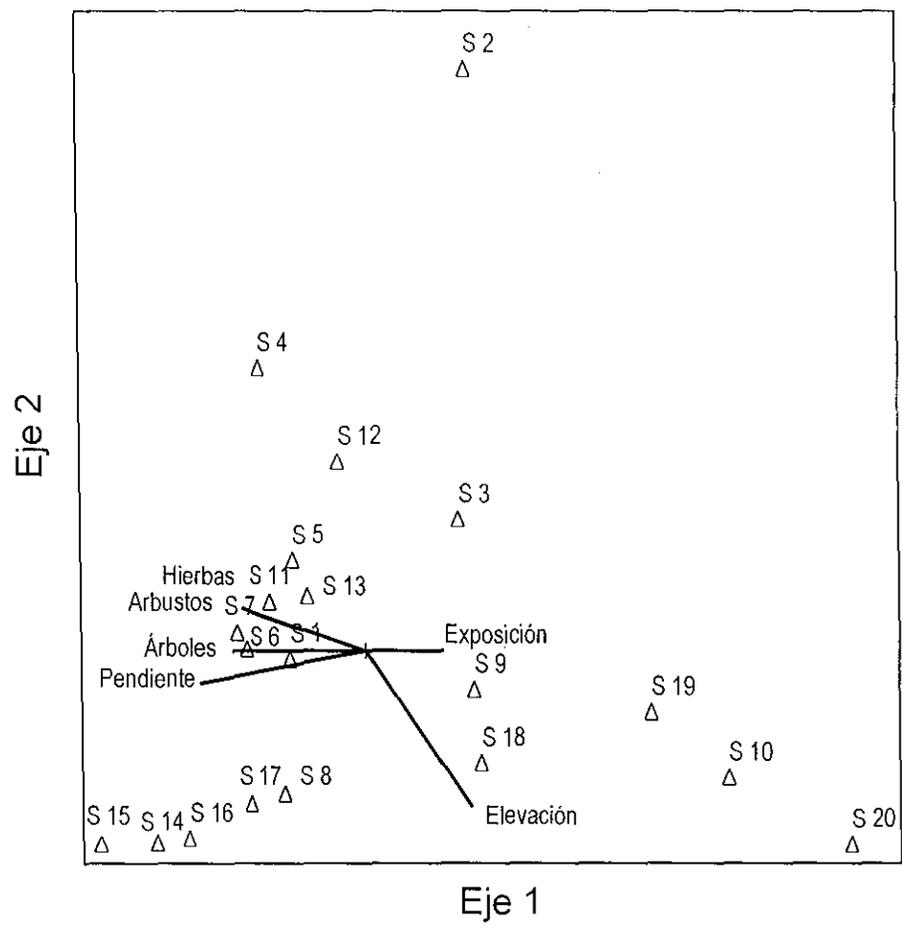


Figura. 5a. Correlación de variables ambientales, como vectores, en la ordenación BC-VR de comunidades leñosas en bosque tropical caducifolio, utilizando la matriz de valores de área basal.

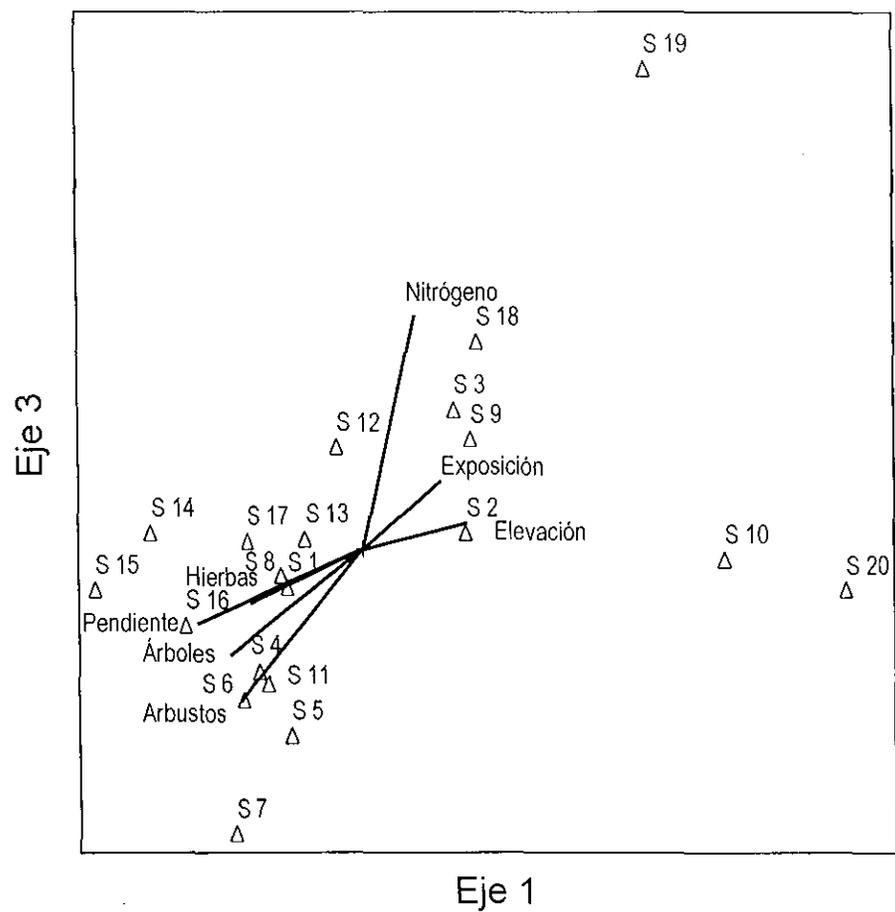


Figura. 5b. Correlación de variables ambientales, como vectores, en la ordenación BC-VR de comunidades leñosas en bosque tropical caducifolio, utilizando la matriz de valores de área basal.

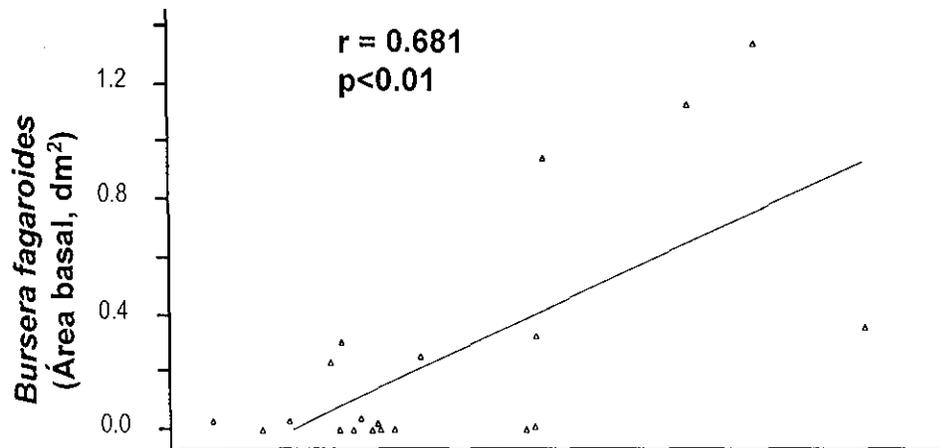
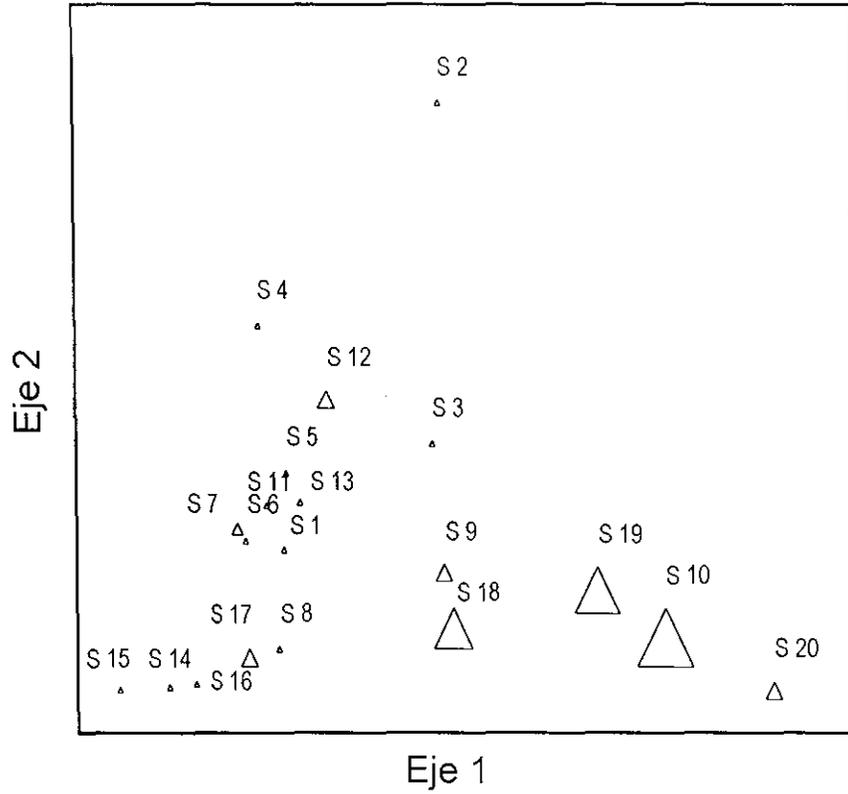


Figura. 6. Correlación de *Bursera fagaroides* en la ordenación BC-VR de comunidades leñosas en bosque tropical caducifolio, utilizando la matriz de valores de área basal.

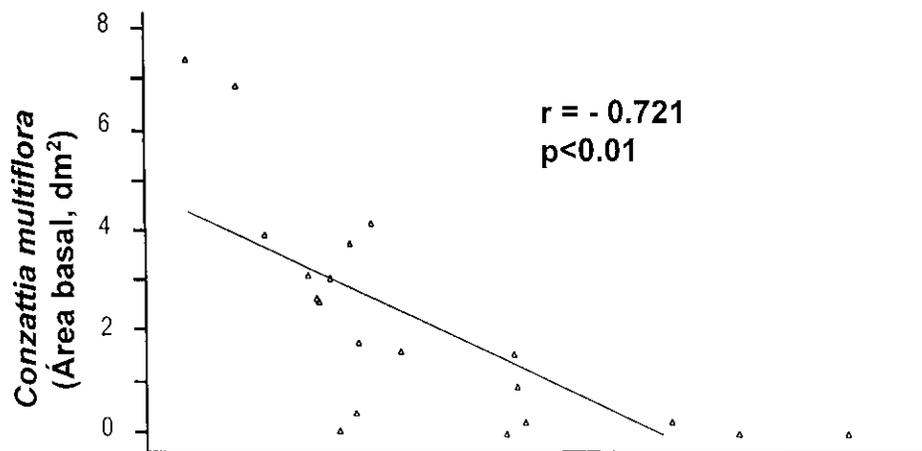
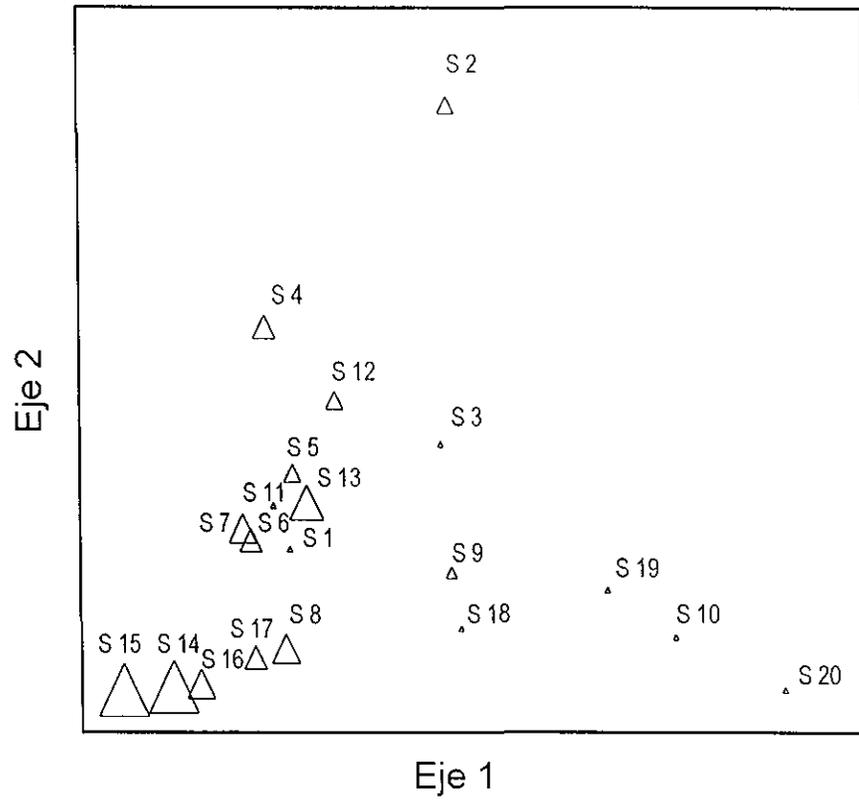


Figura. 7. Correlación de *Conzattia multiflora* en la ordenación BC-VR de comunidades leñosas en bosque tropical caducifolio, utilizando la matriz de valores de área basal.

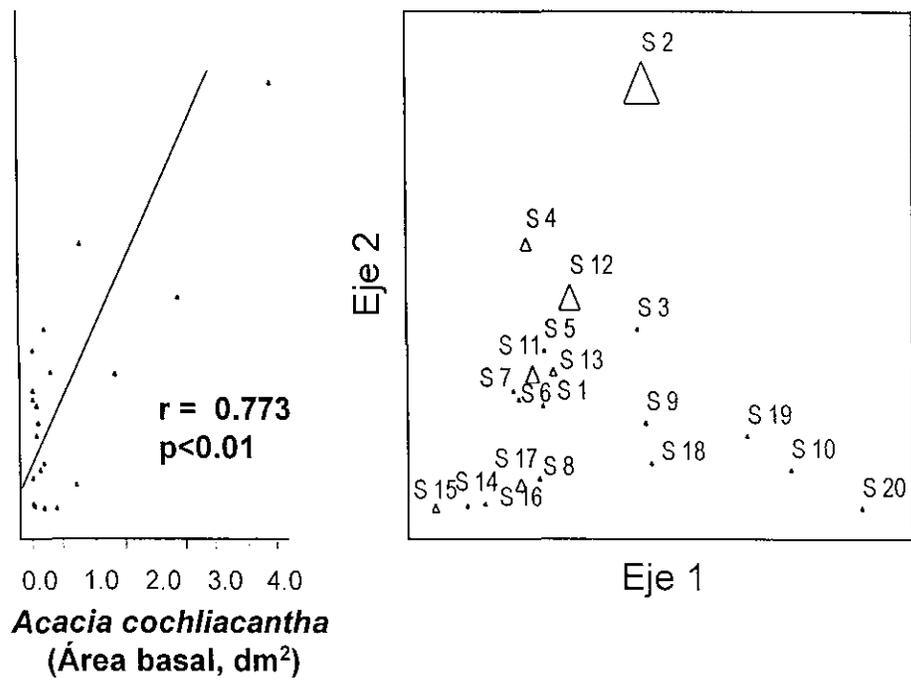


Figura. 8. Correlación de *Acacia cochliacantha* en la ordenación BC-VR de comunidades leñosas en bosque tropical caducifolio, utilizando la matriz de valores de área basal.

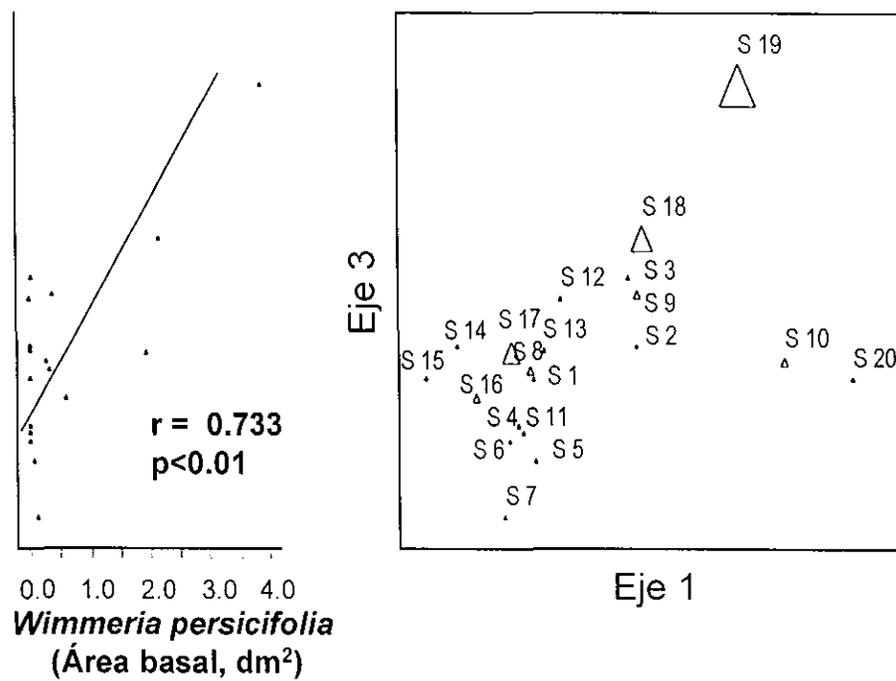


Figura. 9. Correlación de *Wimmeria persicifolia* en la ordenación BC-VR de comunidades leñosas en bosque tropical caducifolio, utilizando la matriz de valores de área basal.

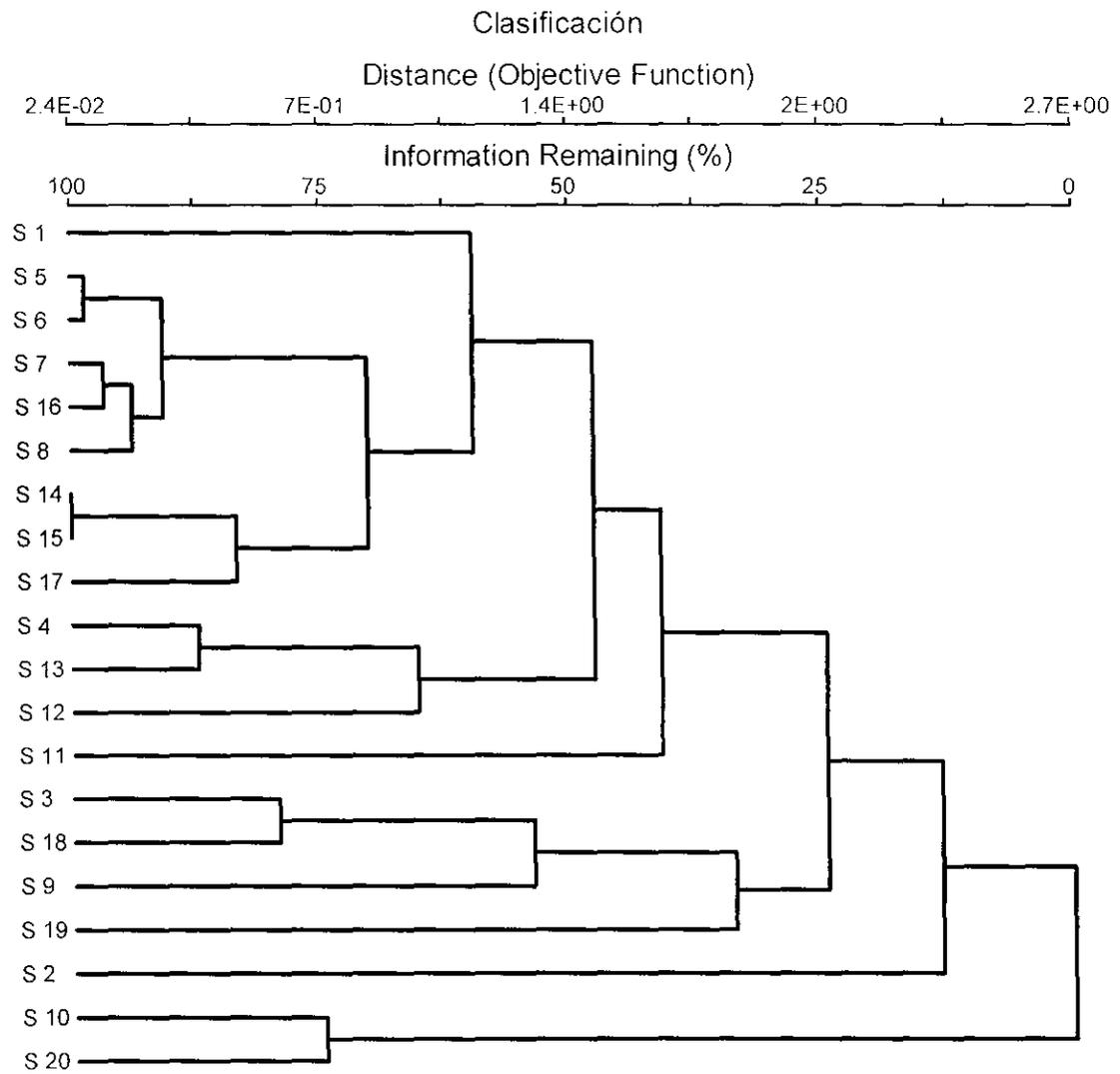


Figura. 10. Clasificación de comunidades leñosas de bosque tropical caducifolio, en la cuenca Ayutla-Ayuquila, Jalisco, utilizando la matriz de valores de área basal.

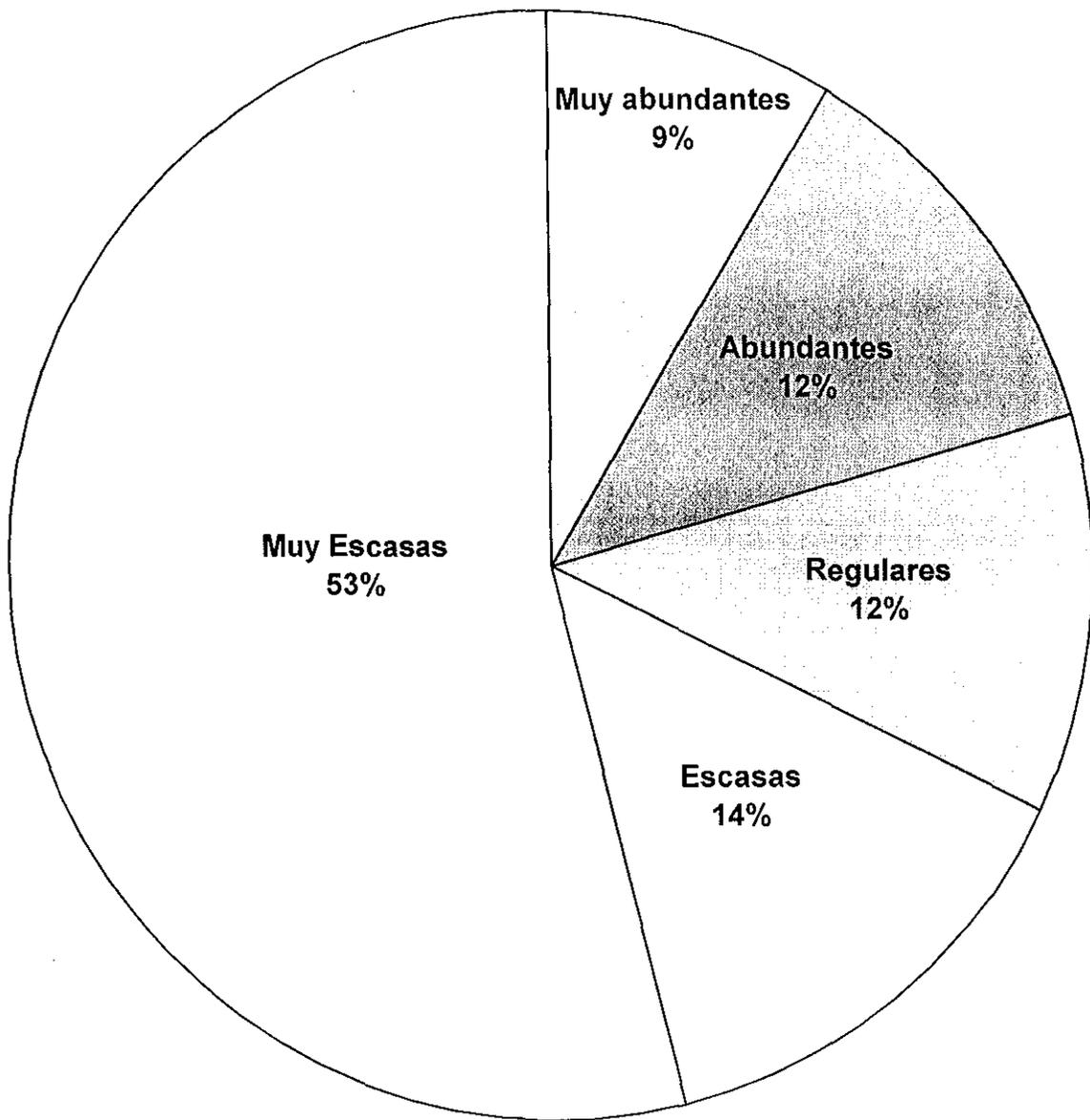


Figura 11. Frecuencia de las especies de 20 comunidades leñosas en bosque tropical caducifolio en la cuenca Ayutla-Ayuquila, Jalisco.

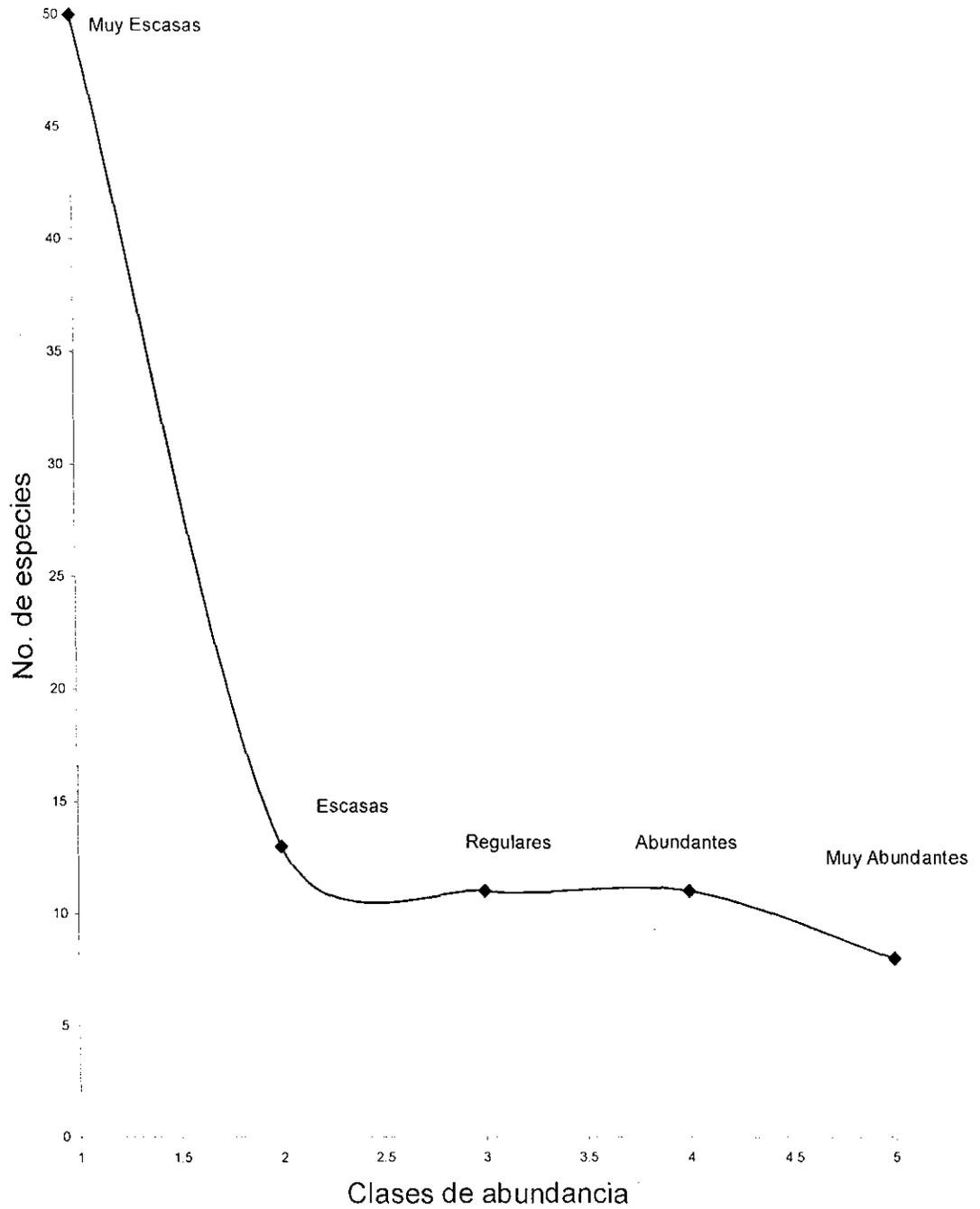


Figura 12. Distribución y abundancia en las especies de comunidades leñosas en bosque tropical caducifolio en la cuenca Ayutla-Ayuquila, Jalisco.

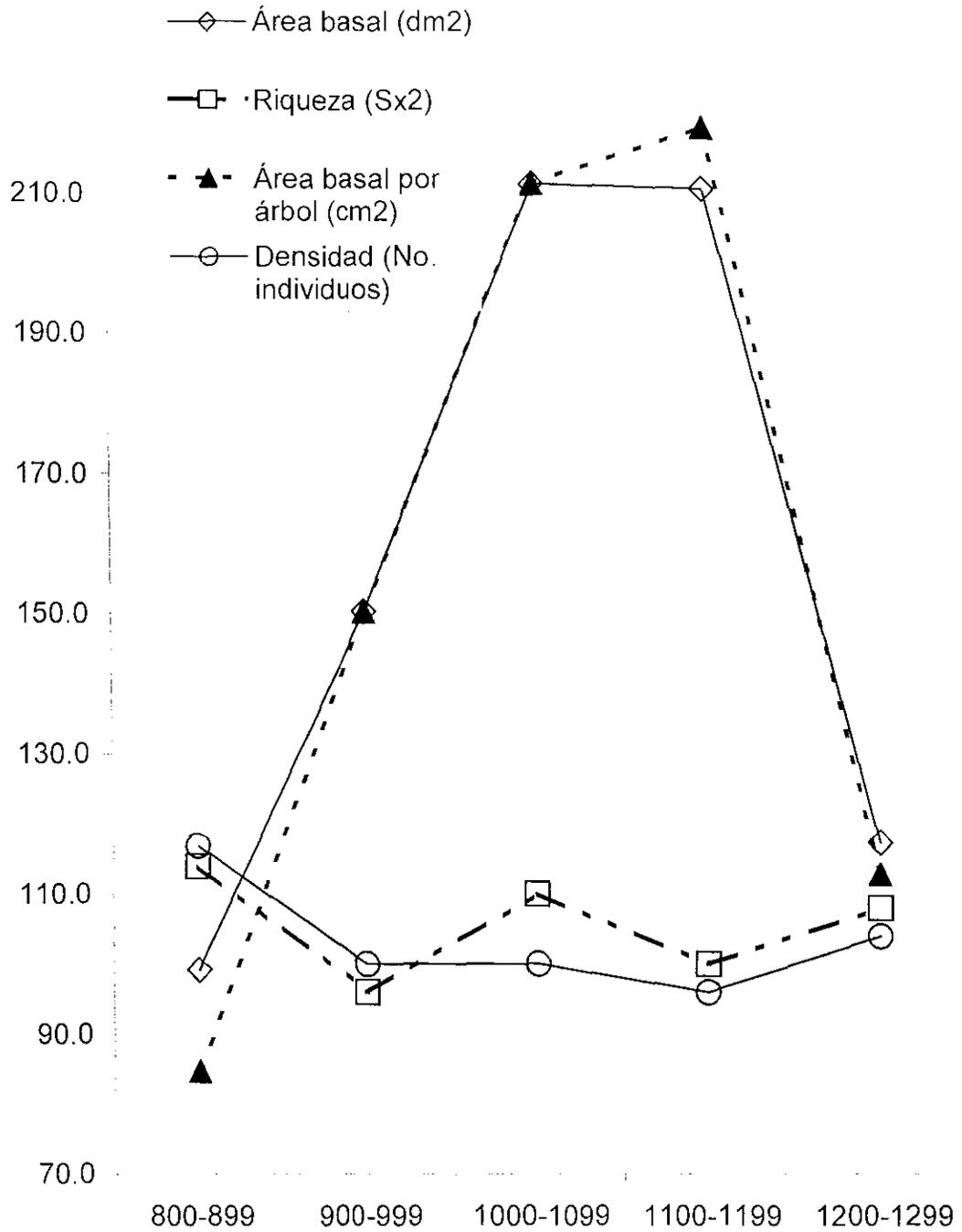


Figura 13. Estructura y diversidad 20 comunidades de bosque tropical caducifolio en gradiente elevacional en la cuenca Ayutla-Ayuquila, Jalisco.

Cuadro 1. Matriz principal de 93 especies en 20 sitios (datos de área basal en dm<sup>2</sup>).

ESPECIES	ALTITUD	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6	S 7	S 8	S 9	S 10	S 11	S 12	S 13	S 14	S 15	S 16	S 17	S 18	S 19	S 20	TOTAL	
<i>Lythrum microphyllum</i>	Yamuc	6.922	1.751	1.399	8.529	9.760	2.746	2.980	5.748	6.658	2.793	4.129	7.739	13.758	6.842	7.250	2.358	2.358	6.842	7.250	2.358	3.653	107.844
<i>Capilloneurus alatus</i>	Croble	12.535	1.996		0.144	0.262	1.359	1.167	5.328	2.840	3.394	5.312	13.127	14.666	0.788	4.734	0.265	0.116	0.265	0.116			73.981
<i>Stenocarpus questerianus</i>	Stoque	3.138	12.750	3.847	4.140	3.492	4.847	1.618	5.318	1.168	0.236	1.168	0.236	0.345	0.867	1.168	0.334						61.236
<i>Cyrtocarpus rogersii</i>	Cyrtop	0.142	2.793	0.812	2.976		1.688	0.877	3.618	5.183	2.855	7.411	5.950	6.464	6.120	6.120	3.283						56.509
<i>Pseudobombax palmieri</i>	Poypal	0.603	5.937						13.947		15.576		4.533										47.599
<i>Bursera penicillata</i>	Burgen	0.928	0.884		0.588		0.477	3.356	0.118	3.317	1.795	3.114	0.855	2.144	4.324	8.113	9.158	2.233	0.797	2.457	1.547	46.474	
<i>Conocarpus multiflorus</i>	Comay	0.984	0.582	1.842	1.648		4.175	3.700	6.946	7.797	7.443	2.642	3.283	3.129	2.617	3.758	0.240	0.939	0.759	0.759	0.315	46.078	
<i>Couatota glandulosa</i>	Cougha	2.293	0.568	0.147	4.330	2.652	1.682	2.697	3.164	2.527	3.748	1.666	1.656	3.177	3.953	0.832	0.359						42.345
<i>Bursera pichodii</i>	Burgen	4.917	3.198	0.118	0.373	0.938	0.488	0.511	1.313	1.898	2.426	2.826	3.725	3.850	1.198	1.428	0.198						31.450
<i>Pachira speciosa abbreviata</i>	Pacpac	0.720	6.779		4.713		2.424	4.229				2.890	8.988										30.246
<i>Plumera rubra</i>	Phunp	2.416	0.992	0.212			1.487		0.270	2.650	0.921	2.441	0.947	1.435	0.947	1.273	0.489			0.183	0.487		23.310
<i>Alchornea pedunculata</i>	Alchor	0.991	0.268				2.835	3.325		1.988	3.637	2.131	0.844	1.688	1.864	0.678							20.260
<i>Bursera martinii</i>	Burgen	2.496	1.985							0.989				1.184	1.365	1.365	1.527	4.260	0.464	0.985	1.429	15.897	
<i>Asclepias cochinchinensis</i>	Ascop	0.566	1.330	3.922	2.278		0.782	0.784	0.359			0.377						0.669	0.574	0.127	0.168	12.895	
<i>Ipomoea pedunculata</i>	Ipom	0.685					0.143	0.560	0.259	0.349	0.118	0.352	0.283	0.323	0.691	0.643							8.903
<i>Pouzoloba palmieri</i>	Poypal	2.759	0.150	0.167	0.937		0.137	0.224	0.553	0.516	0.117	0.305	0.189	0.653	0.227	0.166	0.883						8.794
<i>Urena caracasana</i>	Ureca	1.143																					
<i>Azadirachta indica</i>	Azadir	0.442	0.983	0.223	0.528		0.218		0.690	0.415	0.117	0.305	0.189	0.653	0.227	0.166	0.883						
<i>Hintonia tolimba</i>	Hinton	0.249		0.833	0.385	0.137	2.258	0.637	0.458	0.127	1.163	0.318	0.318	0.228	0.337								
<i>Bursera tolimba</i>	Burgen	0.219	0.430	0.746	0.350																		
<i>Amphipentstemon adimings</i>	Ampent	0.288	1.715																				
<i>Bursera palmieri</i>	Burgen	0.683		0.118	0.584																		
<i>Zanthoxylum ligatum</i>	Zantho	0.166	0.548	0.164			0.639	0.528															
<i>Leuca carolinensis</i>	Leuca	0.384		0.477	0.216	0.158	0.271	0.289	0.160	0.250	0.716	0.149	0.149	0.716	0.149	0.149	0.716	0.149	0.149	0.149	0.149	0.149	
<i>Conocarpum verticillatum</i>	Conoc	3.689																					
<i>Leuca leucomela</i>	Leuca	0.954		0.592					0.797	0.142	0.259	0.790	0.298	0.264	0.284	0.284	0.284	0.284	0.284	0.284	0.284	0.284	0.284
<i>Colubina lindleyi</i>	Colub	0.389		0.168			0.658	0.113				0.443	0.157	0.234	0.443	0.157	0.234	0.443	0.157	0.234	0.443	0.157	
<i>Bursera sp</i>	Burgen	0.119							0.179	0.231	0.686		0.682	0.925	0.289	0.289	0.289	0.289	0.289	0.289	0.289	0.289	0.289
<i>Agave americana</i>	Agave	0.273					0.260					0.624		0.115									
<i>Sideroxylon capivi</i>	Sidcap	2.544										0.575											
<i>Tabebuia chrysantha</i>	Tabebu	0.278		0.363	0.318	0.658																	
<i>Erythrina larata</i>	Erythri	0.222					0.318		0.248	0.141	0.446	0.193	0.370	0.287	0.131								
<i>Callandera caerulea</i>	Calland	0.183	0.258						0.300		0.555	0.963	0.347										
<i>Dalechampia populifolia</i>	Dalech	0.112	0.135				0.115		0.664		0.837	0.418											
<i>Gordia avicaria</i>	Gordia	0.645							0.659	0.259	0.135												
<i>Spigelia purpurea</i>	Spigelia	0.143					0.780					0.380											
<i>Aeschynomene americana</i>	Aeschom	0.418		0.129								0.920											
<i>Melastoma quinioides</i>	Melast	0.616		0.297																			
<i>Acacia birotundata</i>	Acacia	0.239																					
<i>Convolvulus micranthus</i>	Convolv	0.490																					
<i>Paulownia sessiliflora</i>	Paulown	0.161																					
<i>Mastigaglia diplobotrya</i>	Mastig	0.138																					
<i>Azadirachta indica</i>	Azadir	1.626	0.150	0.569	0.192	0.298			0.297	0.300	0.117	0.265	0.688	0.318	0.758	0.770	0.175	0.632	0.770	0.175	0.632	0.770	
<i>Thouinia lasiocarpa</i>	Thouinia	0.352		0.948					0.948		0.948												
<i>Nephrolepis karwinskiana</i>	Nephrol	0.385		0.240	0.287				0.168	0.340													
<i>Halimolobos palmieri</i>	Halimol			0.482																			
<i>Leptochloa micrantha</i>	Leptoch	1.246		0.443																			
<i>Styrium jamaicense</i>	Styrium	0.688																					
<i>Senecio alomaria</i>	Senecio	0.193																					

Cuadro 1. Matriz principal de 93 especies en 20 sitios (datos de área basal en dm<sup>2</sup>).

ESPECIES	800		810		850		900		910		950		1000		1010		1050		1090		1100		1150		1180		1200		1210		1250		TOTAL		
	S.1	S.2	S.2	S.11	S.12	S.12	S.3	S.3	S.4	S.4	S.5	S.5	S.5	S.5	S.5	S.5	S.6	S.6	S.6	S.6	S.7	S.7	S.8	S.8	S.9	S.9	S.9	S.9	S.9	S.9	S.9	S.9			
Bauhinia gottschaldii																																			
Freziera ovata		0.255	0.248		0.172		0.165																												
Morletia lomentosa									0.257																										
Celtis pycnantha																																			
Mimosa strictifolia																																			
Guonia lagilla																																			
Croton																																			
Mabouhia sp.																																			
Makip sp.																																			
Antigonon flavescens																																			
Ardisia micrantha																																			
Gynerium sagittifolium																																			
Nyctelia longina																																			
Abutilon tomentosa																																			
Mabouhia ovata																																			
Lactuca																																			
Plumbago																																			
Schinus molle																																			
Ardisia cuneata																																			
Bursera alexylon																																			
Acacia acuminata																																			
Euphorbia corollata																																			
Croton flavescens																																			
Ipomoea diffusa																																			
Opuntia polyacantha																																			
Pereskia aculeata																																			
Ardisia humilis																																			
Blechnum bicoloratum																																			
Leguminosae																																			
Systemaria polytricha																																			
Cordia maritima																																			
Physalis adnata																																			
Mimosa acantholoba																																			
Lythrum sp.																																			
Asclepias tuberosa																																			
Bursera simarouba																																			
Passiflora mixta																																			
Peperomia																																			
Ardisia sp.																																			
Viguiera symbolantha																																			
Syringia sp.																																			
Conium maculatum																																			
Ficus sp.																																			
Celastrus sp.																																			
TOTAL	62,471	47,800	20,079	30,006	27,989	30,064	30,000	53,595	39,992	88,165	45,596	58,008	58,748	62,892	46,748	42,214	31,542	38,749	28,969	26,133	850,341														

Cuadro 2. Matriz de variables ambientales

	Unidades	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6	S 7	S 8	S 9	S 1	S 11	S 12	S 13	S14	S 15	S 16	S 17	S 18	S 19	S 2
Elevación	m snm	8.00	86.00	9.00	95.00	1.00	15.00	11.00	115.00	12.00	125.00	81.00	86.00	91.00	96.00	11.00	16.00	111.00	116.00	121.00	126.00
Pendiente	%	33.60	25.30	35.10	39.20	37.00	35.00	37.90	38.00	24.20	36.00	25.80	34.50	37.50	4.40	42.20	42.90	38.20	37.10	22.20	23.3
Exposición	C	4.50	4.50	5.00	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	5.00	4.50	4.50	4.50	4.50	4.00	5.00	4.50	4.50	5.00	4.5
Pedregosidad	%	3.90	3.10	3.00	2.20	2.20	2.20	3.40	3.00	2.60	3.70	3.00	3.00	3.00	3.20	3.10	3.00	3.00	3.70	2.20	2.60
Cob. árboles	%	51.00	54.00	49.00	6.00	66.00	65.00	61.00	59.00	42.00	53.00	46.00	46.00	58.00	59.00	61.00	68.00	45.00	75.00	24.00	28.00
Cob. arbustos	%	83.00	85.00	86.00	87.00	87.00	83.00	87.00	75.00	79.00	78.00	71.00	76.00	83.00	86.00	85.00	87.00	72.00	74.00	62.00	68.00
Cob. hierbas	%	62.00	77.00	68.00	62.00	73.00	75.00	74.00	71.00	74.00	65.00	83.00	72.00	71.00	73.00	71.00	64.00	73.00	69.00	57.00	52.00
Arena	%	38.20	43.72	28.44	4.32	38.42	36.32	42.36	46.72	36.42	38.74	38.72	4.38	29.32	52.72	38.22	53.44	44.28	3.26	38.72	54.72
Arcilla	%	33.46	26.36	26.34	36.24	35.28	48.36	36.24	4.72	4.28	4.32	25.28	3.22	44.36	34.72	38.34	25.28	28.32	4.28	3.00	24.72
Limo	%	28.34	29.92	45.22	23.44	26.30	15.32	21.40	12.56	23.30	21.22	36.00	29.40	26.32	12.56	23.44	21.28	27.40	29.46	31.28	2.56
Agua	%	34.16	23.92	3.66	35.31	34.79	39.46	35.51	26.71	36.50	28.56	21.90	33.16	42.19	23.40	35.95	19.45	32.78	35.96	23.54	19.40
MO	%	2.10	1.40	1.80	2.00	2.10	1.80	2.00	2.10	1.80	1.90	1.70	2.00	1.60	2.30	1.90	1.50	2.10	2.20	1.90	1.90
Mn	ppm	5.00	2.00	2.00	5.00	5.00	5.00	2.00	5.00	5.00	2.00	2.00	5.00	2.00	5.00	5.00	2.00	2.00	5.00	2.00	5.00
Ca	ppm	6.00	6.00	6.00	6.00	12.00	12.00	6.00	6.00	12.00	6.00	6.00	12.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
K	ppm	5.00	5.00	9.00	9.00	9.00	5.00	5.00	5.00	9.00	9.00	1.00	9.00	9.00	5.00	9.00	9.00	9.00	5.00	5.00	9.00
Mg	ppm	25.00	25.00	25.00	12.00	12.00	25.00	25.00	12.00	25.00	12.00	2.00	12.00	12.00	12.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	12.00
P	ppm	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	1.00	25.00	1.00	25.00	12.00	1.00	25.00	12.00	12.00	25.00	1.00	25.00	25.00	25.00	25.00
N2	ppm	6.00	6.00	25.00	6.00	6.00	3.00	3.00	6.00	6.00	6.00	3.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	3.00	6.00	25.00
NH4	ppm	35.00	35.00	35.00	12.00	12.00	12.00	15.00	35.00	35.00	35.00	15.00	35.00	12.00	35.00	12.00	35.00	12.00	35.00	35.00	12.00
pH		6.20	6.44	6.93	7.12	6.36	6.76	5.76	6.51	5.95	7.14	6.19	6.77	6.86	6.16	7.78	6.90	5.76	6.63	7.51	7.12
Franco1	C		1	1							1	1									
M Arcilloso 2	C	1			1					1			1	1		1	1	1	1	1	1
M Arcillo Arenoso	C					1		1													1
Arcilla 4	C						1														
Arcillo Arenoso 5	C								1						1						
Textura	C	2	1	1	2	3	4	3	5	2	1	1	2	2	5	2	2	2	2	2	3

**Cuadro 3. Coeficientes de correlación entre variables ambientales y ejes de la ordenación (en negrillas se indica la significancia estadística a una  $p < 0.01$  \*\* y  $p < 0.05$  \*, 18 GL).**

VARIABLES	E J E S			
	1	2	3	
Pendiente	<b>-.671 **</b>	-.266	-.398	
Cobertura de árboles	<b>-.602 **</b>	.031	-.478 *	
Cobertura de arbustos	<b>-.578 **</b>	.306	<b>-.573 **</b>	
Cobertura de hierbas	-.554 *	.289	-.344	
Elevación	.527 *	<b>-.583 **</b>	.235	
Exposición	.455 *	-.027	.383	
Nitrógeno nítrico	.373	.070	<b>.710 **</b>	
Agua aprovechable	-.320	.135	-.157	
Fósforo	-.311	-.147	-.292	
pH	.284	-.084	.349	
Limo	.200	.419	.366	
Arcilla	-.194	-.170	-.137	
Manganeso	-.138	-.165	-.101	
Potasio	.138	-.083	.019	
Nitrógeno amoniacal	-.136	.069	-.295	
Materia orgánica	-.114	-.419	.036	
Calcio	-.073	.163	-.096	
Magnesio	-.054	-.026	.273	
Pedregosidad	-.038	-.176	-.035	
Arena	-.021	-.279	-.254	

**Cuadro 4.**  
**Especies correlacionadas con los ejes de la ordenación**  
**( $p < 0.01$  \*\* y  $p < 0.05$  \*)**

<i>Cordia morelosana</i>	<b>.831 **</b>	-0.282	.447 *
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	<b>.805 **</b>	-0.271	.477 *
<i>Acacia pennatula</i>	<b>.782 **</b>	-0.265	.451 *
<i>Heliocarpus palmeri</i>	<b>.730 **</b>	-0.287	-.056
<i>Lysiloma acapulcense</i>	<b>.684 **</b>	-0.241	.113
<i>Bursera fagaroides</i>	<b>.681 **</b>	-0.285	.560 *
<i>Montanoa tomentosa</i>	<b>.648 **</b>	-0.267	.080
<i>Pistacia mexicana</i>	<b>.644 **</b>	-0.257	-.059
<i>Senna atomaria</i>	<b>.599 **</b>	.315	.495 *
<i>Bursera bipinnata</i>	<b>.588 **</b>	-0.215	-.030
<i>Celtis reticulata</i>	<b>.580 **</b>	-0.235	-.057
<i>Conzattia multiflora</i>	<b>-.721 **</b>	-0.239	-.298
<i>Cousetia glandulosa</i>	<b>-.681 **</b>	-0.146	-.153
<i>Erythrina lanata</i>	<b>-.647 **</b>	-0.396	-.374
<i>Bursera gradifolia</i>	<b>-.595 **</b>	-0.259	-.446 *
<i>Cyrtocarpa procera</i>	<b>-.595 **</b>	-0.240	-.529 *
<i>Cephalocereus alensis</i>	<b>-.575 **</b>	-0.277	-.507 *
<i>Jacaratia mexicana</i>	<b>-.570 **</b>	.008	-.458 *
<i>Acacia cochliacantha</i>	.031	<b>.773 **</b>	.040
<i>Bauhinia gypsicola</i>	.135	<b>.740 **</b>	.043
<i>Lonchocarpus mutans</i>	.156	<b>.735 **</b>	.091
<i>Iresine cassiniiformis</i>	.004	<b>.581 **</b>	-.008
<i>Wimmeria persicifolia</i>	.295	-0.262	<b>.733 **</b>
<i>Ipomoea arborescens</i>	.304	-0.112	<b>.691 **</b>
<i>Aralia humilis</i>	.317	-0.107	<b>.626 **</b>
<i>Zanthoxylum fagara</i>	.194	-0.215	<b>.575 **</b>

## Cuadro 5

---

### Catálogo de especies vasculares de plantas leñosas en los sitios de muestreo

Frecuencia: **ME** = Muy escasa, **ES** = Escasa, **R** = Regular, **AB** = Abundante, **MA** = Muy abundante; Habito: A = árbol, aA = arbusto a árbol, T = trepadora, aT = arbusto a trepadora, s c = sitio y cuadrante

---

Morfoespecie 01. (Acanthaceae), **ME**.

Cerro Palos Verdes (s5 c1), 1010 m, 16 Agosto 1996, *H. Luquín 3000* (IBUG).

A ***Acacia acatlensis*** Benth. (Leguminosae), **ME**.

Cerro Los Hornitos (s5 c9), 1110 m, 12 Agosto 1996, *H. Luquín 3021* (IBUG).

A ***Acacia angustissima*** (Mill.) Kuntze (Leguminosae), "timbre", **AB**.

Cerro Palos Verdes (s1 c1), 810 m, 20 Septiembre 1996, *H. Luquín 2746* (IBUG).

A ***Acacia cochliacantha*** Humb. & Bonpl. ex Willd. (Leguminosae), "espino", **AB**

Cerro Palos Verdes (s1 c2), 810 m, 20 Septiembre 1996, *H. Luquín 2829* (IBUG).

aA ***Acacia farnesiana*** (L.) Willd. (Leguminosae), "huizache", **ME**.

Cerro Palos Verdes (s1 c1), 810 m, 20 Septiembre 1996, *H. Luquín 2747* (IBUG).

A ***Acacia macracantha*** Humb. & Bompl. (Leguminosae), **ME**.

Cerro Palos Verdes (s3 c5), 910 m, 17 Septiembre 1996, *H. Luquín 2936* (IBUG).

aA ***Acacia pennatula*** (Schlecht. & Cham.) Benth. (Leguminosae), "tepame", **ME**.

Cerro Palos Verdes (s10 c1), 1260 m, 18 Octubre 1996, *H. Luquín 3161* (IBUG).

a ***Acacia riparia*** HBK (Leguminosae), "tazajillo", **MA**.

Cerro Palos Verdes (s2 c2), 860 m, 18 Septiembre 1996, *H. Luquín 2895* (IBUG).

a ***Aeschynomene amorphoides*** (S. Wats.) Rose ex B. L. Rob. (Leguminosae), **ME**.

Cerro Palos Verdes (s2 c1), 860 m, 18 Septiembre 1996, *H. Luquín 2883* (IBUG).

- A ***Agonandra racemosa*** (DC.) Standl. (Opiliaceae), "sueda", **RE**.  
Cerro Palos Verdes (s1 c3), 810 m, 20 Septiembre 1996, *H. Luquín* 2836 (IBUG).
- A ***Albizia tomentosa*** (Micheli) Standl. (Leguminosae), "parotilla", **ME**.  
Cerro Los Hornitos (s13 c2), 920 m, 27 Septiembre 1996, *H. Luquín* 3236 (IBUG).
- A ***Amphipterygium adstringens*** Schlecht. (Julianaceae), "cuachalalate", **ES**.  
Cerro Palos Verdes (s1 c1), 810 m, 20 Septiembre 1996, *H. Luquín* 2744 (IBUG).
- T ***Antigonon flavescens*** S. Wats. (Polygonaceae), "cuamecate", **ME**.  
Cerro Palos Verdes (s2 c1), 860 m, 18 Septiembre 1996, *H. Luquín* 2874 (IBUG).
- A ***Aralia humilis*** Cav. (Araliaceae), "guardalagua", **ME**.  
Cerro Palos Verdes (s7 c10), 1110 m, 11 Septiembre 1996, *H. Luquín* 3072 (IBUG).
- a ***Aralia* sp.** (Araliaceae), **ME**.  
Cerro Palos Verdes (s9 c2), 1210 m, 12 Septiembre 1996, *H. Luquín* 3115 (IBUG).
- aA ***Bauhinia gypsicola*** McVaugh (Leguminosae), **ME**.  
Cerro Palos Verdes (s2 c1), 860 m, 18 Septiembre 1996, *H. Luquín* 2868 (IBUG).
- A ***Brosimum alicastrum*** Sw. (Moraceae), "capomo", **ME**.  
Cerro Palos Verdes (s8 c1), 1160 m, 21 Agosto 1996, *H. Luquín* 3075 (IBUG).
- a ***Bunchosia palmeri*** S. Wats. (Malpighiaceae), "nance", **RE**.  
Cerro Palos Verdes (s1 c3), 810 m, 20 Septiembre 1996, *H. Luquín* 2838 (IBUG).
- A ***Bursera aloexylon*** (Schiede) Engelm. (Burseraceae), **ME**.  
Cerro Palos Verdes (s5 c4), 1010 m, 17 Agosto 1996, *H. Luquín* 3010 (IBUG).
- A ***Bursera bipinnata*** (DC.) Engl. (Burseraceae), "copal chino", **ME**.  
Cerro Palos Verdes (s10 c1), 1260 m, 18 Octubre 1996, *H. Luquín* 3159 (IBUG).

- A *Bursera fagaroides* (HBK) Engl. (Burseraceae), "copal blanco", **AB**.  
Cerro Palos Verdes (s1 c1), 810 m, 20 Septiembre 1996, *H. Luquín* 2745 (IBUG).
- A *Bursera grandifolia* (Schlecht.) Engl. (Burseraceae), "cuajote colorado", **MA**.  
Cerro Palos Verdes (s1 c1), 810 m, 20 Septiembre 1996, *H. Luquín* 2749 (IBUG).
- A *Bursera kerberi* Engl. (Burseraceae), "copal rojo", **RE**.  
Cerro Palos Verdes (s1 c1), 810 m, 20 Septiembre 1996, *H. Luquín* 2751 (IBUG).
- A *Bursera penicillata* (DC.) Engl. (Burseraceae), **MA**.  
Cerro Palos Verdes (s1 c2), 810 m, 20 Septiembre 1996, *H. Luquín* 2824 (IBUG).
- A *Bursera* sp. (Burseraceae), **ES**.  
Cerro Palos Verdes (s1 c1), 810 m, 20 Septiembre 1996, *H. Luquín* 2754 (IBUG).
- a *Calliandra caeciliae* Harms (Leguminosae), "pelo de ángel", **ES**.  
Cerro Palos Verdes (s1 c1), 810 m, 20 Septiembre 1996, *H. Luquín* 2739 (IBUG).
- A *Ceiba aesculifolia* (HBK) Britt. & Brooker (Bombacaceae), "pochote", **MA**.  
Cerro Palos Verdes (s1 c1), 810 m, 20 Septiembre 1996, *H. Luquín* 2743 (IBUG).
- A *Celtis iguanea* (Jacq.) Sarge. (Ulmaceae), "granjeno", **ME**.  
Cerro Palos Verdes (s4 c3), 960 m, 14 Agosto 1996, *H. Luquín* 2960 (IBUG).
- A *Celtis reticulata* Torr. (Ulmaceae), "palo blanco", **ME**.  
Cerro Palos Verdes (s10 c8), 1260 m, 10 Octubre 1996, *H. Luquín* 3213 (IBUG).
- A *Cephalocereus alensis* (Weber) Britt. & Rose (Cactaceae), "viejito", **AB**.  
Cerro Palos Verdes (s1 c1), 810 m, 20 Septiembre 1996, *H. Luquín* 2752 (IBUG).
- A *Cochlospermum vitifolium* (Willd.) Spreng. (Cochlospermaceae), **ME**.

- Cerro Palos Verdes (s1 c1), 810 m, 20 Septiembre 1996, *H. Luquín* 2811 (IBUG).
- aA ***Colubrina triflora*** Brongn. ex Sweet (Rhamnaceae), **RE**.  
Cerro Palos Verdes (s1 c4), 810 m, 20 Septiembre 1996, *H. Luquín* 2852 (IBUG).
- A ***Conzattia multiflora*** (B. L. Rob.) Standl. (Leguminosae), "guajillo", **MA**.  
Cerro Palos Verdes (s1 c1), 810 m, 20 Septiembre 1996, *H. Luquín* 2740 (IBUG).
- a ***Cordia inermis*** (Mill.) I. M. Johnst. (Boraginaceae), **ME**.  
Cerro Palos Verdes (s2 c1), 860 m, 18 Septiembre 1996, *H. Luquín* 2893 (IBUG).
- A ***Cordia morelosana*** Standl. (Boraginaceae), **ME**.  
Cerro Palos Verdes (s9 c5), 1210 m, 12 Septiembre 1996, *H. Luquín* 3130 (IBUG).
- a ***Coursetia glandulosa*** A. Gray (Leguminosae), **MA**,  
Cerro Palos Verdes (s1 c1), 810 m, 20 Septiembre 1996, *H. Luquín* 2736 (IBUG).
- a ***Croton flavescens*** Greenm. (Euphorbiaceae), **ME**.  
Cerro Palos Verdes (s6 c6), 1060 m, 20 Agosto 1996, *H. Luquín* 3047 (IBUG).
- a ***Croton fragilis*** HBK. (Euphorbiaceae), "canelilla", **RE**,  
Cerro Palos Verdes (s1 c2), 810 m, 20 Septiembre 1996, *H. Luquín* 2823 (IBUG).
- A ***Cyrtocarpa procera*** HBK. (Anacardiaceae), "copaljocote", **AB**.  
Cerro Palos Verdes (s1 c2), 810 m, 20 Septiembre 1996, *H. Luquín* 2830 (IBUG).
- T ***Dalembertia populifolia*** Baill. (Euphorbiaceae), **ES**.  
Cerro Palos Verdes (s1 c1), 810 m, 20 Septiembre 1996, *H. Luquín* 2756 (IBUG).
- A ***Erythrina lanata*** Rose (Leguminosae), "colorín", **RE**.  
Cerro Palos Verdes (s1 c3), 810 m, 20 Septiembre 1996, *H. Luquín* 2842 (IBUG).

- aT ***Euphorbia colletioides*** Benth. (Euporbiaceae), **ME**.  
Cerro Palos Verdes (s1 c1), 810 m, 20 Septiembre 1996, *H. Luquín* 2822 (IBUG).
- A ***Eysenhardtia polystachya*** (Ort.) Sarg. (Leguminosae), "cuate", **ME**.  
Cerro Palos Verdes (s9 c5), 1210 m, 12 Septiembre 1996, *H. Luquín* (IBUG).
- A ***Ficus cotinifolia*** HBK. (Moraceae), "camichin", **ME**.  
Cerro Palos Verdes (s5 c8), 1010 m, 17 Agosto 1996, *H. Luquín* 3019 (IBUG).
- a ***Forestiera tomentosa*** Wats. (Oleaceae), **ME**.  
Cerro Palos Verdes (s10 c1), 1260 m, 18 Octubre 1996, *H. Luquín* 3160 (IBUG).
- a ***Genipa americana*** L. (Rubiaceae), **ME**.  
Cerro Palos Verdes (s10 c3), 1260 m, 18 Octubre 1996, *H. Luquín* 3191 (IBUG).
- T ***Gonolobus macranthus*** Kuntze (Asclepiadaceae), **ME**.  
Cerro Palos Verdes (s1 c9), 810 m, 21 Septiembre 1996, *H. Luquín* 2859 (IBUG).
- A ***Gyrocarpus jatrophifolius*** Domin (Hernandiaceae), "rabelero", **RE**.  
Cerro Palos Verdes (s2 c7), 860 m, 19 Septiembre 1996, *H. Luquín* 2926 (IBUG).
- A ***Heliocarpus palmeri*** S. Wats. (Tiliaceae), "majagua", **ES**.  
Cerro Palos Verdes (s2 c1), 860 m, 18 Septiembre 1996, *H. Luquín* 2884 (IBUG).
- A ***Hintonia latiflora*** (Moc. & Sessé ex DC.) Bullock (Rubiaceae), "campanillo", **AB**.  
Cerro Palos Verdes (s1 c2), 810 m, 20 Septiembre 1996, *H. Luquín* 2833 (IBUG).
- A ***Ipomoea arborescens*** (HBK) G. Don. (Convolvulaceae), "osote macho", **ME**.  
Cerro Palos Verdes (s1 c1), 810 m, 20 Septiembre 1996, *H. Luquín* 2743 (IBUG).
- a ***Iresine cassiniiformis*** Schauer (Amaranthaceae), **AB**.  
Cerro Palos Verdes (s1 c1), 810 m, 20 Septiembre 1996, *H. Luquín* 2738 (IBUG).

- a *Iresine diffusa* Humb. & Bonpl. Ex Willd. (Amaranthaceae), "h. del arlomo", **ME**.  
Cerro Palos Verdes (s6 c9), 1060 m, 21 Agosto 1996, *H. Luquín* 3051 (IBUG).
- A *Jacaratia mexicana* A. DC. (Caricaceae), "bonete", **RE**.  
Cerro Palos Verdes (s4 c5), 960 m, 15 Septiembre 1996, *H. Luquín* 2962 (IBUG).
- a *Lagascea decipiens* Hemsl. (Compositae), **ME**.  
Cerro Los Hornitos (s17 c9), 1120 m, 12 Octubre 1996, *H. Luquín* 3287 (IBUG).
- a *Lasiocarpus ferrugineus* Gentry (Malpighiaceae), "guayabillo", **ME**.  
Cerro Los Hornitos (s14 c1), 970 m, 1 Octubre 1996, *H. Luquín* 3243 (IBUG).
- a *Liabum liebmannii* Klatt (Compositae), **RE**.  
Cerro Palos Verdes (s1 c3), 810 m, 20 Septiembre 1996, *H. Luquín* 2841 (IBUG).
- A *Lonchocarpus mutans* M. Sousa (Leguminosae), **ME**.  
Cerro Palos Verdes (s2 c1), 860 m, 18 Septiembre 1996, *H. Luquín* 2866 (IBUG).
- A *Lysiloma acapulcense* (Kunt.) Benth. (Leguminosae), "tepeguaje", **ME**.  
Cerro Palos Verdes (s9 c5), 1210 m, 12 Septiembre 1996, *H. Luquín* 3137 (IBUG).
- A *Lysiloma microphyllum* Benth. (Leguminosae), "tepemezquite", **MA**.  
Cerro Palos Verdes (s1 c1), 810 m, 20 Septiembre 1996, *H. Luquín* 2737 (IBUG).
- a *Malpighia ovata* Rose (Malpighiaceae), **ME**.  
Cerro Palos Verdes (s4 c1), 960 m, 12 Agosto 1996, *H. Luquín* 2945 (IBUG).
- T *Malpighia* sp. (Malpighiaceae), **ES**.  
Cerro Palos Verdes (s2 c1), 860 m, 18 Septiembre 1996, *H. Luquín* 2870 (IBUG).
- T *Mascagnia dipholiphylla* (Small.) Bullock (Malpighiaceae), **ME**.  
Cerro Palos Verdes (s1 c9), 810 m, 21 Septiembre 1996, *H. Luquín* 2855 (IBUG).
- T *Mateleia quirosii* (Standl.) Woodson (Asclepiadaceae), **ME**.

- Cerro Palos Verdes (s1 c1), 810 m, 20 Septiembre 1996, *H. Luquín* 2773 (IBUG).
- a ***Mimosa acantholoba*** (Willd.) Poir. Rose (Leguminosae), **ME**.  
Cerro Palos Verdes (s9 c3), 1210 m, 12 Septiembre 1996, *H. Luquín* 3122 (IBUG).
- A ***Montanoa tomentosa*** Cav. (Compositae), "tacote", **RE**.  
Cerro Palos Verdes (s5 c5), 1010 m, 20 Septiembre 1996, *H. Luquín* 3012 (IBUG).
- T ***Nissolia leiogyne*** Sandw. (Leguminosae), **ME**.  
Cerro Palos Verdes (s8 c6), 1160 m, 22 Agosto 1996, *H. Luquín* 3083 (IBUG).
- a ***Nopalea karwinskiana*** (Salm-Dyck) Schumann (Cactaceae), "venadillo", **ES**.  
Cerro Palos Verdes (s3 c5), 910 m, 17 Septiembre 1996, *H. Luquín* 2942 (IBUG).
- aA ***Opuntia fuliginosa*** Griff. (Cactaceae), "nopal de cerro", **ME**.  
Cerro Palos Verdes (s9 c7), 1210 m, 13 Septiembre 1996, *H. Luquín* 3151 (IBUG).
- A ***Pachycereus pecten-aboriginum*** (Engelm.) Britt. & Rose (Cactaceae), **ES**.  
Cerro Palos Verdes (s1 c2), 810 m, 20 Septiembre 1996, *H. Luquín* 2826 (IBUG).
- T ***Paullinia sessiliflora*** Radlk. (Sapindaceae), "guamuchilillo", **ME**.  
Cerro Palos Verdes (s2 c3), 860 m, 18 Septiembre 1996, *H. Luquín* 2902 (IBUG).
- a ***Pereskiaopsis diguetii*** (Weber) Britt. & Rose (Cactaceae), "patilona", **ME**.  
Cerro Palos Verdes (s1 c1), 810 m, 20 Septiembre 1996, *H. Luquín* 2803 (IBUG).
- A ***Physodium adenodes*** (A. Goldberg) Fryx. (Sterculiaceae), **ME**.  
Cerro Palos Verdes (s3 c2), 910 m, 14 Septiembre 1996, *H. Luquín* 2929 (IBUG).
- A ***Pistacia mexicana*** HBK (Anacardiaceae), **ME**.  
Cerro Palos Verdes (s10 c3), 1260 m, 18 Octubre 1996, *H. Luquín* 3197 (IBUG).

- A ***Plumeria obtusa*** L. (Apocynaceae), "cacalote", **ME**.  
Cerro Palos Verdes (s5 c5), 1010 m, 17 Agosto 1996, *H. Luquín 3011* (IBUG).
- A ***Plumeria rubra*** L. (Apocynaceae), **AB**.  
Cerro Palos Verdes (s1 c1), 810 m, 20 Septiembre 1996, *H. Luquín 2741* (IBUG).
- a ***Pouzolzia palmeri*** S. Wats. (Urticaceae), **AB**.  
Cerro Palos Verdes (s1 c1), 810 m, 20 Septiembre 1996, *H. Luquín 2742* (IBUG).
- A ***Pseudobombax palmeri*** (S. Wats.) Dugand (Bombacaceae), "clavellina", **ES**.  
Cerro Palos Verdes (s1 c1), 810 m, 20 Septiembre 1996, *H. Luquín 2755* (IBUG).
- A ***Ptelea trifoliata*** L. (Rutaceae), "palo zorrillo", **ME**.  
Cerro Palos Verdes (s9 c1), 1210 m, 12 Septiembre 1996, *H. Luquín 3109* (IBUG).
- a ***Schaefferia pilosa*** Standl. (Celastraceae), **ES**.  
Cerro Palos Verdes (s5 c1), 1010 m, 16 Agosto 1996, *H. Luquín 3001* (IBUG).
- aA ***Senna atomaria*** (L.) Irwin & Barneby (Leguminosae), "vainilla", **ME**.  
Cerro Palos Verdes (s2 c5), 860 m, 19 Septiembre 1996, *H. Luquín 2914* (IBUG).
- T ***Serjania psilophylla*** Radlk. (Sapindaceae), "bejuco de hiedra", **ME**.  
Cerro Palos Verdes (s2 c6), 860 m, 19 Septiembre 1996, *H. Luquín 2920* (IBUG).
- A ***Sideroxylon capiri*** (A. DC.) Pittier (Sapotaceae), "tempisque", **ME**.  
Cerro Palos Verdes (s1 c4), 810 m, 20 Septiembre 1996, *H. Luquín 2854* (IBUG).
- A ***Spondias purpurea*** L. (Anacardiaceae), "ciruelo", **ME**.  
Cerro Palos Verdes (s1 c9), 810 m, 21 Septiembre 1996, *H. Luquín 2862* (IBUG).
- A ***Stenocereus queretaroensis*** (Weber) Buxbaum (Cactaceae), "pitayo", **MA**.  
Cerro Palos Verdes (s1 c1), 810 m, 20 Septiembre 1996, *H. Luquín 2750* (IBUG).

- A ***Styrax ramirezii*** Greenm. (Styracaceae), "azajar", **ME**.  
 Cerro Palos Verdes (s10 c1), 1260 m, 18 Octubre 1996, *H. Luquín* 3181 (IBUG).
- A ***Tabebuia chrysantha*** (Jacq.) G. Nicolson (Bignoniaceae), "primavera", **ES**.  
 Cerro Palos Verdes (s1 c3), 810 m, 20 Septiembre 1996, *H. Luquín* 2845 (IBUG).
- A ***Thevetia ovata*** (Cav.) DC. (Apocynaceae), "ayoyote", **ES**.  
 Cerro Palos Verdes (s1 c2), 810 m, 20 Septiembre 1996, *H. Luquín* 2827 (IBUG).
- A ***Thouinia serrata*** Radlk. (Sapindaceae), "guayabillo", **ES**.  
 Cerro Los Hornitos (s20 c8), 1270 m, 12 Octubre 1996, *H. Luquín* 3333 (IBUG).
- aA ***Urera caracasana*** (Jacq.) Griseb. (Urticaceae), "quemador", **AB**.  
 Cerro Palos Verdes (s1 c4), 810 m, 20 Septiembre 1996, *H. Luquín* 2848 (IBUG).
- A ***Viguiera quinqueradiata*** (Cav.) A. Gray (Compositae), "palo rosa", **ME**.  
 Cerro Palos Verdes (s10 c3), 1260 m, 18 Octubre 1996, *H. Luquín* 3189 (IBUG).
- A ***Wimmeria persicifolia*** Radlk. (Celastraceae), "zarcillito", **RE**.  
 Cerro Palos Verdes (s1 c3), 810 m, 20 Septiembre 1996, *H. Luquín* 2844 (IBUG).
- aA ***Zanthoxylum fagara*** (L.) C. Sargent (Rutaceae), "chivillo", **AB**.  
 Cerro Palos Verdes (s2 c1), 860 m, 18 Septiembre 1996, *H. Luquín* 2869 (IBUG).

## **Fotografías**

## **Cuenca del río Ayutla-Ayuquila visto de diferentes ángulos.**

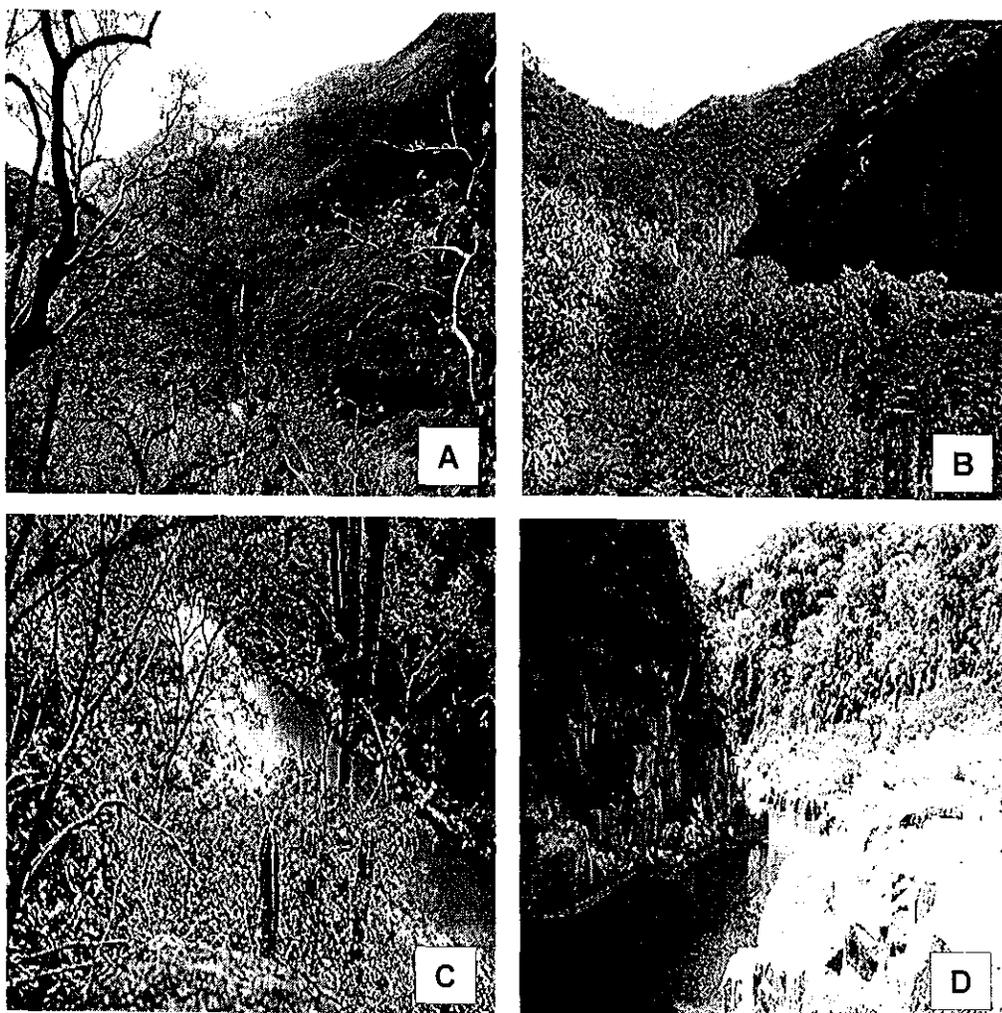
**14-A.** Bosque tropical caducifolio en la cuenca profunda y angosta, donde se dificulta el acceso hasta el cauce del río (Foto: Héctor Luquín S., septiembre, de 1996).

**14-B.** Estos bosques en ocasiones son más exuberantes y densos, quizá debido a la mayor cantidad de humedad y a la mayor profundidad del suelo (Foto: Héctor Luquín S., septiembre, 1996).

**14-C.** En áreas abiertas esta vegetación está constituida por cactus candelabriformes como *Pachycereus pecten-aboriginum* y otras especies como *Plumeria rubra* y *Calliandra caeciliae* (Foto: Héctor Luquín S., septiembre de 1996).

**14-D.** Porción del río donde la afloración de rocas en forma de talud impide el desarrollo de la vegetación (Foto: Héctor Luquín S., septiembre de 1996).

Figura 14



**Vista panorámica del bosque tropical caducifolio mostrando la variabilidad originada por la exposición, las condiciones del suelo y la época del año.**

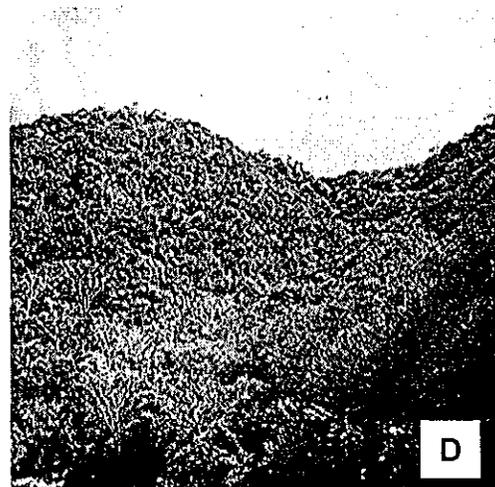
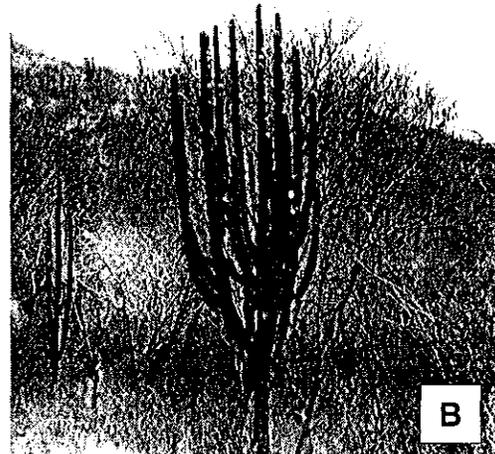
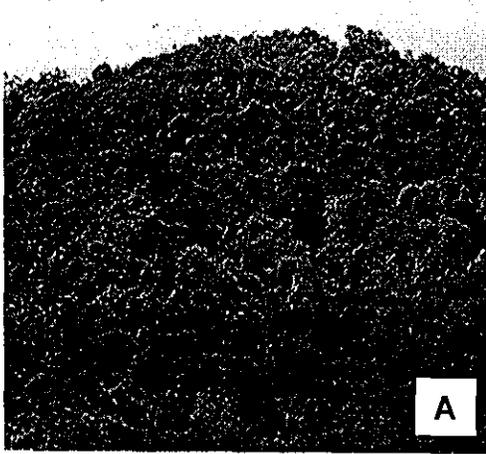
**15-A.** Bosque tropical caducifolio, correspondiente a la localidad de Los Hornitos en el período de mayor precipitación (julio-agosto). (Foto: Héctor Luquín S., agosto de 1996).

**15-B.** Aspecto del bosque en el período seco del año, quizá respondiendo a suelos poco profundos y pobres (Foto: Héctor Luquín S., noviembre de 1996).

**15-C.** Vista del cañón, en la localidad del Los Hornitos, donde se iniciaron los primeros sitios de muestreo (Foto: Héctor Luquín S., septiembre de 1996).

**15-D.** El bosque tropical caducifolio en la localidad de Palos Verdes, durante los meses de septiembre a octubre, donde sobresale *Conzattia multiflora* (Foto: Héctor Luquín S., octubre de 1997).

Figura 15



**Aspecto del interior del bosque a diferente nivel altitudinal,  
exposición y cantidad de materia orgánica.**

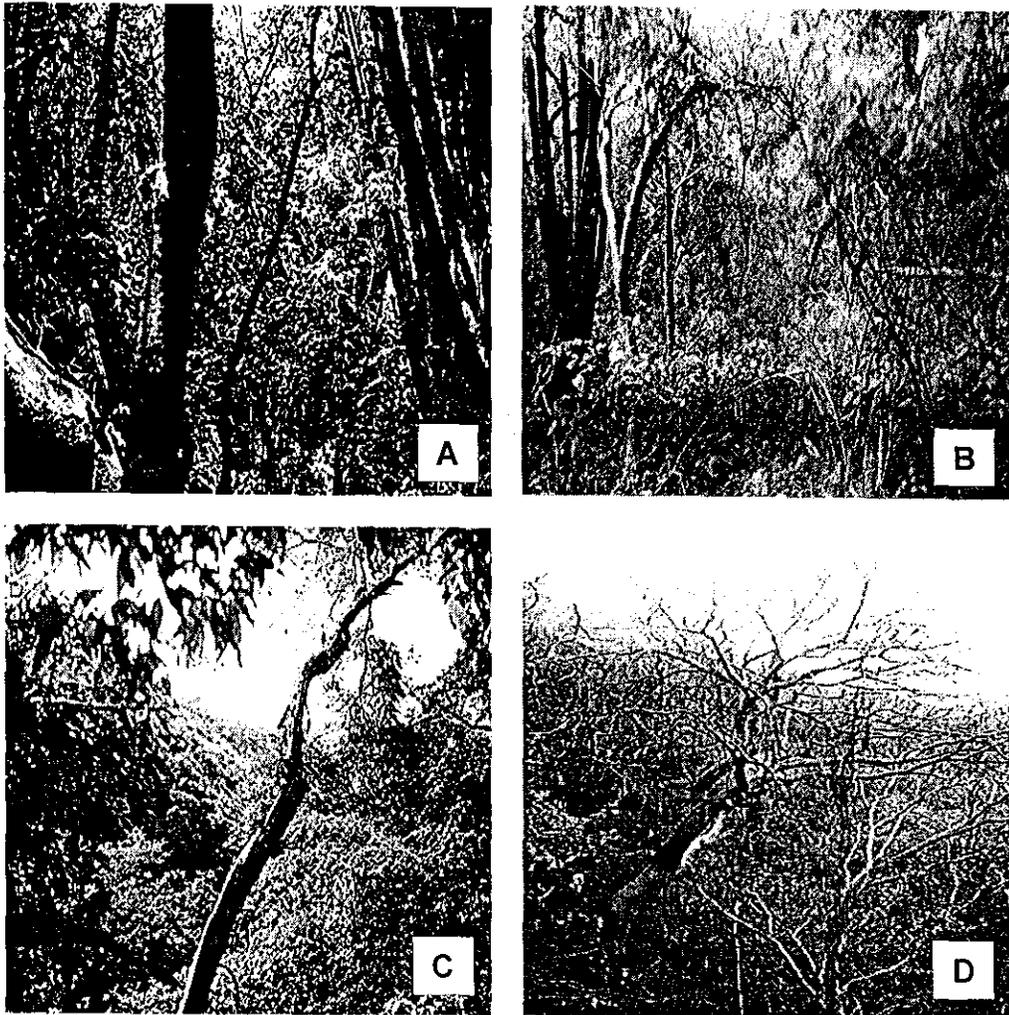
**16-A.** La presencia de árboles altos es característica en el área, particularmente en altitudes cercanas a los 1000 o 1050 m y con alta cantidad de materia orgánica (Foto: Héctor Luquín S., agosto de 1996).

**16-B.** Parte del bosque donde la cantidad de materia orgánica es baja y la altitud va de los 1100 a 1150 metros (Foto: Héctor Luquín S., agosto de 1996).

**16-C.** Vista del bosque tropical caducifolio en las partes con menor exposición y mayor cantidad de humedad (Foto: Héctor Luquín S., agosto de 1996).

**16-D.** Parte alta del bosque, aproximadamente a 1200 metros y con una exposición suroeste (Foto: Héctor Luquín S., septiembre de 1996).

Figura 16



**Especies características del bosque tropical caducifolio  
presentes en alguna de las localidades de muestreo.**

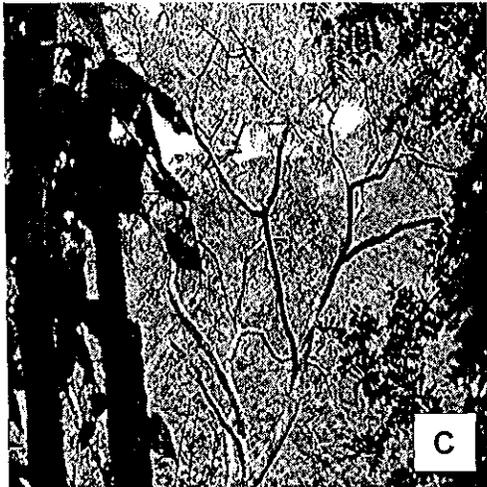
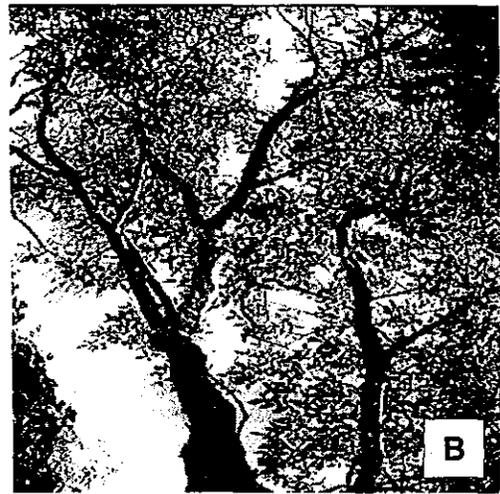
**17-A.** *Bursera grandifolia*, es una especie muy abundante que se distribuye desde los 800 m hasta los 1200 m de altitud (Foto: Héctor Luquín S., agosto de 1997).

**17-B.** *Bursera kerberi*, a diferencia de *Bursera grandifolia*, tiene una abundancia regular y se distribuye básicamente por arriba de los 1000 m de altitud (Foto: Héctor Luquín S., agosto de 1997).

**17-C.** *Conzattia multiflora*, es una especie muy abundante y sus individuos llegan a ser, en estas comunidades, los de mayor altura (Foto: Héctor Luquín S., agosto de 1996).

**17-D.** *Cyrtocarpa procera*, es abundante y se distribuye desde las partes bajas, 800 m, hasta los 1150 m de altitud (Foto: Héctor Luquín S., agosto de 1997).

Figura 17



## **Especies del bosque tropical caducifolio y alguna de sus características particulares.**

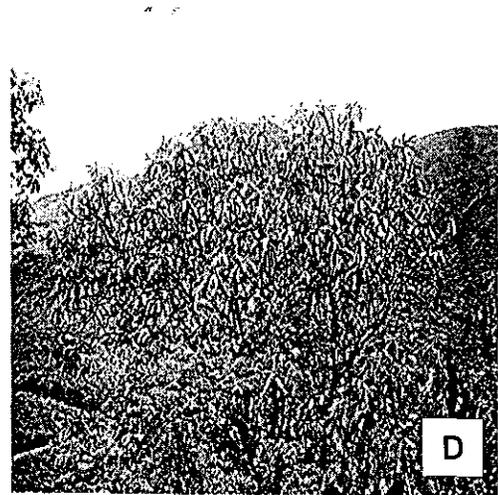
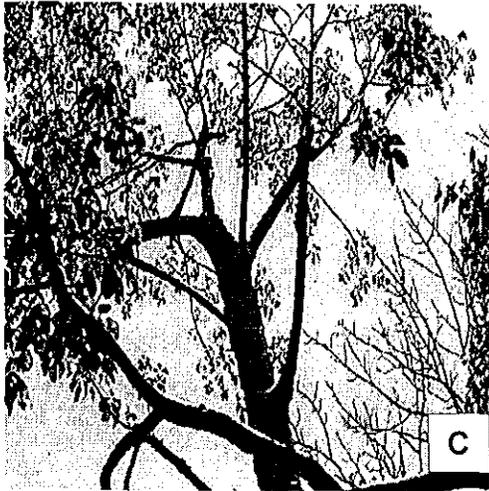
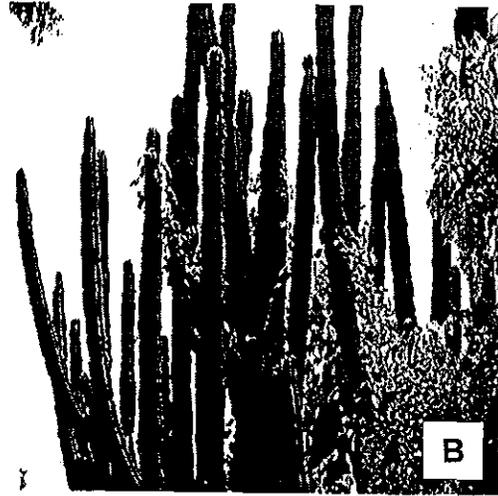
**18-A.** *Cephalocereus alensis*, es una especie abundante que ocupa espacios en altitudes entre los 800 m y los 1150 m, sus individuos pueden presentar hasta 15 o más bifurcaciones en su tallo (Foto: Héctor Luquín S., agosto de 1996).

**18-B.** *Stenocereus queretaroensis*, es otra de las especies muy abundante de esta comunidad, pero pocos de sus individuos alcanzan edades adultas (Foto: Héctor Luquín S., agosto de 1996).

**18-C.** *Ceiba aesculifolia*, es muy abundante, pero tiene una distribución sobre todo en altitudes intermedias, 900 m a 1100 m, y reducida en altitudes bajas y altas (Foto: Héctor Luquín S. septiembre de 1996).

**18-D.** *Plumeria rubra*, es abundante y sus individuos se distribuyen, en muchas ocasiones, en lugares con afloraciones rocosas (Foto: Héctor Luquín S., septiembre de 1996).

Figura 18



**Entre las especies características del bosque tropical caducifolio, es variable la frecuencia y distribución.**

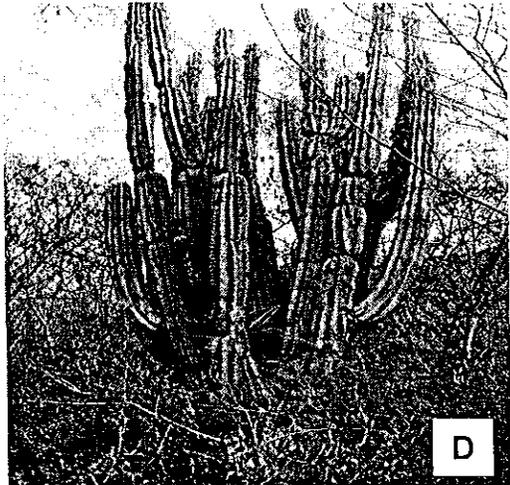
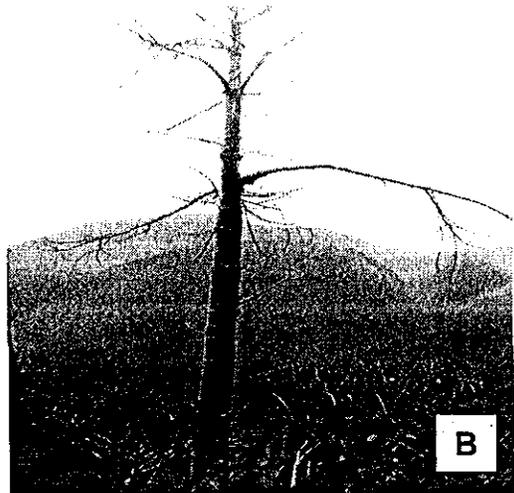
**19-A.** *Lysiloma micropyllum*, es la especie que estuvo presente en todos los sitios muestreados y con individuos de diámetros más variados (Foto: Héctor Luquín S., agosto de 1996).

**19-B.** *Jacaratia mexicana*, presenta una frecuencia regular y ocupa espacios en altitudes intermedias (900 m a 1100 m), pocas veces a menor o mayor elevación (Foto: Héctor Luquín S., abril de 2003).

**19-C.** *Spondias purpurea*, es una especie muy escasa y sus individuos alcanzan los extremos de edad (sólo estados juveniles y adultos), quizá debido a que en alguna época hubo sobre uso del fruto creando un hueco en la clase poblacional de arbolado maduro (Foto: Héctor Luquín S., febrero de 1997).

**19-D.** *Pachycereus pecten-aboriginum*, es escaso pero la mayor parte de sus individuos presentan edades maduras o adultas (Foto: Héctor Luquín S., septiembre de 1996).

Figura 19



## **Especies con diferentes formas vitales.**

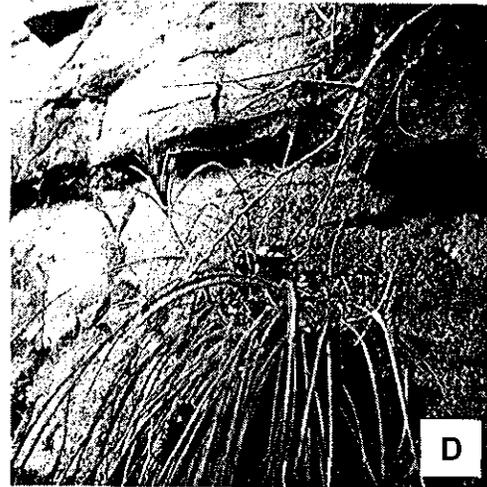
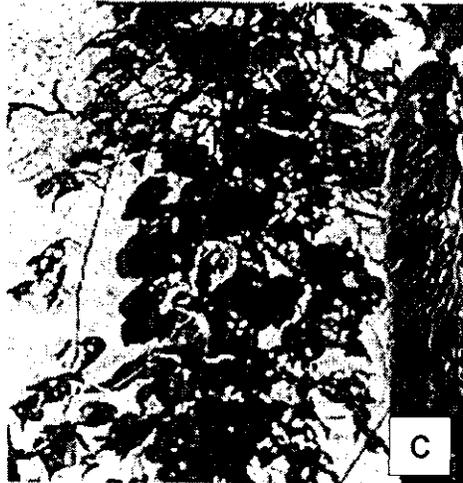
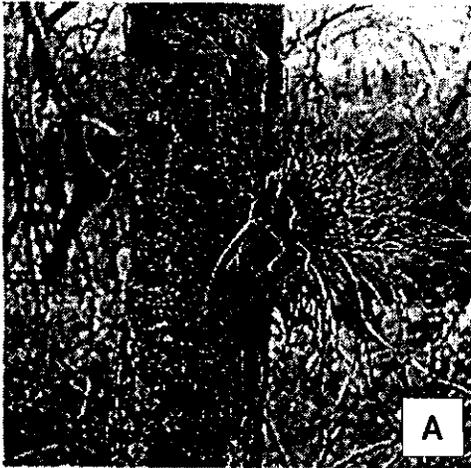
**20-A.** *Tillandsia* sp., especie epifita de la familia Bromeliaceae, frecuente, sobre todo, en bosques maduros (Foto: Héctor Luquín S., agosto de 1996).

**20-B.** *Orquídea* epifita rara, ya que se encontró en un sólo cuadrante, un sitio y una localidad (Foto: Héctor Luquín S., agosto de 1996).

**20-C.** *Marsdenia* sp., especie trepadora frecuente, que junto con *Nissolia* predominan en este tipo de bosque (Foto: Héctor Luquín S., agosto de 1996).

**20-D.** *Pitcairnia karwinkyana*, prefiere los espacios abiertos con paredes rocosas, generalmente con mayor exposición (Foto: Héctor Luquín S., septiembre de 1996).

Figura 20



**Algunas de las especies que matizan el bosque tropical caducifolio, a través de sus flores vistosas y tonalidades.**

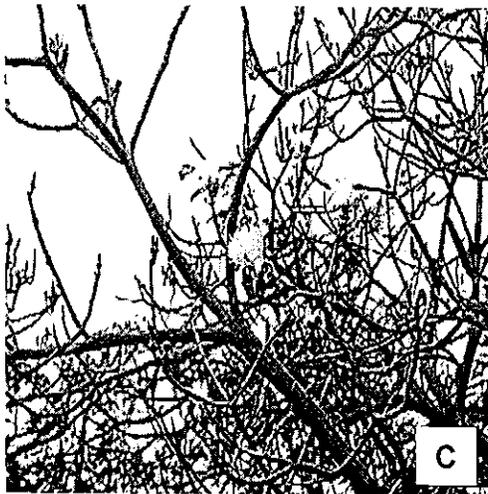
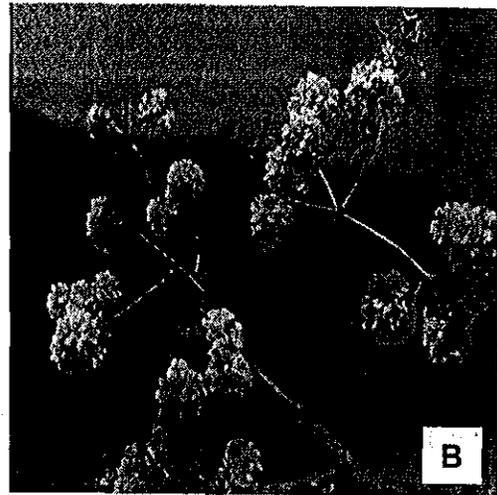
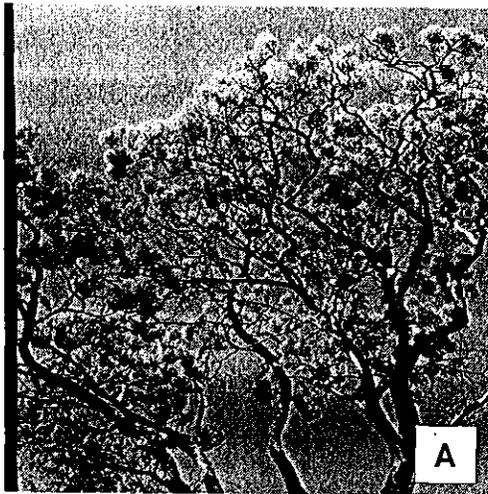
**21-A.** *Tabebuia chrysantha*, es una especie escasa, encontrada casi exclusivamente en los gradientes altitudinales más bajos de la comunidad, se caracteriza por lo llamativa de sus flores, sobre todo en el período seco del año (Foto: Héctor Luquín S., abril de 2003).

**21-B.** *Cordia morelosana*, es especie muy escasa cuyos individuos, generalmente, ocupan espacios en altitudes entre 1200 m y 1250 m (Foto: Héctor Luquín S. mayo de 2003).

**21-C.** *Pseudobombax palmeri*, ocupa los primeros lugares entre las especies con tallos de diámetros mayores, pero es considerada como muy escasa (Foto: Héctor Luquín S. agosto de 1997).

**21-D.** *Coursetia glandulosa*, se encuentra entre las especies muy abundantes y con distribución amplia a lo largo del gradiente altitudinal, desde 800 m hasta los 1200 m (Foto: Héctor Luquín S. marzo de 2002).

Figura 21



## **Características de los troncos de algunas especies representantes del bosque tropical caducifolio.**

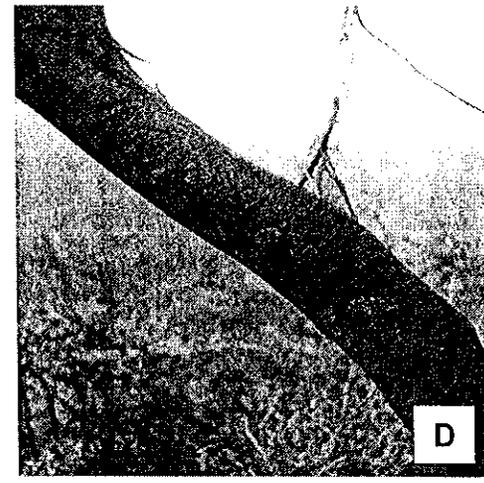
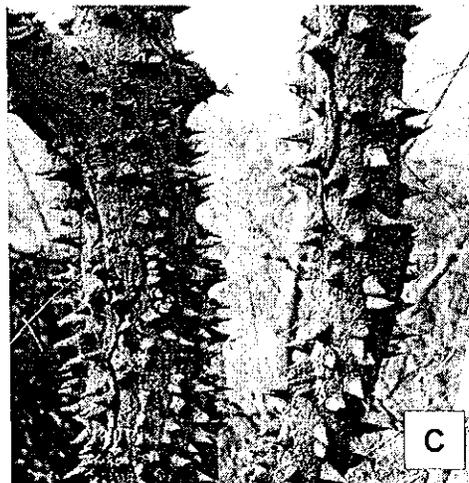
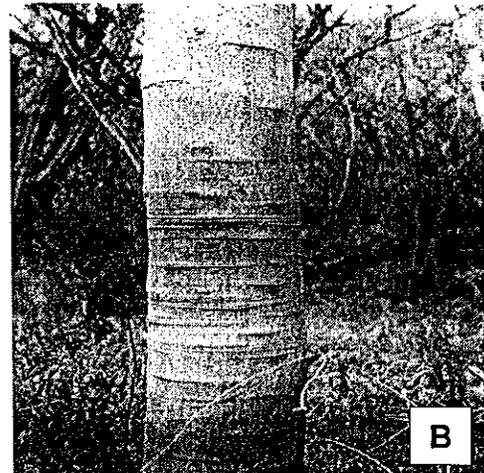
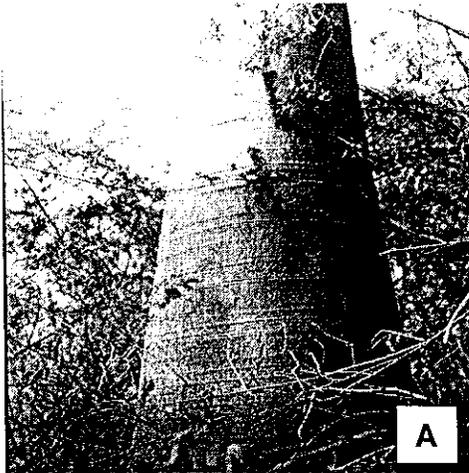
**22-A.** *Jacaratia mexicana* "bonete" (Foto: Héctor Luquín S., abril de 2003).

**22-B.** *Conzattia multiflora* "guajillo" (Foto: Héctor Luquín S., febrero de 2003).

**22-C.** *Ceiba aesculifolia* "pochote" (Foto: Héctor Luquín S., febrero de 2003).

**22-D.** *Lysiloma microphyllum* "tepemezquite" (Foto: Héctor Luquín S., febrero de 2003).

Figura 22



**La fauna del bosque tropical caducifolio está representada por organismos de diferentes grupos.**

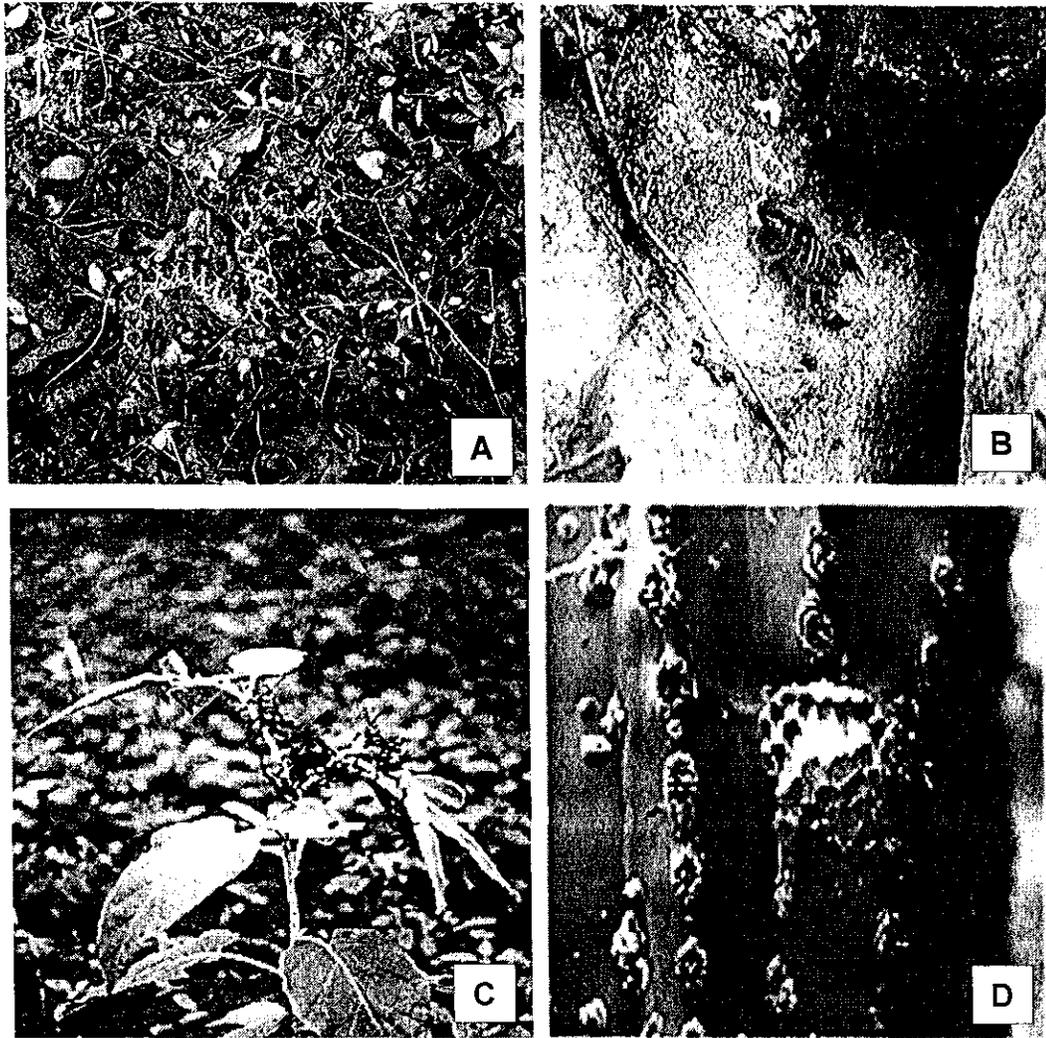
**23-A.** Reptiles como la “víbora de cascabel” (*Crotalus* sp.) y otros lagartos se encuentran en estos bosques (Foto: Héctor Luquín S., octubre de 1996).

**23-B.** Arácnidos como el “alacrán” (*Centuriodes* sp.), es común encontrarlos entre las rocas o troncos con cortezas flojas (Foto: Héctor Luquín S., agosto de 1997).

**23-C.** Insectos como los “saltamontes” (*Stenobothrus* sp.), “mariposas” y diversos “escarabajos” son abundantes en estas comunidades vegetales (Foto: Héctor Luquín S., septiembre de 1996).

**23-D.** Otro insectos como las “avispas” (*Polystes* sp.) son frecuentes, sobre todo, durante la época lluviosa (Foto: Héctor Luquín S., septiembre de 1996).

Figura 23



**Especies del bosque tropical caducifolio, son empleadas para cubrir algunas de las necesidades de los pobladores.**

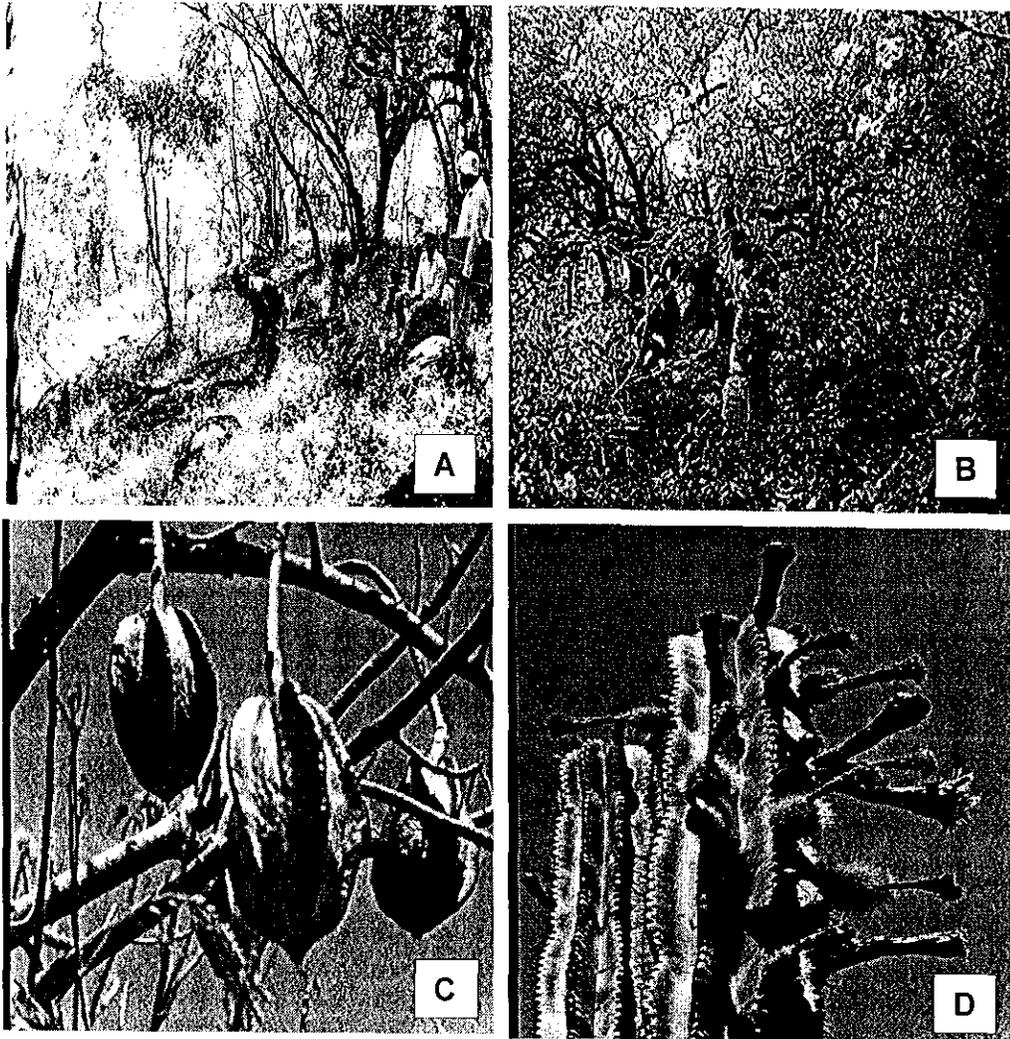
**24-A.** En la extracción de leña figuran especies como *Lysiloma microphyllum* conocida como "tepemezquite", por ser abundante en el área y de buena calidad como combustible (Foto: Héctor Luquín S., octubre de 1996).

**24-B.** El uso de algunas especies, puede ser tanto alimenticia como medicinal, como sucede con *Spondias purpurea* (Foto: Héctor Luquín S., abril de 2003).

**24-C.** Especies como el "bonete", *Jacaratia mexicana*, tienen uso alimenticio en la comunidad (Foto: Héctor Luquín S., abril de 2003).

**24-D.** El pitayo, *Stenocereus queretaroensis*, proporciona a los habitantes de las poblaciones rurales un recurso económico importante (Foto: Héctor Luquín S., abril de 2003).

Figura 24



**Las fotografías muestran algunas de las necesidades, para el trabajo de campo, en el estudio ecológico de la comunidad.**

**25-A.** Medición y captura de datos (Foto: Héctor Luquín S., septiembre de 1996).

**25-B.** Medio de transporte y equipo humano en las actividades de muestreo (Foto: Héctor Luquín S., septiembre de 1996).

**25-C.** Colecta y prensado de ejemplares, que se emplean como respaldo de la investigación (Foto: Héctor Luquín S., agosto de 1996).

**25-D.** Recolección de especímenes que no fue posible encontrarlos fértiles, al momento del muestreo, y son necesarios para la determinación de las especies (Foto: Héctor Luquín S., febrero de 1997).

Figura 25

