

UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA



Casa abierta al tiempo

**BIODIVERSIDAD DE LA SELVA BAJA CADUCIFOLIA EN UN SUSTRATO ROCOSO  
DE ORIGEN VOLCÁNICO EN EL CENTRO DEL ESTADO DE VERACRUZ, MÉXICO**

T E S I S

Que para obtener el grado de:  
**Doctor en Ciencias Biológicas**

P R E S E N T A:  
**Gonzalo Castillo Campos**

CO-DIRECTOR DE TESIS:  
Dra. Patricia D. Dávila Aranda  
Dr. José Alejandro Zavala Hurtado

2003

UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA



Casa abierta al tiempo

**BIODIVERSIDAD DE LA SELVA BAJA CADUCIFOLIA EN UN SUSTRATO ROCOSO  
DE ORIGEN VOLCÁNICO EN EL CENTRO DEL ESTADO DE VERACRUZ, MÉXICO.**

**T E S I S**

Que para obtener el grado de:  
**Doctor en Ciencias Biológicas**

**P R E S E N T A:**  
**Gonzalo Castillo Campos**

2003

UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA



Casa abierta al tiempo

**BIODIVERSIDAD DE LA SELVA BAJA CADUCIFOLIA EN UN SUSTRATO ROCOSO  
DE ORIGEN VOLCÁNICO EN EL CENTRO DEL ESTADO DE VERACRUZ, MÉXICO**

**TESIS**

Que para obtener el grado de:  
Doctor en Ciencias Biológicas

**PRESENTA:**

Gonzalo Castillo Campos

2003

**El Doctorado en Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma Metropolitana está incluido en el Padrón de Posgrados de Excelencia del CONACYT y además cuenta con apoyo del mismo Consejo, con el Convenio PFP-20-93**

La presente investigación se llevó a cabo en el Departamento de Sistemática Vegetal, División de Sistemática, del Instituto de Ecología, A.C. El apoyo financiero con el que se contó para su desarrollo derivó de los siguientes proyectos:

- “Diversidad y Riqueza Vegetal de los Substratos Rocosos del Centro del Estado de Veracruz”. Proyecto de Investigación Externo. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad -CONABIO- Convenio FB446/L228/97-99
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología -CONACYT- Convenio 153088

## AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer a la Dra. Patricia D. Dávila Aranda, al Dr. José Alejandro Zavala Hurtado y al Dr. Gonzalo Halffter Salas integrantes del comité Tutorial,

El jurado designado por las Divisiones de Ciencias Biológicas y de la Salud de las Unidades Iztapalapa y Xochimilco aprobó la Tesis que presentó

Gonzalo Castillo Campos

octubre del 2003

**Comité Tutorial**

	Nombre	Firma
Co-Tutor	Dra. Patricia D. Dávila Aranda	_____
Co-Tutor	Dr. José Alejandro Zavala Hurtado	_____
Asesor	Dr. Gonzalo Halffter Salas	_____
Sinodal	Dr. Mario Adolfo Espejo Serna	_____
Sinodal	Dr. Jorge A. López-Portillo Guzmán	_____

## **DEDICATORIA**

**A MALE POR SU PACIENCIA, CARIÑO Y APOYO EN TODO MOMENTO**

**A MI MADRE MARÍA GUADALUPE CAMPOS POR SU AMOR  
Y SUS ORACIONES QUE SIEMPRE ME ACOMPAÑAN**

**A MIS HIJOS MARÍA DOLORES, BOLÍVAR, GONZALO Y DANIEL  
POR EL CARIÑO Y ALEGRÍA QUE SIEMPRE ME HAN DADO**

**A MIRIAM POR EL APOYO DE SIEMPRE**

**A MIS HERMANOS ERNESTO, HONORIA, APOLONIA Y NEREO  
POR LA ALEGRÍA DE ESTAR JUNTOS**

## **AGRADECIMIENTOS**

Profundamente agradezco a las diferentes instituciones, colegas y maestros, cuya colaboración fue imprescindible para el desarrollo y conclusión de esta tesis doctoral.

A la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad-Iztapalapa, por aceptarme para realizar los estudios de postgrado.

Al Instituto de Ecología, A.C., por su apoyo logístico para desarrollar satisfactoriamente esta tesis.

Especialmente deseo agradecer a mis maestros que integraron el comité tutorial: Dra. Patricia D. Dávila Aranda, Dr. José Alejandro Zavala Hurtado y Dr. Gonzalo Halffter Salas, por sus atinadas sugerencias y comentarios que contribuyeron a concluir con éxito este trabajo.

A los maestros que aceptaron participar como Sinodales en el Jurado: Dr. Jorge A. López-Portillo G. y Dr. Mario Adolfo Espejo Serna por sus atinadas sugerencias.

A todos mis amigos y colegas que siempre me brindaron su tiempo para escuchar las presentaciones preliminares de los tutoriales: Dra. Gabriela Vázquez Hurtado, Dra. María Luisa Martínez, Dr. José García Franco y Dr. Jorge A. López-Portillo G.

A los doctores Sergio Guevara S., Patricia Moreno C., Margarita Soto E. y Lorrain Giddings por su amistad.

Al M. en C. Sergio Avendaño Reyes y al Dr. Andrés Vovides P., por sus comentarios y sugerencias. Al Dr. Jorge González A., por su apoyo en los análisis estadísticos. A la Dra. Ma. Teresa Mejía S., por la identificación de los taxa de la familia Poaceae.

Al L. en I. Lamberto Aragón A. por su amistad y apoyo en informática.

A Gabriel Aguilar H. y a Rosario Landgrave R., por su apoyo en la cartografía con el sistema de información geográfico.

Al Dr. Daniel Geissert K. por su apoyo en la delimitación de las unidades geomorfoedafológicas. A la Dra. Luciana Porter por la traducción del resumen al inglés.

A Guadalupe Rivera Vega por su apoyo en el formateo del manuscrito.

Al Biól. Braian Sánchez González y al M. en C. Pablo O. Aguilar por su apoyo técnico.

Al Biól. Israel Acosta Rosado por su apoyo técnico en el muestreo de campo. Al Biól. Manuel Escamilla por la elaboración del perfil de la vegetación.

Y a todas aquellas personas que involuntariamente se me estén olvidando y hayan contribuido en el desarrollo de esta tesis.



## CONTENIDO

	Pág
<b>RESUMEN</b> .....	1
<b>ABSTRACT</b> .....	1
<b>ESTRUCTURA DE LA TESIS</b> .....	3
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	4
<b>ANTECEDENTES</b> .....	7
FLORA .....	7
BIODIVERSIDAD .....	8
<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES</b> .....	10
LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	10
CLIMA .....	12
GEOMORFOEDAFOLOGÍA .....	14
UNIDADES DE PAISAJE .....	16
ESTRUCTURA DEL PAISAJE .....	16
HIDROLOGÍA .....	22
<b>HIPÓTESIS Y OBJETIVOS</b> .....	24
OBJETIVOS GENERALES .....	24
OBJETIVOS PARTICULARES .....	24
<b>MÉTODOS</b> .....	26
INVENTARIO FLORÍSTICO .....	28
ANÁLISIS DE LOS DATOS FLORÍSTICOS .....	29
ORDENACIÓN .....	29
COMPLEMENTARIEDAD .....	30
ESPECIES RARAS Y TURISTAS .....	31
MODELOS DE CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES .....	31
DIVERSIDAD ALFA, BETA, GAMA .....	32
ENDEMISMO .....	33
PROBABILIDAD DE PRESENCIA DEL ENDEMISMO .....	33
<b>RESULTADOS</b> .....	35
INVENTARIO FLORÍSTICO .....	35
SELVA BAJA CADUCIFOLIA .....	35
VEGETACIÓN SECUNDARIA .....	35
ANÁLISIS FLORÍSTICO .....	41
ORDENACIÓN .....	41
DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN Y USO DEL SUELO .....	43
SELVA BAJA CADUCIFOLIA .....	43
VEGETACIÓN SECUNDARIA .....	47
VEGETACIÓN RIPARIA .....	49
CULTIVOS .....	49
CAÑA DE AZÚCAR .....	49
PASTIZAL .....	51
MANGO .....	53

CHAYOTE .....	53
PLÁTANO .....	53
COMPLEMENTARIEDAD .....	55
ESPECIES RARAS Y TURISTAS .....	60
MODELOS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES .....	64
ARTÍCULO: COMPARISON OF SPECIES ACUMULATION MODELS .....	65
ABSTRACT .....	65
INTRODUCTION .....	66
METHODS .....	67
STUDY AREA .....	67
SPECIES INVENTORY AND BOTANICAL MATERIAL COLLECTION .....	68
DATA ANALYSIS .....	69
RESULTS .....	70
SPECIES ACCUMULATION CURVES: EXTRAPOLATION .....	70
DISCUSSION .....	71
ACKNOWLEDGMENTS .....	75
REFERENCES .....	76
RIQUEZA Y DIVERSIDAD .....	85
DIVERSIDAD ALFA .....	85
DIVERSIDAD BETA (RECAMBIO DE ESPECIES) Y DIVERSIDAD GAMA .....	88
ENDEMISMO .....	92
ARTÍCULO: ENDEMISM IN A TROPICAL DECIDUOUS .FOREST .....	93
ABSTRACT .....	93
INTRODUCTION .....	95
MATERIALS AND METHODS .....	96
DESCRIPTION OF THE STUDY AREA .....	96
METHODS .....	97
SPECIES INVENTORY AND BOTANICAL MATERIAL COLLECTED .....	97
DATA ANALYSIS .....	98
RESULTS .....	98
CORRELATION OF SPECIES RICHNESS TO ENVIRONMENTAL VARIABLES....	98
ORDINATION .....	99
DISCUSSION .....	100
ACKNOWLEDGMENTS .....	103
REFERENCES .....	104
ARTÍCULO: LOS ELEMENTOS ENDÉMICOS EN LA FLORA VASCULAR .....	117
RESUMEN .....	118
ABSTRACT .....	118
INTRODUCCIÓN .....	119
AREA DE ESTUDIO .....	120
MÉTODOS .....	120
RESULTADOS .....	121
BOSQUE TROPICAL PERENNIFOLIO .....	121

BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA .....	122
BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO .....	122
BOSQUE DE <i>QUERCUS</i> .....	122
BOSQUE DE CONÍFERAS .....	122
BOSQUE DE GALERÍA .....	122
ESTADO DE CONSERVACIÓN .....	123
DISCUSIÓN .....	123
AGRADECIMIENTOS .....	125
LITERATURA CITADA .....	126
APÉNDICE 1 .....	134
PROBABILIDAD DE PRESENCIA DEL ENDEMISMO .....	164
SÍNTESIS Y DISCUSIÓN .....	167
INVENTARIO DE ESPECIES .....	167
UNIDADES DE PAISAJE .....	168
FLORA .....	168
ESPECIES RARAS Y TURISTAS (ESPECIES ÚNICAS) .....	169
REPRESENTATIVIDAD DE LA BIODIVERSIDAD ESTUDIADA .....	170
DIVERSIDAD .....	171
ENDEMISMO .....	172
LITERATURA CITADA .....	177
APÉNDICE I: LISTA FLORÍSTICA .....	185
PUBLICACIONES DERIVADAS O RELACIONADAS DE LA TESIS .....	204

## ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág
Figura 1.	Mapa de localización de la zona de estudio .....	11
Figura 2.	Diagrama ombrotérmico de Almolonga, Veracruz .....	13
Figura 3.	Dendrograma de disimilitud con el índice de Jaccard que agrupa por el método UPGMA a las unidades de paisaje del malpaís .....	15
Figura 4.	Unidades de paisaje .....	21
Figura 5.	Valle superficial del río Naolinco sobre el malpaís en temporada de estiaje.....	23
Figura 6.	Métodos .....	27
Figura 7.	Riqueza de especies a nivel de paisaje en la selva baja caducifolia y en la vegetación secundaria sobre el sustrato rocoso volcánico .....	37
Figura 8.	Diversidad alfa de especies en la selva baja caducifolia y en la vegetación secundaria en el malpaís .....	38
Figura 9.	Familias más diversas de la selva baja caducifolia y de la vegetación secundaria del malpaís .....	39
Figura 10.	Diversidad alfa de especies de la selva baja caducifolia y de la vegetación secundaria en los transectos en el gradiente altitudinal .....	40
Figura 11.	Grupos que caracterizan a la selva baja caducifolia y vegetación secundaria en el malpaís .....	42
Figura 12.	Fisonomía de la selva baja caducifolia (a, b) en el derrame de basalto, donde se observa la riqueza de especies suculentas y endémicas .....	45
Figura 13.	Perfil de la selva baja caducifolia .....	46
Figura 14.	Fisonomía de dos etapas de regeneración de la vegetación secundaria (a, b) del sustrato rocoso volcánico o malpaís .....	48

Figura 15.	Cultivo de caña de azúcar ( <i>Saccharum officinarum</i> L.)ocupando la unidad de paisaje de ladera inclinada (P2) .....	50
Figura 16.	Pastizal cultivado (A. <i>Panicum maximum</i> Jacq.)en lomerío (L1) y (B. <i>Rhynchelytrum repens</i> (Willd.) C.E. Hubb.) en el paisaje de ladera inclinada (P2) .....	52
Figura 17.	Vegetación y uso de suelo .....	54
Figura 18.	Correlación entre el índice de diversidad de Simpson y la altitud ..	86
Figura 19.	Correlación de la diversidad (A) y de la equitatividad (B) con la altitud, según el índice de Simpson de la vegetación primaria y secundaria .....	87
Figura 20.	En estas gráficas se puede ver que la presencia de especies endémicas está determinada por distintos factores ambientales, que limitan o favorecen su presencia en la zona de estudio .....	165

## ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Síntesis de la diversidad florística de la zona de estudio, ordenada en forma decreciente por el número de especies de cada familia .....	36
Cuadro 2. Síntesis de complementariedad a nivel de familia entre la selva baja caducifolia y la vegetación secundaria en el paisaje rocoso.....	57
Cuadro 3. Especies raras y turistas, presentes en la selva baja caducifolia y en la vegetación secundaria .....	61
Cuadro 4. Diversidad Beta de la selva baja caducifolia y vegetación secundaria en un sustrato rocoso de origen volcánico .....	90
Cuadro 5. Diversidad Beta de la selva baja caducifolia y vegetación secundaria en un gradiente altitudinal de 400 a 900 m snm .....	90
Cuadro 6. Diversidad Beta de la selva baja caducifolia en un gradiente altitudinal de 400 a 900 m snm .....	91
Cuadro 7. Diversidad Beta de la vegetación secundaria en un gradiente altitudinal de 400 a 900 m snm .....	91

FIGURAS Y TABLAS DE LOS ARTÍCULOS DERIVADOS DE LA TESIS,  
ENVIADOS PARA SU PUBLICACIÓN

		Pág
<b>“COMPARISON OF SPECIES ACCUMULATION MODELS”</b>		
Figure 1.	Location of study area and vegetation types studied in tropical forests of central Veracruz, Mexico .....	80
Figure 2.	Species accumulation curves for estimated and observed data at landscape level with Clench and exponential models in tropical deciduous forest .....	81
Table 1.	Tropical deciduous forest species and secondary vegetation accumulated per transect, measured at intervals of 100 m .....	82
Table 2.	Analysis of species accumulation curves with regard to increase in area on the 123 sampling sites on six transects .....	83
Table 3.	Comparison of results from data extrapolation analysis with the two models, Clench and Exponential .....	84
 <b>“ENDEMISM IN A TROPICAL DECIDUOUS FOREST”</b>		
Figure 1.	The location of the study area in central Veracruz, Mexico .....	109
Figure 2.	Simple regression models for endemic species richness (y) and four environmental variables on 141 samples of volcanic rock in the medium-high watershed of the Actopan River .....	110
Figure 3.	Canonical Correspondence Analysis of 141 samples of volcanic rock in the medium-high watershed of the Actopan River .....	111
Figure 4.	Canonical Correspondence Analysis of 42 species on 141 samples of volcanic rock in the medium-high watershed of the Actopan River .....	112
Table 1.	Endemic species or those with restricted distribution found in original and anthropized vegetation in the study area .....	114
Table 2.	Relationship between specific richness and five environmental variables on volcanic rock in central Veracruz .....	116

## **“ENDEMISMO EN VERACRUZ”**

Figura 1.	Localización del estado de Veracruz, México .....	160
Cuadro 1.	Familias y géneros que presentan especies endémicas en el estado de Veracruz, México .....	161
Cuadro 2.	Riqueza de especies endémicas por forma de crecimiento en el estado de Veracruz, México .....	162
Cuadro 3.	Riqueza de especies endémicas por tipo de vegetación en el estado de Veracruz, México .....	162
Cuadro 4.	Especies endémicas del estado de Veracruz incluidas en la Norma Oficial de la Federación .....	163



## RESUMEN

El área de estudio corresponde a un malpaís o sustrato rocoso volcánico que está delimitado por una corriente de lava, depositada hace 10,000 años, en el valle de la cuenca media alta del río Actopan en el centro del estado de Veracruz, México. Está localizada entre las coordenadas 19° 31' y 19° 37' de latitud norte y 96° 41' y 96° 54' de longitud oeste. Por sus características físicas, biológicas y de uso del suelo, la zona de estudio fue dividida en distintas unidades del paisaje. Entre estas últimas sobresalen el derrame de basalto, el cráter tipo cinerítico monogenético, los escarpes o acantilados, las planicies fluviales formadas por los ríos superficiales, el lomerío y la planicie inclinada. El objetivo principal de este trabajo fue determinar la diversidad vegetal alfa y gama, así como el recambio de especies (diversidad beta), entre la selva baja caducifolia y la vegetación secundaria en la zona estudiada, considerando el gradiente altitudinal que existe, así como identificar los elementos endémicos y la flora suculenta que se encuentra en la zona. Para cubrir estos objetivos se trazaron transectos de 0.5-2.5 km de longitud, a cada 100 m de altitud, transversales al flujo de la corriente de lava, donde se hicieron cuadros de 100 m<sup>2</sup> en el estrato arbóreo y arbustivo y de 4 m<sup>2</sup> en el herbáceo a intervalos de 50 m de distancia. En cada cuadro se registraron y colectaron especímenes de las diferentes especies de las plantas vasculares, que posteriormente fueron herborizados. Además de la cobertura de cada especie, se consideraron distintos parámetros ambientales como porcentaje de pendiente, rocosidad, sustrato desnudo y altitud. Como resultado de lo anterior, se encontró que la selva baja caducifolia y la vegetación secundaria desarrolladas en el malpaís, presentan 683 especies, 395 géneros y 103 familias de plantas vasculares. Asimismo, se presenta un alto recambio de especies. Por otra parte, la antropización, tiene efectos sobresalientes sobre la diversidad de la vegetación original, reemplazándola por una flora nómada o secundaria, en un 70% aproximadamente. Esta actividad ha ocasionado la pérdida de especies de la vegetación original que difícilmente pueden volver a colonizar los hábitats secundarios. Entre las familias y especies más afectadas se encuentran pteridofitas, orquídeas, cactáceas y bromeliáceas que presentan cierta especificidad por este tipo de hábitats y en general toda la flora suculenta, el endemismo y la flora leñosa propia de la vegetación primaria. La diversidad de la selva baja caducifolia superó hasta en un 50% a la registrada para este tipo de vegetación en otras áreas del centro del estado. Se considera que el malpaís de esta zona concentra el porcentaje por superficie más alto de especies endémicas para el estado de Veracruz.

## ABSTRACT

The study site is characterized by a rocky terrain of volcanic origin that resulted from a deposition of volcanic lava that occurred 10,000 years ago in the water catchments of the Rio Actopan found in the center of the state of Veracruz, Mexico.

The area is located between latitude 19° 31' and 19° 37' north, and 96° 41' and 96° 54' longitude west. The rocky landscape was divided in different units according to physical, biological, and land use characteristics. The characteristics that stand out are basalt lava, the crater of the monogenetic cinder cone type, the steep slopes, the fluvial plains formed by the superficial rivers, the hills and a tilted plain.

The objective of this research was to establish the alpha and gamma plant diversity, as well as the species turnover (beta diversity) among the low-stature deciduous forest and the secondary vegetation, in relation to the altitudinal gradient. The endemic plants were also identified, as well as the succulent flora found in the study site. For these, at each 100 m altitude, transects of 0.5 to 2.5 km long were established, transversal to the study site. Information was taken at 100 m<sup>2</sup> quadrats for the arboreal and shrubby strata, and 4 m<sup>2</sup> for the herbaceous one, at distances of 50 m each. At each quadrat herbarium specimens of the vascular plants were recorded and collected. Besides species cover, different environmental parameters were taken, such as slope, rockiness, altitude and mineral soil.

Results show that the low-stature deciduous forest and secondary vegetation found at this volcanic terrain are highly rich species, having recorded 683 species, 395 genera, and 103 families of vascular plants. A high turnover of species was also found throughout the landscape. Also, the impact of human activity was found to be high, since about 70% of the original vegetation had been substituted by secondary vegetation. The latter was found to have caused a loss of species of the original vegetation that can barely colonize again the existent secondary habitats. Among the groups of families and species that were found to be more affected are pteridophytes, orchids, cacti, and bromeliads, which show certain specificity for these types of habitats. Also, most of the succulent flora, endemic species and woody plants native to primary forests that have also been affected. Diversity type of low-stature deciduous forest was found to be more than 50% registered for this type of vegetation in other areas of the center of central Veracruz. This rocky terrain is considered to concentrate the greatest percentage of endemic species per unit area for the region.

## ESTRUCTURA DE LA TESIS

La tesis incluye 7 capítulos (Introducción, Antecedentes, Características Generales, Hipótesis y Objetivos, Metodología, Resultados, Síntesis y Discusión, Apéndice I y Anexos). En la **Introducción** se aborda la problemática que ocasiona el impacto de las actividades humanas sobre la Biodiversidad, y se indican los sustratos rocosos como las áreas menos afectadas; así como la distribución de la selva baja caducifolia y el impacto que el hombre ha tenido sobre este tipo de comunidad vegetal. En los **Antecedentes** se incluyen tanto los trabajos sobre la biodiversidad, como los que aportan información sobre el conocimiento florístico de la región y/o zona de estudio. En **Características Generales** se incluye la ubicación de la zona de estudio y se describen las características generales del medio físico. En la **Hipótesis y Objetivos** se describe la hipótesis que sustenta a este trabajo y se plantean los objetivos del mismo. En el capítulo de **Métodos** se describen los distintos métodos que se utilizaron para cumplir con los objetivos planteados en el estudio. Los **Resultados** se dividen en los siguientes subcapítulos: 1: **Inventario Florístico** donde se presenta el inventario florístico obtenido; 2: **Análisis Florístico** donde se diferencian y describen los dos tipos de comunidades vegetales (primaria y secundaria) y el **Uso del Suelo**; 3: donde se analiza la **Complementariedad** florística de las dos comunidades vegetales y 4: la presencia de las **Especies Raras y Turistas** en el inventario realizado.

Para la estimación de la **Riqueza de Especies** se compararon dos **modelos asintóticos de curvas de acumulación**, y los resultados se presentan en el artículo en inglés (Comparison of Species Accumulation Models), en el formato requerido por la revista a la cual se someterá para su posible publicación. La **Diversidad beta (recambio de especies)**, se analizó para cada comunidad vegetal, a nivel de paisaje y a través del gradiente altitudinal. El **Endemismo de la Flora Vascular** se analizó a nivel estatal, indicando los tipos de vegetación con mayor incidencia de especies endémicas y la probabilidad de su presencia en la zona de estudio, de acuerdo a diferentes variables ambientales que limitan o favorecen su desarrollo. Como resultado de este análisis se incluyen dos artículos formateados y presentados en inglés y en español respectivamente, requeridos así por las revistas a las cuales se sometieron para su publicación. Por último, se presenta una **Síntesis y Discusión** de los resultados obtenidos en este estudio. Se incluye un **Apéndice**, donde se enlistan alfabéticamente las especies que se registraron en el inventario de la zona de estudio. En el **Anexo**, se incluyen las publicaciones relacionadas o derivadas de esta tesis.

## INTRODUCCIÓN

Es difícil imaginar un desarrollo social como el actual sin una afectación del medio natural y de éste, el elemento más frágil es la diversidad biológica (Halffter y Ezcurra, 1992). La modificación de la biodiversidad es quizás el principal indicador del efecto directo o indirecto de las actividades humanas en los ecosistemas. La más llamativa transformación provocada por el hombre es la simplificación de la estructura biótica, y la mejor manera de medirla es a través del análisis de la biodiversidad (Halffter y Ezcurra, 1992). Entendiendo por diversidad biológica o biodiversidad a la propiedad de las distintas entidades vivas de ser variadas (Solbrig, 1991). De una forma más sencilla se puede decir que es el resultado del proceso evolutivo que se manifiesta en la existencia de diferentes modos de ser para la vida (Halffter y Ezcurra, 1992), donde la mutación y selección determinan las características y la cantidad de diversidad que existe en un lugar y momento dados.

México se distingue entre los países biodiversos por tener una alta riqueza y diversidad florística debido, en gran medida, a la variación geomorfológica, altitudinal y climática (Rzedowski, 1978). Los mosaicos de vegetación son más diversos entre más variación climática y altitudinal presenten, entre otros factores. Esto es por demás evidente en el centro del estado de Veracruz, donde en distancias relativamente cortas de aproximadamente 60 km en línea recta, se presenta una alta variación climática, geomorfológica y altitudinal (Hoffmann, 1993). También es en ese sitio donde la selva baja caducifolia crece sobre un sustrato rocoso de origen volcánico, asociada con otras comunidades vegetales, y por lo tanto donde presenta una mayor riqueza y diversidad florística (Cházaro, 1992).

La selva baja caducifolia es una comunidad vegetal que está ampliamente distribuida en la vertiente pacífica de México, donde se extiende ininterrumpidamente desde el sur de Sonora y el suroeste de Chihuahua hasta Chiapas y se continúa a Centroamérica (Rzedowski, 1978). En la vertiente atlántica existen tres manchones aislados localizándose el primero al sur de Tamaulipas, el sureste de San Luis Potosí y el extremo norte de Veracruz; el segundo en el centro de Veracruz y el tercero en la parte norte de la Península de Yucatán ocupando casi todo el estado de Yucatán y una fracción del de Campeche (Rzedowski, 1978; Sarukhán, 1998). La selva baja caducifolia en México, es un tipo de vegetación rico florísticamente hablando, que sobresale de otras selvas secas neotropicales con mejores condiciones de humedad (Toledo, 1982; Gentry, 1982a; Lott, 1987; Sarukhán, 1998). Sin embargo, también se ha considerado que en condiciones ambientales extremas de temperatura y humedad, la riqueza y diversidad de esta comunidad vegetal tiende a disminuir (Rzedowski y Calderón, 1987).

Los sustratos rocosos volcánicos o malpaís es donde también se ha establecido la selva baja caducifolia, presentan características de aridez semejantes

a las zonas áridas, donde usualmente las comunidades vegetales presentan baja riqueza de especies (Noy-Meir, 1985). Sin embargo, en contraste con la disminución de la riqueza de especies, se ha considerado a las selvas bajas caducifolias de las zonas semiáridas entre las más importantes por presentar un alto índice de endemismo (Rzedowski 1978, 1991; Gentry 1982a).

En Veracruz como en la mayoría de los estados del país, el grado de transformación de la selva baja caducifolia debido a las actividades del hombre varía de manera notable de una región a otra. El avance de este proceso está en función de varios factores, entre los cuales se encuentran los siguientes: 1) la capacidad del terreno para ser convertido en parcela agrícola o agostadero, 2) el grado de utilidad de las especies de la vegetación natural, 3) el tipo, la intensidad y la duración de la acción humana ejercida y 4) la resistencia intrínseca que ofrece la comunidad vegetal determinada a sufrir cambios profundos y su capacidad de regeneración (Rzedowski y Calderón, 1987). La extinción de especies es un proceso natural, sin embargo, hoy en día debido a la intensa presión que el hombre ejerce sobre el medio natural, ésta ha pasado a ser fundamentalmente un proceso antropogénico (Ortiz, 1992).

Los ecosistemas modificados por el hombre pierden diversidad prácticamente en todas las ocasiones (Halffter y Ezcurra, 1992). Actualmente es difícil distinguir entre una comunidad original y una antropizada, entendiendo por “comunidad antropizada” a aquella comunidad modificada en su estructura y funcionamiento por la intervención humana. También se desconoce en la mayoría de los casos el tipo de diversidad que estamos perdiendo ¿endémica, de la vegetación original o de una flora nómada y de muy amplia distribución?. Para diferenciar a las comunidades vegetales primarias de las secundarias, es necesario utilizar a las especies vegetales como indicadores biológicos y ecológicos.

Los indicadores biológicos y ecológicos serán componentes cualesquiera del paisaje, ya sean geológicos, biológicos o huella de actividad humana. Pero la acepción más importante en ecología, agricultura y silvicultura es la de los indicadores biológicos (González, 1981). Los Indicadores biológicos o bio-indicadores son organismos que con su presencia, abundancia o ausencia, o con algunos de sus procesos fisiológicos denotan características del medio en que se desarrollan (González, 1981).

La selva baja caducifolia *sensu* Miranda y Hernández (1963), establecida sobre un sustrato rocoso de origen volcánico llamado localmente “malpaís”, y localizada en la cuenca media-alta del Río Actopan, en el centro del estado de Veracruz, constituye un mosaico de espacios ocupados por vegetación primaria y secundaria, que para fines de este estudio es necesario diferenciar.

Las especies nativas de la vegetación primaria, son las mejores indicadoras para diferenciar a las unidades del paisaje, ya que pueden indicar tanto el tipo de sustrato del hábitat que ocupan, como el estado de conservación de la misma. Asimismo, estas especies pueden ser utilizadas como indicadoras de la humedad o del estrés hídrico del sustrato donde se establecen y de la biodiversidad vegetal que caracteriza a una comunidad que se encuentra en las unidades de paisaje (Caro y O'Doherty, 1998; Favila y Halffter, 1997; Noss, 1990).

Es común ver en el malpaís a ciertos grupos de especies suculentas de la vegetación original como las cactáceas, euforbiáceas, agaváceas, orquidáceas y bromeliáceas, que son características de estos paisajes y por tanto bioindicadoras de la aridez del malpaís. También a través de las especies nativas de la vegetación primaria y secundaria, se puede diferenciar el estado de conservación de las comunidades vegetales.

## ANTECEDENTES

### FLORA

Como parte del estudio de la perturbación continua y acelerada a la que están siendo sometidas las distintas comunidades vegetales, entre las cuales se encuentra la selva baja caducifolia establecida en el centro del estado de Veracruz, es necesario dirigir la atención a los ambientes inadecuados para desarrollar actividades agropecuarias. La mayor superficie (90% aproximadamente) del estado de Veracruz está siendo utilizada para desarrollar diversas actividades agropecuarias (Guzmán y Castillo, 1989). Sin embargo, en las áreas impropias para el desarrollo de dichas actividades, entre las que destacan los sustratos rocosos y acantilados, se encuentran representadas algunas de las comunidades vegetales originales en buen estado de conservación (Medina y Castillo-Campos, 1993; Acosta, 1986; Robles, 1986; Castillo, 1985; Ortega, 1981; Castillo, 1995). Una de las comunidades vegetales mejor representadas en los sustratos rocosos del centro del estado es la selva baja caducifolia (Medina y Castillo-Campos, 1993; Acosta, 1986; Castillo, 1985; Ortega, 1981; Castillo, 1995).

La selva baja caducifolia que se encuentra en los hábitats rocosos presenta las mejores perspectivas de conservación, debido a que dichas áreas han sido las menos modificadas por las actividades humanas. Los sitios rocosos actualmente están sirviendo de refugio para muchas especies de la vegetación original que han sido desplazada de los ambientes aptos para el desarrollo de actividades agropecuarias. Entre la diversidad de especies originales de estos hábitats se encuentran las de distribución restringida o endémicas y/o en peligro de extinción, entre estas se incluyen algunas paleoendémicas, como las cícadas (Gómez-Pompa *et al.*, 1994). También, es importante hacer notar, que la biodiversidad de la selva baja caducifolia de estas áreas es prácticamente desconocida debido a que han sido escasamente exploradas, desde el punto de vista botánico.

Entre los trabajos que han contribuido al conocimiento de la flora de estos tipos de hábitat, destacan los siguientes: el de Ortega (1981), desarrollado en la corriente de lava volcánica al NE del Cofre de Perote; el de Narave (1985), que describe la vegetación del Cofre de Perote; el de Acosta (1986), quien describe la estructura de la selva baja desarrollada en el sustrato rocoso de la Sierra de Manuel Díaz; el de Medina y Castillo-Campos (1993), quienes enlistan las especies de la selva baja en la Barranca de Acazónica; el de Avendaño y Durán (1993), en Totutla y Tenampa, y los de Castillo-Campos (1985, 1995) que describen la vegetación de los acantilados y sustratos calizos en el municipio de Jalcomulco.

Los sustratos rocosos de origen volcánico son muy diversos ya que incluyen tanto derrames de roca volcánica o malpais, como sitios escarpados o acantilados de brechas volcánicas, que se localizan desde la cima de las montañas del Cofre de

Perote hasta la línea costera del Golfo de México. Aunado a lo anterior, las distintas condiciones climáticas han contribuido al desarrollo de diversas comunidades vegetales como la selva baja caducifolia, la mediana subcaducifolia y la subperennifolia, los encinares, el bosque mesófilo de montaña, los pinares, el matorral xerófilo, los pastizales y los páramos de altura (Gómez-Pompa, 1978).

Cabe aclarar que en México el estudio de estos hábitats ha sido escaso, por lo que es importante efectuar trabajos de esta índole, considerando además que en la actualidad estos son los únicos sitios que no han sido drásticamente modificados por las actividades humanas (Acosta, 1986, Castillo, 1985, 1995). Algunos de los nuevos registros de especies de la flora vascular que se han encontrado recientemente, proceden de recolecciones realizadas en los sustratos rocosos del centro del estado de Veracruz (Castillo *et al.*, 1998). Esto pone en evidencia el poco conocimiento que se tiene de este tipo de hábitats. En las exploraciones más recientes de estos ambientes (Castillo *et al.*, 1999), se encontró que la selva baja caducifolia de los sustratos rocosos, destaca por presentar el mayor porcentaje de especies endémicas, cuando menos para el centro del estado de Veracruz (Castillo-Campos *et al.*, Inédito).

## **BIODIVERSIDAD**

El término biodiversidad apareció en la literatura ecológica a mediados de 1980 y en menos de 10 años se popularizó (Ghilarov, 1996). Actualmente es un término muy común que aparece en la mayoría de los discursos políticos y en la literatura científica. Pero: ¿Qué es la diversidad o biodiversidad biológica?. Una respuesta general, sencilla y clara es la siguiente: La biodiversidad es el resultado del proceso evolutivo que se manifiesta en la existencia de diferentes modos de ser para la vida. Mutación y selección determinan las características y la cantidad de diversidad que existen en un lugar y momentos dados. Esta incluye tanto diferencias a nivel genético, como aquellas que tienen que ver con las respuestas morfológicas, fisiológicas y etológicas de los fenotipos y las formas de desarrollo, en la demografía, y en las historias de vida (Halffter y Ezcurra, 1992).

Son variadas las definiciones del término biodiversidad (Ghilarov, 1996; Pearlmart & Adelson, 1997; Halffter y Ezcurra, 1992). Para Solbrig (1991), la biodiversidad o diversidad biológica es la propiedad de las distintas entidades vivas de ser variadas. Independientemente del significado que en sí misma tiene la biodiversidad, es un parámetro muy útil en el estudio y la descripción de las comunidades bióticas. Es quizás también, el principal parámetro para medir el efecto directo o indirecto de las actividades humanas en los ecosistemas. El análisis de la biodiversidad es la mejor forma de medir la simplificación biótica que el hombre está provocando en los ecosistemas. La medida o estimación de la biodiversidad



depende, entre otras cosas, de la escala a la cual se defina el problema (Halffter y Ezcurra, 1992).

A nivel ecológico, la biodiversidad tiene tres expresiones bien definidas en el análisis de comunidades: la diversidad presente en un sitio o diversidad alfa, la heterogeneidad espacial o diversidad beta, y la geográfica o diversidad gama. La diversidad alfa es una función de la cantidad de especies presentes en un mismo hábitat, y es el componente más importante de las selvas tropicales. La diversidad  $\beta$  es una medida del grado de partición del ambiente en parches o mosaicos biológicos, es decir mide la contiguidad de hábitats diferentes en el espacio. Por último, la biodiversidad geográfica o biodiversidad gama ( $\gamma$ ) está dada por la diversidad de especies en los ecosistemas de una región determinada (Halffter y Ezcurra, 1992; Halffter, 1998).

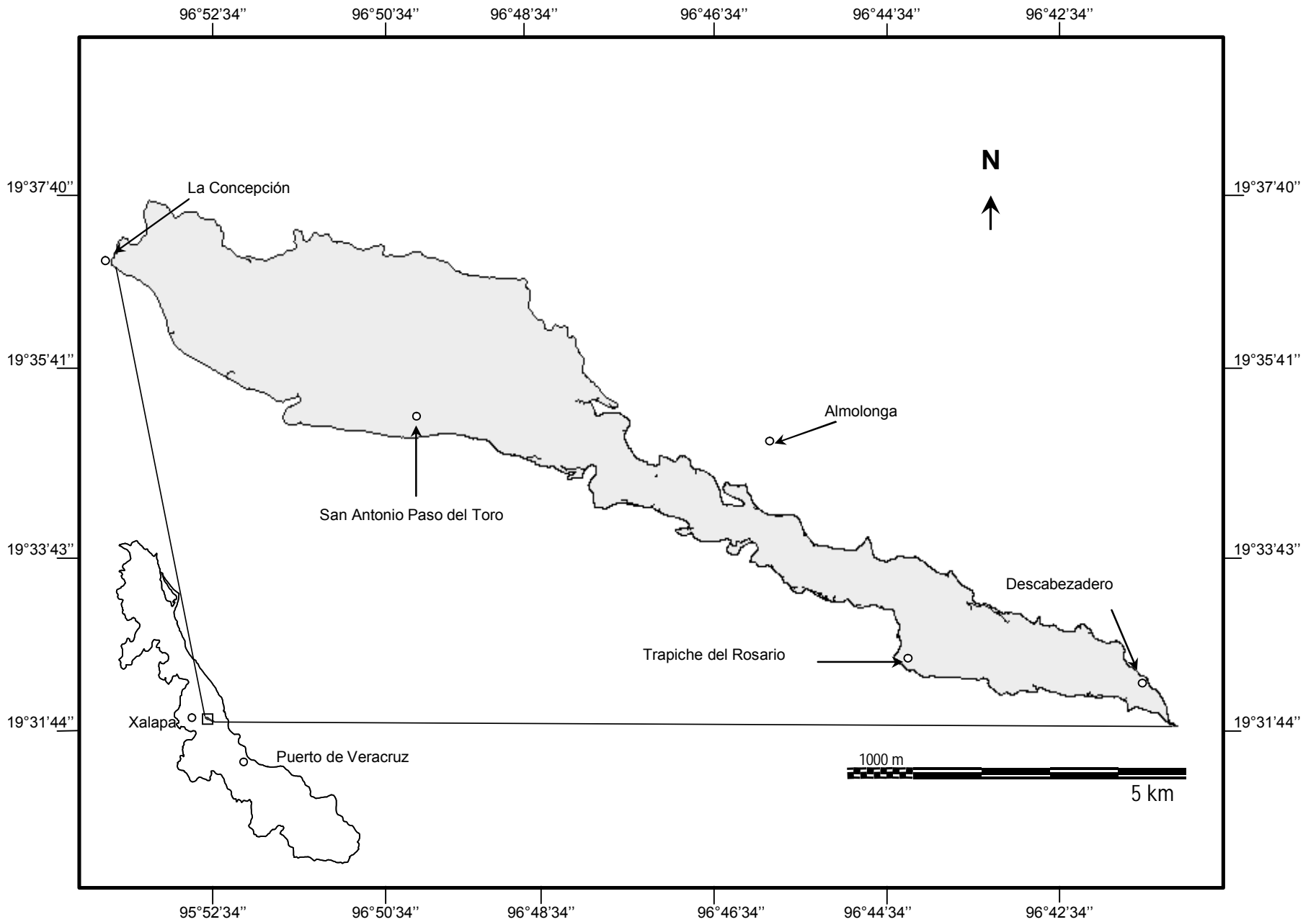
El estudio de la biodiversidad se ha intensificado en los últimos años, cubriendo varios tópicos como la antropización de la biodiversidad por las actividades agrícolas, las cuales están provocando cambios funcionales de los ecosistemas (Ehrlich & Mooney, 1983; Schultz & Mooney, 1993; Halffter & Favila, 1993; Naeem *et al.*, 1994; Tillman & Durning, 1994; Brown & Lugo, 1994; Silver *et al.*, 1996) y en las alternativas de conservación de la biodiversidad (Halffter, 1996; Williams *et al.*, 1996). Medir la biodiversidad o diversidad de la flora y la fauna en las áreas antropizadas o en las comunidades vegetales en buen estado de conservación, ha sido una actividad que ha llamado la atención de muchos biólogos. Los trabajos que han favorecido el conocimiento de la diversidad de la flora vascular en Veracruz son diversos, entre ellos están: Delgado y Ramos (1984), quienes midieron la diversidad, la distribución y la abundancia de las especies de un área de vegetación secundaria de 10 años de edad; Vázquez (1991), quien realiza un estudio de la diversidad del dosel superior de la flora vascular arbórea en la región de Uxpanapa; Castillo (1995), quien mide la diversidad de varias comunidades vegetales primarias y secundarias en el municipio de Jalcomulco.

La diversidad de la fauna del paisaje fragmentado y cafetalero de Veracruz, también ha sido estudiada por algunos autores entre los cuales se tiene a Gallina *et al.*, (1992), quienes han analizado la importancia de los cafetales mixtos para la conservación de la biodiversidad de mamíferos. Asimismo, Moguel y Toledo (1999), analizan la conservación de la biodiversidad en los sistemas tradicionales de cultivo de café; Moguel (1996), estudia la biodiversidad y cultivos industriales como es el caso del café. Las diversidades alfa, beta y gama en fragmentos del paisaje, también han sido estudiadas (Moreno y Halffter, 2001); Williams-Linera (2002), ha analizado la riqueza, complementariedad y fragmentación de las especies arbóreas del bosque mesófilo de montaña. Asimismo, se ha estudiado la variación de la diversidad en especies de Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae), como respuesta a la antropización de un paisaje tropical (Halffter *et al.*, 1995).

## CARACTERÍSTICAS GENERALES

### LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio la constituye una corriente de lava volcánica o malpaís, que se encuentra en el fondo del valle plano de la cuenca media-alta del río Actopan, en el centro del estado de Veracruz. Se ubica entre las coordenadas 19° 31' y 19° 37' de latitud norte y 96° 41' y 96° 54' de longitud oeste (Fig. 1). La zona presenta una forma alargada de 17 km, con una anchura variable entre 0.5 y 2.7 km. Ocupa una superficie de 3,976 ha que abarca parte de diferentes municipios: Xalapa, Actopan, Emiliano Zapata y Naolinco. Desde el punto de vista geomorfológico, la zona presenta un malpaís de basalto caótico depositado en diferentes períodos, sin embargo el derrame que mayor extensión ocupa, fué depositado en el holoceno, hace aproximadamente 10,000 años (Negendank *et al.*, 1985). Este sitio pertenece a la Provincia Volcánica de las faldas bajas del Cofre de Perote, el cual está recubierto de cenizas volcánicas con material piroclástico poco consolidado (Rossignol *et al.*, 1987). Los suelos son someros y están formados básicamente por litosoles, aunque los más profundos son Brunizems de maduración húmica, en proceso de planosolización y vertisolización (Rossignol y Geissert, 1987).



## CLIMA

El clima es del tipo  $Aw_1(w)$  cálido subhúmedo con lluvias en verano, la precipitación invernal menor de 5%, con temperatura promedio de 22° C, la mínima de 11° C y la máxima de 30° C. La precipitación promedio anual es de 1053.5 mm (Fig. 2) y presenta dos épocas de lluvia bien marcadas. La seca, de octubre a mayo, con una precipitación promedio mensual de 22 mm en marzo y la lluviosa, de junio a septiembre, con un promedio mensual de 209 mm en septiembre (INEGI, 1987a; García, 1981).

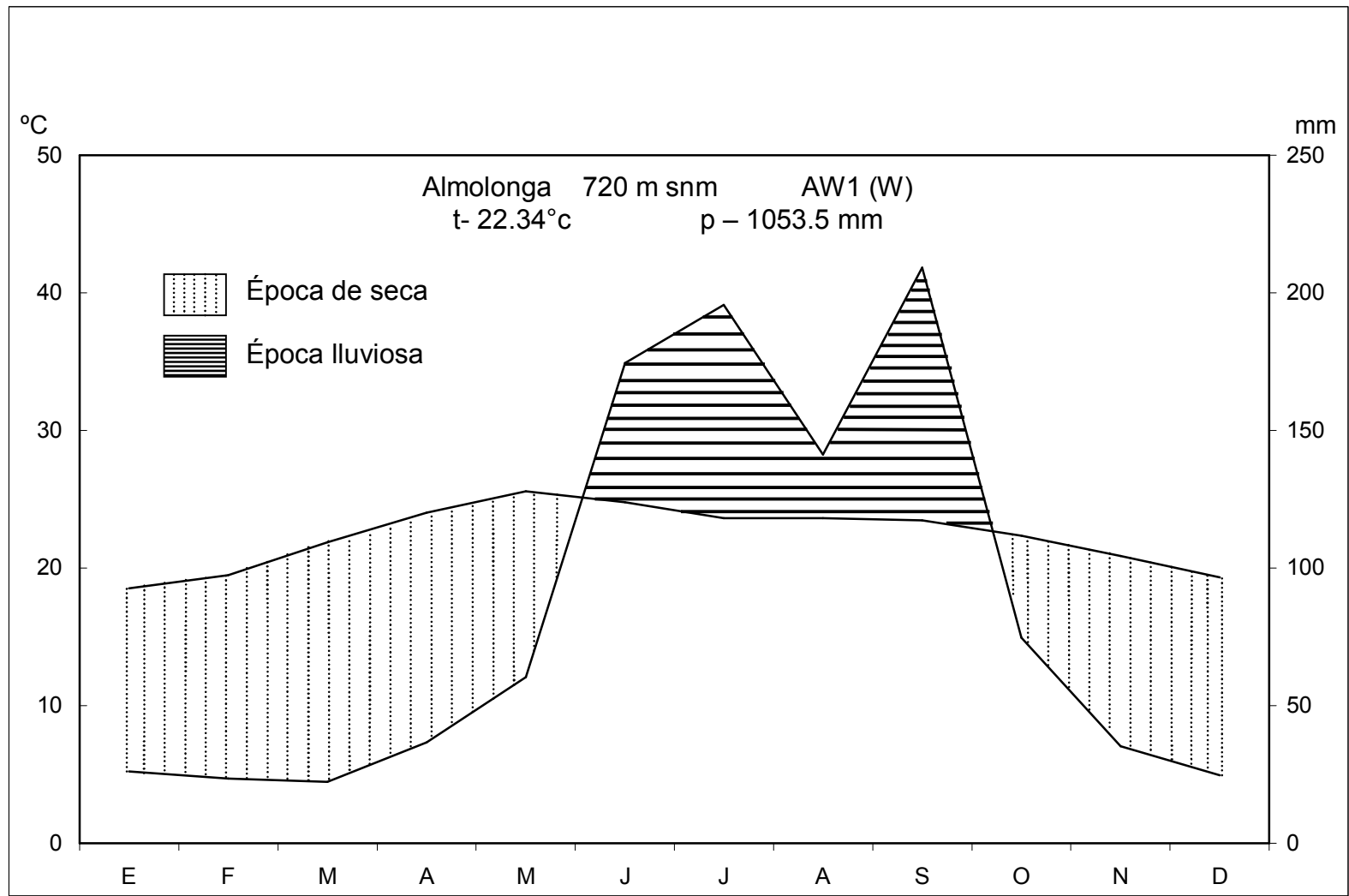


Fig. 2 Diagrama ombrotérmico de Almolonga, Veracruz.

## GEOMORFOEDAFOLOGÍA

La corriente de lava volcánica estudiada por Rossignol y Geissert (1987), es muy variada. Dependiendo del recubrimiento de cenizas volcánicas, del tipo de rocosidad, pedregosidad y de las pendientes, se pueden encontrar diferentes tipos de unidades geomorfoedafológicas.

*“Para diferenciar las distintas unidades de paisaje se invitó al Dr. Daniel Geissert K. a participar en este proyecto, por lo tanto la información que a continuación se detalla en este capítulo fue generada por el mencionado autor y es inédita”.*

En el derrame de lava basáltica de la zona de estudio ubicada entre los 400 y 900 m de altitud, se pueden diferenciar por la pedregosidad 7 tipos de unidades geomorfoedafológicas (unidad B1, B2, B3<sub>1</sub>, B3<sub>2</sub>, B4<sub>1</sub>, B4<sub>2</sub>, B5). En la estructura morfológica del cráter tipo cinerítico monogenético, por la pendiente y la cubierta vegetal, se pueden diferenciar 3 unidades geomorfoedafológicas (unidad C1, C2, C3). Los escarpes son poco comunes en la zona de estudio, sin embargo, por la verticalidad se pueden distinguir dos tipos de unidades (unidad E1, E2). En las planicies fluviales formadas por los ríos y barrancas temporales por el tipo de lecho y canal de los ríos se distinguen 4 unidades (unidad F1, F2, F3, F4). El lomerío conformado por pequeñas crestas alargadas lo constituye una sola unidad geomorfológica (unidad L1). El derrame más antiguo de lava volcánica lo constituye una planicie inclinada (unidad P2), asociado al cono volcánico de la unidad C2 (Fig. 3 y 4). El uso de suelo recomendado para esta zona es forestal, considerando que el área es sensible a la erosión por la pendiente, la rocosidad, pedregosidad y la poca profundidad del suelo (Rossignol, 1987).

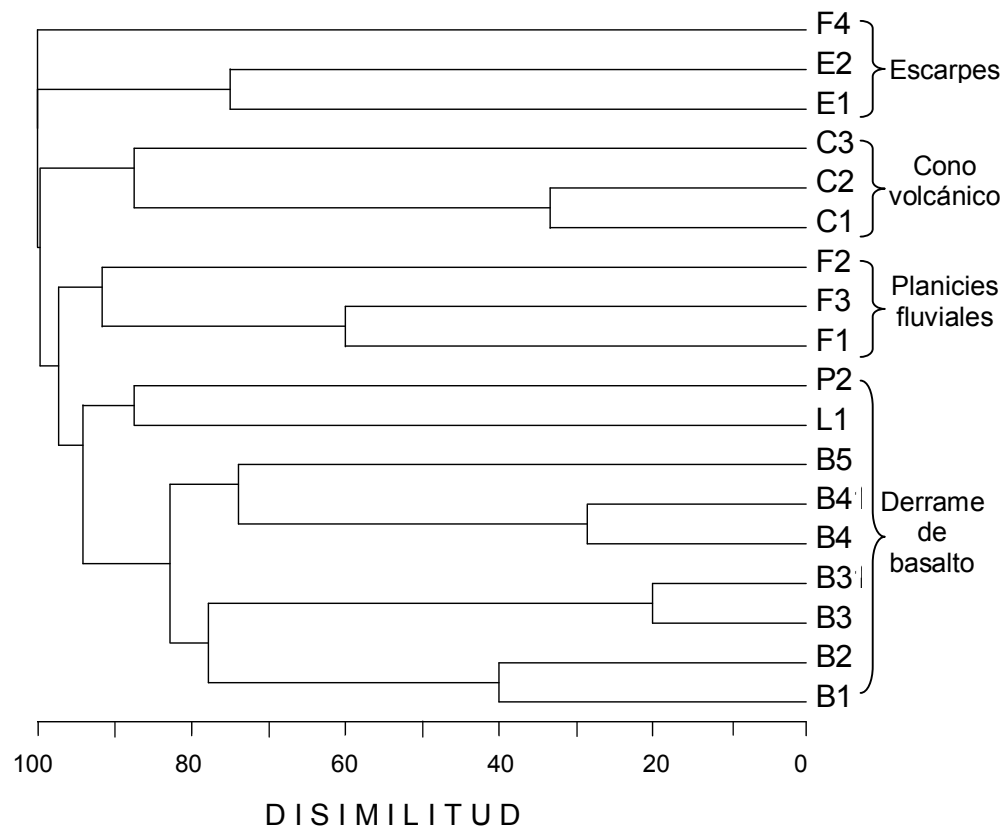


Fig. 3. Dendrograma de disimilitud con el índice de Jaccard que agrupa por el método UPGMA a las unidades de paisaje del malpaís.

## UNIDADES DE PAISAJE

El análisis del paisaje reconoce aquellas áreas que son homogéneas, ya sea en relieve, en suelos y manejo, o frente a otras con distintas características, que en su conjunto las diferencian de las áreas vecinas (Hoffmann, 1993). Otra peculiaridad de las unidades de paisaje es su carácter eminentemente dinámico, tanto bajo el efecto de las actividades humanas (cambios de uso de suelo), como de los procesos biológicos o físicos (erosión y procesos geomorfológicos). Cada unidad de paisaje puede variar en el tiempo, con ritmos similares o distintos a las unidades vecinas, en su contenido y en sus límites. Estas unidades son versátiles y cartografiables en un momento dado, lo que no implica que siempre fueron o serán iguales (Hoffmann, *Ibid*).

## ESTRUCTURA DEL PAISAJE

El paisaje de la corriente de lava es muy variado. Dependiendo de la profundidad de las cenizas volcánicas, del porcentaje de rocosidad, de la pedregosidad y de la pendiente, se pueden diferenciar distintos tipos de unidades geomorfoedafológicas. Así se distingue un derrame de basalto, una planicie inclinada, un lomerío, un cono volcánico, los escarpes o acantilados, las planicies y las terrazas fluviales (Fig. 3).

Para este estudio se delimitaron los distintos tipos de unidades geomorfoedafológicas. El derrame de basalto se indica con la letra **B**, y ocupa una superficie de aproximadamente 3,028 ha, que corresponde al 76% del área de estudio. En el 24% restante se tienen diversas unidades, destacando entre las de mayor tamaño la planicie inclinada (**P**), con una superficie de 432 ha, el cono volcánico (**C**) con 211 ha, las planicies, terrazas y barrancas fluviales (**F**) con 108 ha, el lomerío (**L**) con 59 y los escarpes (**E**) con 20 ha (Fig. 3 y 4).

**UNIDAD B1.-** Está formada por un derrame de lava basáltica llamada comúnmente “malpaís”, con fuerte rocosidad (>70%) y topografía áspera y muy irregular. Presenta grietas, oquedades y hondonadas. Corresponde a la superficie original del derrame, y tiene una pendiente general de 1 - 5° (2-8%). No presenta ningún recubrimiento de cenizas u otros materiales sin consolidar, y tampoco tiene una red hidrográfica organizada en la superficie. Los suelos son inexistentes o muy superficiales, dependiendo de la presencia de la cobertura vegetal, ya que su existencia está directamente relacionada a la producción de materia orgánica procedente de la hojarasca de la vegetación natural. Estos suelos pertenecen al grupo de los Leptosoles paralíticos húmicos, algunos desaturados y otros saturados en bases. Por sus características, dichos suelos, no son aptos para algún uso agrícola o pecuario. Esta unidad está cubierta por vegetación primaria o secundaria de selva baja caducifolia (ver mapas de vegetación y uso del suelo y de unidades



geomorfoedafológicas). Su extensión es grande al noroeste de San Antonio, donde el malpaís ocupa todo lo ancho del fondo del valle. Sin embargo, por el lado de Trapiche del Camino, se encuentra en forma de islas, asociadas a otras unidades del paisaje.

**UNIDAD B2.-** También representa un derrame de lava basáltica, cuya geoforma es muy similar a la unidad B1. Tiene una fuerte rocosidad (>70%), pero su topografía es ligeramente ondulada y menos caótica. El valor promedio de la pendiente es de 1° (2%). No presenta ningún recubrimiento de cenizas u otros materiales sin consolidar, tampoco tiene una red hidrográfica organizada en la superficie. Los suelos son inexistentes o muy superficiales. Cuando presentes, estos suelos corresponden al grupo de los Leptosoles paralíticos húmicos y saturados en bases. Los suelos no son aptos para algún uso agrícola o pecuario. Esta unidad está cubierta por vegetación primaria o secundaria de selva baja caducifolia. Generalmente se localiza en forma de islas distribuidas en el fondo del valle, a partir de San Antonio Paso del Toro (Fig. 4 y 17).

**UNIDAD B3<sub>1</sub>.-** Es un derrame de lava basáltica que presenta rocosidad moderada (50 - 70%) y topografía ligeramente ondulada. El valor promedio de la pendiente es de 1.5 - 2° (2 - 4%). Está recubierta por una capa discontinua de cenizas volcánicas superficiales de espesor <50 cm. Carece de una red hidrográfica organizada en la superficie. El suelo representativo de esta unidad, está constituido por material cinerítico y es de tipo Phaeozem páchico endoléptico. Cuando el espesor de la ceniza es delgado (<25 cm), el suelo corresponde al tipo Leptosol húmico saturado (Mollihúmico). Son frecuentes los sitios donde el suelo es muy superficial o inexistente. En general, la unidad se presenta sobre todo en la parte intermedia de la zona, desde la altura de Lomas de Rogel hasta El Trapiche. En ella predomina la vegetación primaria o secundaria de la selva baja caducifolia, en forma de numerosos fragmentos (sobre las partes rocosas), entre los cuales se intercalan terrenos cultivados o de pastizal (en las partes con depósitos de cenizas). Esta unidad, debido a los depósitos de materiales fluviales, presenta una variante, la **UNIDAD B3<sub>2</sub>,** donde los materiales volcánicos están parcialmente cubiertos por sedimentos fluviales, procedentes del río Naolinco. En ella predominan los suelos del tipo Phaeozem páchico endoléptico, asociados localmente al tipo Leptosol húmico saturado y al Fluvisol húmico (ver unidad F1). En esta unidad se cultiva la caña de azúcar y en áreas próximas al río se presenta vegetación riparia. Se localiza entre El Espinal y Tenampa, junto al cauce del río Naolinco.

**UNIDAD B4<sub>1</sub>.-** Está formada por un derrame de basalto, con escasa rocosidad y pedregosidad inferior a 20%. Su topografía es plana y presenta un valor promedio de pendiente de 1 a 1.5°. El recubrimiento de cenizas es continuo y moderadamente espeso (100-150 cm). A menudo, esta unidad es recorrida por una corriente fluvial rectilínea sin ramificación. El suelo representativo que se ha desarrollado está

formado por material cinerítico y es de tipo Phaeozem páchico profundo. La vegetación está representada por fragmentos de acahual de selva baja caducifolia y cultivos de caña de azúcar, pastizales y ocasionalmente cafetales. La unidad se presenta en fragmentos en toda la zona de estudio, pero la mayor extensión se localiza al norte de San Antonio Paso del Toro. Esta unidad también presenta una variante, la **UNIDAD B4<sub>2</sub>**, en la que el recubrimiento de material no consolidado es de cenizas y depósitos fluviales continuos y de espesor moderado. En áreas próximas al río, se desarrollan suelos del tipo Fluvisol mollihúmico profundo (a una distancia de 20-50 m del cauce) y en el resto de la superficie son de tipo Phaeozem páchico profundo. La unidad ocupa poca extensión y solamente se presenta en dos sitios: cerca de El Espinal, asociada al río Naolinco y sobre el camino a Pailas, asociada también al río Sedeño. En ambos lugares se cultiva la caña de azúcar con riego por inundación.

**UNIDAD B5.-** Está conformada por un derrame de basalto con rocosidad apreciable y pedregosidad aproximada de 30 a 50%. La topografía es plana a ligeramente ondulada y el valor promedio de pendiente es de 1° (1.5%). El recubrimiento de cenizas volcánicas es variable en espesor y extensión. Distintos tramos de esta unidad forman parte de los cauces de los ríos. Los suelos predominantes son de tipo Phaeozem páchico endoléptico, asociado localmente al Leptosol húmico saturado y al Fluvisol húmico cerca de los cauces. El uso del suelo es predominantemente agrícola, con la presencia de pastizales secundarios y cultivos (caña de azúcar y chayote). También se presentan algunos fragmentos de acahual de selva baja caducifolia y vegetación riparia (Fig. 4 y 17).

**UNIDAD C1.-** Es el cráter de un volcán cinerítico monogenético, con topografía ligeramente plana y con presencia de vegetación secundaria. Se localiza al norte del poblado San Antonio Paso del Toro.

**UNIDAD C2.-** Es el cono de un volcán monogenético, con laderas rectas de fuerte inclinación (13 a 20°). Está constituido por escorias basálticas con un recubrimiento delgado de cenizas volcánicas, y está cubierto por selva baja caducifolia en casi todas las laderas. Se localiza al norte de la población de San Antonio Paso del Toro.

**UNIDAD C3.-** Representa la ladera inferior del cráter de un volcán monogenético, tiene una topografía ondulada y el valor promedio de pendiente es de 5 a 10°. Se encuentra recubierta de cenizas con espesor variable. El tipo de suelo representativo es el Phaeozem vértico endoléptico, cuyo espesor depende de su posición topográfica. La vegetación original en esta unidad ocupa sólo un 30 a 40% de la superficie. El 60 - 70% restante, está cubierto por pastizales; cultivos de maíz y caña de azúcar (Fig. 4 y 17).

**UNIDAD E1.-** Representa un escarpe rocoso vertical, con talud de derrubios. Presenta vegetación primaria dispersa, principalmente de especies arbustivas suculentas. Se localiza al noreste de San Antonio Paso del Toro.

**UNIDAD E2.-** Está formada por un escarpe rocoso subvertical, cubierto por vegetación primaria dispersa, principalmente una flora suculenta y arbustiva. Se localiza al norte de la planicie inclinada (unidad P<sub>2</sub>).

**UNIDAD F1.-** Está constituida por una planicie fluvial con lecho menor y canal de río. La topografía es plana y el valor promedio de la pendiente longitudinal del cauce es de 0.7° (1.3%). El trazado del río es rectilíneo y tiene un cauce excavado en materiales no consolidados, aunque ocasionalmente drena hacia un lecho rocoso. En los tramos con materiales no consolidados, el lecho tiene cierta movilidad y se forman corrientes parcialmente trenzadas y separadas por barras, mientras que en los tramos rocosos se forman pequeños saltos transversales. Esta planicie fluvial es una forma de corriente inestable, en donde los sedimentos fluviales arenosos sobreyacen a los depósitos de grava o cantos rodados. El suelo dominante es de tipo Fluvisol arénico, asociado con el Fluvisol mollihúmico. Generalmente la planicie está ocupada por vegetación riparia y en las barras e islas se encuentran algunas parcelas de cultivo de mango (*Mangifera indica* L.). La unidad se asocia al río Naolinco, de dirección noreste-sureste, entre Los Frailes y el cruce del camino a Otates (Fig. 4 y 17).

**UNIDAD F2.-** Representa una planicie fluvial de lecho mayor. Su topografía es plana y ligeramente irregular, y se encuentra un poco elevada con respecto al lecho menor (de 1 a 2 metros). Esta unidad está formada por bancos de grava y cantos rodados cubiertos por sedimentos limo-arenosos de espesor variable. El suelo representativo es el Fluvisol Mollihúmico, el cual está asociado al Leptosol mollihúmico cuando el aluvión es de poco espesor (<25 cm) y la pedregosidad llega hasta 40%. En ella crece una vegetación secundaria constituida por un acahual de selva baja caducifolia y un cultivo de maíz, donde el aluvión es relativamente grueso o bien se presenta un pastizal, cuando el aluvión es delgado. Esta unidad se presenta en forma de grandes islas dentro de la unidad F1.

**UNIDAD F3.-** Es una planicie fluvial estrecha con canal encajonado (de 2 - 2.5 m de profundidad); presenta un trazado rectilíneo con algunos recodos guiados por la base de un escarpe. La topografía es plana y con pendiente longitudinal del cauce de 0.7° (1.2 %). El material superficial presenta una estratificación fluvial de sedimentos arenosos, sobre aluviones limosos espesos. En las áreas marginales del río, el suelo es un Fluvisol mollihúmico profundo, sin embargo, a los 50 m de distancia, éste substituido por un Phaeozem páchico endoléptico. Esta unidad está ocupada en su mayor parte por cultivos de caña de azúcar y chayote, y de forma aislada por vegetación riparia, arbustiva, con árboles aislados. La unidad se inicia a

partir de la confluencia de los ríos Naolinco y Sedeño, y se extiende sobre una distancia de unos 900 metros.

**UNIDAD F4.-** Representa una barranca con acantilados rocosos; tiene una profundidad que varía entre 10 y 20 m aproximadamente. El perfil topográfico es en forma de “V” cerca de Pailas, aunque en Los Frailes el fondo es plano. En ambos lugares esta barranca está ocupada por vegetación riparia, con pastizales en las partes planas. En ésta unidad se desarrolla un Fluvisol mollihúmico.

**UNIDAD L1.-** Es un lomerío con pequeñas crestas alargadas. La litología está constituida por depósitos de cenizas de espesor variable, las cuales van desde algunos centímetros en la parte alta de la unidad, hasta unos 5 metros en la parte baja, sobreyaciendo una ignimbrita (brecha volcánica) antigua intemperizada. La rocosidad es escasa y la pedregosidad es variable (30 - 40%), salvo en los montículos donde afloran bloques de lava de hasta 3 m de altura. En las elevaciones rocosas, se desarrolla un suelo tipo Leptosol móllico delgado (con características superficiales de Phaeozem) y en las laderas un Phaeozem vértico epiléptico (tierra de barro negro). En el subsuelo del Phaeozem se encuentra una capa de cenizas arenosas, intemperizadas y compactas, con aspecto de tepetate. En las elevaciones más rocosas se conservan fragmentos de selva baja caducifolia o acahual muy viejo; las laderas presentan cultivos de caña de azúcar y maíz y pastizales. La unidad se localiza después del cruce Almolonga-Actopan, en dirección a Actopan (antes de la curva en “S” sobre la misma carretera) (Fig. 4).

**UNIDAD P2.-** Es una planicie inclinada, con una topografía ligeramente ondulada y un valor promedio de pendiente de  $2.3^{\circ}$  (4%). Está limitada por un acantilado en su flanco norte (aspecto de meseta disimétrica), y formada por un derrame antiguo de lava probablemente asociado al cono volcánico (unidad C2). El material superficial está constituido por cenizas intemperizadas, depositadas sobre otra capa de cenizas endurecidas en tepetates, con un espesor de 20-30 cm. El suelo representativo es de tipo Phaeozem vértico endoléptico. En las partes planas y en las hondonadas, los suelos pueden alcanzar un espesor mayor de 1 m. Ahora bien, cuando el espesor de las cenizas es inferior a 25 cm, se asocia con el Leptosol móllico (con los caracteres superficiales del Phaeozem vértico). Presenta una pedregosidad variable. El suelo es predominantemente agrícola, con cultivos de caña de azúcar de riego por inundación. En las partes con afloramientos de lava se conservan algunos fragmentos de acahual de selva baja caducifolia. La unidad se localiza al este de la población de San Antonio Paso del Toro (Fig. 4 y 17).

**Figura 4.** Mapa de Unidades de Paisaje

## HIDROLOGÍA

La zona de estudio se encuentra ubicada en la región hidrológica RH28 y pertenece a la Cuenca Hidrológica B de La Antigua y Actopan (INEGI, 1987b). Localmente está irrigada por dos ríos de temporal el Sedeño y el Naolinco, los cuales conducen agua sólo en períodos muy cortos, durante la época de lluvias (julio-septiembre), en la mayor parte del año se encuentran secos (Fig. 5). El río Naolinco, llega al malpaís por el lado norte y se infiltra en el sustrato rocoso y sólo en la temporada de lluvias corre superficialmente. El río Sedeño llega por el lado sur-oeste y también se sumerge en el sustrato rocoso, sin embargo, en la época de lluvias cuando la corriente se vuelve superficial, los dos ríos (Sedeño y Naolinco) se unen después de la población de Trapiche del Rosario, justo unos 3-4 km antes de El Descabezadero, donde emerge el río Actopan (INEGI, 1987b). La mayor parte del agua captada por la cuenca superior del río Actopan, pasa en forma subterránea por el malpaís y emerge en la localidad de El Descabezadero, donde se origina el río Actopan. Sin embargo, esporádicamente, en épocas de mayor precipitación las corrientes superficiales de los dos ríos se desbordan arrastrando cultivos y dañando caminos de acceso a los poblados localizados sobre el malpaís.



Fig. 5. Valle superficial del río Naolinco en temporada de estiaje.

## **HIPÓTESIS Y OBJETIVOS**

La selva baja caducifolia localizada en sustratos rocosos volcánicos es, en general, la mejor conservada. Debido a la variación climática y geomorfológica y al gradiente altitudinal, es rica y diversa en especies vegetales, no obstante ser un hábitat pobre en suelo, con altas temperaturas y con una fuerte deficiencia hídrica. Es un reservorio de germoplasma de especies, el cual ha sido sustituido por las actividades agropecuarias en la mayor parte del estado de Veracruz. Es también, un refugio de endemismos.

Las preguntas que se plantearon para resolver con este estudio, fueron las siguientes:

1. ¿Son los fragmentos de la selva baja caducifolia del sustrato rocoso un reservorio del germoplasma perdido, debido a las actividades agrícolas y pecuarias desarrolladas en el malpaís y áreas aledañas?
2. ¿Qué importancia tiene la selva baja caducifolia del sustrato rocoso volcánico como refugio de especies endémicas?
3. ¿Hay un recambio de especies entre la selva baja caducifolia y la vegetación secundaria en el sustrato rocoso de origen volcánico?
4. ¿Hay recambio de especies de la vegetación primaria (selva baja caducifolia) y secundaria (acahual) en el gradiente altitudinal de 400 a 900 m snm?
5. ¿Pueden las especies nativas ser utilizadas como indicadores del estado de conservación o de antropización de la selva baja caducifolia en los sustratos rocosos de origen volcánico?

### **OBJETIVOS GENERALES**

Reconocer y caracterizar la selva baja caducifolia y la vegetación secundaria derivada de la misma del sustrato rocoso de la zona de estudio, así como estimar la diversidad de especies vegetales en las unidades del paisaje y la tasa de recambio (diversidad beta) de la diversidad entre estas unidades del paisaje.

### **OBJETIVOS PARTICULARES**

- 1) Realizar un inventario detallado de la flora vascular que se alberga en el paisaje rocoso de origen volcánico.

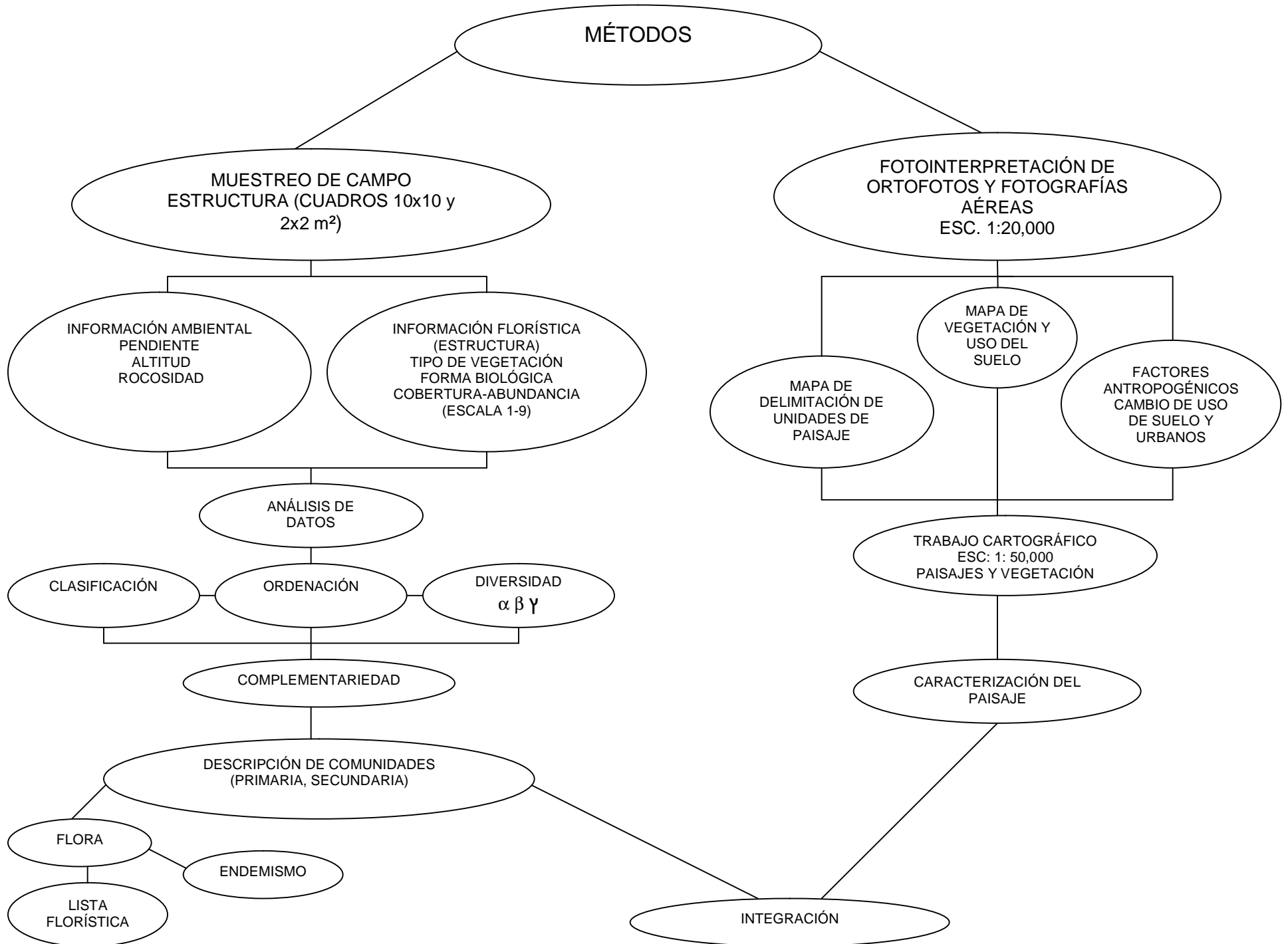


- 2) Llevar a cabo un estudio cuantitativo de la estructura y la composición florística de la selva baja caducifolia.
- 3) Determinar las diversidades alfa y gama de la selva baja caducifolia y de vegetación secundaria derivada de la misma en el paisaje rocoso.
- 4) Determinar la tasa de recambio de especies entre la selva baja caducifolia y la vegetación secundaria derivada de la misma en la zona de estudio.
- 5) Determinar el recambio de especies entre la selva baja caducifolia y la vegetación secundaria a través del gradiente altitudinal ubicado entre los 400 y los 900 m snm.
- 6) Determinar la presencia de las especies endémicas o de distribución restringida en la selva baja caducifolia del sustrato rocoso.
- 7) Determinar las especies nativas que pueden ser utilizadas como indicadores biológicos del estado de conservación o de antropización de la selva baja caducifolia.
- 8) Determinar las especies raras o turistas de la selva baja caducifolia y de la vegetación secundaria derivada de la misma.

## **MÉTODOS**

Con el empleo de mapas topográficos, fotografías aéreas y ortofotos escala 1: 50,000, vuelo del año 1995, se delimitaron y describieron el área de estudio y las unidades de vegetación y uso del suelo, considerando los cambios más evidentes en la estructura de la vegetación y en el límite de éstas con las unidades geomorfoedafológicas del paisaje. Asimismo, se utilizaron distintos modelos para analizar los datos de los diferentes temas que incluye este estudio. De forma general el trabajo se realizó en las etapas siguientes (Fig. 6).

Fig. 6 Diagrama de flujo de la metodología.



## INVENTARIO FLORÍSTICO

En la mayoría de los estudios fitosociológicos, los expertos toman la muestra en zonas seleccionadas subjetivamente, basándose en la homogeneidad de la vegetación. El concepto de área mínima de la comunidad vegetal se relaciona simultáneamente con la homogeneidad florística y con la espacial, y, es cuando surge el criterio de que para toda comunidad vegetal existe una superficie mínima, por debajo de la cual, no puede expresarse como tal (Matteucci y Colma, 1982; Mueller-Dumbois & Ellenber, 1974). Por lo tanto, para obtener una unidad muestral representativa de una comunidad vegetal, es necesario conocer su área mínima. Como propiedad de la comunidad, dicho concepto será válido, sólo, si el segmento de vegetación estudiado fuera homogéneo (Matteucci y Colma, 1982). Para este trabajo, la comunidad vegetal se desarrolla en un paisaje bastante heterogéneo, por lo que, el concepto y la estimación del área mínima no tiene significación para caracterizar a la comunidad. Considerando sin embargo que es necesario evaluar el esfuerzo y el tiempo requeridos para obtener un inventario representativo que caracterice a las comunidades vegetales de la zona de estudio, se decidió utilizar cuadros de 100 m<sup>2</sup> para inventariar los estratos arbóreo y arbustivo y cuadros de 4 m<sup>2</sup> para el estrato herbáceo.

El inventario de la comunidad de plantas vasculares se realizó para toda la vegetación establecida en el malpaís, en un gradiente altitudinal que va de los 400 a los 900 m snm. Cada 100 m de altitud se trazaron transectos de 0.5–2.5 km de longitud, transversales al área de estudio, siguiendo las curvas de nivel. En los 6 transectos así obtenidos se trazaron cuadros de 100 m<sup>2</sup> y cuadros de 4 m<sup>2</sup>, a intervalos de 50 m. En promedio se muestrearon 20 cuadros de 100 m<sup>2</sup> y 60 cuadros de 4 m<sup>2</sup>, un total 80 cuadros por transecto. Sin embargo, el número de cuadros y la distancia entre los mismos varió, dependiendo del ancho del área de estudio y del tamaño de los fragmentos de la cubierta vegetal presente. El muestreo se realizó durante cuatro meses consecutivos en dos años (agosto-noviembre de 1999-2000), durante la época lluviosa, que es cuando florecen y fructifican la mayoría de las especies. Tomando en cuenta que lo escabroso del terreno haría más lento el muestreo florístico, ya que la vegetación conservada se encuentra en los lugares más inaccesibles del área de estudio, se consideró conveniente muestrear primero (en 1999) la vegetación original y en el segundo año (2000), la vegetación secundaria.

En cada cuadro se registraron y recolectaron especímenes de las diferentes especies de las plantas vasculares los cuales fueron posteriormente herborizadas. Además del porcentaje de la cobertura de cada especie, se registraron los porcentajes de los distintos parámetros ambientales como pendiente, rocosidad, sustrato desnudo y la altitud. Para describir la vegetación se consideró la estructura de los estratos y para medir la cobertura se utilizó la escala cobertura-abundancia

de Braun-Blanquet modificada por Van der Maarel (1979). Esta escala incluye los siguientes parámetros en porcentaje de cobertura: 1 (1-3 individuos y menos del 5% de cobertura), 2 (3-10 individuos y menos del 5%), 3 (más de 10 individuos y menos del 5%), 4 (menos de 5% poco abundante), 5 (5-12.5%), 6 (12.6-25%), 7 (25.1-50%), 8 (50.1-75%), 9 (75.1-100%). Asimismo, se identificaron los factores de perturbación como el porcentaje de presencia de tocones, el ramoneo, la extracción de especies y los indicios de incendios. En cada transecto se recolectaron especímenes de las diferentes especies registradas en el primer cuadro de muestreo. Posteriormente, sólo se recolectaron las especies diferentes que fueron apareciendo en los cuadros de muestreo consecutivos. Se muestrearon como mínimo 10 sitios en cada transecto por comunidad vegetal (primaria y secundaria). El material botánico se identificó en el herbario con claves dicotómicas de las diversas familias de la Flora de Veracruz y Floras afines, y por comparación con material herborizado determinado por especialistas de los distintos grupos de plantas.

Para la elaboración del mapa de Vegetación y Uso del Suelo, se utilizaron ortofotos digitales del año 1995, las cuales fueron analizadas con el Sistema de Información Geográfica ArcView 3.2a para Windows. Para la delimitación de las unidades de vegetación y uso del suelo, se utilizó como criterio principal el tono y la textura de las ortofotos. Las unidades delimitadas se verificaron en campo con los muestreos hechos para obtener de los inventarios florísticos.

## **ANÁLISIS DE LOS DATOS FLORÍSTICOS ORDENACIÓN**

Los métodos de ordenación nos permiten obtener secuencias o gradientes al disponer los individuos (muestras o atributos) a lo largo de ejes de variación continua. La ordenación trata de reducir el número de dimensiones, expresando la variación en unos pocos ejes, en los cuales se recupera la máxima información posible (Matteucci y Colma, 1982). Entre los métodos de ordenación más usados están los análisis de gradientes ya sea indirectos o directos (Palmer, 1993). Los métodos indirectos determinan los gradientes ambientales de los ejes de ordenación de las especies. Los más usados son los análisis de componentes principales y los de correspondencia canónica (ACP y el ACC) (Hill y Gauch, 1980). Cada componente contiene una parte de la variabilidad total de la presencia de las especies. El primer componente es el que contiene la mayor variabilidad. El segundo componente es el que incluye más información que el tercero. El tercer componente posee la mayor variabilidad no contenida en los componentes anteriores. Así se continúa hasta que toda la variabilidad de la presencia de las especies ha sido distribuida diferencialmente entre los componentes (Crisci y López, 1983). También se realizó un análisis de los valores de las cargas de las especies, las cuales se interpretan como el grado de afinidad entre las mismas y los ejes extraídos (Noy-

Meir, 1971). Para ello se tomó en cuenta principalmente a las especies más características representadas por cargas altas calculadas por la fórmula siguiente:

$$A_{ij} = \sqrt{\lambda_i} \div m$$

Donde:

A<sub>ij</sub> = carga que tiene la iésima especie sobre el jésimo componente

i = eigenvalores ó valores característicos para el jésimo componente

m = número total de especies

Para diferenciar el estado de conservación de las comunidades vegetales se analizaron los datos de cobertura y la presencia-ausencia de las especies y los porcentajes de las variables ambientales, utilizando técnicas de ordenación canónica (ACC). Los datos de cobertura y presencia-ausencia de especies se analizaron mediante métodos de ordenación directa, donde la ordenación de la matriz de especies se encuentra restringida por su correlación con la matriz ambiental. Los ejes son interpretados de acuerdo con la asociación existente entre los sitios de muestreo y sus variables ambientales. Para tal fin se utilizó el Programa Multi Variate Statistical Package, versión 3.1 (Kovach Computing Services, 1999), en particular el análisis de correspondencia canónico (ACC), con el fin de detectar los patrones de distribución de las especies de acuerdo a los factores del medio físico (Birks *et al.*, 1994; Lowe & Pan, 1996). Por último, para determinar los grupos de especies que caracterizan a la vegetación original por un lado y a la antropizada por otro, se utilizó la presencia y ausencia de especies, así como, la dominancia de las mismas, utilizando las cargas obtenidas de las especies en la ordenación de los sitios de muestreo.

## COMPLEMENTARIEDAD

Para determinar la particularidad (especies características de cada comunidad vegetal) de las dos comunidades (selva baja caducifolia y vegetación secundaria) se utilizó la presencia-ausencia de especies registradas en el muestreo. Se elaboraron listas de las especies registradas en cada comunidad vegetal y se compararon utilizando el programa de EstimateS (Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples) (Colwell, 2001). Se determinó el porcentaje de complementariedad entre las dos comunidades vegetales, de las especies registradas en las familias de la flora vascular. La complementariedad varía de cero (cuando las listas de especies de las dos comunidades vegetales son idénticas) a uno (cuando las dos listas son completamente diferentes) (Colwell y Coddington, 1994, p. 112).

## ESPECIES RARAS Y TURISTAS

Para determinar los taxa raros y/o turistas presentes en las comunidades vegetales, se consideró la frecuencia y la cobertura de las especies. En este trabajo se designan como especies turistas, aquéllas especies que se presentan en una comunidad vegetal de manera aleatoria, aunque en otras comunidades sean abundantes. Asimismo, se aplica el término de especies raras, a aquellas registradas una vez en un sitio de muestreo, y que pertenecen a la vegetación primaria, independientemente de estar representadas por uno o muy pocos individuos en el sitio muestreado.

## MODELOS DE CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES

Con las especies registradas en los sitios de muestreo se elaboraron matrices de datos. Para los cuadros de 100 m<sup>2</sup>, se contaron las especies presentes en los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo registradas en el muestreo florístico, y usando el método de presencia-ausencia se realizó el análisis de acumulación.

Este análisis, que incluye a las especies de las dos comunidades vegetales (primaria y secundaria), se realizó sin embargo, de forma separada, considerando que la diversidad alfa y gama de las dos comunidades vegetales difieren debido a los diferentes estadios de conservación que presentan. Para estandarizar el esfuerzo de muestreo se consideró muestrear un mínimo de 10 sitios por transecto en cada comunidad vegetal. Considerando la inaccesibilidad del área de estudio, la heterogeneidad del paisaje y los diferentes estadios de regeneración que presenta la vegetación secundaria, se decidió muestrear primero la vegetación original. Tomando como base el tiempo y esfuerzo realizado en el primer año para muestrear la vegetación original, se decidió aplicar el mismo tiempo y esfuerzo para la vegetación secundaria.

Las curvas de acumulación de especies se analizaron y compararon con los modelos de Clench y Exponencial (Soberón y Llorente, 1993). El modelo de Clench supone que la probabilidad de encontrar una nueva especie aumenta hasta un máximo, conforme se incrementa el área muestreada, esto es:

$$S = (b_1 A) / [1 + (b_2 A)]$$

Por su parte, el modelo exponencial supone que conforme la riqueza de especies aumenta, la probabilidad de añadir una nueva especie disminuye exponencialmente, esto es:

$$S = (b_1 / b_2) [1 - \exp(-b_2 A)]$$

En ambos modelos, S representa la riqueza de especies, A es el área muestreada,  $b_1$  es la riqueza de especies en una unidad o sitio muestreado tomado al azar en el paisaje estudiado, y  $b_2$  es la tasa de incorporación de nuevas especies. El valor esperado del número máximo de especies es  $b_1/b_2$ , correspondiente a la ordenada al origen de la regresión lineal entre  $1/A$  vs  $1/S$  (Caprariis *et al.*, 1981). La significancia de  $b_1$  y  $b_2$  se obtuvo con una prueba de  $t = b_i - 0 / \sigma_i$ , ( $\sigma_i$  es la desviación estándar de los estimados correspondientes), para  $n - 2$  grados de libertad (con  $n =$  número de muestras) y  $\alpha = 0.05$  (Sokal y Rohlf, 1995). El modelo de Clench es insensible al efecto de la heterogeneidad del ambiente, y el exponencial ajusta mejor cuando la zona muestreada es grande o los taxa son poco conocidos (Soberón y Llorente, 1993; León-Cortés *et al.*, 1998). En ambos casos, se obtuvo el coeficiente de correlación intraclase ( $r^2$ ) como estimador de la eficiencia de los modelos (Zar, 1999).

### **DIVERSIDAD ALFA, BETA, GAMA**

La riqueza y la diversidad de especies son atributos de las comunidades y determinan en gran medida su estructura y dinámica espacial y temporal (Whittaker, 1972; Colwell *et al.*, 1996). Para cuantificarlas se han diseñado parámetros e índices que permiten comparar, predecir y describir la biodiversidad en relación a la estructura del paisaje (Magurran, 1988; Gotelli y Colwell, 2001; Halffter, 1998), entre los que destacan los índices Alfa, Beta y Gama. La diversidad Alfa es un estimador de la riqueza local de especies, la diversidad Beta es la tasa de reemplazo en la composición de las especies entre localidades diferentes, y la diversidad Gama representa la riqueza del conjunto de comunidades que integran una unidad de paisaje (Whittaker, 1972).

Para medir la diversidad Alfa y Gama de las comunidades vegetales se utilizaron curvas acumulativas de las especies con dos modelos (Clench y Exponencial). Para medir la diversidad Beta (recambio de especies), se utilizó el modelo de Cody (1993):

$$\beta = 1 - C (V_p + V_s) / 2 (V_p * V_s)$$

Donde:

$\beta$  = diversidad Beta

C = número de especies compartidas entre vegetación primaria y secundaria

$V_p$  = número de especies de la vegetación primaria

$V_s$  = número de especies de la vegetación secundaria

La diversidad y equitatividad de las especies, se midió por medio del índice de Simpson (Magurran, 1988).



## **ENDEMISMO**

Para analizar el endemismo en la zona de estudio, se decidió hacerlo a dos niveles (Nacional y Estatal). El endemismo de las especies registradas para la zona, fue acotado a nivel Nacional considerando los límites biogeográficos de Megaméxico 3, según Rzedowski (1991). Para el estado de Veracruz, se consideraron como endémicas todas las especies que presentaron como límite biogeográfico de su distribución al estado, incluyendo las no registradas en la zona de estudio, pero con distribución limitada a la entidad. Con el fin de establecer los patrones de distribución de las especies, se incluyeron en el análisis únicamente aquellas citadas por especialistas en trabajos monográficos, revisiones taxonómicas, floras y listados florísticos realizados para Veracruz.

Para determinar el tipo de rareza se utilizó la clasificación de Rabinowitz *et al.*, (1986), que considera tres tipos: (1) taxa endémicos a nivel biogeográfico, (2) plantas estenoicas en su preferencia de hábitat, y (3) plantas que presentan poblaciones con pocos individuos en su hábitat (Halffter y Ezcurra, 1992).

Para correlacionar la riqueza de especies endémicas, con algunas de las variables ambientales, se realizó una regresión lineal múltiple, utilizando como variables explicativas los valores de altitud (m snm), la pendiente (%) y la cobertura de leñosas y el sustrato desnudo (Zar, 1999). Asimismo, se llevaron a cabo análisis de regresión lineal simple con cada variable independiente (altitud, rocosidad, sustrato desnudo, y la pendiente).

## **PROBABILIDAD DE PRESENCIA DEL ENDEMISMO**

Considerando los registros de especies endémicas en los muestreos realizados y algunas de las variables ambientales relacionadas con su presencia, se llevó a cabo un análisis para determinar la probabilidad de su presencia en los gradientes ambientales de la zona. Con este fin, se realizó una regresión múltiple y se seleccionaron las variables con valores significativos. Se utilizó el modelo lineal generalizado (GLM), el cual es usado para predecir la probabilidad de la presencia de especies en un punto dado a lo largo de un gradiente ambiental.

El modelo lineal generalizado explica la fluctuación de una variable, observada en función de la combinación de un componente sistemático y otro aleatorio (Crawley, 1993). El componente sistemático es una función lineal de las variables independientes y es llamado predictor lineal ( $l_p$ ). Por su parte el componente aleatorio es descrito por la probabilidad de distribución. Este modelo generalizado permite a la variable observada tener algún tipo de distribución (Normal, Poisson, Binomial) y la somete a una función del predictor lineal.

En este caso consideramos que la presencia/ausencia de las especies tiene una distribución binomial (corresponde al número de sucesos por un esfuerzo  $n$ , con la media  $u = np$ , donde  $p$  es la proporción esperada de los sucesos). Es posible utilizar algunas funciones de enlace entre el predictor lineal y la distribución binomial, además de la función logit, pero ésta es la función más utilizada (Austin *et al.*, 1984), usando la siguiente ecuación:

$$Y = n * e^{I_p} / (1 + e^{I_p})$$

Donde:

$Y$  = la variable dependiente mide la probabilidad de presencia de la especie

$n$  = número de esfuerzo binomial (en este caso  $n = 1$ )

$I_p$  = la variable independiente (predictor lineal)

## RESULTADOS

### INVENTARIO FLORÍSTICO

En los 6 transectos muestreados se recolectaron 1,700 números de ejemplares de plantas vasculares. De éstos, se identificaron el 98% es decir 1,666. Se registraron 103 familias con 395 géneros y 683 especies (Cuadro 1). Las especies se encuentran repartidas en las siguientes formas de vida: 86 árboles, 103 arbustos, 424 hierbas y 70 bejucos (Fig. 7). Las lianas quedaron incluidas en los bejucos, las epífitas, en las hierbas.

### SELVA BAJA CADUCIFOLIA

Para la selva baja caducifolia se registraron 82 familias, 373 géneros y 390 especies, de las cuales 63 corresponden a taxa arbóreos, 79 a arbustos, 211 a hierbas y 37 a bejucos (Fig. 8). De las 390 especies, 222 se registraron únicamente en la selva baja caducifolia, en tanto que 168 son compartidas con la vegetación secundaria. Las familias más ricas en especies en esta comunidad vegetal y que comparten el mayor porcentaje de sus taxa con la vegetación secundaria son Fabaceae (27) con 15 compartidas; Asteraceae (35) compartiendo 18; y Euphorbiaceae (27) con 18 compartidas (Cuadro 1 y Apéndice 1).

La flora suculenta de la selva baja caducifolia está conformada por 203 especies, las cuales superan el 50% del total de especies registradas para este tipo de vegetación. La mayor riqueza de especies suculentas se presenta en las familias más diversas como Euphorbiaceae, Orchidaceae, Cactaceae y Bromeliaceae.

En términos generales, la flora suculenta de la zona de estudio se encuentra representada por 33 familias, lo cual corresponde al 32% de las familias registradas.

### VEGETACIÓN SECUNDARIA

Para la vegetación secundaria se registraron 463 especies, entre las cuales se tienen 48 taxa arbóreos, 83 arbustivos, 281 herbáceos y 51 bejucos (Fig. 8). El 36% de las especies se concentran en las 4 familias más diversas como Fabaceae (66), Poaceae (46), Asteraceae (45) y Euphobiaceae (38), y destaca el herbáceo como el tipo de hábito más diverso de la vegetación secundaria (Fig. 9 y Cuadro 1). También es muy notable, que es en la vegetación secundaria donde se concentra la mayor riqueza de especies, variando de 80 a 200 taxa en una superficie de 900 m<sup>2</sup> (Fig. 10).

Cuadro 1. Síntesis de la diversidad florística vascular de la zona de estudio, ordenada en forma decreciente por el número de especies de cada familia.

FAMILIAS	NÚMERO DE		FAMILIAS	NÚMERO DE	
	GÉNEROS	ESPECIES		GÉNEROS	ESPECIES
Fabaceae	36	78	Aspleniaceae	2	2
Poaceae	30	63	Begoniaceae	1	2
Asteraceae	41	62	Bombacaceae	2	2
Euphorbiaceae	13	46	Capparidaceae	1	2
Bromeliaceae	5	19	Dioscoreaceae	1	2
Malvaceae	9	19	Ebenaceae	1	2
Rubiaceae	12	18	Loasaceae	2	2
Orchidaceae	12	14	Osmundaceae	1	2
Cactaceae	10	13	Papaveraceae	2	2
Apocynaceae	12	13	Phytolaccaceae	2	2
Boraginaceae	4	13	Ranunculaceae	1	2
Amaranthaceae	7	12	Rutaceae	2	2
Sapindaceae	6	12	Schizaeaceae	1	2
Solanaceae	6	12	Urticaceae	2	2
Acanthaceae	10	12	Vitaceae	1	2
Convolvulaceae	4	11	Loranthaceae	2	2
Lamiaceae	4	11	Zygophyllaceae	2	2
Verbenaceae	8	11	Annonaceae	1	1
Anacardiaceae	7	9	Araliaceae	1	1
Commelinaceae	6	9	Arecaceae	1	1
Cyperaceae	4	9	Marantaceae	1	1
Araceae	3	8	Campanulaceae	1	1
Asclepiadaceae	6	8	Chenopodiaceae	1	1
Moraceae	2	8	Cochlospermaceae	1	1
Sterculiaceae	5	8	Combretaceae	1	1
Tilliaceae	4	8	Brassicaceae	1	1
Scrophulariaceae	7	7	Cunoniaceae	1	1
Adiantaceae	2	7	Erythroxylaceae	1	1
Agavaceae	4	6	Fagaceae	1	1
Malpighiaceae	4	6	Hernandiaceae	1	1
Polypodiaceae	3	6	Hippocrateaceae	1	1
Bignoniaceae	5	5	Iridaceae	1	1
Celastraceae	4	5	Juncaceae	1	1
Passifloraceae	1	5	Lauraceae	1	1
Piperaceae	2	5	Lythraceae	1	1
Myrtaceae	3	5	Martyniaceae	1	1
Crassulaceae	3	4	Menispermaceae	1	1
Cucurbitaceae	3	4	Molluginaceae	1	1
Polygonaceae	4	4	Myrsinaceae	1	1
Portulacaceae	2	4	Onagraceae	1	1
Rhamnaceae	4	4	Ophioglossaceae	1	1
Burseraceae	1	3	Plantaginaceae	1	1
Caryophyllaceae	1	3	Plumbaginaceae	1	1
Flacourtiaceae	2	3	Polygalaceae	1	1
Clusiaceae	1	3	Sapotaceae	1	1
Meliaceae	2	3	Simarubaceae	1	1
Nyctaginaceae	2	3	Teophrastaceae	1	1
Oxalidaceae	1	3	Turneraceae	1	1
Pteridaceae	3	3	Violaceae	1	1
Selaginellaceae	1	3	Loganiaceae	1	1
Ulmaceae	2	3	Oleaceae	1	1
Olacaceae	2	2	<b>Total: 103</b>	<b>395</b>	<b>683</b>

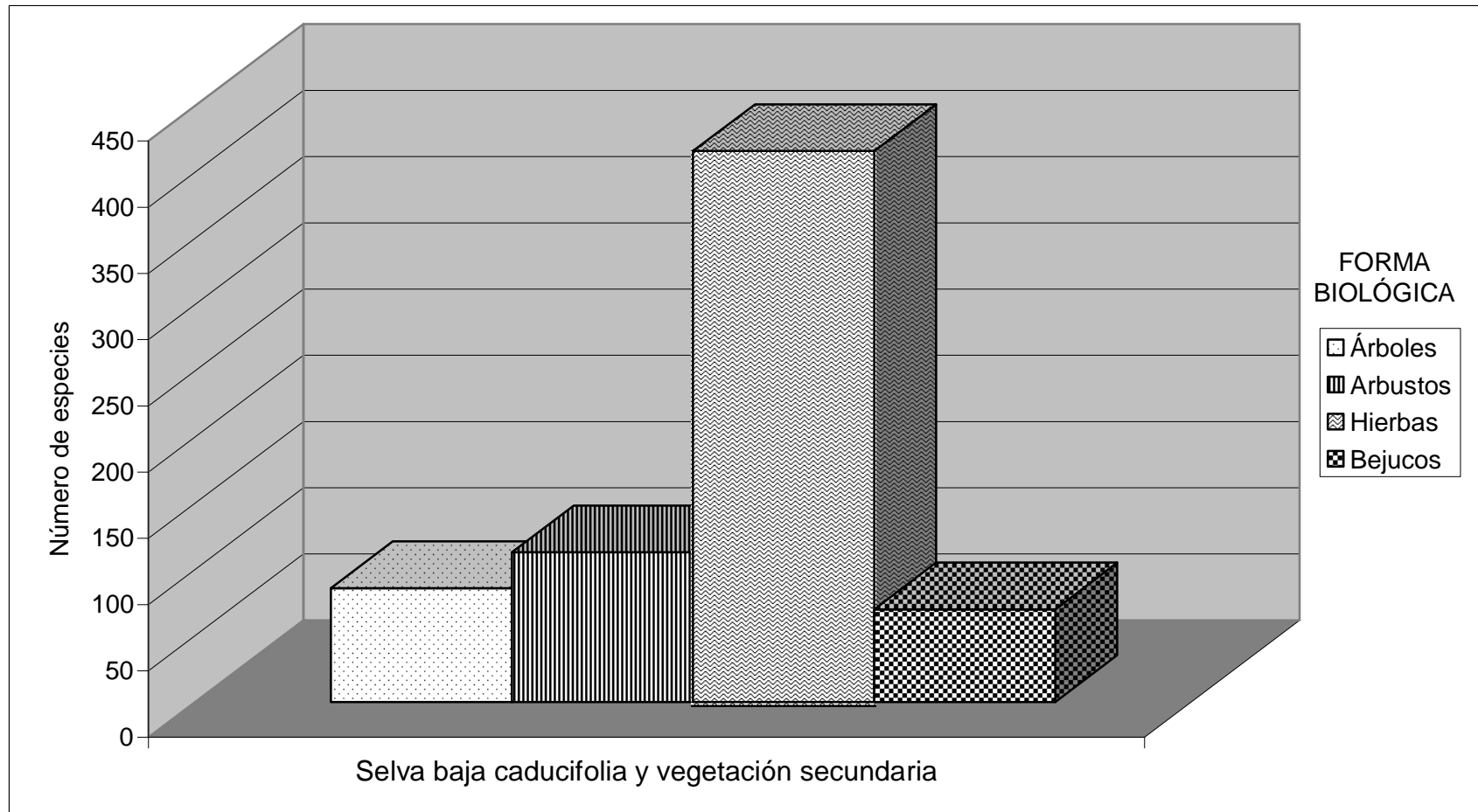


Fig. 7. Riqueza de especies a nivel de paisaje en la selva baja caducifolia y en la vegetación secundaria sobre el sustrato rocoso volcánico.

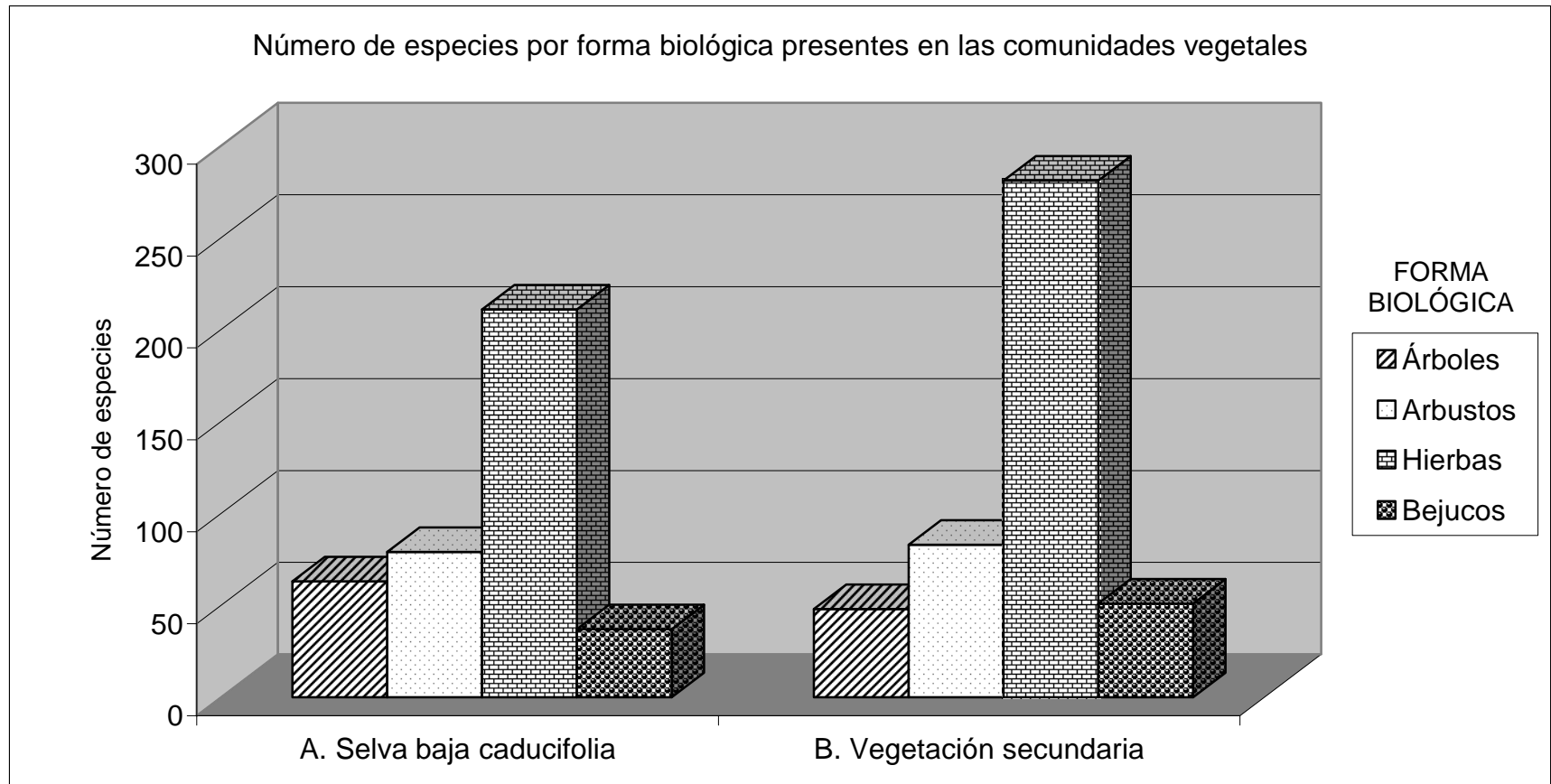


Fig. 8. Gráficas de formas biológicas de la diversidad alfa de las especies de la selva baja caducifolia y vegetación secundaria en el malpaís.

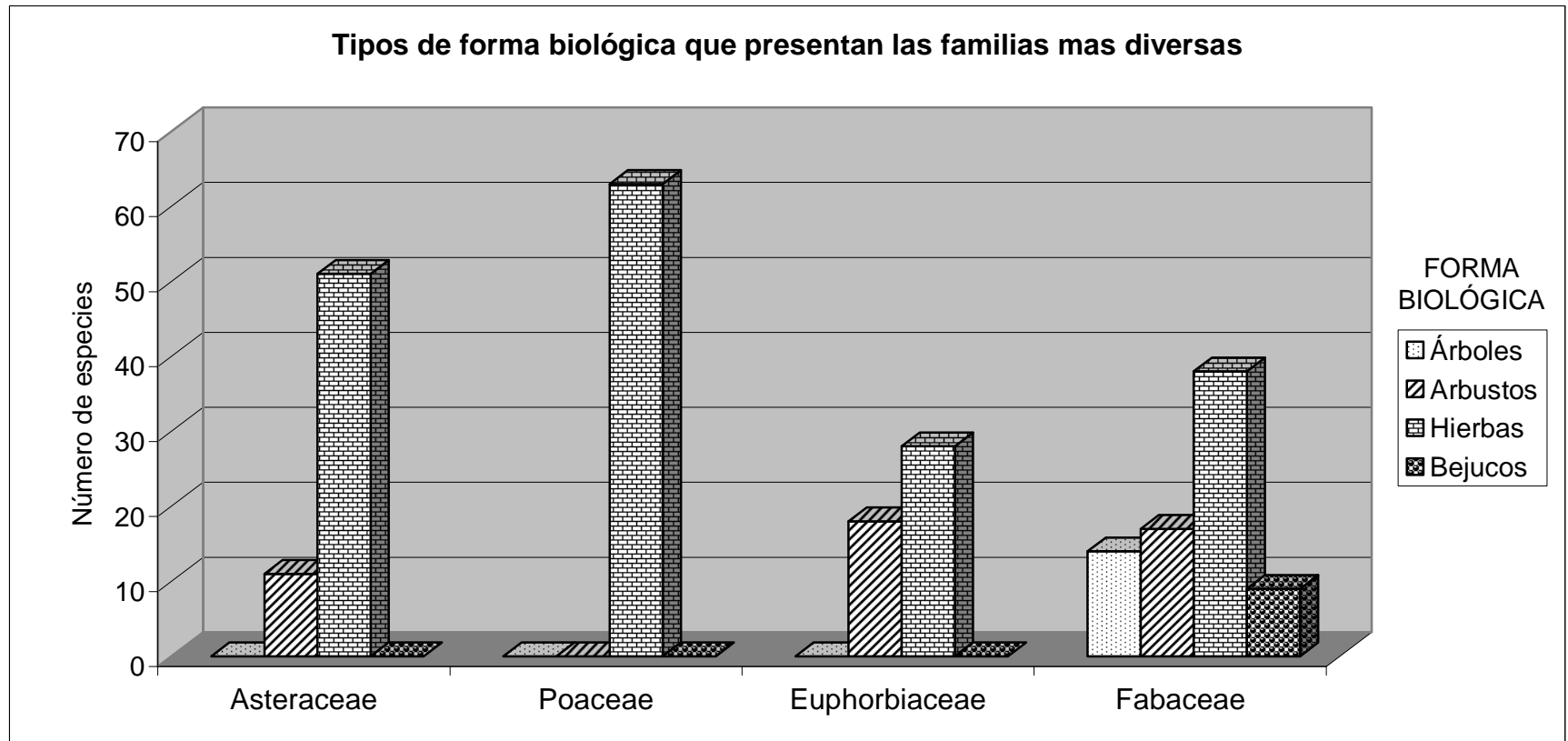


Fig. 9. Tipos de forma biológica que presentan las familias más diversas de la selva baja caducifolia y de la vegetación secundaria del malpaís

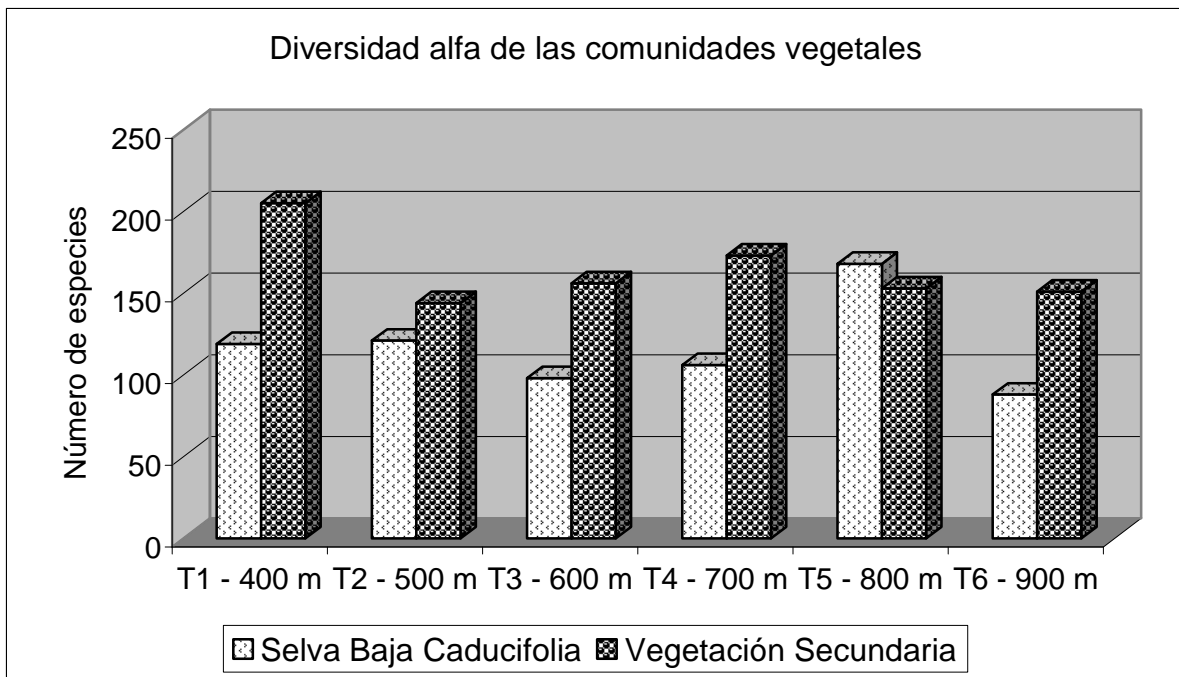


Fig.10. Diversidad alfa de la selva baja caducifolia y de la vegetación secundaria en los diferentes transectos realizados a lo largo del gradiente altitudinal.



## ANÁLISIS FLORÍSTICO ORDENACIÓN

En la ordenación de la información florística efectuada con el Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) de los 141 cuadros muestreados y utilizando la presencia o ausencia, frecuencia y cobertura de las 683 especies en el área de estudio (Fig. 11), se puede observar sobre el eje 2, a la vegetación primaria o selva baja caducifolia y a la vegetación secundaria. En la figura 11, los vectores representan a las variables medioambientales donde las flechas indican la dirección de cambio, la longitud representa la importancia de cada variable y el ángulo formado entre cada vector y cada eje de ordenación indica la correlación entre ellos. Por ejemplo, la pedregosidad es muy importante, es mayor en muestreos de vegetación primaria y está muy correlacionado con el eje 2, mientras que la presencia de tocones aumenta en la vegetación secundaria y está altamente correlacionado con el mismo eje, aunque su importancia es mucho menor. La vegetación primaria está representada por 81 sitios de muestreo y 390 especies. Asimismo, las variables ambientales de pendiente, pedregosidad, sustrato desnudo y cobertura de leñosas que caracterizan a los sitios de muestreo tienen valores altos (Fig. 11). De las 390 especies que caracterizan a la vegetación primaria, destacan por presentar los puntajes más altos, las siguientes especies: *Plumeria rubra* L. con 0.101, *Comocladia engleriana* Loes. con 0.116, *Cnidocolus aconitifolius* (Miller) I.M. Johnston con 0.141, *Euphorbia schlechtendalii* Boiss. con 0.103, *Casearia corymbosa* Kunth con 0.107 y *Randia xalapensis* Martens & Galeotii con -0.102.

La vegetación secundaria o antropizada está representada por 60 sitios de muestreo y por 463 especies. Las variables ambientales ya mencionadas anteriormente y los tocones, que caracterizan el área de los sitios de muestreo de la vegetación secundaria, presenta valores menores que en la vegetación primaria (Fig. 11). De las 463 especies que caracterizan a la vegetación secundaria, sobresalen por presentar puntajes más altos las siguientes especies: *Tetramerium nervosum* Ness con -0.123, *Tournefortia voluvilis* L. con -0.173, *Calea urticifolia* (Miller) DC. con -0.129, *Sanvitalia procumbens* Lam. con -0.163 y *Acalypha alopecuroides* Jacq. con -0.121. Sobre el eje 1, se puede interpretar un gradiente altitudinal para los dos tipos de comunidades vegetales, donde la distribución de los sitios de muestreo que se presentan (Fig. 11), caracterizan el gradiente altitudinal donde se muestrearon a las dos comunidades vegetales (vegetación primaria y secundaria). Los ejes 1 y 2 explican el 5.70% y 9.77% respectivamente del total de la variación. Aunque la explicación de la variación obtenida por el análisis es baja, los resultados son claramente interpretables en términos de los objetivos de este estudio.

### VEGETACIÓN PRIMARIA

Pendiente < 30 %  
Cobertura de leñosas > 50 %  
Pedregosidad > 70 %  
Sustrato desnudo > 25 %

### VEGETACIÓN SECUNDARIA

Pendiente < 6 %  
Cobertura de leñosas < 12 %  
Pedregosidad < 40 %  
Sustrato desnudo < 12 %

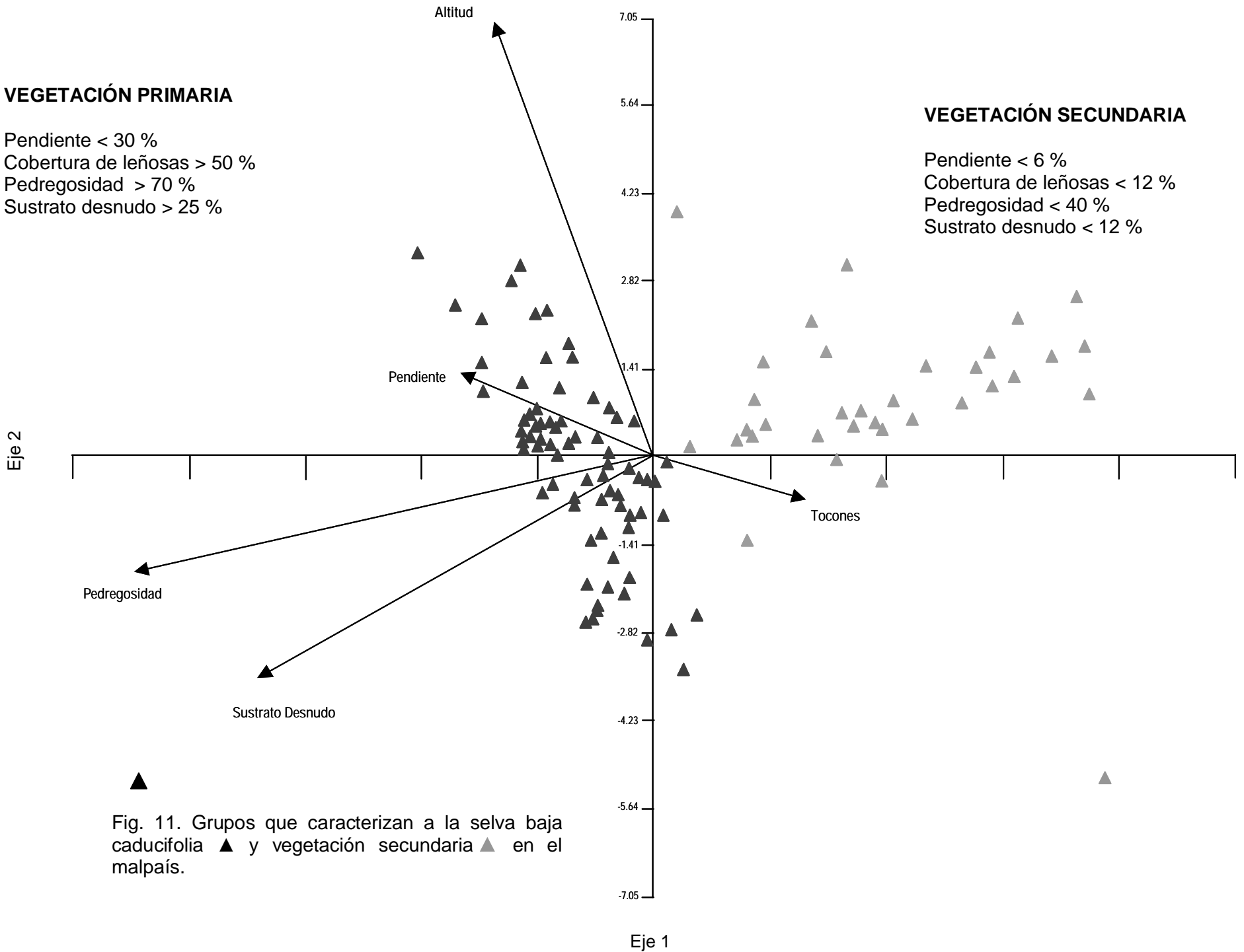


Fig. 11. Grupos que caracterizan a la selva baja caducifolia ▲ y vegetación secundaria ▲ en el malpaís.

## DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN Y USO DEL SUELO

Se reconocieron tres tipos de comunidades vegetales, la selva baja caducifolia y la vegetación secundaria o acahual derivada de la antropización de la primera. Así mismo, se ubicó la vegetación riparia la cual no fue incluida en los análisis porque ocupa superficies muy pequeñas. Las tres comunidades vegetales ocupan una superficie aproximada de 1,823 has, que corresponde al 45% del total del área de estudio. El 55% de la superficie restante del área está ocupada por cultivos y pastizales, entre los cuales destacan por la superficie que ocupan los de caña de azúcar con 1,204.08 has, los pastizales inducidos e introducidos con 730.94 has, los cultivos de mango con 211.66 has, ocupando menor superficie los cultivos de chayote con 75 y los de plátano con 8.01 has (Fig. 17).

### SELVA BAJA CADUCIFOLIA

La selva baja caducifolia *sensu* Miranda y Hernández (1963), se distribuye de forma fragmentada en la mayor parte de la franja del malpaís. Los fragmentos tienen desde menos de una ha (2,922 m<sup>2</sup>), hasta 952.50 has de superficie. En total ocupa una superficie de 1,387.20 has, que corresponde aproximadamente al 34% del área de estudio. En una buena proporción, la selva baja caducifolia se encuentra en buen estado de conservación (Ortega, 1981) principalmente en las unidades de paisaje de derrame de basalto B1 y B2, donde la rocosidad es tan fuerte que limita el acceso al pastoreo y al desarrollo de las actividades agropecuarias (Fig.12). Aún con las limitantes que presenta el área de estudio, esta no se ha escapado al impacto de las diversas actividades que el hombre realiza. Entre las diversas actividades antrópicas que están modificando la biodiversidad de la selva baja caducifolia de la zona, están los incendios provocados o escapados de las áreas de cultivo, el pastoreo de ganado caprino y vacuno y la extracción de especies energéticas o con potencialidades de ornato.

Las especies que caracterizan al estrato arbóreo de la selva baja caducifolia miden entre 3 y 8 m de altura (Fig. 13). Este estrato está dominado principalmente por *Bursera cinerea* Engl., *Cephalocereus palmeri* Rose var. *sartorianus* (Rose) Krainz, *Lysiloma microphylla* Benth., *Lysiloma acapulcensis* (Kunth) Benth. y *Pseudobombax ellipticum* (Kunth) Dugand var. *tenuiflorum*. El estrato arbustivo está caracterizado por *Bernardia interrupta* (Schltr.) Muell., Arg., *Casearia corymbosa* Kunth, *Comocladia engleriana* Loes., *Cnidocolus aconitifolius* (Miller) I.M. Johnston, *Croton ciliato-glandulosus* Ortega, *Diospyros oaxacana* Standley y *Fraxinus schiedeana* Schldl. & Cham. Las especies características del estrato herbáceo son *Anthurium schlechtendalii* Kunth, *Bidens reptans* G. Don, *Callisia fragrans* (Lindley), *Callisia repens* L., *Mammillaria eriacantha* Link & Otto, *Microgramma nitida* (J.Sm.) A.R. Sm. y *Tillandsia fasciculata* Sw. En general la selva baja caducifolia original se

encuentra bastante fragmentada y desplazada por pastizales y cultivos de caña, chayote, mango y café (Fig. 17).

De acuerdo con los resultados obtenidos de los muestreos realizados, es importante notar que hay áreas, aunque reducidas, que han escapado a la perturbación, principalmente en los lugares inaccesibles. La riqueza de la flora de esta zona está caracterizada principalmente por especies herbáceas, las cuales superan el 50% de las registradas para la zona de estudio. Este hecho se puede constatar en las formas de vida (Fig. 7), donde se observa que la diversidad del estrato herbáceo sobresale de la de los estratos arbóreo y arbustivo. La antropización ha ocasionado que el estrato herbáceo se vea fuertemente favorecido por los factores de perturbación.

a)



b)



Fig. 12. Fisonomía de la selva baja caducifolia (a, b) en el derrame de basalto, donde se observa la riqueza de especies suculentas y endémicas.

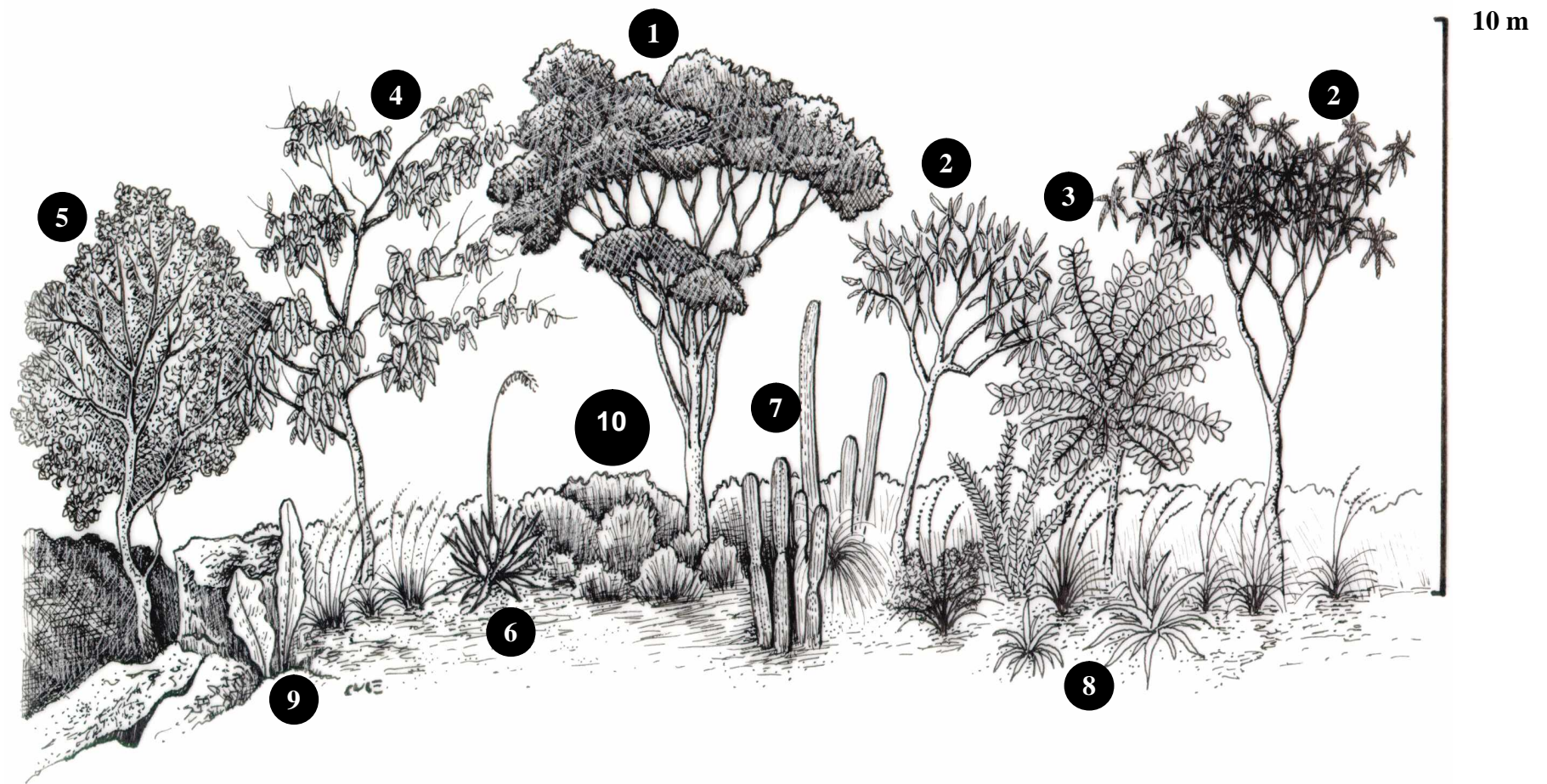


Fig. 13. Perfil de la selva baja caducifolia: 1. *Lysiloma acapulcensis* (Kunth) Benth., 2. *Plumeria rubra* L., 3. *Comocladia engleriana* Loes., 4. *Cochlospermum vitifolium* (Willd.) Sprengel, 5. *Bursera cinerea* Engl., 6. *Agave pendula* Schinttsp., 7. *Cephalocereus palmeri* Rose var. *sortorianus* (Rose) Krainz, 8. *Hechtia* sp., 9. *Anthurium schlechtendalii* Kunth subsp. *schlechtendalii*, 10. *Rhynchelytrum repens* (Willd.) C.E Hubb.

## VEGETACIÓN SECUNDARIA

La vegetación secundaria, derivada de la antropización de la selva baja caducifolia, ocupa una superficie de 409.11 has. Presenta diferentes etapas de regeneración, de acuerdo con las distintas edades de abandono, desde las más recientes de un año, hasta las etapas avanzadas de 12-15 años de abandono (Fig. 14). La estructura de la vegetación secundaria de más de 10 años de abandono, presenta de uno a tres estratos: el arbóreo de 3-7 m de altura, donde las especies arbóreas más características son *Acacia pennatula* (Cham. & Schldl.) Benth., *Cochlospermum vitifolium* (Willd.) Sprengel, *Guazuma ulmifolia* Lambert, *Heliocarpus americanus* L., *H. Pallidus* Rose y *Urera caracasana* (Jacq.) Griseb.; el arbustivo de 1-3 m de alto, caracterizado por *Acacia cornigera* (L.) Willd., *Calea urticifolia* (Miller) DC., *Calliandra rubescens* (Martens & Galiotti) Standley, *Cracca caribaea* (Jacq.) Benth., *Croton ciliato-glandulosus* Ortega, *Croton niveus* Jacq. y *Pisonia aculeata* L.; y el herbáceo de 1-2 m de alto, conformado por *Acalypha alopecuroides* Jacq., *Baltimora recta* L., *Bidens pilosa* L., *Desmodium tortuosum* (Sw.) DC., *Panicum maximum* Jacq., *Rhynchelytrum repens* (Willd.) C.E. Hubb., *Sida rhombifolia* L. y *Wissadula amplissima* (L) R.E. Fries., entre otras.

a)



b)



Fig. 14. Fisonomía de dos etapas de regeneración de la vegetación secundaria (a, b) del sustrato rocoso volcánico o malpaís.



## **VEGETACIÓN RIPARIA**

La vegetación riparia es una comunidad vegetal que ocupa una superficie pequeña de 26.26 has. Se encuentra principalmente en la unidad de paisaje F1 la cual corresponde a la planicie fluvial baja y al lecho de río, por donde normalmente en la época lluviosa escurre el agua del río Naolinco (Fig. 5). La vegetación riparia sólo se establece sobre el angosto lecho del río, limitando con la selva baja caducifolia que llega a los márgenes del mismo. La vegetación riparia cartográficamente no fue delimitada y tampoco fue muestreada cuantitativamente. Por esta razón sólo se indican las especies que se observaron en los recorridos de campo. Entre las especies arbóreas más características se tiene a *Astianthus viminalis* (Kunth) Baillon, *Inga* sp. y *Salix humboldtiana* Willd.

## **CULTIVOS**

El 55% del área está ocupada por cultivos y pastizales, ocupando 2228.31 has (ver mapa de vegetación y uso del suelo), principalmente en las unidades de paisaje con menos rocosidad y donde los depósitos de cenizas volcánicas tienen espesor variable. Las unidades de paisaje que están siendo ocupadas por los cultivos son principalmente el lomerío con crestas alargadas (L1) y la planicie inclinada (P2) con topografía ligeramente ondulada, correspondiente al derrame de lava más antiguo (Fig. 4).

En los cultivos no se hicieron muestreos florísticos, con excepción del pastizal, tanto el introducido como el inducido, en donde se muestreó el estrato herbáceo.

## **CAÑA DE AZÚCAR**

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), es el cultivo que mayor superficie ocupa (1204.08 has). Está establecido en los paisajes donde el depósito de cenizas volcánicas tiene espesores variables. Estos paisajes están delimitados por la planicie inclinada con topografía ligeramente ondulada, correspondiente al derrame de lava más antiguo (P2) (Fig. 4, 15 y 17).

a)



b)



Fig. 15. Cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) ocupando la unidad de paisaje de ladera inclinada (P2) donde los suelos varían en profundidad.

## PASTIZAL

El pastizal comprende una superficie de 730.94 has y se encuentra ocupando las unidades de paisaje B4 y B3 (mapa de unidades de paisaje), donde el derrame de basalto presenta una rocosidad moderada con un recubrimiento de cenizas delgado y discontinuo. El pastizal está caracterizado por especies tanto nativas como introducidas, entre las cuales destacan *Homolepis glutinosa* (Sw.) Zuloaga & Soderstr., *Panicum ghiesbreghtii* Fourn., *Panicum maximum* Jacq., *Rhynchelytrum repens* (Willd.) C.E.Hubb. y *Urochloa plantaginea* (Link) Webster (Fig. 16 y 17).

a)



b)



Fig. 16. Pastizal cultivado (a. *Panicum maximum* Jacq.) en lomerío (L1) y (b. *Rhynchelytrum repens* (Willd.) C.E. Hubb.) en el paisaje de ladera inclinada (P2).

## **MANGO**

El mango (*Mangifera indica* L.) también es importante en la zona de estudio. Está asociado a otros cultivos como el café y el pastizal (Fig. 17), ocupando una superficie de 211.66 has. Generalmente los cultivos de mango se encuentran sobre la unidad de paisaje B4, correspondiente al derrame de basalto con escasa rocosidad y pedregosidad inferior al 20%, con una topografía plana y recubrimiento de cenizas volcánicas continuo y moderadamente espeso.

## **CHAYOTE**

El chayote (*Sechium edule* (Jacq.) Sw.) se encuentra entre los dos cultivos que ocupan menor superficie (73.53 has). Está localizado en la zona más cálida entre los 400 y los 500 m de altitud (Fig. 17). Se encuentra principalmente en la unidad de paisaje B3 (Fig. 4), que corresponde al derrame de basalto con rocosidad moderada y topografía ligeramente ondulada, con recubrimiento de cenizas delgado y discontinuo.

## **PLÁTANO**

El cultivo de plátano (*Musa* sp.) ocupa la superficie más pequeña del área de estudio con un total de 8.10 has. Se encuentra a los 650 m de altitud, en la unidad de paisaje B4, caracterizada por presentar escasa rocosidad y pedregosidad inferior al 20%, con una topografía plana y recubrimiento de cenizas volcánicas continuo y moderadamente profundo.

## COMPLEMENTARIEDAD

La complementariedad florística o de diversidad está definida como la diferencia entre el número de especies registradas para cada una de las dos comunidades vegetales (selva baja caducifolia y vegetación secundaria). La complementariedad entre dos comunidades varía de 0 a 100%. La complementariedad 0, corresponde a la igualdad florística entre las dos comunidades vegetales, o sea que las especies registradas en ambas son las mismas, la complementariedad de 100% corresponde a la total diferencia florística, cuando todos los taxa son diferentes (Colwell y Coddington, 1994).

Para la selva baja caducifolia se registraron 222 especies, además de 168 compartidas con la vegetación secundaria, haciendo un total de 390 taxa. Para la vegetación secundaria se registraron 293 especies, más las 168 especies que comparte con la selva baja caducifolia. En total, para la vegetación secundaria se registraron 461 taxa de plantas vasculares. La complementariedad entre las dos comunidades vegetales es del 75% a nivel de paisaje, presentando una similitud de 25%.

A nivel de familia, se encontró que 44 de las 103 familias registradas para las dos comunidades vegetales, presentan una complementariedad de 100% (Cuadro 2). Indicando con esto que todas las especies de estas 44 familias se presentan en una u otra comunidad vegetal y ninguna es compartida por ambas comunidades. Entre las familias más ricas en especies, de la selva baja caducifolia que sobresalen por presentar una complementariedad de 100%, se tiene a Orchidaceae (16), Moraceae (8), Adiantaceae (7) y Piperaceae (5). Asimismo, se tiene a 23 especies de Pteridofitas, repartidas en 6 familias (Adiantaceae 7, Osmundaceae 2, Polypodiaceae 6, Pteridaceae 3, Schizaeaceae 2 y Selaginellaceae 3).

Entre las familias que tienen 100% de complementariedad de la vegetación secundaria están Celastraceae (5), Myrtaceae (4), Cucurbitaceae (4), Oxalidaceae (3), Meliaceae (3) y Caryophyllaceae (3), donde todas o la mayoría de las especies son propias de este tipo de comunidad vegetal (Cuadro 6). En esta comunidad vegetal también destacan las familias más diversas en especies con una complementariedad variable de 59-94%, donde sobresalen Fabaceae con 80%, Asteraceae 71%, Poaceae 94% y Euphorbiaceae 59% (Cuadro 2). Entre las familias que no comparten especies con la vegetación primaria y sólo se encuentran en la vegetación secundaria se tiene a las Convolvulaceae (10), Bignoniaceae (5) y Passifloraceae (4).

La complementariedad de 43 de las 103 familias a nivel de paisaje es muy variable, de 25 a 94%. También es importante considerar a las 16 familias que presentan cero de complementariedad, entre las que destacan las Ulmaceae,

Urticaceae, Rutaceae, Ranunculaceae, Loasaceae, Ebenaceae, Bombacaceae, debido a que todas sus especies son compartidas por ambas comunidades (Cuadro 2).

Cuadro. 2. Síntesis de complementariedad a nivel de familia entre la selva baja caducifolia y la vegetación secundaria en el paisaje rocoso. SBC = Selva Baja Caducifolia, VS = Vegetación Secundaria, EC = Especies Compartidas.

FAMILIAS	SBC	VS	EC	No COMPARTIDAS	TOTAL	COMPLEMENTARIEDAD
Celastraceae	2	3	0	5	5	100
Myrtaceae	1	3	0	4	4	100
Cucurbitaceae	1	3	0	4	4	100
Oxalidaceae	0	3	0	3	3	100
Meliaceae	0	3	0	3	3	100
Caryophyllaceae	0	3	0	3	3	100
Orchidaceae	15	1	0	16	16	100
Adiantaceae	6	1	0	7	7	100
Piperaceae	4	1	0	5	5	100
Papaveraceae	1	1	0	2	2	100
Asclepiadaceae	1	1	0	2	2	100
Zygophyllaceae	0	1	0	1	1	100
Violaceae	0	1	0	1	1	100
Turneraceae	0	1	0	1	1	100
Scrophulariaceae	0	1	0	1	1	100
Ophioglossaceae	0	1	0	1	1	100
Onagraceae	0	1	0	1	1	100
Myrsinaceae	0	1	0	1	1	100
Molluginaceae	0	1	0	1	1	100
Martyniaceae	0	1	0	1	1	100
Maranthaceae	0	1	0	1	1	100
Lythraceae	0	1	0	1	1	100
Lauraceae	0	1	0	1	1	100
Juncaceae	0	1	0	1	1	100
Iridaceae	0	1	0	1	1	100
Cruciferae	0	1	0	1	1	100
Chenopodiaceae	0	1	0	1	1	100
Campanulaceae	0	1	0	1	1	100
Arecaceae	0	1	0	1	1	100
Araliaceae	0	1	0	1	1	100
Moraceae	8	0	0	8	8	100
Selaginellaceae	3	0	0	3	3	100
Pteridaceae	3	0	0	3	3	100
Guttiferae	3	0	0	3	3	100
Schizaeaceae	2	0	0	2	2	100
Osmundaceae	2	0	0	2	2	100
Capparidaceae	2	0	0	2	2	100
Begoniaceae	2	0	0	2	2	100
Polygalaceae	1	0	0	1	1	100
Plumbaginaceae	1	0	0	1	1	100



Cuadro. 2. Síntesis de complementariedad .....continuación

FAMILIAS	SBC	VS	EC	No COMPARTIDAS	TOTAL	COMPLEMENTARIEDAD
Plantaginaceae	1	0	0	1	1	100
Loranthaceae	1	0	0	1	1	100
Hernandiaceae	1	0	0	1	1	100
Fagaceae	1	0	0	1	1	100
Erythroxylaceae	1	0	0	1	1	100
Cunoniaceae	1	0	0	1	1	100
Poaceae	17	42	4	59	63	93.7
Convolvulaceae	0	10	1	10	11	90.9
Boraginaceae	2	8	1	10	11	90.9
Tiliaceae	5	2	1	7	8	87.5
Sapindaceae	7	3	2	10	12	83.3
Asclepiadaceae	3	2	1	5	6	83.3
Polypodiaceae	5	0	1	5	6	83.3
Agavaceae	5	0	1	5	6	83.3
Passifloraceae	0	4	1	4	5	80
Scrophulariaceae	2	2	1	4	5	80
Fabaceae	12	50	16	62	78	79.5
Bromeliaceae	14	1	4	15	19	78.9
Anacardiaceae	3	4	2	7	9	77.8
Commelinaceae	6	1	2	7	9	77.8
Apocynaceae	3	7	3	10	13	76.9
Amaranthaceae	3	6	3	9	12	75
Polygonaceae	1	2	1	3	4	75
Rhamnaceae	2	1	1	3	4	75
Araceae	6	0	2	6	8	75
Crassulaceae	3	0	1	3	4	75
Rubiaceae	5	8	5	13	18	72.2
Compositae	17	28	18	45	63	71.4
Bignoniaceae	0	5	2	5	7	71.4
Malvaceae	1	11	5	12	17	70.6
Solanaceae	1	7	4	8	12	66.7
Nyctaginaceae	1	1	1	2	3	66.7
Flacourtiaceae	1	1	1	2	3	66.7
Vitaceae	2	0	1	2	3	66.7
Burseraceae	2	0	1	2	3	66.7
Verbenaceae	1	6	4	7	11	63.6
Labiatae	2	5	4	7	11	63.6
Acanthaceae	2	5	4	7	11	63.6
Cactaceae	8	0	5	8	13	61.5
Euphorbiaceae	8	19	19	27	46	58.7
Cyperaceae	1	4	4	5	9	55.6
Phytolaccaceae	0	1	1	1	2	50

Cuadro. 2. Síntesis de complementariedad .....continuación

FAMILIAS	SBC	VS	EC	No COMPARTIDAS	TOTAL	COMPLEMENTARIEDAD
Loganiaceae	0	1	1	1	2	50
Olacaceae	1	0	1	1	2	50
Dioscoreaceae	1	0	1	1	2	50
Aspleniaceae	1	0	1	1	2	50
Malpighiaceae	2	0	4	2	6	33.3
Sterculiaceae	0	2	6	2	8	25
Portulacaceae	0	1	3	1	4	25
Ulmaceae	0	0	3	0	3	0
Urticaceae	0	0	2	0	2	0
Rutaceae	0	0	2	0	2	0
Ranunculaceae	0	0	2	0	2	0
Loasaceae	0	0	2	0	2	0
Ebenaceae	0	0	2	0	2	0
Bombacaceae	0	0	2	0	2	0
Teophrastaceae	0	0	1	0	1	0
Simarubaceae	0	0	1	0	1	0
Sapotaceae	0	0	1	0	1	0
Oleaceae	0	0	1	0	1	0
Menispermaceae	0	0	1	0	1	0
Hippocrateaceae	0	0	1	0	1	0
Combretaceae	0	0	1	0	1	0
Cochlospermaceae	0	0	0	1	1	0
Annonaceae	0	0	1	0	1	0
	221	293	169	514	683	

## ESPECIES RARAS Y TURISTAS

De las 683 especies de plantas vasculares registradas en el paisaje rocoso, el 26% (180 spp) son únicas (raras y turistas). 17 son árboles, 25 arbustos, 110 hierbas y 28 bejucos. De estas formas de vida, el 42% pertenece a la vegetación primaria (Selva Baja Caducifolia), siendo 9 arbóreas, 12 arbustivas, 49 herbáceas y 5 bejucos (Cuadro 3). Entre las familias que destacan por presentar el mayor número de especies turistas se tiene a Poaceae (22), Fabaceae (13), Asteraceae (11), Euphorbiaceae (11), Orchidaceae (9), Boraginaceae (8), Asclepiadaceae (6), Convolvulaceae (5), Amaranthaceae (5), Apocynaceae (4), Bignoniaceae (3), Cucurbitaceae (3), Moraceae (3), Polypodiaceae (3) y Solanaceae (3).

Entre las familias más diversas que destacan por presentar también importante número de especies turistas son características de la vegetación secundaria como Poaceae, Fabaceae, Asteraceae y Euphorbiaceae, Asclepiadaceae, Boraginaceae, Convolvulaceae, Apocynaceae y Cucurbitaceae. También destacan las familias propias de la vegetación primaria que presentan especies raras como las Orchidaceae, Moraceae y Polypodiaceae, asimismo, se tiene a Adiantaceae (2), Araceae (2), Bromeliaceae (2) y Piperaceae (2).

Es necesario aclarar las diferencias entre las especies raras y turistas, que se registraron como especies únicas en las dos comunidades vegetales. Las especies únicas características de la vegetación secundaria y que se registraron en la vegetación primaria de forma aleatoria y con pocos individuos, para este trabajo se les considera como “especies turistas”, ya que en su mayoría son nómadas y de amplia distribución (Gómez-Pompa, 1971). En contraste, las especies consideradas como raras para este trabajo, pertenecen a las familias que son características de la vegetación primaria como las Orchidaceae, Moraceae, Adiantaceae, Bromeliaceae, Piperaceae y Polypodiaceae. Las especies raras o únicas en el paisaje rocoso, presentan poblaciones con muy pocos individuos y son especies residentes que han permanecido en ese hábitat muchos años (Gómez-Pompa, 1971).

Cuadro. 3. Especies raras y turistas, presentes en la selva baja caducifolia y en la vegetación secundaria ordenadas alfabéticamente. H.= Hábito; a = árbol, ar = arbusto, h = hierba, b = bejucos. Las especies **resaltadas en negritas** en la selva baja caducifolia, son propias de la vegetación secundaria y las de la vegetación secundaria son propias de la selva baja caducifolia.

<b>SELVA BAJA CADUCIFOLIA</b>	<b>H</b>	<b>VEGETACIÓN SECUNDARIA</b>	<b>H</b>
<b>Abutilon umbellatum</b>	h	<i>Acalypha schiedeana</i>	ar
<i>Acacia hayesii</i>	ar	<i>Acrocomia mexicana</i>	a
<b>Acalypha alopecuroides</b>	h	<i>Aeschynomene elegans</i>	h
<i>Acalypha arvensis</i>	h	<i>Angelonia sp.</i>	h
<b>Acanthocereus sp.</b>	h	<i>Anoda pedunculosa</i>	h
<i>Aechmea bracteata</i>	h	<b><i>Aphelandra deppeana</i></b>	ar
<i>Alternanthera flava</i>	h	<i>Ardisia escallonioides</i>	ar
<i>Anoda pedunculosa</i>	h	<i>Argythamnia sp.</i>	b
<i>Anthurium scandens</i>	h	<i>Asclepias curassavica</i>	h
<i>Apoleia multiflora</i>	h	<i>Axonopus ater</i>	h
<i>Bernardia triflosculosa</i>	ar	<i>Bauhinia divaricata</i>	ar
<i>Boerhavia coccinea</i>	h	<i>Borreria laevis</i>	h
<i>Bouteloua americana</i>	h	<i>Brachiaria plantaginea</i>	h
<b>Buddleia americana</b>	ar	<b><i>Bromelia pinguin</i></b>	h
<i>Bulbostylis capillaris</i>	h	<i>Calea ternifolia var. ternifolia</i>	ar
<i>Canavalia villosa</i>	b	<b><i>Calyptanthes schiedeana</i></b>	ar
<i>Capparis sp</i>	ar	<i>Cedrela odorata</i>	a
<i>Capsicum annum</i>	ar	<b><i>Celtis iguanaea</i></b>	ar
<i>Cardiospermum halicacabum</i>	b	<b><i>Cissampelos pareira</i></b>	b
<i>Catopsis nutans</i>	h	<b><i>Cochlospermum vitifolium</i></b>	a
<i>Cecropia obtusifolia</i>	a	<i>Cordia alliodora</i>	a
<b><i>Cestrum dumetorum</i></b>	ar	<i>Cordia globosa</i>	ar
<b><i>Clematis dioica</i></b>	b	<i>Cordia sp.</i>	ar
<b><i>Clematis grossa</i></b>	b	<i>Cordia spinescens</i>	ar
<i>Clusia lundellii</i>	a	<i>Croton hirtus</i>	h
<i>Coccoloba liebmanni</i>	a	<i>Croton spp</i>	ar
<i>Colubrina triflora</i>	ar	<i>Cucumis anguria</i>	b
<i>Conobea pusilla</i>	h	<i>Cucumis melo</i>	b
<b><i>Cordia foliosa</i></b>	ar	<i>Cuphea carthagenensis</i>	h
<b><i>Cyperus mutisii</i></b>	h	<i>Cydista heterophylla</i>	b
<b><i>Chamaecrista nictitans</i></b>	h	<i>Chamaecrista hispidula</i>	h
<b><i>Chamaesyce ammannioides</i></b>	h	<i>Chamaesyce prostrata</i>	h
<i>Cheilanthes nitida</i>	h	<i>Chiococca alba</i>	ar
<i>Dalechampia sp</i>	h	<i>Dendropanax arboreus</i>	a
<i>Desmodium distortum</i>	h	<i>Desmodium helleri</i>	h
<i>Desmodium procumbens</i>	h	<i>Desmodium procumbens var. Longipes</i>	h
<i>Diphysa floribunda</i>	a	<b><i>Dioscorea floribunda</i></b>	b
<b><i>Elytraria bromoides</i></b>	h	<i>Drymaria villosa ssp. Palustris</i>	h
<i>Elytraria imbricata</i>	h	<i>Drymaria villosa ssp. Villosa</i>	h
<i>Encyclia cochleata</i>	h	<i>Ehretia tinifolia</i>	a
<i>Encyclia parviflora</i>	h	<i>Elytraria imbricata</i>	h
<i>Epiphyllum oxypetalum</i>	h	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	a
<i>Eupatorium collinum</i>	h	<i>Eragrostis lugens</i>	h
<b><i>Euphorbia dentata</i></b>	h	<i>Eragrostis sp.</i>	h
<b><i>Euphorbia heterophylla</i></b>	h	<i>Eragrostis tenuifolia</i>	h
<i>Ficus goldmanii</i>	a	<i>Eriochloa punctata</i>	h
<i>Ficus rzedowski</i>	a	<i>Erythrina americana</i>	a
<i>Galinsoga quadriradiata</i>	h	<b><i>Eupatorium havanense</i></b>	h

Cuadro. 3 continuación .....

<b>SELVA BAJA CADUCIFOLIA</b>	<b>H</b>	<b>VEGETACIÓN SECUNDARIA</b>	<b>H</b>
<b>Gaudichaudia albida</b>	b	<b>Euphorbia cyathophora</b>	h
<b>Gomphrena nana</b>	h	<i>Gomphrena decumbens</i>	h
<i>Gouania lupuloides</i>	b	<i>Gomphrena filaginoides</i>	h
<i>Gouinia virgata</i> var. <i>virgata</i>	h	<i>Gonolobus barbatus</i>	b
<i>Govenia mutica</i>	h	<i>Gouania lupuloides</i>	b
<b>Gronovia scandens</b>	h	<i>Heliotropium procumbens</i>	h
<b>Guazuma ulmifolia</b>	a	<i>Heliotropium</i> sp.	h
<i>Gyrocarpus jatrophifolius</i>	a	<i>Ipomoea alba</i>	b
<i>Heliocarpus</i> sp.	a	<i>Ipomoea indica</i>	b
<i>Hyparrhemia rufa</i>	h	<i>Ipomoea jalapa</i>	b
<b>Hyptis tomentosa</b>	h	<i>Juncus</i> sp.	h
<i>Iresine</i> sp.	h	<i>Kalanchoe pinnata</i>	h
<i>Lasiacis</i> aff. <i>Sorghoidea</i>	h	<i>Lepidium virginicum</i>	h
<i>Lasiacis rugellii</i>	h	<i>Lippia nodiflora</i>	h
<i>Lycaste aromatica</i>	h	<i>Lobelia xalapensis</i>	h
<i>Malpighia glabra</i>	ar	<i>Ludwigia octovalvis</i>	h
<i>Malvaviscus</i> sp.	ar	<i>Luffa cilindrica</i>	b
<i>Manfreda brachystachya</i>	h	<b>Lycianthes lenta</b>	ar
<i>Matelea prosthediscus</i>	b	<i>Malvastrum coromandelianum</i>	h
<b>Melampodium divaricatum</b>	h	<i>Mandevilla karwinskii</i>	b
<i>Melochia pyramidata</i>	h	<i>Marsdenia coulteri</i>	b
<i>Metastelma schlechtendalii</i>	b	<i>Matelea velutina</i>	b
<i>Miildella intramarginalis</i> var. <i>intramarginalis</i>	h	<i>Melampodium microcephalum</i>	h
<i>Myrmecophila tibicinis</i>	h	<i>Melochia nodiflora</i>	h
<i>Nissolia fruticosa</i>	h	<i>Melochia pyramidata</i>	h
<i>Oplismenus burmanni</i>	h	<i>Meloa quadrivalvis</i>	b
<i>Oplismenus hirtellus</i> ssp. <i>setarius</i>	h	<i>Merremia dissecta</i>	b
<b>Parthenium hysterophorus</b>	h	<i>Merremia quinquefolia</i>	b
<i>Passiflora biflora</i>	b	<i>Mimosa nelsonii</i>	ar
<b>Paullinia</b> sp.	b	<i>Nicotiana plumbaginifolia</i>	h
<i>Paullinia tomentosa</i>	b	<i>Ophioglossum reticulatum</i>	h
<i>Pecluma atra</i>	h	<i>Oxalis neaei</i>	h
<i>Pedilanthus</i> sp.	h	<i>Paspalum</i>	h
<i>Pellaea ternifolia</i>	h	<i>Paspalum blodgettii</i>	h
<i>Peperomia granulosa</i>	h	<i>Paspalum conjugatum</i>	h
<i>Peperomia obtusifolia</i>	h	<i>Paspalum conjugatum</i> var. <i>minor</i>	h
<i>Philodendron guatemalense</i>	h	<i>Paspalum langei</i>	h
<i>Phoradendron quadrangulare</i>	ar	<i>Paspalum virgatum</i>	h
<i>Plantago scandens</i>	h	<i>Passiflora biflora</i>	b
<i>Pleurothallis tribuloides</i>	h	<i>Passiflora filipes</i>	b
<i>Polypodium aureum</i>	h	<i>Petiveria alliacea</i>	h
<i>Polypodium polypodioides</i> var. <i>aciculare</i>	h	<i>Pfaffia hookeriana</i>	h
<i>Rivina humilis</i>	h	<i>Physalis cinerascens</i>	h
<i>Roldana sartorii</i>	ar	<i>Physalis philadelphica</i>	h
<i>Scaphyglottis fasciculata</i>	h	<i>Piper nudum</i>	ar
<i>Schoepfia schreberi</i>	ar	<b>Pistacia mexicana</b>	a
<i>Schomborckia tibicinis</i>	h	<i>Polygonum hydropiperoides</i>	h
<i>Selaginella pallescens</i>	h	<i>Polymnia maculata</i>	h
<i>Senecio deppeanus</i>	h	<i>Prestonia mexicana</i>	b
<i>Setaria</i> aff. <i>Grisebachii</i>	h	<b>Pseudobombax ellipticum</b>	a
<i>Setaria macrostachya</i>	h	<i>Rauvolfia tetraphylla</i>	ar
<i>Setaria parviflora</i>	h	<i>Rivina humilis</i>	h

Cuadro. 3 continuación.....

<b>SELVA BAJA CADUCIFOLIA</b>	<b>H</b>	<b>VEGETACIÓN SECUNDARIA</b>	<b>H</b>
<i>Struthanthus crassipes</i>	ar	<i>Sclerocarpus divaricatus</i>	h
<b><i>Tecoma stans</i></b>	a	<i>Sclerocarpus uniserialis</i>	h
<i>Trigonospermum annuum</i>	h	<i>Serjania sp.</i>	b
<i>Triumfetta sp</i>	h	<i>Spilanthes radicans</i>	h
<i>Verbesina myriocephala</i>	ar	<i>Spondias mombin</i>	a
<b><i>Waltheria americana</i></b>	h	<i>Stemodia verticillata</i>	h
<i>Wimmeria concolor</i>	a	<i>Stizophyllum riparium</i>	b
		<b><i>Syngonium diphyllum</i></b>	h
		<i>Tabernaemontana alba</i>	a
		<i>Teramnus uncinatus</i>	b
		<i>Thunbergia alata</i>	b
		<b><i>Tillandsia ionantha</i></b>	h
		<i>Tillandsia paucifolia</i>	h
		<i>Tinantia erecta</i>	h
		<i>Tournefortia dentiflora</i>	ar
		<i>Tragia brevispica</i>	h
		<i>Tragia maculata</i>	h
		<i>Trigonospermum annuum</i>	h
		<i>Turnera sp.</i>	h
		<b><i>Urechites andreuxi</i></b>	b
		<i>Verbena litoralis</i>	h
		<i>Zea mays</i>	h
		<i>Zornia reticulata</i>	h

## **MODELOS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES**

En este capítulo se incluye el artículo formateado y traducido al idioma inglés. El artículo está concluido en un 95%, sin embargo, requiere de una nueva revisión para darlo por terminado y someterlo a una revista indexada de reconocimiento internacional.

## **COMPARISON OF SPECIES ACCUMULATION MODELS FOR VEGETATION SPECIES INVENTORIES IN TROPICAL DECIDUOUS FOREST AND SECONDARY VEGETATION**

Gonzalo Castillo-Campos<sup>1 2</sup>, Gonzalo Halffter<sup>1</sup> and Jorge González-Astorga<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ecología, A.C, km 2.5 Carretera Antigua a Coatepec # 351, Congregación el Haya, 91070, Xalapa, Veracruz, México. <sup>2</sup>Posgrado de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, México, D.F. Tel. (228) 842-1825, Fax (228) 818-7809. E-mail: [castillo@ecologia.edu.mx](mailto:castillo@ecologia.edu.mx)

### **ABSTRACT**

This study compares exponential and Clench models using species accumulation curves for tropical deciduous forest and secondary vegetation inventories. Both plant communities were found growing on rocky volcanic substrate. Species accumulation curves were made at landscape and sampled transect levels on an altitudinal gradient, so that alpha and gamma diversity could be evaluated. Of the two, the exponential model fit rocky landscape heterogeneity and tropical deciduous forest diversity better. Secondary vegetation reflected deficiencies in the inventory taken with both asymptotic models due to the presence of different successional stages that caused increased species diversity in anthropized regions. Therefore, comparison of the models illustrates that sampling efforts for secondary vegetation should be greater than those of tropical deciduous forest.

**KEY WORDS:** Alpha and gamma diversity, tropical deciduous forest, rocky volcanic substrate, species accumulation models.



## INTRODUCTION

Species richness and diversity are attributes of a community and determine to a great extent its structure and spatial/temporal dynamics (Whittaker, 1972). To quantify them, parameters and indices have been designed that permit the comparison, prediction, and description of biodiversity as it relates to landscape structure (Magurran, 1988; Gotelli and Colwell, 2001; Halffter, 1998), the key indices being alpha, beta, and gamma. Alpha diversity is a local species richness estimator, beta diversity is the rate of species composition replacement at a particular location, and gamma diversity represents the collective richness of communities that make up one landscape unit (Whittaker, 1972).

In order to carry out comparative and predictive research, it is not enough to estimate diversity through sampling of the above-mentioned values. Rather, a percentage of total estimated diversity that nears the values obtained must be determined. If we estimate the species richness value for a particular community or landscape, we can program the sampling effort necessary to reach a determined percentage of it; furthermore, we can compare two or more places in which the sampling effort has yielded varying results (Gentry, 1988; Soberón and Llorente, 1993).

Tropical deciduous forest in Mexico is a vegetation type rich in vascular flora; its richness is notably higher than that of other dry Neotropical forests that have superior moisture conditions (Toledo 1982, Gentry 1982, Lott, 1987; Sarukhán 1998). It has been considered that richness and diversity have the tendency to diminish under extreme temperature and moisture conditions (Rzedowski and Calderón, 1987). TDF is a plant community that is well-represented on the Mexican Pacific slope, where it is distributed uninterruptedly from southern Sonora and south western Chihuahua to Chiapas and Central America (Rzedowski, 1978). On the Atlantic slope there are three isolated patches: the first in southern Tamaulipas, south eastern San Luis Potosí and the northern tip of Veracruz; the second in central Veracruz; and the third occupying almost the entire state of Yucatán and a small part of Campeche (Rzedowski 1978; Sarukhán 1998). It is important to determine the plant diversity of this community throughout the geographical distribution area and even more urgent in areas that are at risk of being taken over by farming activities, as is the case of central Veracruz.

The best-conserved tropical deciduous forest is probably that found growing on the volcanic lava flow in the upper basin of the Actopan River, as the area is unsuitable for farming. The flora found in such areas is rich in endemic species (Medail and Verlaque 1997) as well as succulents belonging to the Cactaceae, Crassulaceae, Euphorbiaceae, Orchidaceae, and Bromeliaceae families. Original tropical deciduous forest found on rocky substrates features a much wider

distribution in central Veracruz. Distribution is presently being reduced to very few areas, and these serve as refuge for flora endemic to this type of plant community.

The purpose of this study is to compare the sampling efficiency of two asymptotic models in order to estimate alpha and gamma diversities in a rocky landscape that includes tropical deciduous forest and secondary vegetation derived from human activity. Two models were selected, their efficiency varying in accordance with homogeneity and/or heterogeneity of the plant community or landscape studied.

## METHODS

### STUDY AREA

The study area is situated on volcanic rock located at the bottom of a flat valley in the average high basin of the Actopan River in the central part of the state of Veracruz. It is found between coordinates 19° 31' and 19° 37' latitude north and 96° 41' y 96° 54' longitude west (Fig. 1). The region is long in shape, measuring 17 km with a variable width of 0.5 - 2.7 km and a surface area of 3,976 ha. From a geomorphologic viewpoint, the zone represents volcanic rock of chaotic basalt deposited during different periods. The flow with the greatest reach was deposited during the most recent period (Holocene), approximately 10,000 years ago (Negendank, *et al.* 1985). It forms part of the Volcanic Province of the lower skirts of the Cofre de Perote (Rossignol, *et al.* 1987). Soils are shallow and are made up principally by litosoles, although the deepest are humic brunizems that are undergoing vertisol transformation on older and deeper pyroclastic materials (Rossignol, *et al.* 1987). In general, it is a flat area with soft slopes and an altitudinal gradient of 400-900 m.

The climate is type Aw<sub>1</sub>, warm with summer rains, and a mean temperature of 24° C, with a minimum of over 18° C and a maximum of 26° C. Mean annual precipitation is 893.8 mm and there are two quite marked seasons: the dry season from October to May with a mean monthly rainfall of 17 mm in March and the rainy season from June to September, with a monthly mean of 180 mm in September (García, 1981).

Vegetation in the area is tropical deciduous forest (*sensu* Miranda and Hernández, 1963). The arboreal stratus measures from 3 to 8 m and is characterized principally by *Bursera cinerea* Engl., *Cephalocereus palmeri* Rose var. *sartorianus* (Rose) Krainz, *Lysiloma microphylla* Benth., and *Lysiloma acapulcensis* (Kunth) Benth. The shrub stratus is characterized by *Bernardia interrupta* (Schltr.) Muell., *Casearia corymbosa* Kunth, *Comocladia engleriana* Loes., *Cnidoscolus aconitifolius* (Miller) I.M. Johnston, and *Croton ciliato-glandulosus* Ortega. In the herbaceous stratus, the following species are most common: *Anthurium schlechtendalii* Kunth var.

*schlechtendalii*, *Bidens reptans* G. Don, *Callisia fragrans* (Lindley) Woodson, *Callisia repens* L., *Mammillaria eriacantha* Link and Otto, and *Micrograma nitida* (J. Sm.) A.R. Sm.

The original plant cover is fragmented along a substantial part of the volcanic rock. Present landscape includes tropical deciduous forest (Ortega, 1981), secondary vegetation derived from the anthropization of original forest, induced or introduced pastureland, and sugar cane fields (*Saccharum officinarum* L.), chayote (*Sechium edule* (Jacq.) Sw.), mango (*Mangifera indica* L.), and coffee (*Coffea arabica* L.).

### **SPECIES INVENTORY AND BOTANICAL MATERIAL COLLECTION**

In order to obtain a trustworthy species inventory for a plant community, it is necessary to consider the concept of minimum area in the community as it relates both to vascular flora and spatial homogeneity. The criterion thus arises that for every plant community, there is a minimum surface area that makes it possible for the community to exist as such (Matteucci and Colma, 1982; Mueller-Dumbois and Ellenberg, 1974). As a property of the community, this concept is valid only if the vegetation segment studied is homogeneous (Matteucci and Colma, 1982). In our case, research is carried out in two plant communities that develop on a quite heterogeneous landscape, so that the concept and estimation of minimum area is not useful for community characterization. To evaluate the sampling effort and characterize plant communities in terms of diversity, we used 100 m<sup>2</sup> quadrants for arboreal and shrub strata and 4 m<sup>2</sup> quadrants for the herbaceous stratus; with the use of models, results were used to obtain estimates of total species richness.

At each 100 m of altitude, 0.5–2.5 km long transects were marked transversal to the main axis of the study area and following level curves. On each transect, the 100 m<sup>2</sup> and 4 m<sup>2</sup> quadrants were marked at intervals of 50 m. On average, 20 of 100 m<sup>2</sup> quadrants were sampled and 60 of 4 m<sup>2</sup> quadrants. The number of quadrants and the distance between them varied with the width of the study area and the size of original and anthropized plant cover fragments. Sampling was carried out during the rainy season, which is when most species flower and bear fruit, and in consecutive four-month periods over two years (August-November of 1999-2000). Original vegetation was sampled during the first period and anthropized vegetation during the second.

On each quadrant, vascular plant species were recorded and herbarium specimens of these species were collected. From each transect, specimens of all species different from those registered for the previous sampling site were recorded. A minimum of 10 sites were sampled for each plant community per transect. Botanical material was identified using dichotomous keys from *Flora de Veracruz*

(fascicles 1-123, 1978 - 2001) and from comparison with material determined by specialists.

## DATA ANALYSIS

Data matrices were made with the presence-absence of vascular plant species at the 123 sampling sites. Herbaceous stratus species were integrated into the 100 m<sup>2</sup> quadrants. Using species presence-absence as a variable, analysis of species accumulation was developed. This analysis was carried out separately for primary and secondary communities, according to the hypothesis that the alpha and gamma diversity of the two plant communities will differ. To evaluate sampling efficiency, we sampled 10 sites per transect for each plant community.

Species accumulation curves were analyzed using the Clench and exponential models (Soberón and Llorente, 1993). The Clench model assumes that the probability of finding new species increases to a maximum limit as the sampled area increases:

$$S = (b_1 A) / [1 + (b_2 A)]$$

The exponential model assumes that as registered species richness increases, the probability of adding a new species decreases exponentially:

$$S = (b_1 / b_2) [1 - \exp(-b_2 A)]$$

For both models, **S** represents species richness, **A** is the area sampled, **b<sub>1</sub>** is proportionate to species richness on a unit taken randomly from the sampling universe, and **b<sub>2</sub>** is the incorporation rate of new species. The expected value for the maximum number of species is **b<sub>1</sub> / b<sub>2</sub>**, corresponding to the ordinate to the origin of linear regression between **1/A** vs **1/S** (Caprariis *et al.*, 1981). Significances of **b<sub>1</sub>** and **b<sub>2</sub>** were obtained using the  $t = b_i - 0 / \sigma_i$  test, ( $\sigma_i$  is the standard deviation of corresponding estimates), for **n - 2** degrees of freedom (with **n** number of samples) and  $\alpha = 0.05$  (Sokal and Rohlf, 1995). The Clench model is uninfluenced by environmental heterogeneity. The exponential fits better when the sampling zone is large or taxa are little known (Soberón and Llorente, 1993; León-Cortés *et al.*, 1998). In both cases, the determination coefficient ( $r^2$ ) was obtained as an efficiency estimator for the models (Zar, 1999).

To prevent sampling order from influencing results, it was determined randomly using the EstimateS program (Colwell, 2000).

## RESULTS

### SPECIES ACCUMULATION CURVES: EXTRAPOLATION

In this research, sampling permitted the registration of 112 families, 402 genera, and 683 species on a surface that measures 12,300 m<sup>2</sup> and features tropical deciduous forest and secondary vegetation (Table 1).

Alpha diversity registered per transect varied from 118 to 159 species in tropical deciduous forest and 131 to 212 in secondary vegetation, in both cases on a surface that ranged from 800 to 1,500 m<sup>2</sup> (Table 1). Sixty-four percent of species richness registered was concentrated in 18 vascular plant families, with 11-74 species per family, for a total of 442 species. The remaining species richness (36%) was distributed over 94 families, with 1-9 species per family. Among the 18 most numerous families in genera and species, six contained 40% of the country's vascular species: Leguminosae, Asteraceae, Poaceae, Orchidaceae, Cactaceae, and Rubiaceae (Rzedowski, 1991).

The determination coefficient was over 0.95 on accumulation curves for tropical deciduous forest and secondary vegetation species, as constructed with the exponential model; a percentage of species recruitment of over 80% was reached on all transects except 1 and 4 for secondary vegetation, where only 63 and 71 were reached, respectively (Table 2). Transects 1, 3, and 6 in tropical deciduous forest and 5 and 6 in secondary vegetation neared the asymptote, while species recorded on transects 3 and 6 of tropical deciduous forest and 5 and 6 of secondary vegetation surpassed the asymptotic value estimated by the model; on transects 2 and 5 of tropical deciduous forest, only 80% species recruitment was achieved (Table 2).

In tropical deciduous forest and secondary vegetation, the Clench model produced asymptotic values (*a / b*) higher than alpha values registered on the six transects (Table 2). Determination coefficient values were over 95% for both plant communities, and *a* and *b* for exponential and Clench models were significantly different from zero ( $P < 0.01$ ). Accumulation curves with this model indicate that the transects that neared the asymptotic level in tropical deciduous forest were 3 and 6 and 3 and 6 in secondary vegetation (Fig. 2). Those that had the lowest recruitment percentage in tropical deciduous forest were transects 2 and 5 and 1 and 4 in secondary vegetation (Fig. 2 and Table 2).

Gamma diversity as estimated with the exponential model was 407 species, corresponding to the asymptote expected for maximum species richness in tropical deciduous forest. A total of 370 species were recorded, representing 91% of estimated richness using the model. Estimated gamma diversity (*alb*) with this model was 545 species for secondary vegetation. We recorded 455, which corresponds to

83% of expected gamma diversity for this type of plant community. The determination coefficient for each altitudinal range was over 97%, and all values for **b** were significantly different from zero ( $p < 0.01$ ).

The 370 species registered in tropical deciduous forest correspond to 71% of the 522 species estimated (**a / b**) for the same plant community with the Clench model. For 115 species, estimated gamma diversity was higher with this model than with the exponential model (Table 3). With regard to secondary vegetation, the gamma diversity of 455 species was recorded, and the gamma diversity asymptote was 545 species.

In the inventory of alpha diversity for secondary vegetation, species recruitment per sampling site was quite variable, ranging from 4 to 15 species. When recruitment variability is recurrent, analysis of asymptotic level of gamma diversity gives vague and incomplete results with the Clench model. This was observed in the decrease in variation represented by a determination coefficient of over 85% in secondary vegetation according to the Clench model (Table 3). The 455 species gamma diversity registered in this plant community corresponded to 83% of estimated gamma diversity according to the exponential model. With both models, the determination coefficient of the two plant communities was over 97%, with the exception previously mentioned; furthermore, **a** and **b** values were significantly different from zero ( $p < 0.01$ ). In the case of secondary vegetation, recruitment variability of new species per sampling site occurred due to the different regeneration ages (1-15 years) along sampling transects.

## DISCUSSION

The tropical deciduous forest and secondary vegetation communities analyzed herein are rich in species (Rzedowski, 1991; Gómez-Pompa, 1971). The rocky volcanic landscape where they are found is quite heterogeneous; for various reasons, it has high microenvironmental diversity. Rocky surfaces with sparse soil stand out; in these areas, little organic material accumulates and slopes vary from mild to steep, contrasting with other areas of mounds formed by the accumulation of rock blocks. In regions with soft slopes, hollows, cracks, and fractures in the rock are common; there, moisture is better preserved and organic material accumulates. On transects, the various rocky conditions mentioned are observed, causing variability in tropical deciduous forest biodiversity. Furthermore, anthropization of original vegetation has caused high variability in secondary vegetation, which is not only made up of nomad flora (Gómez-Pompa, 1971) but has different ages of abandonment and therefore different regeneration phases.

The use of species accumulation functions for plant biodiversity inventories is extremely useful for evaluation of the method used to carry out inventories and to

generate information for comparison with other study areas (Palmer, 1990; Soberón and Llorente, 1993; Colwell and Coddington, 1994; Longino and Colwell, 1997; León-Cortés, *et al.* 1998).

If we compare alpha diversity values obtained with tropical deciduous forest samplings with asymptotic values estimated using the exponential model (Table 2), we note that from 80-100% of the estimates were obtained. As for values estimated using the Clench model, results are unsatisfactory except for transects 3 and 6, for which values exceeded 80 and 90%, respectively. On transects 2 and 5 (at 500 and 800 m asl), results were a little over 50% of estimated values (Table 2 and Fig. 2b, e). On these transects, original vegetation is partially anthropized, causing an increase in secondary species richness; we therefore believe that a greater sampling effort is required here than in better conserved areas.

At landscape level, tropical deciduous forest inventories are satisfactory and the gamma diversity recorded corresponds to 91% of that estimated with the exponential model. The inventory level reached with the Clench model represents 71% of that recorded (Table 3).

With the exponential model, secondary vegetation presents a satisfactory inventory on four of the transects (2, 3, 5, and 6). Transects 1 and 4 show a deficiency in sampling results of 37 and 29%, respectively (Table 2). The best results with this model correspond to transects 5 and 6, on which asymptotic level surpassed 100%. The Clench model presented unsatisfactory inventory levels on most transects (Table 2), with the exception of transects 5 and 6, which can be considered satisfactory as asymptotic level surpassed 80% (Table 2 and Fig. 2).

We attribute differences in results with secondary vegetation to the various developmental stages that appear in this landscape. According to estimates from the Clench model, satisfactory results would only be obtained for secondary vegetation of the same age with a minimum of 10 repetitions for each stage. This represents a considerable sampling effort considering the diversity of secondary vegetation stages in the landscape.

At landscape level, both models can be considered satisfactory for secondary vegetation inventory, as samples exceeded 80% of the estimate (Table 3, Fig. 2). The asymptotic level of gamma diversity estimated with the Clench model was 464 species, a difference of 9 species from the gamma diversity recorded in inventory (Table 3). It is noteworthy that the determination coefficient obtained with the Clench model (0.85) exhibits less variation than that obtained with the exponential model (Table 3).

With the exponential model, in conclusion, the sampling effort to obtain alpha

diversity on transects and gamma diversity at landscape level was satisfactory in tropical deciduous forest, as the inventory surpassed 80% of the estimated value. It is, however, necessary to keep in mind that the exponential model is designed for application in homogeneous areas or landscapes (Soberón and Llorente 1993), which explains why with this model, the diversity inventory is high on some transects and surpasses 100% of the alpha diversity estimated with the model (Table 2).

Species sampling results were unsatisfactory as predicted with the Clench model: of five transects, only two exceeded 80% of estimates.

The use of species accumulation models for vascular flora inventories or the quantification of plant diversity is a necessity, as it is difficult to estimate sampling effort through qualitative or traditional sampling. For the latter, to obtain great efficiency in regional or landscape inventories, sampling is generally performed throughout the year in an attempt to record flowering for all four seasons. Even with this sampling effort, however, it is difficult to ascertain that inventories are sufficiently representative of plant richness and diversity for a landscape or vegetation type.

According to experience obtained in the field, we can say that the use of species accumulation models for floristic inventory or the quantification of plant diversity has the following advantages:

1. Measurement of percentage of inventory advances
  2. Estimate of sampling percentage expected in accordance with the effort expended
- 
1. Detection of alpha richness variability at landscape level
  2. Measurement of sampling effort efficiency
  3. Calculation of effort required to obtain a representative and satisfactory inventory
  4. Estimate of species frequency and rarity

Without species accumulation models, it is difficult to reach a trustworthy asymptotic estimate for the richness of landscape species or of any type of plant community. Furthermore, it is important to note that the models used in this research must be modified for increased efficiency or sensitivity, so that they can detect high variability in richness or species diversity in quite heterogeneous landscapes such as the one studied. The two models, exponential and Clench, had problems with data analysis when there was an increase of over 10 species per sampling site and when the increases were alternating and subsequent.

It is probable that in landscapes as heterogeneous as the one we studied, or in plant communities that are rich in species such as secondary vegetation derived from



tropical deciduous forest, the Clench model overestimates species richness, producing unsatisfactory inventory results. However, undersampling of secondary vegetation may also have occurred due to use of a method in which various stages of secondary vegetation were found throughout a transect, making further repetitions necessary for each different age.

## ACKNOWLEDGMENTS

This study, carried out in the Postgraduate Biological Sciences facility of the *Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Iztapalapa, Mexico, D.F.*, forms part of the first author's PhD thesis. We would like to thank the following people for their support: Pablo O. Aguilar, Lamberto Aragón Axomulco for technical support with computer programming, and Sergio Avendaño Reyes and Israel Acosta Rosado for technical support in field sampling. This research was financed by CONABIO (Project L-228), CONACYT (153088), and the Department of Vegetation Systematics (902-14) at the *Instituto de Ecología, A.C.*

## REFERENCES

- Caprariis, P., Lindermann, R., and Haines, R. (1981). A relationship between sample size and accuracy of species richness predictions. *Mathematical Geology*, 4, 351-355.
- Colwell, R.K. and Coddington, J.A. (1994) Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B*, 345, 101-118.
- Colwell, R.K. (2000) EstimateS: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples. Version 6.0 User's Guide and Applications. University of Connecticut, Storrs, CT.
- García, E. (1981) Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. *Indianápolis 30*. México D.F. pp.252.
- Gentry, A.H. (1982) Neotropical floristic diversity. *Ann. Missouri. Bot. Garden*, 69, 557-593.
- Gentry, A.H. (1988) Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Ann. Missouri. Bot. Garden*, 75, 1-34.
- Gómez-Pompa, A. (1971) Posible papel de la vegetación secundaria en la evolución de la flora tropical. *Biotropica*, 3(2): 125-135.
- Gotelli, N.J. and Colwell, R.K. (2001) Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters*, 4: 397-391.
- Halffter, G. (1998) Una estrategia para medir la biodiversidad a nivel de paisaje. In: Halffter, G. (edit). *La diversidad biológica de Iberoamérica II. Acta Zoológica Mexicana (Vol. Esp.): 3-17.*
- León-Cortés, J.L., Soberón-Mainero, J. and Llorente-Bousquets, J. (1998) Assessing completeness of Mexican sphinx moth inventories through species accumulation functions. *Diversity and distributions*, 4, 37-44.
- Longino, J.T. and Colwell, R.K. (1997) Biodiversity assessment using structured inventory: capturing the ant fauna of a tropical rain forest. *Ecological Applications*, 7, 1263-1277.

Lott, E.J. (1987) Floristic diversity and structure of upland and arroyo forest of coastal Jalisco. *Biotropica*, 19(3), 228-235.

Magurran, A.E. (1988) Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, Princeton, New Jersey. pp 179.

Matteucci, S.D. and Colma, A. (1982) Metodología para el estudio de la vegetación. *Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico, Washington, D.C.*

Medail F. and Verlaque R. (1997) Ecological characteristics and rarity of endemic plants from southeast France and Corsica: Implications for biodiversity conservation. *Biol. Conserv.* 80(3): 269-281.

Miranda, F. and Hernández X.E. (1963) Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Bol. Soc. Bot. México*, 28, 29-179.

Mueller-Dombois, D. and Ellenberg, H. (1974) Aims and methods of vegetation Ecology. *John Wiley and Sons, New York.*

Negendank, J.F.W., R. Emmermann, R. Krawczyk, F. Mooser, H. Tobschall and D. Werle. (1985) Geological and geochemical investigations on the eastern trans Mexican volcanic belt. *Geof. Int.*, 24(4), pp. 477-575.

Ortega, O.R. (1981) Vegetación y flora de una corriente de lava (malpais) al noreste del Cofre de Perote, Ver. *Biotica*, 6(1), 57-97.

Palmer, M.W. (1990) The estimation of species richness by extrapolation. *Ecology*, 71(3), 1195-1198.

Rosignol, J-P., Geissert, D., Campos, A. and Kilian, J. (1987) Morfoedafología del área Xalapa-Coatepec, Unidades morfoedafológicas. Carta Esc. 1: 75,000. Orstom, INIREB y CIRAC. México, D.F

Rzedowski, J. (1978) Vegetación de México. *Limusa. México, México.*

Rzedowski, R.J. and Calderón de R.G. (1987) El bosque tropical caducifolio de la región mexicana del Bajío. *Trace*, 12, 12-21.

Rzedowski, J. (1991) Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botánica Mexicana*, 14, 3-21.

Sarukhán, J. (1998) Los tipos de vegetación arborea de la zona cálido húmeda de

México. *In*: T.D. Pennington y Sarukhán (Eds.) Árboles tropicales de México, pp. 13-65. *Universidad Nacional Autónoma de México y Fondo de Cultura Económica*.

Soberón, M.J. and Llorente B.J. (1993) The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology*, 7(3), 480-488.

Sokal, R.R. and Rohlf, F.J. (1995) *Biometry: The principles and practice of statistics in biological research*. 3 Edition. W. H. Freeman and Company, New York, USA. pp 451.

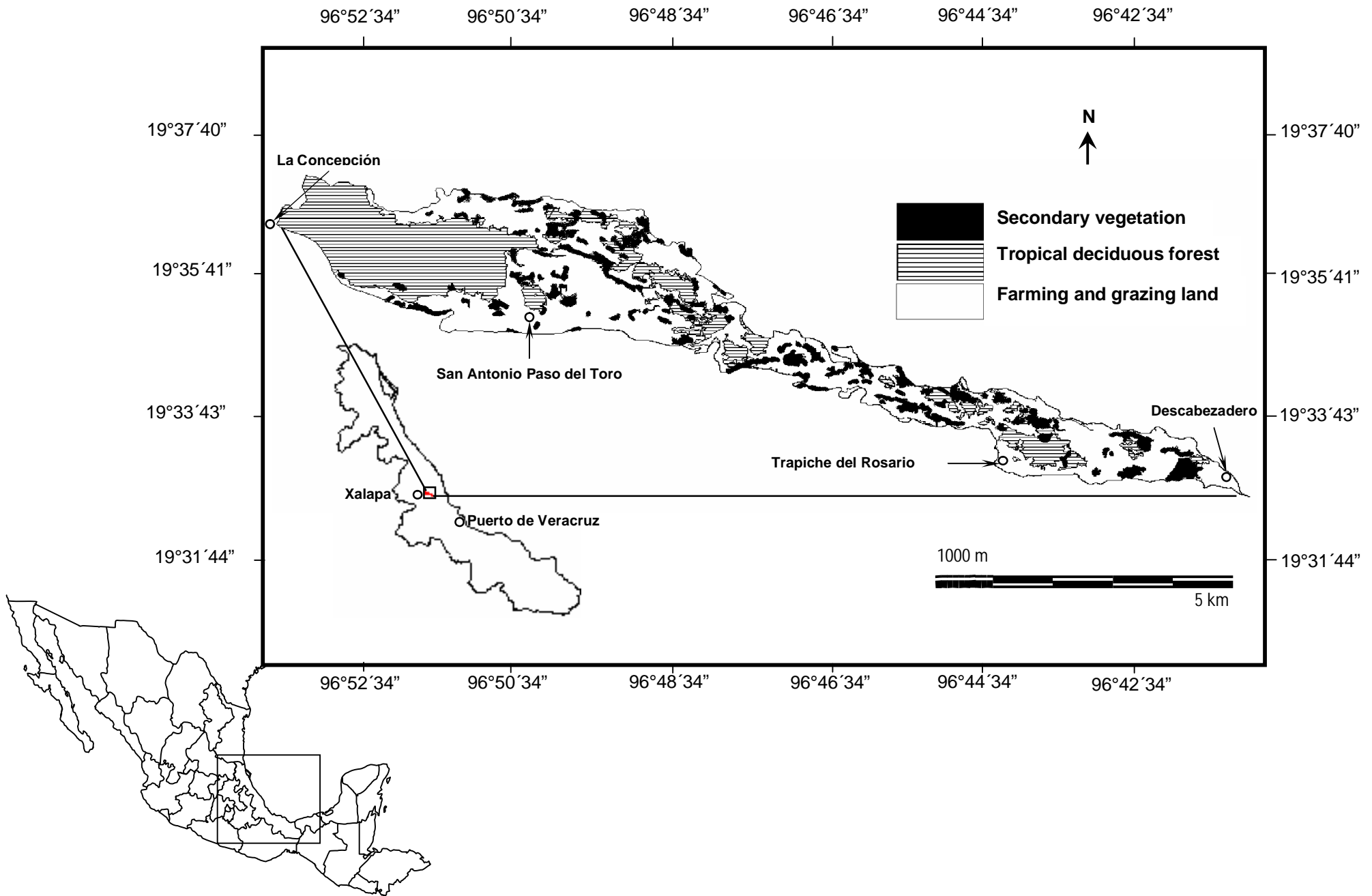
Toledo, V.M. (1982) Pleistocene changes of vegetation in tropical Mexico. *In*: G.T. Prance (ed.) *Biological diversification in the tropics*, pp. 93-111. *Columbia Univ. Press, New York*.

Whittaker, R.H. (1972) Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21, (2/3) 213-251.

Zar, J. 1999. *Biostatistical Analysis*. Fourth Edition. Prentice Hall. New Jersey, USA.

## LEGENDS AND FIGURES

- Figure 1.** Location of study area and vegetation types studied in tropical forests of central Veracruz, Mexico.
- Figure 2.** Species accumulation curves for estimated and observed data at landscape level with Clench and exponential models in tropical deciduous forest.
- Table 1.** Tropical deciduous forest species and secondary vegetation accumulated per transect, measured at intervals of 100 m
- Table 2.** Analysis of species accumulation curves with regard to increase in area on the 123 sampling sites on six transects
- Table 3.** Comparison of results from data extrapolation analysis with the two models, Clench and Exponential



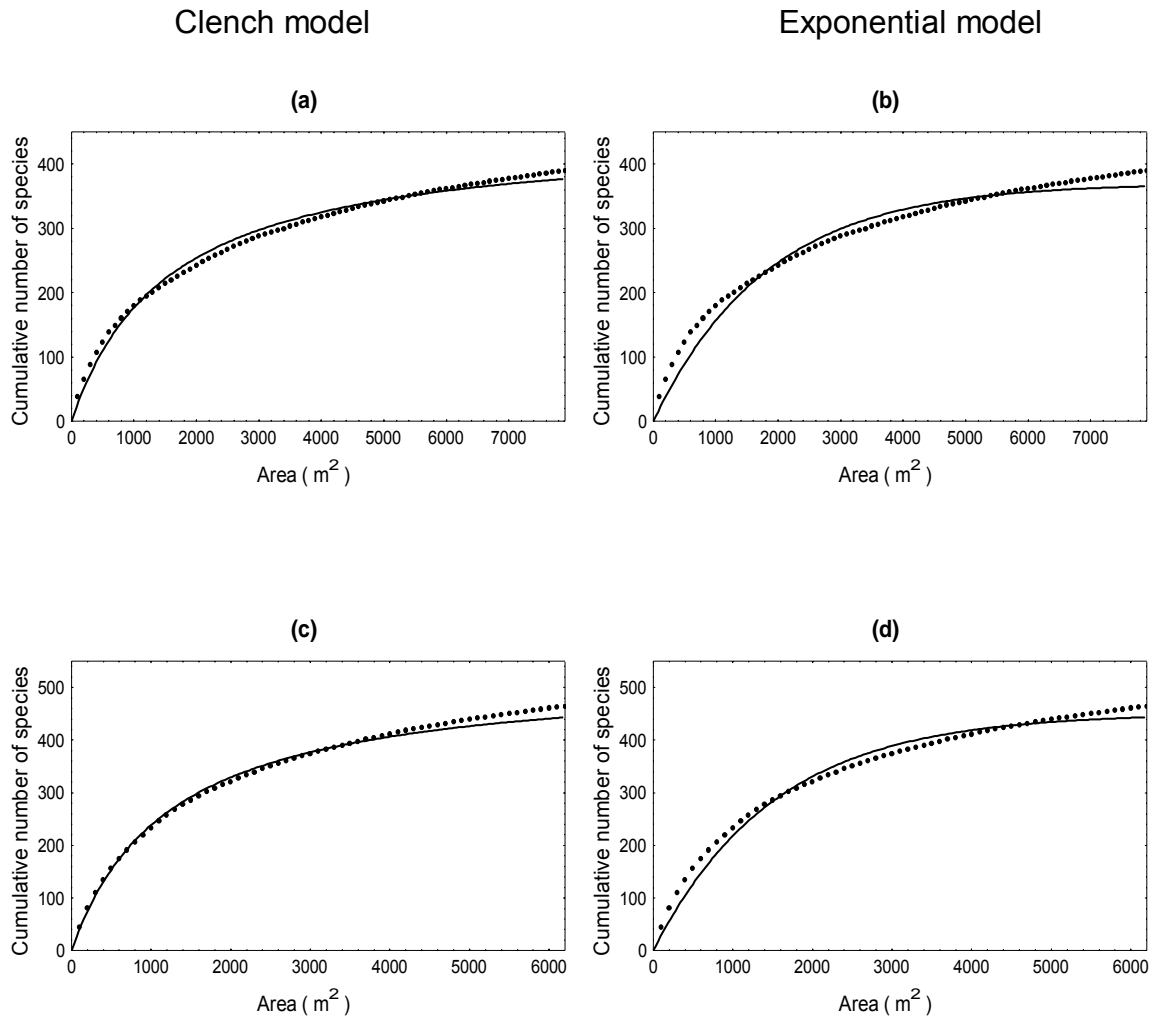


Figure 2. a and b primary vegetation, c and d secondary vegetation



Table 1. Tropical deciduous forest species and secondary vegetation accumulated per transect, measured at intervals of 100 m

<b>PLANT COMMUNITIES</b>					
<b>TROPICAL DECIDUOUS FOREST</b>				<b>SECONDARY VEGETATION</b>	
TRANSECT	ALTITUDE IN MASL	SPECIES ACCUMULATED	AREA IN M <sup>2</sup>	SPECIES ACCUMULATED	AREA IN M <sup>2</sup>
1	400	118	1,000	212	1,100
2	500	136	900	158	1,000
3	600	145	1,500	171	1,100
4	700	127	1,100	163	1,000
5	800	159	800	174	1,000
6	900	129	1,000	131	800

Table 2. Analysis of species accumulation curves with regard to increase in area on the 123 sampling sites on six transects, as carried out on rocky substratus of volcanic origin using two comparative models: Clench and exponential. For both, all values for **a** and **b** are significantly different from zero ( $p < 0.01$ ).

<b>TROPICAL DECIDUOUS FOREST</b>												
TRANSECT	ALTITUDE IN MASL	NUMBER OF SPECIES	EXPONENTIAL MODEL $S=(b1/b2)*(1-exp(-b2*a))$					CLENCH MODEL $S=(b1*a)/(1+(b2*a))$				
			a	b	a/b	r <sup>2</sup>	%	a	b	a/b	r <sup>2</sup>	%
1	400	118	0.4044	0.0034	119	0.9644	99	0.5142	0.0034	151	0.9865	78
2	500	135	0.3220	0.0019	169	0.9817	80	0.3437	0.0014	243	0.9773	56
3	600	145	0.2942	0.0021	140	0.9549	104	0.3669	0.0021	173	0.9742	84
4	700	126	-	-	-	-	-	0.4657	0.0028	165	0.9684	76
5	800	159	0.3789	0.0019	199	0.9933	80	0.4081	0.0013	299	0.9947	53
6	900	129	0.5907	0.0049	121	0.8807	107	0.8388	0.0058	143	0.9531	91
<b>SECONDARY VEGETATION</b>												
1	400	212	0.3348	0.0010	335	0.9922	63	0.3504	0.0007	499	0.9865	43
2	500	158	0.2794	0.0016	175	0.9679	90	0.3513	0.0013	257	0.9690	62
3	600	171	0.4027	0.0021	192	0.9909	89	0.4642	0.0018	256	0.9924	67
4	700	163	0.2986	0.0013	230	0.9906	71	0.3192	0.0009	337	0.9915	48
5	800	174	0.4855	0.0029	167	0.9591	104	0.6032	0.0028	213	0.9746	82
6	900	131	0.6262	0.0048	130	0.9582	101	0.8108	0.0050	161	0.9713	81

Table 3. Comparison of results from data extrapolation analysis with the two models, Clench  $S = (b_1 \cdot A)/(1+(b_2 \cdot A))$  and Exponential  $S = (b_1/b_2) \cdot (1-\exp(-b_2 \cdot A))$  for the 123 samplings done in primary and secondary vegetation, where  $b_1$  and  $b_2$  are the estimated parameters and  $A$  is the area evaluated. All values for  $a$  and  $b$  for both models are significantly different from zero ( $p < 0.01$ ) where  $r^2$  is the determination coefficient,  $a$  is the parameter relative to number of initial species,  $b$  is the probability of an increase in new species with an increase in area,  $a/b$  is the asymptote, and % indicates final percentage of species number observed/number expected according to models.

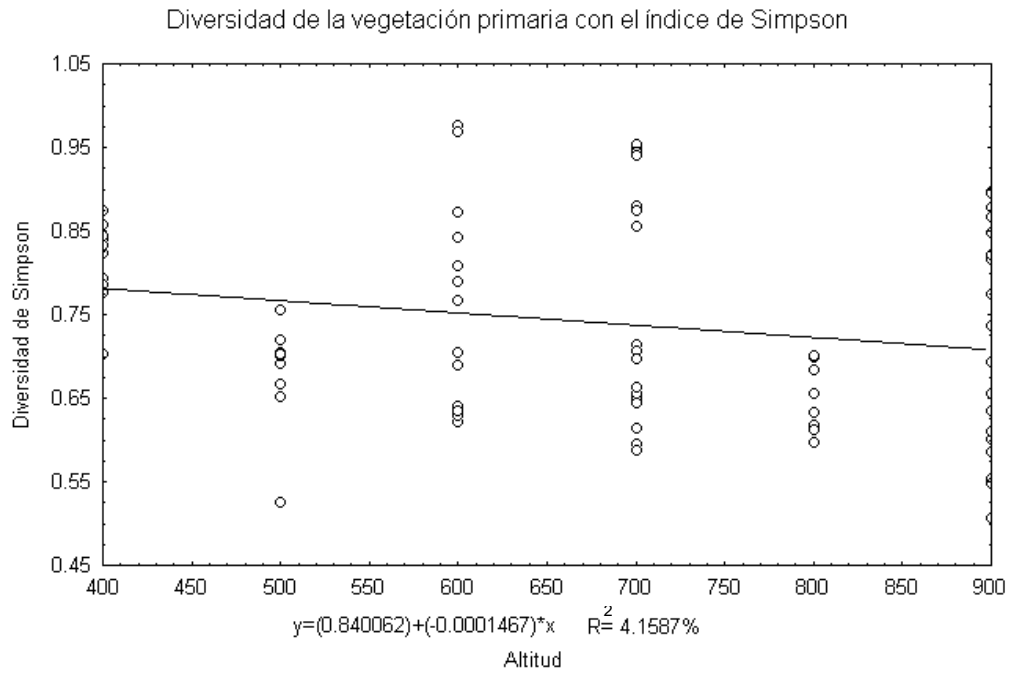
VEGETATION TYPE	NUMBER OF SPECIES	EXPONENTIAL MODEL $S=(b_1/b_2) \cdot (1-\exp(-b_2 \cdot a))$					CLENCH MODEL $S=(b_1 \cdot a)/(1+(b_2 \cdot a))$				
		a	b	a/b	$r^2$	%	a	b	a/b	$r^2$	%
Tropical deciduous forest	370	0.1626	0.0004	407	0.9719	91	0.2086	0.0004	522	0.9756	71
Secondary vegetation	455	0.2180	0.0004	545	0.9788	83	0.6951	0.0015	464	0.8536	98

## **RIQUEZA Y DIVERSIDAD**

### **DIVERSIDAD ALFA**

La riqueza y la diversidad de la selva baja caducifolia y del acahual son variables. En la vegetación original la diversidad alfa varía entre 20 y 49 especies por 100 m<sup>2</sup>, en tanto que en las comunidades secundarias va de 25 a 69 especies por 100 m<sup>2</sup> (Fig. 10). La diversidad, según el índice de Simpson, se incrementa en las comunidades antropizadas (Fig. 18 y 19). Así mismo, la diversidad está correlacionada con variables como la altitud, la temperatura y la precipitación. Analizando los datos del gradiente altitudinal, con una regresión simple se determino la correlación que existe entre la diversidad y la altitud, donde se establece un gradiente altitudinal de diversidad, disminuyendo con el incremento de la altitud, donde también disminuye la temperatura (Fig. 18). Donde  $r^2 = 34.58$  y el valor de  $p$  es menor que 0.05. Sin embargo, con la equitatividad se observa un ligero incremento (Fig. 19).

**A**



**B**

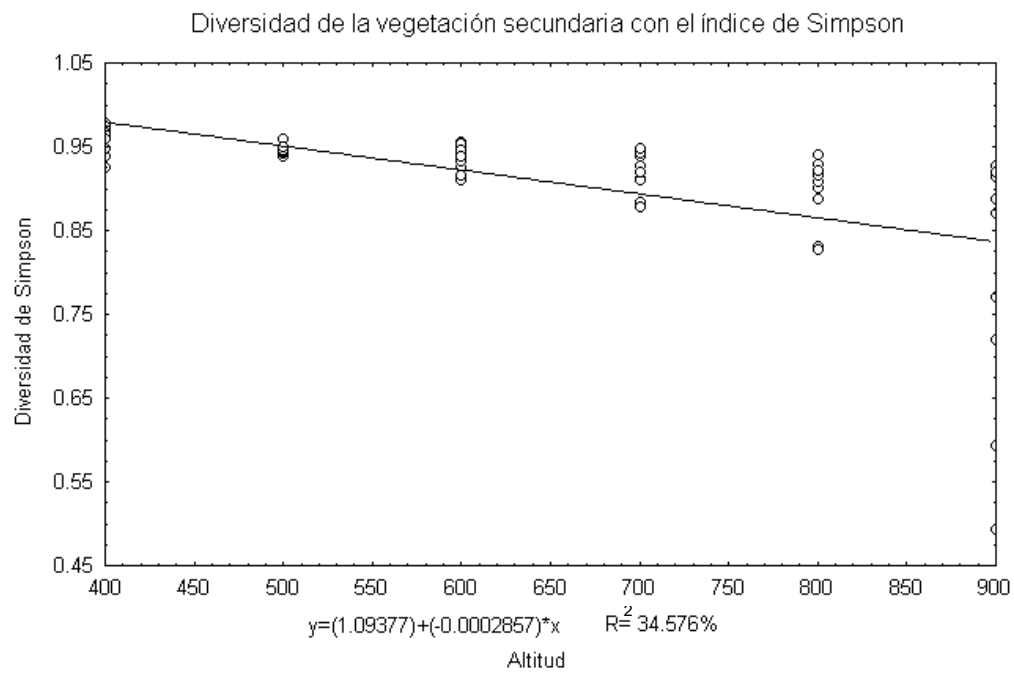


Fig. 18. Correlación entre los índices de diversidad de Simpson y la altitud. Donde se observa que la vegetación primaria (**A**) presenta una menor diversidad que en la vegetación secundaria (**B**).

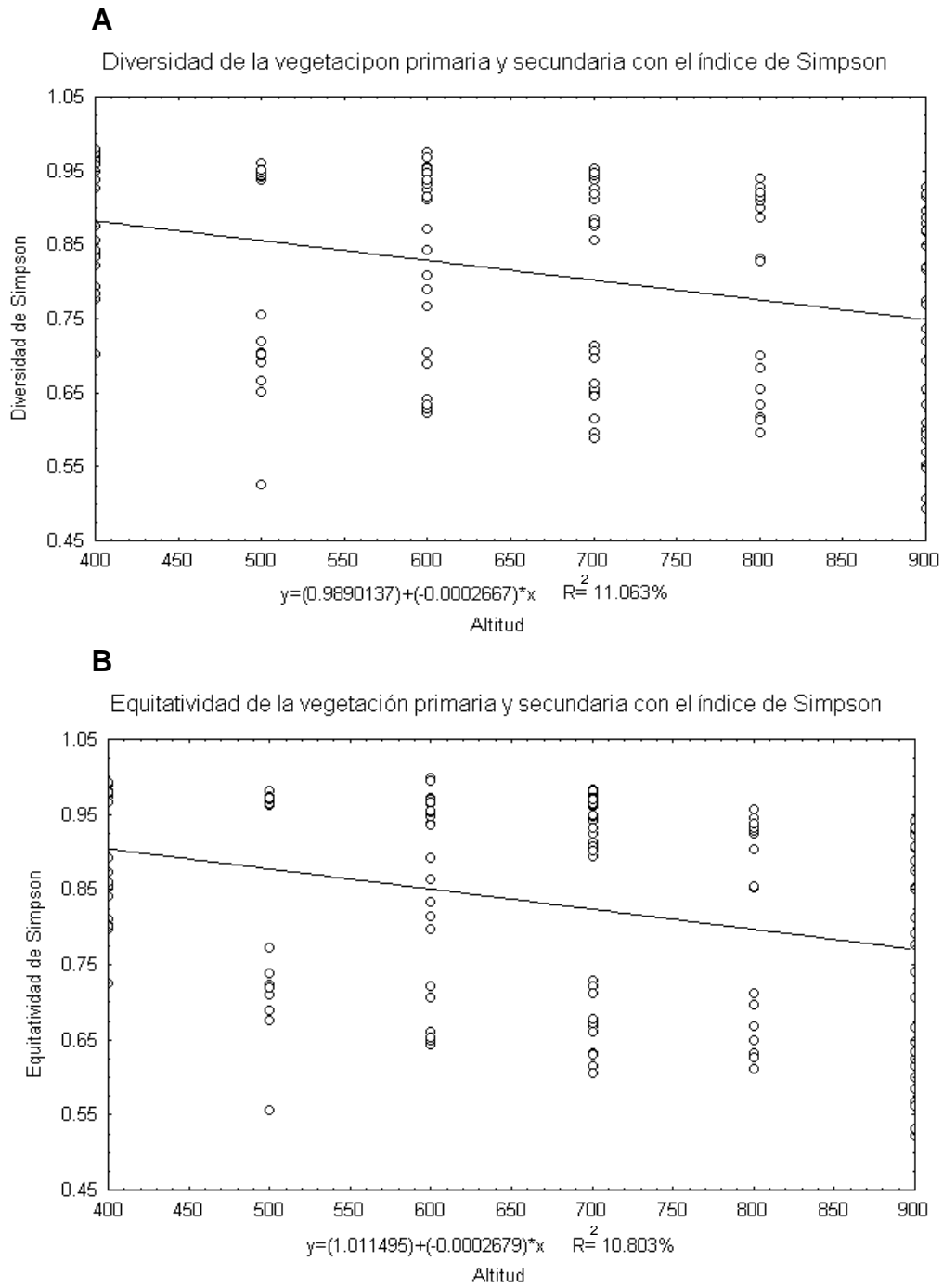


Fig. 19. Correlación de la diversidad (A) y la equitatividad (B) con la altitud, según el índice de Simpson de la vegetación primaria y secundaria.

## DIVERSIDAD BETA (RECAMBIO DE ESPECIES) Y DIVERSIDAD GAMA

La diversidad alfa es alta tanto en la vegetación primaria como en la secundaria, sin embargo, no es muy evidente su correlación con la altitud. El recambio de especies o diversidad  $\beta$  a nivel de paisaje entre la selva baja caducifolia y la vegetación secundaria según el modelo de Cody (1993), es menor a 0.34, sin embargo, se incrementa en los distintos niveles de altitud o pisos altitudinales de la zona de estudio (Cuadro 4). La diversidad  $\beta$ , en los distintos pisos altitudinales indica el impacto de la antropización sobre la vegetación primaria en cada nivel altitudinal. Por lo tanto, donde la antropización es más severa como en los transectos 5 y 6 (Cuadro 4), la diversidad  $\beta$  que se presenta es más alta. Los transectos donde las variables ambientales como la pedregosidad, rocosidad y pendiente presentan valores más elevados, tienen una resistencia intrínseca a la antropización. Generalmente en estos sitios, la vegetación secundaria contiene elementos asociados de la vegetación primaria, por lo cual, la diversidad  $\beta$  o recambio de especies presenta valores bajos. En los transectos 2 y 3, donde la vegetación primaria se encuentra mejor conservada y los valores de las variables ambientales de pedregosidad, rocosidad, pendiente y sustrato desnudo son más elevados, el recambio de especies es menor (Cuadro 4), ya que comparte un mayor número de especies. Los resultados de la diversidad  $\beta$  en los transectos (Cuadro 4), indican una alta singularidad de la diversidad en las dos comunidades vegetales. Se puede decir que la antropización ocasiona una sustitución de la vegetación primaria o de la flora residente por una flora secundaria o nómada que va del 67 hasta el 82% de las especies. El recambio de especies en el gradiente altitudinal a nivel de paisaje de la vegetación primaria y secundaria juntas, es muy evidente y disminuye de forma importante con el incremento de la altitud (Cuadro 5). Analizando las floras de la vegetación primaria (selva baja caducifolia) y de la secundaria por separado, la diversidad  $\beta$  de la vegetación original disminuye a través del gradiente altitudinal de 400-900 m de altitud (Cuadro 6). En la vegetación secundaria se observa un ligero incremento de la diversidad  $\beta$ , correlacionada con el incremento de la altitud de 400-900 m (Cuadro 7). La flora residente o de la vegetación primaria es la más afectada por el reemplazo de especies secundarias o nómadas. Entre la flora primaria más sensible a ser sustituida o reemplazada por una flora secundaria, está la endémica y la suculenta, así como, una buena parte de la flora leñosa que caracteriza a los estratos arbóreo y arbustivo (Cuadro 2). Este reemplazo se puede apreciar mejor en el capítulo de complementariedad.

La diversidad gama observada a nivel de paisaje para las dos comunidades vegetales, de 683 especies, es superada por la estimada de 918 especies, presentando una diferencia de 235 especies (Cuadro 5). Sin embargo, la diferencia entre la diversidad gama observada y la estimada para cada comunidad vegetal disminuye. Para la selva baja caducifolia se presenta entre la diversidad gama observada (341) y la estimada (357) una diferencia de 16 especies (Cuadro 6).

Asimismo, para la vegetación secundaria con una gama observada de 441 especies y la estimada de 462, presentan una diferencia de 21 especies (Cuadro 7).



Cuadro 4. Diversidad Beta de la selva baja caducifolia y vegetación secundaria en un sustrato rocoso de origen volcánico.

<b>TRANSECTOS</b>	<b>ALTITUD M SNM</b>	<b>ÁREA M<sup>2</sup></b>	<b>DIVERSIDAD ALFA DE SBC</b>	<b>DIVERSIDAD ALFA DE VS</b>	<b>ESPECIES COMPARTIDAS ENTRE SBC Y VS</b>	<b>DIVERSIDAD BETA ENTRE SBC Y VS</b>
1	400	900	119	205	46	0.69
2	500	900	121	144	43	0.67
3	600	900	98	156	33	0.73
4	700	900	106	173	29	0.78
5	800	800	168	153	25	0.84
6	900	900	88	151	13	0.88

Cuadro 5. Diversidad Beta de la selva baja caducifolia y vegetación secundaria en un gradiente altitudinal de 400 a 900 m snm.

<b>TRANSECTOS</b>	<b>ALTITUD EN M SNM</b>	<b>DIVERSIDAD ALFA ACUMULADA DE SBC Y VS</b>	<b>ESPECIES COMPARTIDAS ENTRE TRANSECTOS</b>	<b>DIVERSIDAD BETA ENTRE TRANSECTOS</b>	<b>DIVERSIDAD GAMA</b>
1 y 2	400-500	303-239	156	0.42	Observada 683
2 y 3	500-600	386-264	176	0.30	
3 y 4	600-700	474-286	208	0.24	
4 y 5	700-800	552-296	234	0.20	Estimada 918
5 y 6	800-900	614-325	255	0.18	

Cuadro 6. Diversidad Beta de la selva baja caducifolia en un gradiente altitudinal de 400 a 900 m snm.

<b>TRANSECTOS</b>	<b>ALTITUD EN M SNM</b>	<b>DIVERSIDAD ALFA ACUMULADA DE SBC</b>	<b>ESPECIES COMPARTIDAS ENTRE TRANSECTOS</b>	<b>DIVERSIDAD BETA ENTRE TRANSECTOS</b>	<b>DIVERSIDAD GAMA</b>
1 y 2	400-500	119-121	54	0.55	Observada 341
2 y 3	500-600	186-98	68	0.47	
3 y 4	600-700	216-106	66	0.54	
4 y 5	700-800	256-168	103	0.49	Estimada 357
5 y 6	800-900	321-88	68	0.50	

Cuadro 7. Diversidad Beta de la vegetación secundaria en un gradiente altitudinal de 400 a 900 m snm.

<b>TRANSECTOS</b>	<b>ALTITUD EN M SNM</b>	<b>DIVERSIDAD ALFA ACUMULADA DE VS</b>	<b>ESPECIES COMPARTIDAS ENTRE TRANSECTOS</b>	<b>DIVERSIDAD BETA ENTRE TRANSECTOS</b>	<b>DIVERSIDAD GAMA</b>
1 y 2	400-500	205-144	86	0.49	Observada 441
2 y 3	500-600	263-156	109	0.44	
3 y 4	600-700	310-173	119	0.46	
4 y 5	700-800	364-153	119	0.45	Estimada 462
5 y 6	800-900	398-151	108	0.51	

## **ENDEMISMO**

De este capítulo se elaboraron dos artículos que se presentan en el formato e idioma requeridos por las revistas a las cuales fueron sometidos para su posible publicación. El primero se tradujo al inglés y fue enviado al comité editorial de la revista RHODORA. El segundo fue presentado en español y enviado a la revista de ACTA BOTÁNICA MEXICANA, el cual fue aceptado a reserva de realizar las recomendaciones dictaminadas por los árbitros de la revista, las cuales ya fueron atendidas y se volvió a someter al comité editorial de la misma. También se incluye un subcapítulo de probabilidad de presencia del endemismo de acuerdo a la presencia de algunas variables medioambientales.

ENDEMISM IN A TROPICAL DECIDUOUS FOREST ON A VOLCANIC ROCKY SUBSTRATE IN VERACRUZ, MEXICO.

G. Castillo-Campos<sup>1</sup>, P.D. Dávila Aranda<sup>2</sup>, J.A. Zavala-Hurtado<sup>3</sup> <sup>1</sup>Departamento de Sistemática Vegetal. Instituto de Ecología, A.C. Apdo. 63, Xalapa, Ver. 91000, México. <sup>2</sup>Facultad de Estudios Superiores, Iztacala Universidad Nacional Autónoma de México. <sup>3</sup>Departamento de Biología. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, México D.F.

**ABSTRACT**

**Aim** The main objective of this study was to identify the diversity of endemism of the vascular flora in original and disturbed environments of tropical deciduous forest that grows on volcanic rock. Endemic species cover is used as an indicator of the present status of such populations. A further aim is to explore the relationship between endemic species diversity and abundance and relevant environmental factors along an altitudinal gradient.

**Location** Endemic richness was measured in tropical deciduous forest developed on a volcanic rocky substrate located in the medium-high watershed of the Actopan River in central Veracruz, Mexico.

**Methods** At every 100 m of altitude, following natural contours, six 0.5–2.5 km transects were marked transverse to direction of lava flow. Along these transects, 141 (100 m<sup>2</sup>) quadrants were established 50 m apart. On average, each transect was divided into 23 quadrants. Sampling was carried out over two years during four consecutive months (August–November of 1999–2000). On each quadrant, cover percentage was estimated visually for each vascular species present using a cover abundance scale. Cover and species presence were analyzed with direct ordination methods, in which the ordering of a species matrix is restricted by its correlation to the environmental matrix. The Multi Variate Statistical Package Program, version 3.1, was employed.

**Results** On the 141 quadrants sampled on the 6 transects, 688 vascular plant species were recorded, 46 of them endemic; they made up 7% of total species recorded. 15.21% of the 46 endemic species are found only in central Veracruz. Most of these species are characteristic of the area's original vegetation, while 9 are classified as secondary vegetation. The endemic species occupy different types of substrate, such as rocky (26), deep soil (3), and varied (lacking habitat preference). Regression analyses show that the slope indicated a significant linear relationship ( $p=0.01$ ) with endemic species richness, while rockiness, bare substrate, and altitude were factors that adjusted significantly to quadratic models ( $p<0.00$ ,  $p=0.00$ , and

p=0.02, respectively). The presence of stumps did not adjust significantly to any of the regression models tested.

**Conclusions** Because rockiness is a variable that limits the disturbance of original vegetation, increased rockiness brings with it better preserved vegetation and substantial endemic species richness. In fact, the variable of bare substrate or exposed rock (without herbaceous vegetation cover) is correlated to an increase in endemic species richness. Furthermore, our analysis indicates that the disturbance of original vegetation leads to the extinction of endemic species, and that it is unlikely that these species will succeed in colonizing disturbed habitats.

**Key words** tropical deciduous forest, endemism, richness, rockiness, Veracruz, Mexico.

## INTRODUCTION

Tropical deciduous forest is a type of plant community widely distributed across the Pacific versant of Mexico; it runs uninterrupted from southern Sonora and southwestern Chihuahua to Chiapas and continues on to Central America (Rzedowski, 1978). There are three isolated fragments located on the Atlantic slope. The first is found in southern Tamaulipas, south eastern San Luis Potosí and the northern tip of Veracruz; the second in central Veracruz; and the third on the northern part of the Yucatan Peninsula, covering almost all of the state of Yucatan and part of Campeche (Rzedowski, 1978; Sarukhán, 1998). Tropical deciduous forest in Mexico is a floristically rich vegetation type, with moisture conditions notably superior to those of other dry neotropical forests (Toledo, 1982; Gentry, 1982; Lott, 1987; Sarukhán, 1998). However, it has also been postulated that under environmental conditions of extreme temperature and humidity, the richness and diversity of this plant community tend to diminish (Rzedowski and Calderón, 1987).

Rocky volcanic substrates where tropical deciduous forest has succeeded have characteristics of aridity similar to those found in deserts, usually assumed to have vegetation communities with low species richness (Noy-Meir, 1985). Nevertheless, tropical deciduous forest in semiarid zones has been considered most relevant because of its high endemism index (Rzedowski, 1978, 1991; Gentry, 1982).

Endemism of vascular flora in Mexico is not well known. Although reference has been made to substantial endemism percentages, little data are available at the state and regional levels. Most research has focused on certain threatened and/or endemic species of particular families or vegetation types (Villaseñor, 1990; Hernández and Godínez, 1994; Rzedowski, 1996). Furthermore, in the state of Veracruz very little research has been done on endemism (Pacheco, 1981; Vovides, 1983; Castillo-Campos and Lorence, 1985; Pérez and Castillo-Campos, 1988; Norstog *et al.*, 1992; Sánchez-Vindas, 1990; Castillo-Campos, 1991; Barringer, 1991; Sosa and Gómez-Pompa, 1994; Zamora and Castillo-Campos, 1997; Vovides, *et al.*, 1997 and Sosa *et al.*, 1998).

Extinction is a natural process for all species, including endemic ones, partly due to the intense transformation that man exercises on the environment; in fact, extinction has become a fundamentally anthropogenic process (Ortiz, 1992). It is, however, difficult to document the phenomenon, as ecological research has scarcely been done at the level of endemic species populations in original environments. Thus, the intrinsic resistance to extinction that endemic species may exercise in disturbed environments is unknown.

The object of this study we attempted to identify the diversity of endemism in vascular flora in original and modified environments of tropical deciduous forest that

grows on volcanic rocks. Endemic species cover is used as an indicator of the present status of such populations. A further aim was to explore the relationship between endemic species diversity and abundance and relevant environmental factors along an altitudinal gradient.

Our research is based on the supposition that endemic species richness and demography are somehow related to the degree of a site, where the least transformed sites would have greater endemic species diversity and a more stable demographic structure.

## **MATERIALS AND METHODS**

### **DESCRIPTION OF THE STUDY AREA**

The study area consists of basaltic lava flow at the bottom of a flat valley of the medium-high watershed on the Actopan River in central Veracruz, Mexico (19° 31' - 19° 37' N, 96° 41' - 96° 54' W, Fig. 1). This zone covers 17 km and has an elongated shape with a variable width of 0.5 - 2.7 km. Its surface area is 3976 hectares; the western border is the municipality of Xalapa, with the municipalities of Actopan and Emiliano Zapata to the south and Naolinco to the north east. From a geomorphological point of view, the substrate is a chaotic "Aa" type basalt deposited during the (Holocene approximately 10,000 years ago) (Negendank *et al.*, 1985) or even more recent. It is located on the lower slopes of the Cofre de Perote volcanic range with volcanic ash deposits and not well consolidated pyroclastic materials not well consolidated (Rossignol *et al.*, 1987). The soil is shallow and formed principally by Litosoles, although the deepest are humic where brunizems that are undergoing planosol and vertisol transformation (Rossignol *et al.*, 1987). The area is generally flat with gentle slopes and an altitudinal gradient of 400 to 900 m.

The climate is type Aw<sub>1</sub>, warm with summer rains; the maximum temperature is 24° C on average, with a minimum of over 18° C and a maximum of 26° C. Annual mean precipitation is 893.8 mm and there are two well-defined seasons. The dry season runs from October to May and has a monthly mean rainfall of 17 mm in March and the rainy season from June to September, with a monthly mean rainfall of 180 mm in September (García, 1981).

Vegetation is tropical deciduous forest *sensu* Miranda and Hernández (1963). The woody stratum measures from 3 to 8 m in height and is principally characterized by *Bursera cinerea* Engl., *Cephalocereus palmeri* Rose var. *sartorianus* (Rose) Krainz, *Lysiloma microphyllum* Benth., *Lysiloma acapulcense* (Kunth) Benth., and *Pseudobombax ellipticum* (Kunth) Dugan var. *tenuiflorum* A. Robyns. The woody stratum is characterized by *Bernardia interrupta* (Schltr.) Muell., *Casearia corymbosa* Kunth, *Comocladia engleriana* Loes., *Cnidocolus aconitifolius* (Miller) I.M. Johnston, *Croton ciliato-glandulosus* Ortega, *Diospyros oaxacana* Standl., and *Fraxinus*

*schiedeana* Schldl. & Cham. The most common species in the herbaceous stratum are *Anthurium schlechtendalii* Kunth var. *schlechtendalii*, *Bidens reptans* G. Don, *Callisia fragrans* (Lindley) Woodson, *Callisia repens* L., *Mammillaria eriacantha* Link & Otto, *Micrograma nitida* (J. Sm.) A.R. Sm., and *Tillandsia fasciculata* Sw.

The original vegetation cover is fragmented over a substantial part of the volcanic rock; flat areas and those characterized by shallow topsoil, are covered by pastureland and sugar cane fields, chayote, mango, and coffee. Also evident is secondary vegetation caused by the anthropization of original vegetation.

## **METHODS**

### **1. SPECIES INVENTORY AND BOTANICAL MATERIAL COLLECTED**

The presence and distribution of endemic vascular species were determined throughout the established region of volcanic rock, at an altitudinal gradient of 400 to 900 m. At each 100 m of altitude, 0.5–2.5 km transects were drawn transversal to the slope in the study area, following natural contours. Along these transects, 141 100 m<sup>2</sup> quadrants were drawn 50 m apart one from each other. On average, 23 quadrants were drawn per transect; however, the number of quadrants and the distance between them varied depending on the width of the study area and the size of vegetated fragments, both original and anthropized. Samples were collected on four consecutive months over a two-year period (August–November of 1999–2000) during the rainy season, when most species flower and bear fruit. Due to the fact that the rough terrain makes floristic sampling slower, and that well-preserved vegetation is found in the most inaccessible parts of the study area, we decided to sample original vegetation first (in 1999) and anthropized vegetation in the second year (2000).

On each quadrant, cover percentage was estimated visually for each vascular species present, using the cover-abundance scale proposed by Braun-Blanquet (1965) and modified by van der Maarel (1979). From each sampling quadrant, herbarium specimens were collected and identified. For each sampling site, altitude (m), slope (%), bare substrate (%), rockiness (%), and plant (both woody and herbaceous) cover (%) were recorded. Likewise, identification was made of disturbance factors such as the presence of stumps, browsing, species extraction, and fires. Only endemic vascular species were used in further analyses.

Biogeographical endemism was fixed according to Megamexico 3 criteria (Rzedowski, 1991), which mark an area running from northern Nicaragua to northern Mexico. To determine the type of rarity, the Rabinowitz *et al.*, classification (1986) was employed. He considers three types of rarity: (1) endemic taxa at a biogeographical level, (2) plants with limited habitat preference, and (3) plants that have few individuals present in a habitat (Halffter and Ezcurra, 1992).



## 2. DATA ANALYSIS

Ordination techniques were employed in order to analyze species cover data and to evaluate the preservation status of endemic vegetation in the various sampling sites. Cover data and species presence were analyzed through direct ordination methods, where the ordering of the species matrix is restricted by its correlation to the environmental matrix. In particular, we applied canonical correspondence analysis (CCA) to detect distribution patterns of species distribution as they related to environmental factors (Birks *et al.*, 1994; Lowe & Pan, 1996) using the MultiVariate Statistical Package (MVSP), version 3.1 (Kovach, 1999). Finally, the dominant species with the highest scores in the sites ordination were used to characterize groups of original and modified vegetation.

To explore the relationship of endemic species richness and some relevant environmental variables correlated to the altitudinal gradient, both simple and multiple linear regression was conducted. Independent variables explaining endemic species richness were altitude, rockiness, slope inclination, presence of stumps, woody cover, and bare substrate.

## RESULTS

On the 141 quadrants sampled on the 6 transects, 688 species of vascular plants were recorded. Of these, 46 (7%) were endemic (Table 1), with a geographic distribution restricted to Megamexico 3 (Rzedowski, 1991). 15.21% of the 46 endemic species are found only in central Veracruz; most of them are characteristic of original vegetation, while 9 belong to secondary vegetation. As to biological forms, there were 21 herbaceous species, 13 shrubs, 11 trees and 1 liana (Table 1).

Endemic species occupied different types of substrate, such as rocky (26), various (no preference for any particular habitat type) (17), and shallow ground (3) (Table 1).

There were also species, those that exhibit habitat rarity, and others that are demographically rare (Halffter and Ezcurra, 1992); that is, some species occupy only specific habitats and others have low densities in the study area although they are widely distributed. Among these, 22 species present habitat rarity and 30 are widely distributed with demographic rarity.

## CORRELATION OF SPECIES RICHNESS TO ENVIRONMENTAL VARIABLES

Regression analysis shows that slope had a significant linear relationship ( $p=0.01$ ) to the richness of endemic species (Fig. 2A), while rockiness, bare substrate, and altitude adjusted significantly to quadratic models ( $p<0.001$ ,  $p=0.001$ ,

and  $y = 0.02$ , respectively) (Fig. 2B, C, and D). Furthermore, stump presence did not adjust significantly to any of the regression models tested (Table 2). It was observed that with an increase in steepness from 0 to 30%, species richness rose from 2.5 to 6.5 (Fig. 2A). Furthermore, specific richness had comparatively higher values in intermediate substrate categories, and maximum values are found at 60% of bare substrate cover. Richness tends to decrease as rockiness nears intermediate values and to increase to a maximum level near the ends (Fig. 2B).

## ORDINATION

Arrangement of samples along the entire first ordination axis seems to follow a gradient of vegetation preservation status. Two groups are thus established. Group 1 (Fig. 3) is characteristic of original vegetation and has strikingly high scores for the following species: *Astianthus viminalis*, *Astronium graveolens*, and *Bursera fagaroides* var. *fagaroides*. These species are found at low altitudinal intervals of 400 to 600 m. On the same axis, a species richness gradient is also evident; it varies from 5 to 8 species in the best-preserved areas and from 1 to 4 in the more anthropized spots. The second group (Fig. 3) is characteristic of areas with highly anthropized vegetation. It features the following endemic species with the highest scores on axis 1: *Bernardia mexicana*, *Cestrum dumetorum*, *Croton ciliatoglandulosus*, *Eleutherine latifolia*, *Leucaena diversifolia*, *Melampodium divaricatum*, and *Tithonia tubiformis*.

The second ordination axis follows an altitudinal gradient defined by the weight of endemic species such as *Fleischmannia pycnocephala*, *Loxothysanus sinuatus*, and *Philodendron radiatum* at altitudes of 700 to 900 m. Following this same gradient, but at low altitudes of 400 to 600 m, the following species are found: *Hechtia stenopetala*, *Neobuxbaumia scoparia*, and *Selaginella schiedeana* (Fig. 3).

In general, the sites where anthropized vegetation dominates are located at altitudes lower than 700 m characterized by the presence of stumps and gentle slopes. However, those sites with better-preserved vegetation are distributed along the altitudinal gradient between 400 and 900 m, with high percentages of rockiness, bare substrate, and steep slopes (Fig. 3).

Fig. 4 shows direct ordination of endemic species. It can be observed that near the upper border of the altitudinal gradient, at 900m, the following species are found: *Fleischmannia pycnocephala*, *Philodendron radiatum*, and *Loxothysanus sinuatus*, while near the lower border (400 and 500 m) are *Astronium graveolens*, *Bernardia mexicana*, *Bursera fagaroides* var. *fagaroides*, *Leucaena diversifolia*, and *Neobuxbaumia scoparia*.

Environmental variables, highly correlated to species matrix ordination for axis 1, were bare substrate (-0.579) and rockiness (-0.451). With regard to axis 2, the variables with the highest correlation were altitude (0.657) and slope (0.422) (Fig.3).

## DISCUSSION

In the studied tropical deciduous forest established on volcanic rock, 46 species were determined to be endemic of Mexico and Veracruz. Seven are exclusive from central Veracruz. Nine endemic species were found in sample units from secondary vegetation, and 37 were sampled on the original vegetation. Although such species are characteristic of original vegetation, they show a certain tolerance to disturbance; they are occasionally found isolated in secondary vegetation in areas where disturbance has not been severe. Of the 46 species registered, 24 are trees and shrubs, 22 are herbs, and 1 is a liana. The following families are noteworthy for having the largest number of endemic species: Asteraceae (7), Cactaceae (5), and Leguminosae (3); the remaining 31 species belong to other 23 families. Most of the species showed preference for a particular type of substrate, the most common being rupicolous (26 species), as epiphyte (2) and deep substrate (3). There were, however, 15 species that showed no such preference, including the 9 from the secondary vegetation. Due to their preference for a particular type of substrate, 31 species are considered rare for the habitat and 30 are widely distributed but in low densities, thus being denominated demographically rare.

The environmental variables that contributed the most to interpretation of the spatial patterns of vegetation along a gradient of preservation status were slope, rockiness, and bare substrate (Fig. 2 and 3). Endemic richness per surface unit of the studied tropical deciduous forest was relatively high, varying from 1 to 10 species per 100 m<sup>2</sup>. However, variation in endemic species richness was much more striking when related to the aforementioned environmental variables.

A quadratic pattern emerged for species richness as a function of altitude. The maximum values of endemic species richness (presence of 3 to 5 species) were registered at altitudes of 600-700 m, coinciding with a steep slope and rockiness greater than 75%.

Canonical Correlation Analysis (CCA) allowed the interpretation of a gradient of vegetation preservation status. Based on the presence of endemic species, it was possible to distinguish two types of plant communities, original and secondary vegetation. The former was characterized by 37 species and the second by 9 endemic species. At the altitudinal interval of 600-700 m, original vegetation was observed to be in its best-preserved state. At these altitudes, slope, bare substrate, and rockiness registered their highest percentage values (Fig. 3). Disturbed vegetation was generally found at altitudes of 400 to 500 m and on gentler slopes.

The results also revealed an altitudinal gradient where the slope or degree of inclination of the study area was correlated to endemic richness. On CCA axis 2, lower endemic richness is noted on two observable sites with gentle slopes at both low (400-500 m) and high (800-900 m) altitudes. Sites with steeper slopes and greater endemic richness were found at altitudes of 600-700 m (Fig. 3).

On CCA axis 1, a species richness gradient was detected (Figs. 3, 4). Group 2 was characterized by secondary vegetation with a species richness of 1-4 per 100 m<sup>2</sup> (Fig. 4). In contrast, group 1 which was characterized by original vegetation showed a richness of 5-8 species per 100 m<sup>2</sup> (Fig. 4). Rockiness is a variable that limits the modified of original vegetation; thus, its increase brought with it better-preserved vegetation with a substantial endemic species richness (Fig. 3). In fact, the variable bare substrate or exposed rock (lacking herbaceous plant cover) was correlated to an increase in endemic species richness (Fig. 2).

Most of the endemic species (>50%) had low frequencies of 1 to 5 in the 141 sampling sites, and only 28% were present in more than 15 sampling units in the entire study area. So, most endemic species prefer rupicolous habitats; increasing the vulnerability of endemic species to disturbed, putting them at high risk of local extinction (Smith *et al.*, 1993).

Species pertaining to original vegetation have as difficult a time as endemic species at colonizing modified environments (Thompson *et al.*, 1998; Eriksson & Ehrlén, 1992; Eriksson, 1994, 1995; Ehrlén & Eriksson, 1996; Jacquemyn *et al.*, 2001; Butaye *et al.*, 2001). This is due to modification of original environmental conditions and to a resulting decrease in the survival capacity of seeds (Wilson, 1993; Cain *et al.*, 1998). Therefore, endemic species tend to become lost or extinct when original vegetation is managed. The demographic and habitat rarity of endemic species probably makes it impossible for them to survive in a setting characterized by substantial landscape fragmentation.

This analysis indicates that the modified of original vegetation causes the extinction of endemic species and that it is difficult for these to recolonize managed habitats (Brunet *et al.*, 2000). It was also evident that endemic species that characterize original flora are replaced by secondary flora, so that the germoplasm of original endemic flora is lost when original vegetation is disturbed.

*Eugenia mozomboensis* is a particularly species found in the study area, as it is considered endemic to this type of substrate and has also been described in northern Mozomboa in the Sierra de Manuel Díaz (Sánchez-Vindas, 1990), thus corresponding to a discontinual distribution of the volcanic lava flow that was deposited near the coast in central Veracruz.

Finally, our results findings stress the urgency of taking measures to conserve original tropical deciduous forest vegetation established on volcanic rock; otherwise, endemic flora is in grave danger of becoming extinct. It is also important to keep in mind that tropical deciduous forest established in this habitat probably has the highest percentage of endemism in vascular flora in the state of Veracruz.

## **ACKNOWLEDGEMENTS**

We are extremely grateful to Jorge López Portillo, Jorge González Astorga, María Luisa Martínez, Daniel Geissert K. and Gabriela Vázquez Hurtado for providing comments and suggestions that contributed greatly to improving the manuscript. We would also like to thank Pablo O. Aguilar for technical support, Israel Acosta R. for field assistance and Ingrid Marquez for translating the original manuscript from Spanish to English. This research was funded by CONABIO (L-228), CONACYT (153088), Instituto de Ecología, A.C. (902-14).

## REFERENCES

- Barringer, K. (1991) Balsaminaceae. *In* Flora de Veracruz. Fasc. 64. Xalapa: Instituto de Ecología, A.C.-University of California.
- Birks, H.J.B., Peglar, S.M. & Austin, H.A. (1994) An annotated bibliography of Canonical Correspondence Analysis and related constrained ordination methods 1986-1993. Botanical Institute, University of Bergen, Bergen Norway.
- Braun-Blanquet, J. (1965) Plant sociology: The study of plant communities. Hafner, London. 439 p.
- Brunet J., von Oheimb G. & Diekmann M. (2000) Factors influencing vegetation gradients across ancient-recent woodland borderlines in southern Sweden. *Journal of Vegetation Science*, 11, 515-524.
- Butaye, J., Jacquemyn, H. & Hermy, M. (2001) Differential colonization causing non-random forest plant community structure in a fragmented agricultural landscape. *Ecography*, 24, 369-380.
- Cain, M.L., Damman, H. & Muir, A. (1998) Seed dispersal and the Holocene migration of woodland herbs. *Ecol. Monogr*, 68, 325-347.
- Castillo-Campos, G. & D.H. Lorence. (1985) *Antirhea aromatica* (Rubiaceae, Guettardeae): a new species from Veracruz, México. *Ann. Missouri Bot. Garden*, 72, 268-71.
- Castillo-Campos, G. (1991) Vegetación y flora del municipio de Xalapa. Programa del Hombre y la Biosfera (MAB, UNESCO), Instituto de Ecología, A. C., H. Ayuntamiento de Xalapa, Veracruz.
- Ehrlén, J. & Eriksson, O. (1996) Seedling recruitment in the perennial herb *Lathyrus vernus*. *Flora*, 191, 377-383.
- Eriksson, O. & Ehrlén, J. (1992) Seed and microsite limitation of recruitment in plant populations. *Oecologia*, 91, 360-364.
- Eriksson, O. (1994) Seedling recruitment in the perennial herb *Actaea spicata* L. *Flora*, 189, 187-191.
- Eriksson, O. (1995) Seedling recruitment in deciduous forest herbs: the effect of litter, soil chemistry and seed bank. *Flora*, 190, 65-70.

García, E. (1981) Modificaciones al sistema de clasificación climática de Coppen. Indianápolis 30. México D. F. pp.252.

Gentry, A.H. (1982a) Neotropical floristic diversity. *Ann. Missouri Bot. Garden*, 69, 557-593.

Halffter, S. G. y Ezcurra E. (1992) ¿Qué es la biodiversidad? *In: Halffter G. Compilador. La Diversidad Biológica de Iberoamérica. Acta Zoológica Mexicana Vol. Esp. pp. 3-24.*

Hernández, H.M. y Godínez A.H. (1994). Contribución al conocimiento de las cactáceas mexicanas amenazadas. *Acta Bot. Mex.*, 26, 33-52.

Jacquemyn, H., Butaye, J. & Hermy M. (2001) Forest plant species richness in small, fragmented mixed deciduous forest patches: the role of area, time and dispersal limitation. *Journal of biogeography*, 28, 801-812.

Kovach W.L. (1999) MVSP - A MultiVariate Statistical Package for Windows, ver. 3.1. Kovach Computing Services, Pentraeth, Wales, Great Britain. 133 pp.

Lott, E.J. (1987) Floristic diversity and structure of upland and arroyo forest of coastal Jalisco. *Biotropica*, 19(3), 228-235.

Lowe R.L., & Pan Y. (1996) Benthic algal communities as biological monitors. *In: Stevenson et al., Algal Ecology: Freshwater Benthic Ecosystems. pp 705-739.*

Miranda, F. & Hernández X. E. (1963) Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Bol. Soc. Bot. México*, 28, 29-179.

Negendank, J.F.W., Emmermann, R., Krawczyk, R., Mooser, F., Tobschall H. & Werle, D. (1985) Geological and geochemical investigations on the eastern trans Mexican volcanic belt. *Geof. Int.*, 24(4), pp. 477-575.

Norstog, K.J., Fawcett, P.K.S. & Vovides, A. P. (1992) Beetle pollination of two species of *Zamia*: evolutionary and ecological considerations. *Palaeobotanist*, 41, 149-58.

Noy-Meir, I. (1985) Desert ecosystems, structure and function. *In: Evenari, M. & Goodall D.W. (eds.) Ecosystems of the World, Vol. 12a: Hot desert and arid shrublands. Elsevier, Amsterdam.*



Ortiz, Q.R. (1992) Modelos de extinción y fragmentación de hábitats. *In*: Halffter G. Compilador. La Diversidad Biológica de Iberoamérica. Acta Zoológica Mexicana Vol. Esp. pp. 25-38.

Pacheco, L. (1981) Ebenaceae. *In*: Flora de Veracruz. Fasc. 16. Xalapa: Instituto Nacional de Investigaciones Sobre Recursos Bióticos.

Pérez, C.E. & Castillo-Campos, G. (1988) Una nueva especie de *Hyperbaena* (Menispermaceae) de Veracruz, México. Acta Bot. Mex., 4, 15-19.

Rabinowitz, D., S. Cairns & T. Dillon. (1986) Seven kinds of rarity. *In*: Soulé, M.E. (ed.) Conservation Biology. Sinauer, Sunderland, Mass. pp. 182-204.

Rosignol, J-P., Geissert, D., Campos, A. & Kilian, J. (1987) Morfoedafología del área Xalapa-Coatepec, Unidades morfoedafológicas. Carta Esc. 1: 75000. Orstom, INIREB y CIRAC. México, D.F.

Rzedowski, J. (1978) Vegetación de México. Limusa. México, México.

Rzedowski, R. J. & Calderón de R., G. (1987) El bosque tropical caducifolio de la región mexicana del Bajío. Trace, 12, 12-21.

Rzedowski, J. (1991) Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. Acta Bot. Mex., 14, 3-21.

Rzedowski, J. (1991) El endemismo en la flora fanerogámica mexicana: una apreciación analítica preliminar. Acta Bot. Mex., 15, 47-64.

Rzedowski, J. (1996) Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesofilos de montaña de México. Acta Bot. Mex., 35, 25-44.

Sánchez-Vindas, P.E. (1990) Myrtaceae *In*: Flora de Veracruz. Fasc. 62. Xalapa: Instituto de Ecología, A.C.-University of California.

Sarukhán, J. (1998) Los tipos de vegetación arborea de la zona cálido húmeda de México. *In*: T. D. Pennington y Sarukhán (Eds.) Árboles tropicales de México, pp. 13-65. Universidad Nacional Autónoma de México y Fondo de Cultura Económica.

Smith, F.D.M., May R.M., Pellew R., Johnson T.H. & Walter K.S. (1993) Estimating extinction rates. Nature, 364, 494-496.

Sosa, V. & Gómez-Pompa, A. (1994) Lista florística. *In* Flora de Veracruz. Fasc. 83. Xalapa: Instituto de Ecología, A.C.-University of California.

Sosa, V., Vovides P., A. & Castillo-Campos G. (1998) Monitoring endemic plant extinction in Veracruz, México. *Biodiversity and Conservation*, 7, 1521-1527.

Thompson, K., Bakker, J.P., Bekker, R.M. & Hodgson, J.G. (1998) Ecological correlates of seed persistence in soil in the north-west European flora. *J. Ecol.*, 86, 163-169.

Toledo, V.M. (1982) Pleistocene changes of vegetation in tropical México. In: G. T. Prance (ed.) *Biological diversification in the tropics*, pp. 93-111. Columbia Univ. Press, New York.

van der Maarel, E. (1979) Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity. *Vegetatio*, 39, 97-114.

Villaseñor, J.L. (1990) The genera of Asteraceae endemic to Mexico and adjacent regions. *ALISO*, 12(4), 685-692.

Vovides, A.P. (1983) *Zamiaceae*. In: *Flora de Veracruz*. Fasc. 26. Xalapa: Instituto Nacional de Investigaciones Sobre Recursos Bióticos.

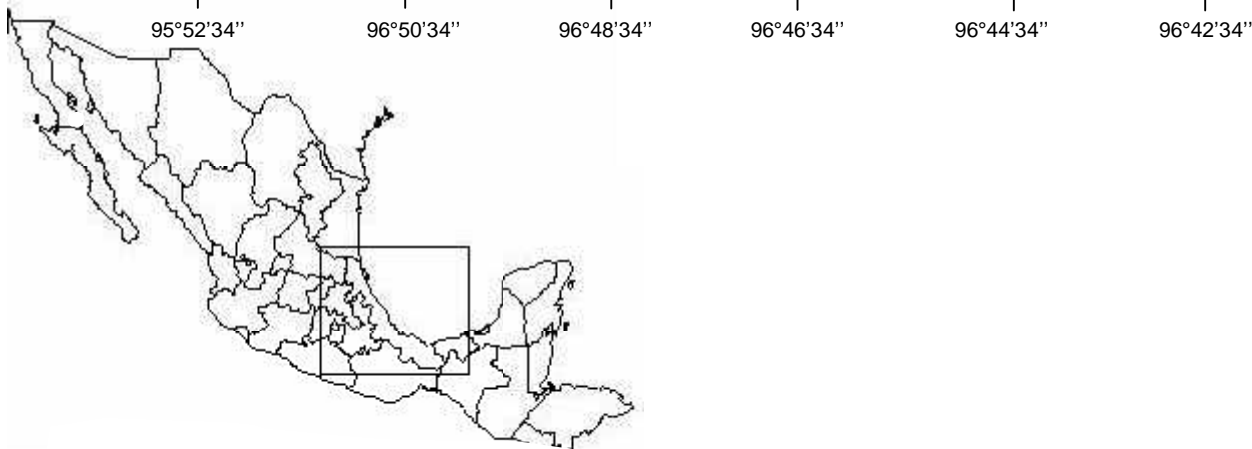
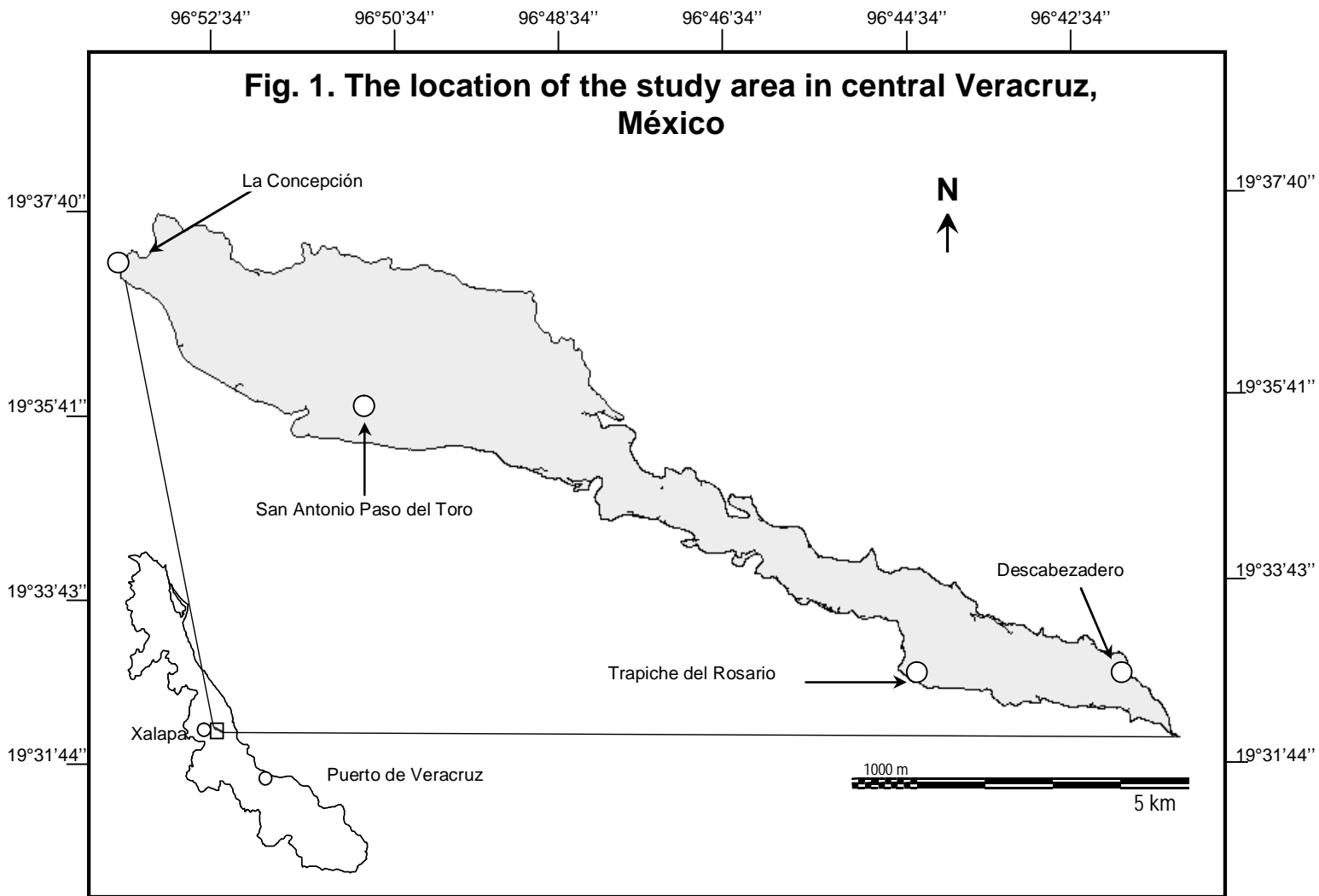
Vovides, A.P., Luna M. V. & Medina, G. (1997) Relación de algunas plantas y hongos mexicanos raros, amenazados o en peligro de extinción y sugerencias para su conservación. *Acta Bot. Mex.*, 39, 1-42.

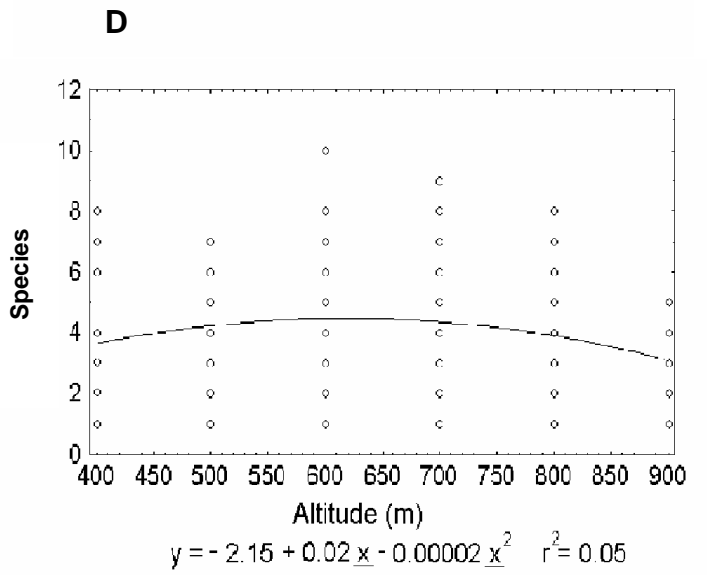
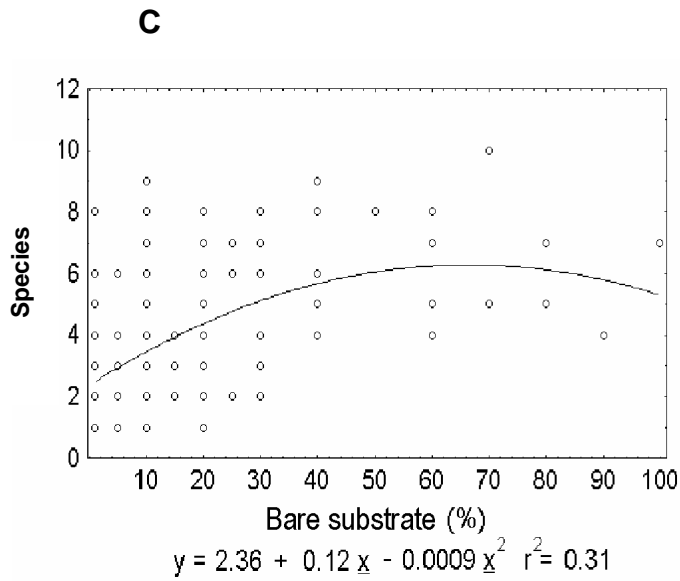
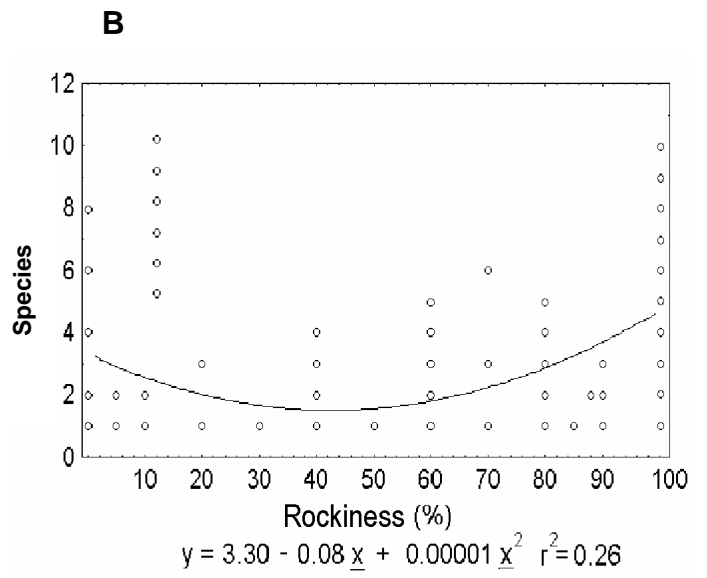
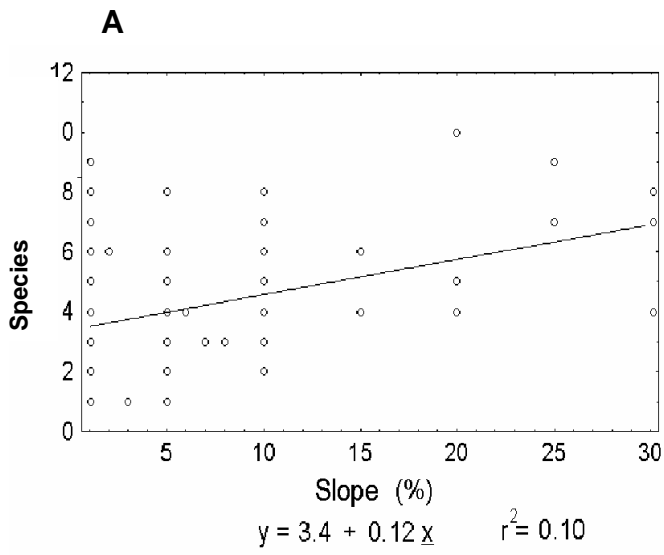
Willson, M.F. (1993) Dispersal mode, seed shadows, and colonization patterns. *Vegetatio*, 107/108, 261-280.

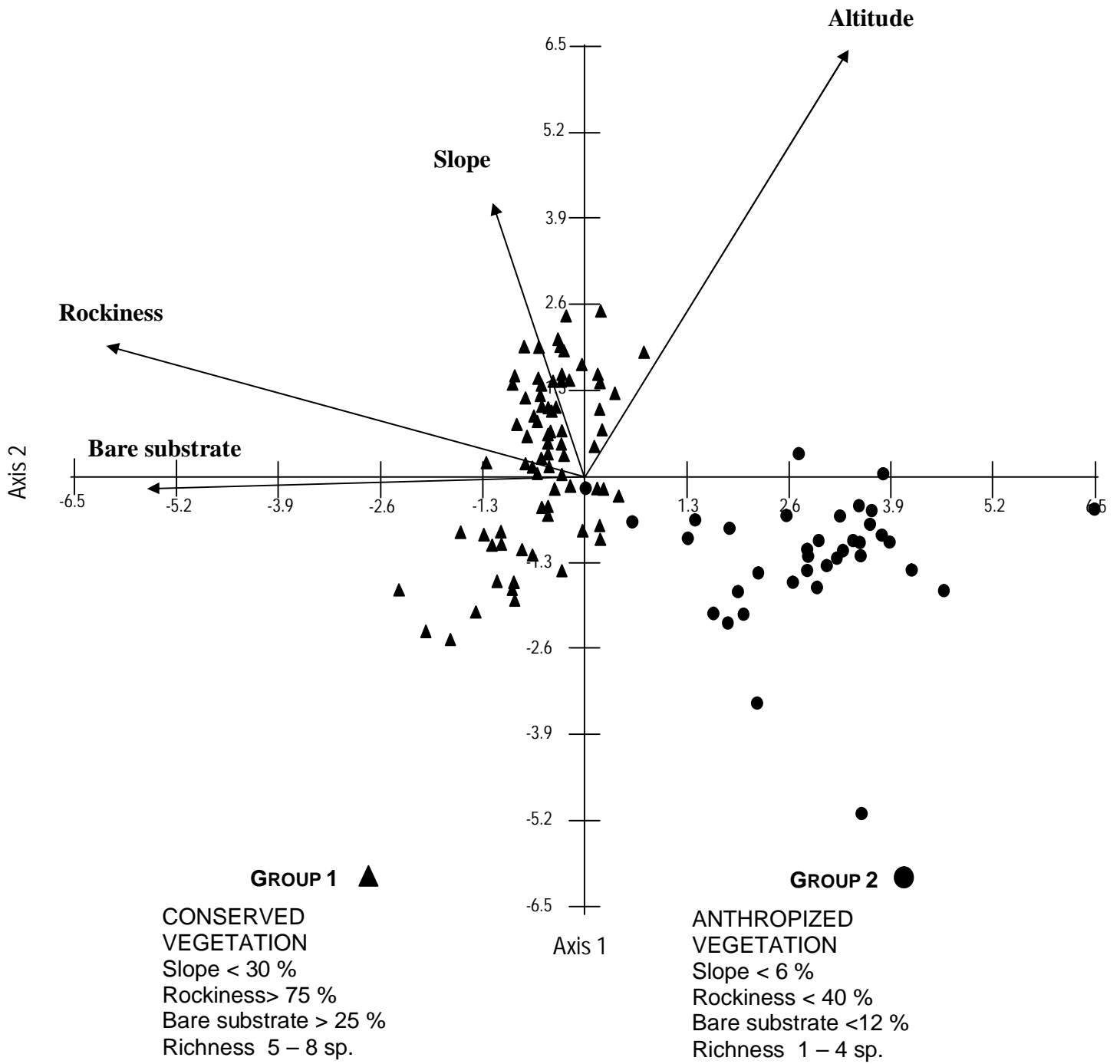
Zamora C., P. & Castillo-Campos G. (1997) *Vegetación y flora del municipio de Tlalnahuayocan, Veracruz*. Textos Universitarios. Universidad Veracruzana. 88 p.

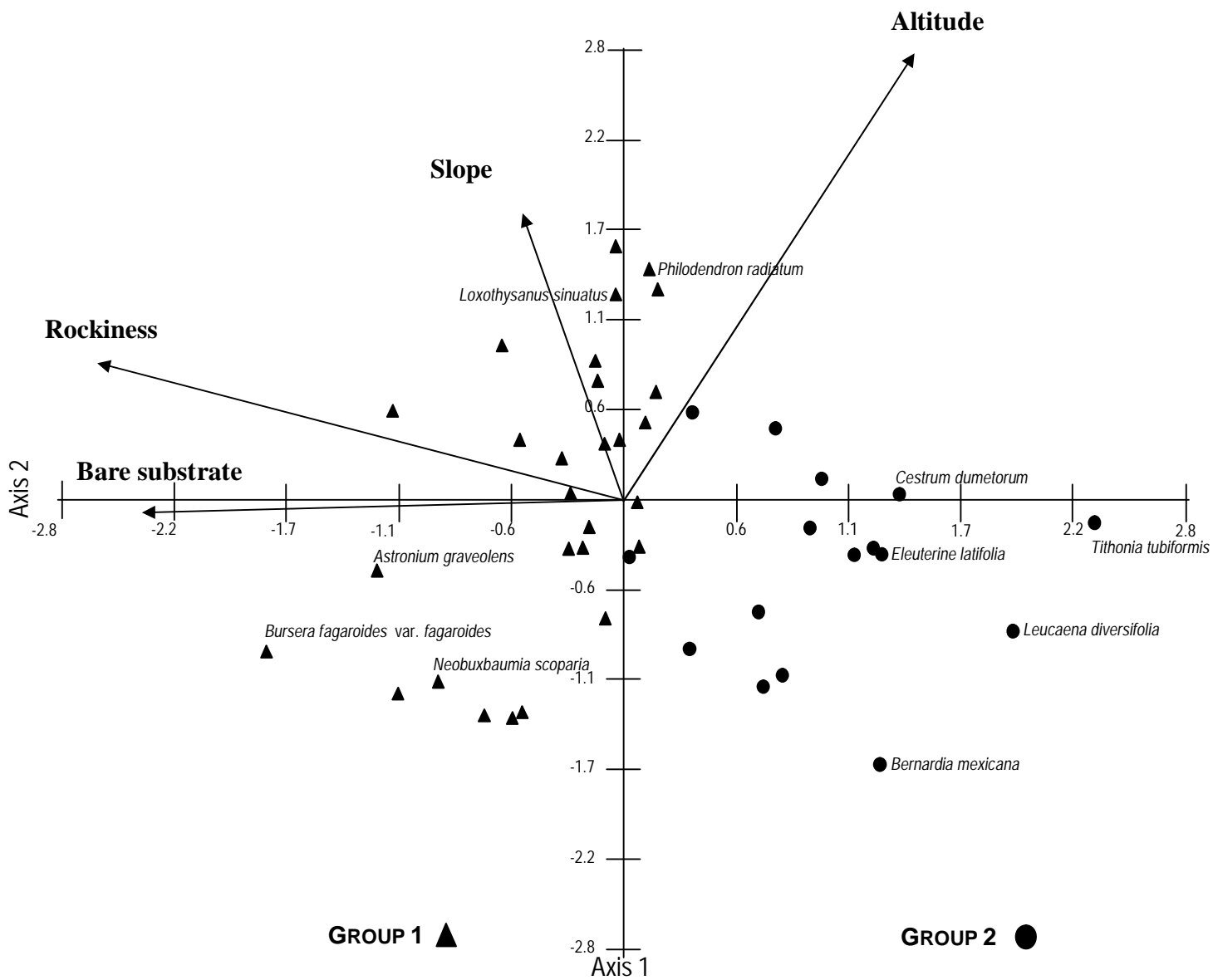
## FIGURES

- Figure 1.** Location of study area.
- Figure 2.** Simple regression models for endemic species richness ( $y$ ) and four environmental variables on 141 samples of volcanic rock in the medium-high watershed of the Actopan River. **A**, Linear adjustment of ( $y$ ) as a function of slope **B**, Quadratic adjustment of ( $y$ ) as a function of rockiness **C**. Quadratic adjustment of ( $y$ ) as a function of bare substrate **D**, Quadratic adjustment of ( $y$ ) as a function of altitude.
- Figure 3.** Canonical Correspondence Analysis of 141 samples of volcanic rock in the medium-high watershed of the Actopan River. The solid triangles represent samples with preserved vegetation and solid circles samples with anthropized vegetation. Arrows indicate the magnitude and direction of variation for the most relevant environmental variables.
- Figure 4.** Canonical Correspondence Analysis of 42 species on 141 samples of volcanic rock in the medium-high watershed of the Actopan River. Solid triangles represent the species present on samples with preserved vegetation and solid circles those present on samples with anthropized vegetation. The identify of species with relatively high scores is provided. Arrows indicate the magnitude and direction of variation types for the most important environmental variables.









**GROUP 1 ▲**

CONSERVED  
VEGETATION  
Slope < 30 %  
Rockiness > 75 %  
Bare substrate > 25 %  
Richness 5 – 8 sp.

**GROUP 2 ●**

ANTHROPIZED  
VEGETATION  
Slope < 6 %  
Rockiness < 40 %  
Bare substrate < 12 %  
Richness 1 – 4 sp.

## TABLES

**Table 1.** Endemic species or those with restricted distribution found in original and anthropized vegetation in the study area. Species are characterized as follows: **EV**, endemic to Veracruz; **PV**, primary vegetation; **SV**, secondary vegetation; **T**, tree; **SH**, shrub; **G**, grass; **L**, liana; **RS**, rocky substrate; **F**, frequency; **MC**, mean cover; **HR**, habitat rarity, **DR**, demographic rarity.

**Table 2.** Relationship between specific richness and five environmental variables on volcanic rock in central Veracruz.



## TABLES

Table 1. Endemic species or those with restricted distribution found in original and anthropized vegetation in the study area. Species are characterized as follows: **EV**, endemic to Veracruz; **PV**, primary vegetation; **SV**, secondary vegetation; **T**, tree; **SH**, shrub; **G**, grass; **L**, liana; **RS**, rocky substrate; **F**, frequency; **MC**, mean cover; **HR**, habitat rarity, **DR**, demographic rarity.

ENDEMIC SPECIES	EV	PV	SV	T	SH	G	L	RS	F	MC	HR	DR
<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. ex Mart.	-	-	X	X	-	-	-	-	1	1	-	X
<i>Agave angustifolia</i> Haw. var. <i>angustifolia</i>	-	X	-	-	-	X	-	X	38	7	X	-
<i>Agave pendula</i> Schnitts.	-	X	-	-	-	X	-	X	6	5	X	X
<i>Anoda pedunculosa</i> Hochr.	-	X	-	-	-	X	-	X	1	2	X	X
<i>Anthurium scandens</i> (Aubl.) Engl.	-	X	-	-	-	X	-	X	2	5	X	X
<i>Astianthus viminalis</i> (H.B. & K.) Baillon	-	X	-	X	-	-	-	X	2	1	X	X
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	-	X	-	X	-	-	-	X	4	6	X	X
<i>Bernardia mexicana</i> Muell. Arg.	-	-	X	-	X	-	-	X	2	3	X	X
<i>Begonia hydrocotylifolia</i> Otto ex Hook.	X	X	-	-	-	X	-	X	1	1	X	X
<i>Beaucarnea recurvata</i> Lem.	-	X	-	X	-	-	-	X	5	4	X	X
<i>Bursera cinerea</i> Engl.	X	X	-	X	-	-	-	-	15	6	X	-
<i>Bursera fagaroides</i> (H.B.K.) Engl. var. <i>fagaroides</i>	-	X	-	-	X	-	-	X	3	5	X	X
<i>Calyptanthes schiedeana</i> O. Berg	X	X	-	X	-	-	-	X	3	4	X	X
<i>Cephalocereus palmeri</i> Rose var. <i>sartorianus</i> (Rose) Krainz	-	X	X	X	-	-	-	X	41	6	X	-
<i>Cestrum dumetorum</i> Schltl.	-	X	X	-	X	-	-	-	14	4	-	-
<i>Cordia ambigua</i> Schltl. & Cham.	-	X	-	-	X	-	-	-	2	2	-	X
<i>Diospyros oxacana</i> Standl.	-	X	X	-	X	-	-	-	25	6	X	-
<i>Eleutherine latifolia</i> (Standl & L.O. Williams) Ravenna	-	-	X	-	-	X	-	X	9	2	-	X
<i>Eugenia mozomboensis</i> P.E. Sánchez	X	X	-	-	X	-	-	X	1	9	X	X
<i>Gibasis pellucida</i> (M. Martens & Galeotti) D.R. Hunt	-	X	-	-	-	X	-	X	2	3	X	X
<i>Hechtia stenopetala</i> Klotzsch	-	X	-	-	-	X	-	X	2	7	X	X
<i>Laelia anceps</i> Lindl. subsp. <i>anceps</i>	-	X	-	-	-	X	-	X	1	1	X	X
<i>Leucaena diversifolia</i> Benth. subsp. <i>diversifolia</i>	-	-	X	X	-	-	-	-	5	6	-	X
<i>Loxothysanus sinuatus</i> Robinson	-	X	-	-	X	-	-	-	15	4	-	-
<i>Lysiloma acapulcensis</i> Benth.	-	X	X	X	-	-	-	X	47	2	-	-
<i>Lysiloma microphylla</i> Benth.	-	X	X	X	-	-	-	-	21	6	-	-
<i>Mammillaria eriacantha</i> Link & Otto	X	X	X	-	-	X	-	X	65	3	X	-
<i>Nama biflorum</i> Choisy	-	X	-	-	-	X	-	X	1	1	X	X
<i>Neobuxbaumia scoparia</i> (Poselg.) Backeb.	-	X	X	-	X	-	-	X	14	7	X	-

Table 1. continuation .....

ENDEMIC SPECIES	EV	PV	SV	T	SH	G	L	RS	F	MC	HR	DR
<i>Philodendron radiatum</i> Schott	-	x	-	-	-	x	-	x	8	3	x	x
<i>Pseudobombax ellipticum</i> (H.B.K.) Dugand var. <i>tenuiflorum</i> A. Robyns	x	x	-	x	-	-	-	x	16	6	x	-
<i>Sanvitalia procumbens</i> Lam.	-	x	-	-	-	x	-	x	2	1	-	x
<i>Schoepfia schreberi</i> J.F. Gmel.	-	x	-	-	x	-	-	x	1	5	x	x
<i>Selaginella schiedeana</i> A. Br.	-	x	-	-	-	x	-	x	2	3	x	x
<i>Selenicereus coniflorus</i> Britton & Rose	-	x	x	-	-	x	-	x	28	3	x	-
<i>Selenicereus testudo</i> (Karw ex Zucc.) F. Buxb.	-	x	-	-	x	-	-	x	8	7	x	x
<i>Simsia amplexicaulis</i> Pers.	-	-	x	-	-	x	-	-	5	1	-	x
<i>Solanum tridynamum</i> Dunal	-	x	-	-	x	-	-	-	5	5	-	x
<i>Tetrapterys schiedeana</i> Schlttdl. & Cham.	-	x	x	-	-	-	x	-	19	3	x	-
<i>Tillandsia ionantha</i> Planch. var. <i>ionantha</i>	-	x	x	-	-	x	-	x	6	1	x	x
<i>Tithonia tubaeformis</i> Cass.	-	-	x	-	-	x	-	x	5	1	-	x
<i>Ximenia americana</i> L.	-	x	x	-	x	-	-	-	14	5	-	-
<b>TOTAL: 42</b>	<b>6</b>	<b>36</b>	<b>17</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>18</b>	<b>1</b>	<b>30</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>30</b>	<b>28</b>

Table 2. Relationship between specific richness and five environmental variables on volcanic rock in central Veracruz.

<b>VARIABLE</b>	<b>ORDINATE</b>	<b>LINEAR COEFFICIENT</b>	<b>QUADRATIC COEFFICIENT</b>	<b>P</b>	<b>R<sup>2</sup></b>
Slope	3.4±	0.12±	NS	0.01	0.10
Altitude	-2.15±	0.02±	0.00002±	0.02	0.05
Rockiness	3.3±	-0.08±	0.00001±	0.0001	0.26
Bare substrate	2.36±	0.118±	0.0009±	0.001	0.31
Stumps	NS	NS	NS	0.54	NS

LOS ELEMENTOS ENDÉMICOS EN LA FLORA VASCULAR DEL ESTADO DE VERACRUZ, MÉXICO.

THE ENDEMIC ELEMENTS OF THE VASCULAR FLORA OF VERACRUZ STATE, MÉXICO.

Gonzalo Castillo-Campos

Departamento de Sistemática Vegetal, Instituto de Ecología, A.C., km 2.5 carretera antigua a Coatepec No. 351. Congregación El Haya, 91070 Xalapa, Veracruz, México. Teléfono (228) 842-1825, Fax (228) 818-7809. E-mail: castillo@ecologia.edu.mx

Ma. Elena Medina Abreo

Departamento de Diagnóstico Regional, Instituto de Ecología, A.C., km 2.5 Carretera Antigua a Coatepec No. 351. Congregación El Haya, 91070 Xalapa, Veracruz, México. E-mail: medinama@ecologia.edu.mx

Patricia Dolores Dávila Aranda

Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. de Los Barrios s/n, 54090, Tlalnepantla, Estado de México. E-mail: pdavilaa@servidor.unam.mx

José Alejandro Zavala Hurtado

Departamento de Biología, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. Apartado Postal 55-535, 09340 México, DF. E-mail: jazh@xanum.uam.mx

## RESUMEN

Se elaboró una lista de los taxa endémicos de la flora vascular de Veracruz. Se registraron 93 géneros de 57 familias que contienen 138 taxa, agrupadas siguiendo la propuesta de clasificación de Cronquist (1988). Las familias con el mayor número de especies endémicas son Orchidaceae (12), Myrtaceae (10), Begoniaceae (7), Poaceae (7), Zamiaceae (5), Polypodiaceae (5) y Bromeliaceae (5); las 50 familias restantes incluyen de una a cuatro especies. Los tipos de vegetación que presentan la mayor diversidad de endemismo, son el bosque tropical perennifolio (48), el bosque mesófilo de montaña (41), el bosque tropical caducifolio (22), el bosque de *Quercus* (20), el bosque de coníferas (16), el bosque de galería (15) y el bosque tropical subcaducifolio (10).

Palabras clave: Endemismo, bosque tropical, perennifolio, caducifolio, mesófilo de montaña, Veracruz,

## ABSTRACT

A list of the endemic taxa of the vascular flora of the state of Veracruz was made. We recorded 138 taxa from 57 families with 93 genera. The families that presented the greatest number of endemic species are Orchidaceae (12), Myrtaceae (10), Begoniaceae (7), Poaceae (7), Zamiaceae (5), Polypodiaceae (5) and Bromeliaceae (5). The remaining 50 families contained from 1 to 4 species. The vegetation types that stand out for concentrating the endemic species are: the evergreen tropical forest (48), the cloud forest (41), the deciduous tropical forest (22), the *Quercus* forest (20), the coniferous forest (16), the gallery forest (15) and the sub-deciduous tropical forest (10).

Key words: endemic, tropical forest, evergreen, deciduous, cloud forest, Veracruz.

## INTRODUCCIÓN

Veracruz se caracteriza por ser uno de los estados más ricos en plantas vasculares, después de Chiapas y Oaxaca (Rzedowski, 1991; 1993). Datos actuales estiman que el número de especies para la flora de Veracruz es aproximadamente de 7490 (Sosa y Gómez-Pompa, 1994), que sumado a las 508 especies de Pteridofitas (Palacios-Rios, 1992; Riba, 1993), hacen un total de 7998 taxa vasculares. Algunos grupos de plantas, como las Pteridofitas o el género *Quercus*, presentan su mayor diversidad específica (casi el 50%) en Veracruz (Riba, 1993; Nixon, 1993). El estado se caracteriza también por presentar el mayor número de los tipos de vegetación registrados para México, según la clasificación de Rzedowski (1978). Por su importancia destacan los bosques tropicales perennifolios, subcaducifolios, caducifolios, palmares, manglares, vegetación de dunas costeras, bosques de *Quercus*, bosque mesófilo de montaña, bosques de coníferas y los páramos de altura. Las condiciones topográficas de Veracruz son muy variadas, su territorio se caracteriza por presentar una planicie costera que pertenece a la provincia biogeográfica del Golfo de México y un sistema montañoso que forma parte del Eje Volcánico Transmexicano y de la Sierra Madre Oriental (Morrone, 2001). Las altitudes varían desde el nivel del mar hasta más allá de los 5,000 m, como ocurre en el Pico de Orizaba. En consecuencia, las condiciones climáticas también son muy diversas presentándose un gradiente que incluye desde los climas cálido húmedos y subhúmedos en los sitios de menor altitud, hasta los fríos y muy fríos como en el Cofre de Perote y en el Pico de Orizaba respectivamente. De los 17 subtipos climáticos registrados para el estado, los cálidos ocupan la mayor parte. Así se tiene que 31% corresponde al clima  $Aw_2$ , 22% al  $Am$ , 14% al  $Aw_1$  y 10% al  $Aw_0$ , y el 23% restante corresponde a los climas semicálidos, templados, fríos y secos (Soto y García, 1989).

Si bien los patrones de endemismo son distintos para taxa y para regiones diferentes (Gentry, 1986) y su evaluación depende de la escala espacial considerada, en términos generales podemos decir que el endemismo de la flora vascular en México a nivel de familias y de géneros, se concentra principalmente en las zonas áridas y en la vegetación xerófila en tanto que a nivel de especies lo hace en los bosques de coníferas y en los encinares de las altas montañas, en las zonas frías y semihúmedas (Rzedowski, 1993). De los bosques tropicales destaca por concentrar el mayor porcentaje en México (40%) el bosque tropical caducifolio (Rzedowski, 1993). La información a nivel de estado o región es escasa. La mayoría de las investigaciones se han enfocado sobre ciertas especies amenazadas y/o endémicas, pertenecientes a diversas familias taxonómicas o tipos de vegetación (Villaseñor, 1990; Hernández y Godínez, 1994; Rzedowski, 1996; Sosa et al., 1998). Para el estado de Veracruz no se cuenta con estudios específicos sobre el endemismo, sin embargo, entre los trabajos florísticos que citan algunas especies endémicas, se tienen los de Castillo-Campos (1991), Norstog et al. (1992), Zamora y Castillo-Campos (1997) y Vovides et al. (1997).

El objetivo de este estudio es elaborar una lista de las especies endémicas que se encuentran dentro de los límites del estado de Veracruz, así como proporcionar información relativa al hábito, los tipos de vegetación, la altitud donde se desarrollan y el estatus de conservación que presentan las especies.

## **ÁREA DE ESTUDIO**

El estado de Veracruz se localiza en la porción oriental del país, en las inmediaciones del Golfo de México, entre los 17° 03' 56" y los 22° 27' 18" de latitud norte y los 93° 36' 13" y los 98° 36' 00" de longitud oeste (INEGI, 1988) (Fig. 1). Comprende una superficie aproximada de 72,410 km<sup>2</sup>, área que lo sitúa en el décimo lugar con respecto a las demás entidades de la República Mexicana. Sus límites son: al norte el estado de Tamaulipas, al este el Golfo de México, al oeste San Luis Potosí, Hidalgo y Puebla, al sur y suroeste Oaxaca y al sureste Chiapas y Tabasco. Presenta una longitud de norte a sur de 780 km, con una amplitud variable de alrededor de 212 km (Anónimo, 2001a).

## **MÉTODOS**

Para este trabajo, se consideraron como especies endémicas aquellas cuya área de distribución no sobrepasa los límites del territorio veracruzano. Para lo cual se realizó una revisión bibliográfica lo más completa posible de los trabajos florísticos relativos a la entidad, así como la revisión de monografías y revisiones taxonómicas de taxa que presentan especies en el Estado. También se revisaron las colecciones del herbario del Instituto de Ecología, A.C. en Xalapa Ver. (XAL), el del Herbario Nacional del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (MEXU) y el de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional (ENCB). Por último se consultaron las bases de datos International Plant Names Index (1999) y del Missouri Botanical Garden's VAST (1995).

Entre los trabajos florísticos que registran endemismos de las familias que han sido estudiadas para la Flora de Veracruz, se tiene los de Gregory y Riba, 1979; Nash, 1979; Nash y Moreno, 1981; Gentry, 1982a; Espejel, 1983; Narave, 1983; Vovides, 1983, 1994; Nash y Nee, 1984; Fernández, 1986; Nee, 1986, 1993; Sosa et al., 1987; Nevling y Barringer, 1988; Sánchez-Vindas, 1990; Barringer, 1991; Graham, 1991; Fryxell, 1992; López-Ferrari y Espejo-Serna, 1993, 1995, 2002; McDonald, 1993, 1994; Espejo-Serna y López-Ferrari, 1994a, 1998a; Pérez, 1995; Rzedowski y Calderón, 1996; Durán-Espinoza, 1997, 1999; Jiménez y Schubert, 1997; Ortega y Ortega, 1997; Avendaño, 1998; García-Cruz y Sánchez, 1999. Los estudios que documentan revisiones florísticas de diversos grupos de plantas son: Bravo-Hollis, 1937; Britton y Rose, 1963; Hawkes, 1965; Smith y Downs, 1974, 1979; Gentry, 1982b; Soderstrom, 1982; Ackerman, 1983; Wunderlin, 1983; Lundell, 1984a, 1984b, 1984c; McVaugh, 1985; Varadarajan y Gilmartin, 1988; Luther, 1991; Pennington, 1997; Croat, 1997.

De los estudios florísticos regionales, que se refieren al endemismo en el estado Veracruz, se pueden citar los de Hitchcock, 1910; Bravo-Hollis, 1970; Handlos, 1975; Matuda, 1953, 1975, 1976; Balogh, 1981; Castillo-Campos y Lorence, 1985; Rzedowski y Calderón, 1985; Turner, 1985, 1988; Sosa y Schubert, 1986; Stevenson et al., 1986; García-Franco, 1987; Sosa et al., 1987; Lorence y Castillo-Campos, 1988; Pérez y Castillo-Campos, 1988; Salazar, 1988; Castillo-Campos, 1991; Espejo-Serna y López-Ferrari, 1992, 1993, 1994b, 1995, 1996, 1997a, 1997b, 1998b, 2000; Hietz y Hietz-Seifert, 1994; Sosa y Gómez-Pompa, 1994; Ibarra-Manríquez y Sinaca, 1995; Lascurain, 1996; Zamora y Castillo-Campos, 1997; Castillo-Campos et al., 1998a, Castillo-Campos y Medina, 1998b; Sosa et al., 1998.

## RESULTADOS

Se registraron 138 especies endémicas de la flora vascular (Apéndice 1), que limitan su distribución geográfica al estado de Veracruz, lo que representa el 1.25% de la flora total registrada para el estado. El endemismo está repartido en 57 familias, 93 géneros y 138 especies, donde destacan por el número de taxa las siguientes familias: Orchidaceae (12), Myrtaceae (10), Begoniaceae (7), Poaceae (7), Zamiaceae (5), Polypodiaceae (5) y Bromeliaceae (5). Las 50 familias restantes incluyen de 1 a 4 especies (Cuadro 1). El 82% de las especies endémicas se presentan en la vegetación primaria y el 18% restante se encuentra también en la vegetación secundaria derivada de los tipos de vegetación originales. En cuanto al hábito de las especies, se tiene que 32% son árboles y arbustos y 68% corresponde a hierbas y bejucos (Cuadro 2).

Los taxa endémicos están incluidos en 11 tipos de vegetación, sin embargo, algunas de las especies se distribuyen en dos o más tipos de vegetación según la clasificación de Rzedowski (1978) (Cuadro 3), entre los cuales destacan por presentar el mayor número de especies los siguientes:

### BOSQUE TROPICAL PERENNIFOLIO

Con 48 especies endémicas, tanto arbóreas como arbustivas y herbáceas, entre las que cabe citar a: *Antirhea aromatica* Castillo-Campos & Lorence (Castillo-Campos y Lorence, 1985), *Colubrina johnstonii* Wendt (Fernández, 1986), *Eugenia uxpanapensis* P.E. Sánchez & L.M. Ortega, *Eugenia inirebensis* P.E. Sánchez, *Eugenia sotoesparzae* P.E. Sánchez (Sánchez-Vindas, 1990), *Inga lacustris* M. Sousa, *Inga sinacae* M. Sousa & Ibarra-Manríquez (Pennington, 1997) y *Orthion veracruzense* Lundell (Lundell, 1984b). Entre las especies herbáceas destacan *Ceratozamia euryphyllidia* V-Torres, Sabato & D. Stevenson (Stevenson et al., 1986), *Epidendrum dressleri* Hágsater (García-Cruz y Sánchez, 1999), *Olmecca recta* Soderstr. (Soderstrom, 1982; Ackerman et al., 1995), *Philodendron subincisum* Schott, Oesterr. (Espejo-Serna y López-Ferrari, 1993; Croat, 1997) y *Stromanthe populucana* Castillo-Campos, Vovides & Vázquez Torres (Castillo-Campos et al., 1998a).



## **BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA**

Se registraron 41 especies endémicas que habitan en este tipo de vegetación, entre las cuales están *Cestrum miradoreense* Francey (Nee, 1986); *Dichapetalum mexicanum* Prance (Durán-Espinoza, 1997); *Quararibea yunckeri* Standl. subsp. *veracruzana* W. S. Alverson (Avendaño, 1998) y *Rondeletia tuxtliensis* Lorence & Cast.-Campos (Lorence y Castillo-Campos, 1988). Entre las especies herbáceas se encuentran *Begonia pudica* L.B. Sm. & Schubert (Jiménez y Schubert, 1997); *Ceratozamia mexicana* Brongn. var. *latifolia* (Miq.) Schuster (Vovides, 1983); *Impatiens mexicana* Rydb. (Barringer, 1991) y *Physalis greenmanii* Waterf. (Nee, 1986).

## **BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO**

En el cual se presentan 22 especies endémicas, tanto arbóreas y arbustivas entre ellas *Daphnopsis brevifolia* Nevling (Nevling y Barringer, 1988), *Rinorea uxpanapana* T. Wendt (Wendt, 1983), *Eugenia ledophylla* (Standley) McVaugh, *Eugenia mozomboensis* P.E. Sánchez (Sánchez-Vindas, 1990) y *Citharexylum kerberi* Greenm. (Nash y Nee, 1984), como hierbas se encuentran *Begonia polygonata* Liebm. (Jiménez y Schubert, 1997) y *Evolvulus choapanus* McDonald (McDonald, 1994).

## **BOSQUE DE QUERCUS**

Presenta un número importante de especies endémicas (20), entre las cuales se tiene a *Nama linearis* D. Nash (Nash, 1979). Entre las especies de hábito epifítico se encuentra *Epidendrum stallforthianum* Kraenzl. (García-Cruz y Sánchez, 1999).

## **BOSQUE DE CONÍFERAS**

Dieciseis especies son endémicas de éstos bosques, entre las cuales se encuentra *Agave polyacantha* Haw. var. *xalapensis* (Roezl ex Jacobi) Gentry (Gentry, 1982b). Otra especie característica de los bosques de coníferas de los sitios perturbados, y de los tipos de vegetación colindantes con los pinares es *Echeandia albiflora* (Schltdl. & Cham.) M. Martens & Galeotti (López-Ferrari y Espejo-Serna, 1995).

## **BOSQUE DE GALERÍA**

Se caracteriza por presentar un número importante de endemismos (15). Entre las especies herbáceas se tiene a *Costus dirzoi* García-Mendoza & Ibarra-Manríquez (Vovides, 1994), al bejuco trepador *Hidalgoa uspanapa* Turner (Turner, 1988), a *Maianthemum macrophyllum* (M. Martens & Galeotti) LaFrankie de hábito epifítico (López-Ferrari y Espejo-Serna, 1993) y a *Ruellia tuxtliensis* Ramamoorthy y Hornelas (Ibarra-Manríquez y Sinaca, 1995).

En los demás tipos de vegetación (Cuadro 3), la riqueza de endemismos varía entre 1-10 especies.

## ESTADO DE CONSERVACIÓN

En general los endemitas se encuentran en los tipos de vegetación primaria (Cuadro 3) y sólo 18% de los mismos se encuentran también en la vegetación secundaria (Apéndice 1). De las 95 especies endémicas, 14 de ellas se encuentran incluidas en la Norma Oficial Mexicana (Anónimo, 2001b) sobre conservación en diferentes categorías (Cuadro 4). Destacan por encontrarse en peligro de extinción *Antirhea aromática*: Castillo-Campos & Lorence, *Ceratozamia euryphyllidia* V-Torres, Sabato & D. Stevenson, *C. miqueliana* Wendl., *Mammillaria eriacantha* Link & Otto, *Olmecca recta* Soderstr. y *Zamia inermis* Vovides, Rees & Vázquez-Torres (Anónimo, 2001b; Vovides et al., 1997).

Los datos de los especímenes en los herbarios revisados sugieren que probablemente algunos de los endemitas ya se han extinguido. Tal es el caso de *Hymenocallis longibracteata* Hochr. taxon que sólo se conoce de la localidad tipo y aparentemente no se ha vuelto a recolectar desde 1853 (López-Ferrari y Espejo-Serna, 2002). Así como ésta se tienen 15 especies más, conocidas sólo de la localidad tipo y que no se han vuelto a recolectar recientemente, entre las cuales se pueden citar a: *Begonia lynceorum* Burt-Utley, *B. polygonata* Liebm. (Jiménez y Schubert, 1997), *Evolvulus choapanus* McDonald, *Ipomoea eximia* House (McDonald, 1993, 1994), *Hydrolea ovata* var. *parvifolia* D. Nash, *Nama linearis* D. Nash, *N. Orizabensis* D. Nash (Nash, 1979). Es necesario mencionar que al menos 21 especies más están escasamente representadas en los acervos de los herbarios revisados, variando el número de registros entre dos y nueve. Es interesante notar además que las colectas corresponden a no más de cinco localidades diferentes de una misma región (Apéndice 1).

## DISCUSIÓN

De 7,998 especies de la flora vascular, registrada para el estado de Veracruz, el endemismo de 138 especies, representa 1.25% del total de la flora. Aparentemente es en el centro de esta entidad donde se concentra 32% del endemismo, destacando los sitios con bosque mesófilo de montaña y el bosque tropical caducifolio que presentan el mayor número de endemitas. Desafortunadamente, estos bosques también son los más amenazados por el cambio de uso del suelo. En muestreos recientes, en el bosque tropical caducifolio primario, en una superficie de 1.2 ha, se registró 27% de las 22 especies endémicas encontradas en este tipo de vegetación en el centro del territorio veracruzano. Esto muestra la importancia que tienen los fragmentos de vegetación original del bosque tropical caducifolio que aún quedan en áreas inaccesibles como la Sierra de Manuel Díaz en el centro del Estado, los cuales deben tener prioridad en las áreas que se deben proteger para la conservación de lo poco que queda del bosque tropical caducifolio en el centro del estado de Veracruz.

Aproximadamente 32% de la flora endémica registrada hasta el momento corresponde a árboles y arbustos, lo que representa 2% de las 2,300 especies arbóreas que actualmente se estiman para el estado de Veracruz. Es difícil determinar el riesgo de extinción de las especies, sin embargo, por la rareza que presentan 16 de los taxa incluidos en este estudio, deberían ser consideradas en la Norma Oficial Mexicana (Anónimo, 2001b), como en peligro de extinción o extintas, sobre todo aquellas que se conocen de una sola localidad y cuya vegetación original ha sido sustituida por cultivos y pastizales, como es el caso de *Hymenocallis longibracteata* Hochr. (Cuadro 4).

Como puede verse en los resultados de este estudio, las especies endémicas se han registrado primordialmente en la vegetación primaria y muy pocas especies (18%) se han encontrado tanto en la vegetación primaria como en la secundaria. Lo anterior sugiere una alta especificidad del hábitat de las especies endémicas y determina en buena parte su vulnerabilidad a la perturbación de la vegetación primaria.

Es difícil detener la degradación de la vegetación primaria, sin embargo, si no se toman las medidas de conservación correspondientes, las especies endémicas podrían seguir el camino de la extinción en tiempos relativamente cortos, considerando que la superficie de vegetación original que aún queda en el estado de Veracruz es muy pequeña (aproximadamente 10% del territorio veracruzano según Guzmán y Castillo-Campos (1989).

La riqueza de plantas endémicas del estado de Veracruz se encuentra amenazada debido a la ampliación de la frontera agrícola y ganadera, lo que ha ocasionado que los distintos tipos de vegetación original desaparezcan cada día a un ritmo alarmante. A pesar de que estudios recientes (Harte y Kinzig, 1997; Kinzig y Harte, 2000) indican que las estimaciones de la pérdida de especies endémicas por destrucción o transformación del hábitat, puede ser menor que la estimada a partir de la relación área-especie de la teoría de biogeografía de islas (May et al., 1995). Sin embargo, los cambios en el uso del suelo conducen a una degradación de la calidad del hábitat por la fragmentación, el efecto de borde y la pérdida de corredores biológicos (Kinzig y Harte, 2000). También se debe considerar riesgoso la extracción selectiva de especies útiles, la invasión de especies exóticas, la deposición de contaminantes e incluso el cambio climático global (Heywood y Watson, 1995). La mayoría de las especies endémicas son altamente sensibles a la transformación de la cobertura vegetal primaria, así como a los cambios que se presentan en las condiciones ecológicas que prevalecen en esos hábitats.

## **AGRADECIMIENTOS**

Deseamos agradecer a la Dra. Luciana Porter por la traducción del resumen al idioma inglés. A la Dra. María Luisa Martínez y al M. en C. Sergio Avendaño Reyes por la revisión del manuscrito y de manera especial al revisor anónimo del comité editorial de Acta Botánica Mexicana por sus atinadas sugerencias. Este trabajo fue realizado con financiamiento del Instituto de Ecología, A.C., a través del Departamento de Sistemática Vegetal (902-14) y forma parte de la tesis doctoral del primer autor, en el Programa de Posgrado en Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad-Iztapalapa.

## LITERATURA CITADA

Ackerman, A., J.A. 1983. Las gramíneas de México. Tomo I. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México, DF. 260 pp.

Ackerman, A., J.A. Miranda S., V. Jaramillo L., A.M. Rodríguez R., L. Aragón M., M.A. Vergara B., A. Chimal H., O. Domínguez S. 1995. Las gramíneas de México. Tomo IV. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. México, DF. 342 pp.

Anónimo. 2001a. Sistema de información ambiental de Veracruz. Subsecretaría de Medio Ambiente-Secretaría de Desarrollo Regional-Gobierno del Estado de Veracruz. Xalapa, Ver.

Anónimo. 2001b. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001. Instituto Nacional de Ecología-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D.F. 88 pp.

Avendaño, S. 1998. Bombacaceae. Flora de Veracruz. Fascículo 107. Instituto de Ecología, A.C.-University of California. Xalapa, Ver. 40 pp.

Balogh, P. 1981. Nomenclatural notes on the genus *Schiedeella* Schlechter (Orchidaceae). Orquídea (Méx.) 8(1): 38-40.

Barringer, K. 1991. Balsaminaceae. Flora de Veracruz. Fascículo 64. Instituto de Ecología, A.C.-University of California. Xalapa, Ver. 8 pp.

Bravo-Hollis, H. 1937. Las cactáceas de México. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 755 pp.

Bravo-Hollis, H. 1970. Una especie nueva del género *Coryphantha*. Cact. Suc. Mex. 15(2): 27.

Britton, N.L. y J. N. Rose. 1963. The Cactaceae. Vol. IV. Dover Publications. New York. 318 pp.

Castillo-Campos, G. y D. H. Lorence. 1985. *Antirhea aromatica* (Rubiaceae, Guettardeae), a new species from Veracruz, Mexico. Ann. Missouri Bot. Gard. 72: 268-271.

Castillo-Campos, G. 1991. Vegetación y flora del municipio de Xalapa. Programa del Hombre y la Biosfera (MAB, UNESCO), Instituto de Ecología, A.C., H. Ayuntamiento de Xalapa, Veracruz. Xalapa, Ver. 148 pp.

Castillo-Campos, G., A. P. Vovides y M. Vázquez T. 1998a. Una nueva especie de *Stromanthe* (Marantaceae) de Veracruz, México. Polibotánica 8: 13-19.

Castillo-Campos, G. y Ma. E. Medina. 1998b. A new species of *Jacquinia* (Theophrastaceae) from Veracruz, Mexico. *Novon* 8(2): 129-132.

Croat, T. B. 1997. A revision of *Philodendron* subgenus *Philodendron* (Araceae) for Mexico and Central America. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 84(3): 311-704.

Cronquist, A. 1988. The evolution and classification of flowering plants. The New York Botanical Garden. New York. 555 pp.

Durán-Espinosa, C. 1997. Dichapetalaceae. Flora de Veracruz. Fascículo 101. Instituto de Ecología, A.C.-University of California. Xalapa, Ver. 10 pp.

Durán-Espinosa, C. 1999. Hydrangeaceae. Flora de Veracruz. Fascículo 109. Instituto de Ecología, A.C.-University of California. Xalapa, Ver. 22 pp.

Espejel, I. 1983. Garryaceae. Flora de Veracruz. Fascículo 33. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Xalapa, Ver. 6 pp.

Espejo-Serna, A. y A.R. López-Ferrari. 1992. Las monocotiledóneas mexicanas. Una sinopsis florística. Parte I. Consejo Nacional de la Flora de México-Universidad Autónoma Metropolitana. México, DF. 76 pp.

Espejo-Serna, A. y A.R. López-Ferrari. 1993. Las monocotiledóneas mexicanas. Una sinopsis florística. Parte II. Consejo Nacional de la Flora de México-Universidad Autónoma Metropolitana. México, DF. 70 pp.

Espejo-Serna, A. y A.R. López-Ferrari. 1994a. Alstroemeriaceae. Flora de Veracruz. Fascículo 83. Instituto de Ecología, A.C.-University of California. Xalapa, Ver. 12 pp.

Espejo-Serna, A. y A.R. López-Ferrari. 1994b. Las monocotiledóneas mexicanas. Una sinopsis florística. Parte III. Consejo Nacional de la Flora de México-Universidad Autónoma Metropolitana. México, DF. 73 pp.

Espejo-Serna, A. y A.R. López-Ferrari. 1995. Las monocotiledóneas mexicanas. Una sinopsis florística. Parte IV. Consejo Nacional de la Flora de México-Universidad Autónoma Metropolitana. México, DF. 49 pp.

Espejo-Serna, A. y A.R. López-Ferrari. 1996. Las monocotiledóneas mexicanas. Una sinopsis florística. Parte VI. Consejo Nacional de la Flora de México-Universidad Autónoma Metropolitana. México, DF. 116 pp.

Espejo-Serna, A. y A.R. López-Ferrari. 1997a. Las monocotiledóneas mexicanas. Una sinopsis florística. Parte V. Consejo Nacional de la Flora de México-Universidad Autónoma Metropolitana. México, DF. 98 pp.

- Espejo-Serna, A. y A.R. López-Ferrari. 1997b. Las monocotiledóneas mexicanas. Una sinopsis florística. Parte VII. Consejo Nacional de la Flora de México-Universidad Autónoma Metropolitana. México, D.F. 90 pp.
- Espejo-Serna, A. y A.R. López-Ferrari. 1998a. Iridaceae. Flora de Veracruz. Fascículo 105. Instituto de Ecología, A.C.-University of California. Xalapa, Ver. 58 pp.
- Espejo-Serna, A. y A.R. López-Ferrari. 1998b. Las monocotiledóneas mexicanas. Una sinopsis florística. Parte VIII. Consejo Nacional de la Flora de México-Universidad Autónoma Metropolitana. México, D.F. 90 pp.
- Espejo-Serna, A. y A.R. López-Ferrari. 2000. Las monocotiledóneas mexicanas. Una sinopsis florística. Partes IX a XI. Consejo Nacional de la Flora de México-Universidad Autónoma Metropolitana. México, D.F. 337 pp.
- Fernández, R. 1986. Rhamnaceae. Flora de Veracruz. Fascículo 50. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Xalapa, Ver. 63 pp.
- Fryxell, P. A. 1992. Malvaceae. Flora de Veracruz. Fascículo 68. Instituto de Ecología, A.C.-University of California. Xalapa, Ver. 255 pp.
- García-Cruz, J. y L. Sánchez S. 1999. Orchidaceae II. *Epidendrum*. Flora de Veracruz. Fascículo 112. Instituto de Ecología, A.C.-University of California. Xalapa, Ver. 110 pp.
- García-Franco, J. G. 1987. Las Bromelias de México. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Xalapa, Ver. 94 pp.
- Gentry, A. H. 1982a. Bignoniaceae. Flora de Veracruz. Fascículo 24. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Xalapa, Ver. 222 pp.
- Gentry, A. H. 1982b. Agaves of Continental North America. The University of Arizona Press. Arizona. 670 pp.
- Gentry, A.H. 1986. Endemism in tropical versus temperate plant communities. In: Soulé, M.E. (ed.) Conservation biology. The science of scarcity and diversity. Sinauer Sunderland, Mass. pp.153-181.
- Graham, S. A. 1991. Lythraceae. Flora de Veracruz. Fascículo 66. Instituto de Ecología, A.C.-University of California. Xalapa, Ver. 94 pp.
- Gregory, D. y R. Riba. 1979. Selaginellaceae. Flora de Veracruz. Fascículo 6. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Xalapa, Ver. 35 pp.

Guzmán, G. S. y G. Castillo-Campos. 1989. Uso del suelo en Veracruz. Extensión 32: 31-35.

Handlos, W. L. 1975. The taxonomy of *Tripogandra* (Commelinaceae). *Rhodora* 77: 213-333.

Harte, J. y A.P. Kinzig. 1997. On the implications of species-area relationships for endemism, spatial turnover, and food web patterns. *Oikos* 80: 417-427.

Hawkes, A. D. 1965. *Encyclopaedia of cultivated Orchids*. Faber and Faber Limited. London. 602 pp.

Hernández, H. M. y A. Godinez. 1994. Contribución al conocimiento de las cactáceas mexicanas amenazadas. *Acta Bot. Mex.* 26: 33-52.

Heywood, V.H. y R.T. Watson. 1995. *Global diversity assessment*. Cambridge University Press. Cambridge. 1140 pp.

Hietz, P. y U. Hietz-Seifert. 1994. *Epífitas de Veracruz*. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Ver. 236 pp.

Hitchcock, A.S. y A. Chase. 1910. The north American species of *Panicum*. *Contributions from the United States National Herbarium* 15; 1-331.

Ibarra-Manríquez, G. y S. Sinaca C. 1995. Lista florística comentada de la Estación de Biología Tropical "Los Tuxtlas", Veracruz, México. *Rev. Biol. Trop.* 43(1-3): 75-115.

INEGI. 1988. *Síntesis geográfica, nomenclátor y anexo cartográfico del estado de Veracruz*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, Ags. 69 pp

International Plant Names Index (IPNI). 1999. Published on the Internet <http://www.ipni.org>. (Accessed 2002).

Jiménez, R. y B. G. Schubert. 1997. *Begoniaceae. Flora de Veracruz. Fascículo 100*. Instituto de Ecología, A.C.-University of California. Xalapa, Ver. 70 pp.

Kinzig, A.P. y J. Harte. 2000. Implications of endemics-area relationships for estimates of species extinctions. *Ecology* 81: 3305-3311.

Lascurain, M. 1996. A new species of *Calathea* (Marantaceae) from Veracruz, México. *Novon* 6: 385-388.

López-Ferrari, A.R. y A. Espejo-Serna. 1993. *Convallariaceae. Flora de Veracruz*.



- Fascículo 76. Instituto de Ecología, A.C.-University of California. Xalapa, Ver. 20 pp.
- López-Ferrari, A.R. y A. Espejo-Serna. 1995. Anthericaceae. Flora de Veracruz. Fascículo 86. Instituto de Ecología, A.C.-University of California. Xalapa, Ver. 20 pp.
- López-Ferrari, A.R. y A. Espejo-Serna. 2002. Amaryllidaceae. Flora de Veracruz. Fascículo 128. Instituto de Ecología, A.C.-University of California. Xalapa, Ver. 32 pp.
- Lorence, D. H. y G. Castillo-Campos. 1988. Tres nuevas especies y una nueva combinación en el género *Rondeletia* (Rubiaceae, Rondeletieae) de Veracruz y Oaxaca, México. *Biótica* 13(2): 147-157.
- Lundell, C. L. 1984a. Neotropical Myrsinaceae-XIII. *Phytologia* 56(3): 141-143.
- Lundell, C. L. 1984b. Studies of American plants-XXI. *Phytologia* 56(1): 28-31.
- Lundell, C. L. 1984c. A new species of *Euonymus* (Celastraceae) from Mexico. *Phytologia* 56(6): 419.
- Luther, H. 1991. Miscellaneous new taxa of Bromeliaceae (VIII). *Selbyana* 12: 68-90.
- Matuda, E. 1953. Nuevas dioscóreas de México y Guatemala. *Anales Inst. Biól. Univ. Nac. Auton. México* 24: 55-61.
- Matuda, E. 1975. Tres nuevas especies de *Tillandsia*. *Cact. Suc. Mex.* 20(4): 96-99.
- Matuda, E. 1976. Tres nuevas especies de plantas mexicanas. *Cact. Suc. Mex.* 21(3): 74-76.
- May, R. M., J.H. Lawton y N.E. Store. 1995. Assessing extinction rates. In: Lawton, J.H. y R. M. May (eds.) *Extinction rates*. Oxford University Press. New York. pp 1-24.
- McDonald, A. 1993. Convolvulaceae I. Flora de Veracruz. Fascículo 73. Instituto de Ecología, A.C.-University of California. Xalapa, Ver. 99 pp.
- McDonald, A. 1994. Convolvulaceae II. Flora de Veracruz. Fascículo 77. Instituto de Ecología, A.C.-University of California. Xalapa, Ver. 133 pp.
- McVaugh, R. 1985. Orchidaceae. In: Anderson, W. R. (ed.). *Flora Novo-Galiciana*. XIV. 1-363 pp.
- Missouri Botanical Garden's VAST. 1995. (VAScular Tropicos) nomenclatural database and associated authority files. Published on the Internet <http://www.mobot.org>. (Accessed 2002).

- Morrone, J.J. 2001. Biogeografía de América Latina y el Caribe. M&T-Manuales & Tesis SEA, Vol. III. Zaragoza, 148 pp.
- Narave, H. 1983. Juglandaceae. Flora de Veracruz. Fascículo 31. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Xalapa, Ver. 30 pp.
- Nash, D.L. 1979 Hydrophyllaceae. Flora de Veracruz. Fascículo 5. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Xalapa, Ver. 37 pp.
- Nash, D.L. y N. P. Moreno. 1981. Boraginaceae. Flora de Veracruz. Fascículo 18. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Xalapa, Ver. 149 pp.
- Nash, D.L. y M. Nee. 1984. Verbenaceae. Flora de Veracruz. Fascículo 41. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Xalapa, Ver. 154 pp.
- Nee, M. 1986. Solanaceae I. Flora de Veracruz. Fascículo 49. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Xalapa, Ver. 191 pp.
- Nee, M. 1993. Solanaceae II. Flora de Veracruz. Fascículo 72. Instituto de Ecología, A.C.-University of California. Xalapa, Ver. 158 pp.
- Nevling, L.I. y K. Barringer. 1988. Thymelaeaceae. Flora de Veracruz. Fascículo 59. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Xalapa, Ver. 16 pp.
- Nixon, K.C. 1993. The genus *Quercus* in Mexico. In: Ramamoorthy, T. P., Bye, R., Lot, A., Fa, J. (eds.). Biological diversity of Mexico: Origins and distribution. Oxford University Press. New York. pp 447-458.
- Norstog, K.J., Fawcett, P.K.S. y A.P. Vovides. 1992. Beetle pollination of two species of *Zamia* evolutionary and ecological considerations. *Paleobotanist* 41: 149-158.
- Ortega, J.F. y R.V. Ortega O. 1997. Aristolochiaceae. Flora de Veracruz. Fascículo 99. Instituto de Ecología, A.C.-University of California. Xalapa, Ver. 46 pp.
- Palacios-Ríos, M. 1992. Las Pteridofitas del estado de Veracruz, México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 364 pp.
- Pennington, T.D. 1997. The genus *Inga* Botany. The Royal Botanic Gardens, Kew. Continental Printing. Kew. 844 pp.
- Pérez, E. y G. Castillo-Campos 1988. Una nueva especie de *Hyperbaena* (Menispermaceae) de Veracruz, México. *Acta Bot. Mex.* 4: 15-19.
- Pérez, E. 1995. Menispermaceae. Flora de Veracruz. Fascículo 87. Instituto de

Ecología, A.C.-University of California. Xalapa, Ver. 43 pp.

Riba, R. 1993. Mexican Pteridophytes: Distribution and endemism. In: Ramamoorthy, T.P., Bye, R., Lot, A., Fa, J. (eds.). Biological diversity of Mexico: Origins and distribution. Oxford University Press. New York. pp. 379-395.

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

Rzedowski, J. y G. Calderón de Rzedowski. 1985. Flora fanerogámica del Valle de México. Vol. II. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Ver. 674 pp.

Rzedowski, J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. Acta Bot. Mex. 14: 3-21.

Rzedowski, J. 1993. Diversity and origins of the phanerogamic flora of Mexico. In: Ramamoorthy, T.P., Bye, R., Lot, A., Fa, J. (eds.). Biological diversity of Mexico: Origins and distribution. Oxford University Press. New York. pp. 129-144.

Rzedowski, J. 1996. Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de montaña de México. Acta Bot. Mex. 35: 25-44.

Rzedowski, J. y G. Calderón de Rzedowski. 1996. Burseraceae. Flora de Veracruz. Fascículo 94. Instituto de Ecología, A.C.-University of California. Xalapa, Ver. 37 pp.

Salazar, G.A. 1988. *Mormodes tuxtliensis*, a new species from Veracruz, Mexico. Orquídea (Mex.) 11: 59-62.

Sánchez-Vindas, P.E. 1990. Myrtaceae. Flora de Veracruz. Fascículo 62. Instituto de Ecología, A.C.-University of California. Xalapa, Ver. 146 pp.

Smith, L. y R.J. Downs. 1974. (PITCAIRNIOIDEAE). (Bromeliaceae). Monograph No. 14. Flora Neotropica. Hafner Press. New York. pp. 1-658.

Smith, L. y R.J. Downs. 1979. BROMELIOIDEAE. (Bromeliaceae). Monograph No. 14. Part 3. Flora Neotropica. Hafner Press. New York. pp. 1493-2142.

Soderstrom, T.R. 1982. Validation of the generic name *Olmeca* and its two species (Poaceae: Bambusoideae). Phytologia 51(2): 161.

Sosa, V. y B.G. Schubert. 1986. Una nueva variedad de *Dioscorea spiculiflora* Hemsl. (Dioscoreaceae) de Veracruz, México. Biotica 11(3): 187-190.

Sosa, V., B.G. Schubert y A. Gómez-Pompa. 1987. Dioscoreaceae. Flora de Veracruz. Fascículo 53. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Xalapa, Ver. 46 pp.

Sosa, V. y A. Gómez-Pompa (comp.) 1994. Lista florística. Flora de Veracruz. Fascículo 82. Instituto de Ecología, A.C.-University of California. Xalapa, Ver. 245 pp.

Sosa, V., A.P. Vovides y G. Castillo-Campos. 1998. Monitoring endemic plant extinction in Veracruz, Mexico. *Biodiversity and Conservation* 7: 1521-1527.

Soto, M. y E. García. 1989. Atlas climático del estado de Veracruz. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Ver. 125 pp.

Stevenson, D. Wm., S. Sabato y M. Vázquez-Torres. 1986. A new species of *Ceratozamia* (Zamiaceae) from Veracruz, Mexico with comments on species relationships, habitats, and vegetative morphology in *Ceratozamia*. *Brittonia* 38(1): 17-26.

Turner, B.L. 1985. A new species of *Neurolaena* (Asteraceae-Heliantheae) from southernmost Veracruz, México. *Phytologia* 58(7): 497.

Turner, B.L. 1988. A new species of *Hidalgoa* (Asteraceae,Coreopsidae) from southern, México. *Phytologia* 65(5): 379-381.

Varadarajan, G.S. y A.J. Gilmartin. 1988. Taxonomic realignments within the subfamily Pitcairnioideae (Bromeliaceae). *Systematic Botany* 13(2): 294-299.

Villaseñor, J.L. 1990. The genera of Asteraceae endemic to México and adjacent regions. *Aliso* 12(4): 685-692.

Vovides, A. 1983. Zamiaceae. Flora de Veracruz. Fascículo 26. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Xalapa, Ver. 31 pp.

Vovides, A. 1994. Costaceae. Flora de Veracruz. Fascículo 78. Instituto de Ecología, A.C.-University of California. Xalapa, Ver. 13 pp.

Vovides, P.A., V. Luna y G. Medina. 1997. Relación de algunas plantas y hongos mexicanos raros, amenazados o en peligro de extinción y sugerencias para su conservación. *Acta Bot. Mex.* 39:1-42.

Wendt, T. 1983. *Plantae Uxpanapae* II. Novedades en Violaceae y Scrophulariaceae. *Bol. Soc. Bot. Méx.* 45: 133-140.

Wunderlin, R.P. 1983. Revision of arborescent bauhinias (Fabaceae: Caesalpinioideae: Cercideae) native to middle America. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 70: 95-127.

Zamora, C.P. y G. Castillo-Campos. 1997. Vegetación y flora del municipio de Tlalnelhuayocan, Veracruz. *Textos Universitarios. Universidad Veracruzana.* 88 pp.

## APÉNDICE 1

Lista de las especies endémicas registradas para el estado de Veracruz, agrupadas siguiendo la propuesta de clasificación de Cronquist (1988). Se incluye el nombre válido, sinónimos, nombre común, hábito, tamaño, hábitat, altitud, usos, comentarios y fuentes de información. Para diferenciar la forma biológica de las especies se utilizaron los términos más comunes (árbol, arbusto, hierba, bejuco), incluyendo las lianas en los bejucos.

### PTERIDOFITAS

#### ATHYRIACEAE

***Diplazium hahnii*** (Fourn.) C. Chr.

*Asplenium hahnii* Fourn.

TIPO: MÉXICO. Veracruz.

**Forma biológica:** hierba.

**Tipo de vegetación:** bosque mesófilo de montaña.

**Altitud:** 1,500 m

**Fuente:** Palacios-Ríos, 1992.

#### BLECHNACEAE

***Blechnum danaeaceum*** (Kunze) C. Chr.

*Lomaria danaeacea* Kunze

**Forma biológica:** hierba.

**Tipo de vegetación:** bosque mesófilo de montaña, bosque de coníferas.

**Altitud:** 1,100 m

**Fuente:** Palacios-Ríos, 1992.

#### DRYOPTERIDACEAE

***Polystichum ordinatum x muricatum***

**Forma biológica:** hierba.

**Tipo de vegetación:** bosque mesófilo de montaña.

**Altitud:** 1,800 m

**Fuente:** Palacios-Ríos, 1992.

#### LOMARIOPSIDACEAE

***Bolbitis umbrosa*** (Liebm) Ching.

*Acrostichum umbrosum* Liebm.

TIPO: MÉXICO. Veracruz.

*Leptochilus umbrosus* C. Chr.

**Forma biológica:** hierba.

**Tipo de vegetación:** bosque tropical perennifolio.

**Altitud:** 600-750 m

**Fuente:** Palacios-Ríos, 1992; Riba, 1993.

***Elaphoglossum obscurum*** (Fourn.) C. Chr.

*Acrostichum obscurum* Fourn.

**Forma biológica:** hierba.

**Tipo de vegetación:** bosque de *Quercus*, bosque mesófilo de montaña, bosque de coníferas.

**Altitud:** 1,250-1,750 m

**Fuente:** Palacios-Ríos, 1992.

#### POLYPODIACEAE

***Pleopeltis xmelanoneuron*** Mickel & Beitel.

TIPO: MÉXICO. Veracruz.

*Pleopeltis crassinervata* X *fallax*

**Forma biológica:** hierba.

**Tipo de vegetación:** bosque mesófilo de montaña.

**Altitud:** 1,000-1,300 m

**Fuente:** Palacios-Ríos, 1992.

***Pleopeltis xsordidula*** (Maxon & Weatherby) Mickel & Beitel.

*Pleopeltis sordidulum* Maxon & Weatherby.

TIPO: MÉXICO. Veracruz.

*Pleopeltis astrolepis* X *fallax*

**Forma biológica:** hierba.

**Tipo de vegetación:** bosque mesófilo de montaña, bosque tropical perennifolio.

**Altitud:** 900-1,400 m

**Fuente:** Palacios-Ríos, 1992.

***Polypodium arthropodium*** Fée

**Forma biológica:** hierba.

**Tipo de vegetación:** bosque de *Quercus*, bosque tropical perennifolio.

**Altitud:** 1,400 m

**Fuente:** Palacios-Ríos, 1992.

***Polypodium hahnii*** Fourn.

TIPO: MÉXICO. Veracruz.

**Forma biológica:** hierba.

**Tipo de vegetación:** bosque mesófilo de montaña.

**Altitud:** 1,400 m

**Fuente:** Palacios-Ríos, 1992.

***Polypodium lesourdianum*** Fourn.

TIPO: MÉXICO. Veracruz.

**Forma biológica:** hierba.

**Tipo de vegetación:** bosque mesófilo de montaña.

**Altitud:** no conocida.

**Fuente:** Palacios-Ríos, 1992; Riba, 1993.

#### SELAGINELLACEAE

***Selaginella pulcherrima*** Liebm ex Fourn.

TIPO: MÉXICO. Veracruz: Hacienda de Jovo, *Liebmann 2061*.

*S. amoena* Bull, Retail List Pl. 199: 16.1884.

*S. mosorongensis* Hieron. Hedwigia 43:4. 1904, *ex char.*

**Forma biológica:** hierba.

**Tipo de vegetación:** bosque tropical perennifolio, bosque mesófilo de montaña.

**Altitud:** 150-1,300 m

**Fuente:** Gregory y Riba, 1979.

***Selaginella orizabensis*** Hieron

*Selaginella sartorii* A. Braun ex Fourn. *nom nud.*

**Forma biológica:** hierba.

**Tipo de vegetación:** bosque mesófilo de montaña.

**Fuente:** Palacios-Ríos, 1992.

#### THELYPTERIDACEAE

***Thelypteris lanosa*** (C. Chr.) A.R. Smith.

*Dryopteris patens* var. *lanosa* C. Chr.

TIPO: MÉXICO. Veracruz.

*Aspidium albescens* Fée *nom nud.*

*Aspidium pallidum* Fourn. var. *majus* Fourn. *nom nud.*

**Forma biológica:** hierba.

**Tipo de vegetación:** bosque mesófilo de montaña, bosque de *Quercus*.

**Altitud:** 300-1,000 m

**Fuente:** Palacios-Ríos, 1992.

***Thelypteris schaffneri*** (Fée) Reed

*Nephrodium schaffneri* Fée

**Forma biológica:** hierba.

**Tipo de vegetación:** bosque mesófilo de montaña.

**Altitud:** 960 m

**Fuente:** Palacios-Ríos, 1992.

***Thelypteris rhachiflexuosa*** Riba

TIPO: MÉXICO. Veracruz.

**Forma biológica:** hierba.

**Tipo de vegetación:** bosque tropical perennifolio.

**Altitud:** 0-500 m

**Fuente:** Palacios-Ríos, 1992.

#### GYMNOSPERMAE

##### ZAMIACEAE

***Ceratozamia euryphyllidia*** V-Torres, Sabato & D. Stevenson.

TIPO: MÉXICO. Veracruz, junio 22, 1984, *Vázquez-Torres 2842*.

**Forma biológica:** hierba.

**Tipo de vegetación:** bosque tropical perennifolio.

**Altitud:** 120 m

**Fuente:** Stevenson et al., 1986.

***Ceratozamia mexicana*** Brongn. var. ***latifolia*** (Miq.) Schuster

*C. latifolia* Miq., Tijdschr. Wis-Natuurk. Wetensch. Eerste Kl. Kon. Ned. Inst. Wetensch. 1: 206. 1848.

**Forma biológica:** hierba.

**Tipo de vegetación:** bosque mesófilo de montaña (en pendientes rocosas)

**Altitud:** 700-1,850 m

**Fuente:** Vovides, 1983.

***Ceratozamia miqueliana*** Wendl.

**Nombre común:** palmita (sur de Veracruz).

**Forma biológica:** hierba.

**Tipo de vegetación:** bosque tropical perennifolio y en el ecotono de bosque mesófilo de montaña con el tropical.

**Altitud:** 60-800 m

**Usos:** ornamental.

**Fuente:** Vovides, 1983.

***Zamia furfuracea*** L. f. En Aiton

**Nombre común:** helecho marino.

**Forma biológica:** hierba.

**Tipo de vegetación:** dunas costeras, palmar, bosque tropical perennifolio, bosque tropical caducifolio, bosque tropical subcaducifolio.

**Altitud:** desde el nivel del mar hasta 1250 m

**Usos:** ornamental.

**Fuente:** Vovides, 1983.

***Zamia inermis*** Vovides, Rees & Vázquez-Torres

TIPO: MÉXICO. Veracruz, junio 6, 1981, *Vovides 666*.

**Forma biológica:** hierba.

**Tipo de vegetación:** bosque tropical caducifolio.

**Altitud:** 200-300 m

**Fuente:** Vovides, 1983.

## ANGIOSPERMAE

### MONOCOTYLEDONEAE

#### AGAVACEAE

***Agave atrovirens*** Karw. Ex Salm-Dyck var. ***mirabilis*** (Trel.) H. Gentry

*A. mirabilis* Trel.

TIPO: MÉXICO. Veracruz. Las Vigas, marzo, 1905, *W. Trelease 7*.

**Nombre común:** maguey blanco, maguey cenizo.

**Forma biológica:** rosetófila.

**Tipo de vegetación:** bosque de coníferas.

**Altitud:** 2,150-2,480 m

**Usos:** para preparar agua miel y pulque.

**Fuente:** Gentry, 1982 b; Espejo-Serna y López-Ferrari, 1992

***Agave ellemeetiana*** Jacobi.

TIPO: MÉXICO. Veracruz, Hort. Kew, marzo, 1877.

**Forma biológica:** rosetófila.

**Altitud:** no conocida.

**Fuente:** Gentry, 1982 b.; Espejo-Serna y López-Ferrari, 1992.



**Agave horrida** Lemaire ex Jacobi ssp. **perotensis** Ullrich.

TIPO: MÉXICO. Veracruz, on malpais 4-5 miles [7 km] N of El Limón (RR station), ca. 7800 ft, septiembre, 1963, *H. Gentry, A. Barclay & J. Argüelles 20417*.

**Nombre común:** maguey.

**Forma biológica:** rosetófila.

**Tipo de vegetación:** bosque de coníferas, matorral xerófilo.

**Altitud:** no conocida.

**Fuente:** Gentry, 1982 b; Espejo-Serna y López-Ferrari, 1992.

**Agave polyacantha** Haw. var. **xalapensis** (Roezl ex Jacobi) Gentry

TIPO: MÉXICO. Veracruz: 4-6 km al SE de Las Vigas, 1° marzo, 1974, *H. Gentry y J. Dorantes, 23376*.

*Agave xalapensis* Roezl ex Jacobi.

**Forma biológica:** rosetófila.

**Tipo de vegetación:** bosque de coníferas.

**Altitud:** no conocida.

**Fuente:** Gentry, 1982 b; Espejo-Serna y López-Ferrari, 1992.

#### ALSTROEMERIACEAE

**Bomarea gloriosa** (Schltdl. & Cham) M. Roem.

*Alstroemeria gloriosa* Schltdl. & Cham, *Linnaea* 6: 51. 1831.

TIPO: MÉXICO. Veracruz: Jalapa, agosto [1828], *Schiede y Deppe*.

**Nombre común:** canastilla, jicamilla.

**Forma biológica:** hierba trepadora.

**Tipo de vegetación:** bosque de *Quercus*, bosque mesófilo de montaña, bosque tropical perennifolio, bosque tropical caducifolio.

**Altitud:** 100-1,450 m

**Fuente:** Espejo y López-Ferrari, 1994 a.

#### AMARYLLIDACEAE

**Hymenocallis longibracteata** Hochr.

TIPO: MÉXICO. Veracruz: Orizaba, 18. VI. 1853, *F.J. Mueller s.n.*

**Forma biológica:** hierba.

**Tipo de vegetación:** bosque de galería.

**Altitud:** 1,500 m

**Fuente:** López-Ferrari y Espejo-Serna, 2002.

**Zephyranthes miradorensis** (Kraenzl.) Espejo & López-Ferrari.

*Cooperia miradorensis* Kraenzl.

TIPO: MÉXICO. Veracruz: Mirador in campis, ca. 10-12 km al NE de Huatusco, abril-1842, *F. Liebmann 7925*.

**Nombre común:** mañanitas.

**Forma biológica:** hierba.

**Tipo de vegetación:** bosque tropical caducifolio.

**Altitud:** 500-700 m

**Fuente:** López-Ferrari y Espejo-Serna, 2002.

#### ANTHERICACEAE

**Echeandia albiflora** (Schltdl. & Cham) M. Martens & Galeotti.

*Conanthera albiflora* Schltldl. & Cham.

TIPO: MÉXICO. Veracruz: Hacienda de la Laguna, IX-[1828], C. Schiede y F. Deppe.

**Forma biológica:** hierba.

**Tipo de vegetación:** bosque de coníferas, bosque tropical caducifolio, bosque tropical caducifolio y bosque mesófilo de montaña, cafetal, caña de azúcar.

**Altitud:** 100-1,400 m

**Fuente:** López-Ferrari y Espejo-Serna, 1995.

#### ARACEAE

*Philodendron subincisum* Schott.

TIPO: MÉXICO. Veracruz: Papantla, *Karwinski s. n.*

**Forma biológica:** hierba trepadora.

**Tipo de vegetación:** bosque tropical perennifolio.

**Altitud:** 500 m

**Comentarios:** rara.

**Fuente:** Espejo-Serna y López-Ferrari, 1993; Croat, 1997.

*Spathiphyllum ortgiesii* Regel.

TIPO: MÉXICO. Veracruz: sin localidad precisa, *B. Roetzl.*

Nombre común: chile de gato.

**Forma biológica:** hierba.

Tipo de vegetación: bosque de coníferas, bosque mesófilo de montaña, bosque tropical perennifolio.

**Altitud:** 550-1,300 m

**Fuente:** Espejo-Serna y López-Ferrari, 1993.

*Spathiphyllum uxpanapense* Matuda. "*uspanapensis*".

TIPO: MÉXICO. Veracruz: Mpio. Minatitlán, a orillas del Río Uxpanapa, campamento Hidalgotitlán, febrero, 1975, *E. Matuda 38660.*

**Forma biológica:** hierba.

**Tipo de vegetación:** bosque tropical perennifolio.

**Altitud:** 75 m

**Fuente:** Matuda, 1976; Espejo-Serna y López-Ferrari, 1993.

*Xanthosoma kerberi* Engl.

TIPO: MÉXICO. Veracruz: Córdoba, *E. Kerber.*

**Forma biológica:** hierba.

**Altitud:** no conocida.

**Fuente:** Espejo-Serna y López-Ferrari, 1993.

#### ARECACEAE

*Bactris baculifera* Karw.

TIPO: MÉXICO. Veracruz: Jicaltepec [ca. 8 km SW de Nautla], abril, 1841, *W. Karwinsky.*

**Forma biológica:** hierba.

**Altitud:** no conocida.

**Fuente:** Espejo-Serna y López-Ferrari, 1993.

#### BROMELIACEAE

*Hechtia glabra* Brandege

TIPO: MÉXICO. Veracruz: barranca de Panoaya [19° 10' N, 96° 45' W], noviembre, 1919, C. Purpus 8506.

**Forma biológica:** hierba.

**Altitud:** no conocida.

**Fuente:** Espejo-Serna y López-Ferrari, 1994 b.

***Hechtia lindmanioides*** L.B. Sm.

TIPO: MÉXICO. Veracruz: Barranca de Consoquitla, cerca de El Fortín, 1842. F. Liebmann 7951.

**Forma biológica:** hierba.

**Tipo de vegetación:** bosque tropical caducifolio.

**Altitud:** no conocida.

**Fuente:** Smith y Downs, 1974; García-Franco, 1987; Espejo-Serna y López-Ferrari, 1994 b.

***Tillandsia alvareziae*** Rauh.

TIPO: MÉXICO. Veracruz: sine loco natali, forsan in vicinitate Fortín de las Flores [Veracruz], agosto, 1974, Sra. Álvarez.

**Forma biológica:** hierba epífita.

**Altitud:** no conocida.

**Fuente:** Espejo-Serna y López-Ferrari, 1994 b.

***Tillandsia flavobracteata*** Matuda

TIPO: MÉXICO. Veracruz: Hidalgotitlán, al sureste de Venustiano Carranza. P. Valdivia 875.

**Forma biológica:** hierba epífita.

**Tipo de vegetación:** bosque tropical perennifolio, bosque tropical caducifolio, bosque tropical subcaducifolio.

**Altitud:** ca. 150 m

**Fuente:** Espejo-Serna y López-Ferrari, 1994 b.

***Tillandsia novakii*** H. Luther

TIPO: MÉXICO. Veracruz: south of Cerro Azul, collected in, 1979, flowered in cultivation, junio, 1990, A. Novák s. n.

**Forma biológica:** hierba.

**Altitud:** no conocida.

**Fuente:** Luther, 1991; Espejo-Serna y López-Ferrari, 1994 b.

#### CANNACEAE

***Canna heliconiifolia*** Bouché

TIPO: MÉXICO. "Hab. in Mexico". v. v. c. [visa viva culta]. No se cita ejemplar ni colector en el protólogo.

**Forma biológica:** hierba.

**Altitud:** no conocida.

**Fuente:** Espejo-Serna y López-Ferrari, 1994 b.

#### COMMELINACEAE

***Tripogandra silvatica*** Handlos

TIPO: MÉXICO. Veracruz. Mpio. San Andrés Tuxtla. Montepío, 19 km al este de Catemaco, marzo, 1965, L. González Quintero 2239.

**Forma biológica:** hierba.

**Altitud:** no conocida.

**Fuente:** Handlos, 1975; Espejo-Serna y López-Ferrari, 1995.

#### CONVALLARIACEAE

***Maianthemum macrophyllum*** (M Martens & Galeotti) LaFrankie

*Smilacina macrophylla* M Martens & Galeotti.

TIPO: MÉXICO. Veracruz: Totutla, 1840, *H. Galeotti* 5473.

**Forma biológica:** hierba epífita o rupícola.

**Tipo de vegetación:** bosque de *Quercus*, bosque mesófilo de montaña, bosque de coníferas, bosque de galería (asociada a *Platanus*).

**Altitud:** 1,310-2,000 m

**Fuente:** López-Ferrari y Espejo, 1993; Espejo-Serna y López-Ferrari, 1995.

#### COSTACEAE

***Costus dirzoi*** García-Mendoza & Ibarra-Manríquez.

TIPO: MÉXICO. Veracruz: Mpio. San Andrés Tuxtla, Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas [18° 34' – 18° 36' N, 95° 04' – 95° 09' W, 200 m], [22 mayo, 1989] 7 junio, 1989, *G. Ibarra* 3400.

**Nombre común:** bordón, caña agria, caña de venado.

**Forma biológica:** hierba.

**Tipo de vegetación:** bosque tropical perennifolio y transición con bosque mesófilo de montaña, bosque de galería.

**Altitud:** 180-700 m

**Fuente:** Vovides, 1994; Espejo-Serna y López-Ferrari, 1995.

#### CYPERACEAE

***Carex ballsii*** Nelm. s.

TIPO: MÉXICO. Veracruz: Loma Grande, Mt. Orizaba, 9700 ft [2957 m], 27 abril, 1938, *E. Balls* & *W. Gourlay* B4371.

**Forma biológica:** hierba.

**Altitud:** no conocida.

**Fuente:** Espejo-Serna y López-Ferrari, 1997 a.

#### DIOSCOREACEAE

***Dioscorea cruzensis*** R. Kunth. "**cruzensis**".

TIPO: MÉXICO. Veracruz: Misantla, [19° 56' N, 96° 50' W, 410 m], agosto, 1912, *C. Purpus* 6284.

**Forma biológica:** bejuco trepador.

**Tipo de vegetación:** bosque tropical perennifolio, bosque de galería.

**Altitud:** 240 m

**Fuente:** Sosa et al., 1987; Espejo-Serna y López-Ferrari, 1996.

***Dioscorea orizabensis*** Uline ex Knuth.

TIPO: MÉXICO. Veracruz: Orizaba, *Bourgeau* 3029.

**Forma biológica:** bejuco trepador.

**Tipo de vegetación:** bosque mesófilo de montaña.

**Altitud:** no conocida.

**Fuente:** Sosa et al., 1987; Espejo-Serna y López-Ferrari, 1996.

***Dioscorea spiculiflora*** Hemsley var. ***fasciculocongesta*** V. Sosa & Schubert.

TIPO: MÉXICO. Veracruz: Mpio. Juchique de Ferrer, Cerro de Villa Rica, mayo 7, 1981, *Castillo et al.* 1836.

**Forma biológica:** bejuco trepador.

**Tipo de vegetación:** bosque tropical subcaducifolio.

**Altitud:** 1,500 m

**Fuente:** Sosa y Schubert, 1986; Espejo-Serna y López-Ferrari, 1996.

***Dioscorea spiculoides*** Matuda

TIPO: MÉXICO. Veracruz: sin localidad precisa, 1841-1843, *F. Liebmann* 14561.

**Forma biológica:** hierba.

**Altitud:** no conocida.

**Fuente:** Matuda, 1953; Espejo-Serna y López-Ferrari, 1996.

#### ERIOCAULACEAE

***Paepalanthus mellii*** Moldenke

TIPO: MÉXICO. Veracruz: Minatitlán, 28 noviembre, 1928, *C. Mell s. n.*

**Forma biológica:** hierba.

**Altitud:** no conocida.

**Fuente:** Espejo-Serna y López-Ferrari, 1996.

#### IRIDACEAE

***Alophia veracruzana*** Goldblatt & T.M Howard.

TIPO: MÉXICO. Veracruz: sur de Alvarado, cultivada en Missouri Botanical Garden, junio, 1990, *P. Goldblatt y T. Howard* 9070.

**Forma biológica:** hierba.

**Tipo de vegetación:** bosque tropical perennifolio, vegetación de dunas costeras.

**Altitud:** desde el nivel del mar hasta los 20 m

**Fuente:** Espejo-Serna y López-Ferrari, 1996; Espejo-Serna y López-Ferrari, 1998 a.

#### MARANTACEAE

***Calathea misantlensis*** Lascurain

TIPO: MÉXICO. Veracruz. Yecuatla: la Zeta, arriba de Luz Bella, 1,200 m, junio, 1991, *C. Gutiérrez*, 4215.

**Nombre común:** papatillo, platanillo.

**Forma biológica:** hierba.

**Tipo de vegetación:** bosque mesófilo de montaña, bosque tropical perennifolio.

**Altitud:** 700-1,650 m

**Usos:** para envolver tamales.

**Comentarios:** solamente se ha registrado en las Sierras de Otontepec y de Chiconquiaco.

**Fuente:** Lascurain, 1996.

***Stromanthe popolucana*** Castillo-Campos, Vovides & Vázquez Torres

TIPO: MÉXICO. Veracruz. Mecayapan: ladera norte del volcán San Martín Pajapan, *G. Castillo et al.*, 12463.

**Forma biológica:** hierba.

**Tipo de vegetación:** bosque tropical perennifolio.

**Altitud:** 600 m

**Comentarios:** amenazada.

**Fuente:** Castillo-Campos et al., 1998 a.

#### ORCHIDACEAE

***Epidendrum dressleri*** Hágsater.

TIPO. MÉXICO. Veracruz: Volcán de Santa Marta, 17 julio, 1980, preparado de material cultivado, 2 julio, 1983, *R. L. Dressler sub E. Hágsater 6189*.

**Forma biológica:** hierba epífita.

**Tipo de vegetación:** bosque tropical perennifolio.

**Altitud:** 1,440-1,700 m

**Fuente:** Espejo-Serna y López-Ferrari, 1997 b; García-Cruz y Sánchez, 1999.

***Epidendrum stallforthianum*** Kraenzl.

TIPO. MÉXICO. Veracruz: Orizaba, *Stallforth s. n.*

*Epidendrum heteroglossum* Kraenzl., *Ark. Bot.* 16: 19. 1920. TIPO. MÉXICO. Veracruz: Pico de Orizaba, *Dusén s. n.*

**Forma biológica:** hierba epífita.

**Tipo de vegetación:** bosque de *Quercus*.

**Altitud:** 680 m

**Fuente:** Espejo-Serna y López-Ferrari, 1997 b; García-Cruz y Sánchez, 1999.

***Gongora saccata*** Rchb. P.

TIPO. MÉXICO. Veracruz.

**Forma biológica:** hierba epífita.

**Altitud:** no conocida.

**Fuente:** Espejo-Serna y López-Ferrari, 1997 b.

***Habenaria brownelliana*** Catling

TIPO: MÉXICO. Veracruz: grassy plains, in shady loam, N of Rodríguez Clara, 17° 59' N, 95° 23' W, 100 m, 22 noviembre, 1934, *O. Nagel & J. González sub E. Oestlund 4193*.

**Forma biológica:** hierba epífita.

**Altitud:** no conocida.

**Fuente:** Espejo-Serna y López-Ferrari, 1997 b.

***Liparis lindeniana*** (A. Rich. & Galeotti) Hemsl.

*Malaxis lindeniana* A. Rich. & Galeotti.

TIPO: MÉXICO. Veracruz: Cordillera, [Hda. de] Zacuapam [19° 12' 42" N; 96° 51' 04" W] 3000 ft [913 m], 1840, *H. Galeotti 5138*.

**Forma biológica:** hierba epífita.

**Altitud:** no conocida.

**Fuente:** Espejo-Serna y López-Ferrari, 1998 b.

***Mormodes tuxtlenensis*** Salazar.

TIPO MÉXICO. Veracruz: Mpio. San Andrés Tuxtla, Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas, ca. límite superior de la estación, 1 julio, 1987, preparado de material cultivado, 20 octubre, 1987, *Ibarra y Salazar 3502*.

**Forma biológica:** hierba epífita.

**Tipo de vegetación:** bosque tropical perennifolio.

**Altitud:** 500-1,200 m

**Usos:** fines comerciales.

**Fuente:** Salazar, 1988; Espejo-Serna y López-Ferrari, 1998 b.

***Oncidium stramineum*** Bateman ex Lindl.

*Lophiaris straminea* (Bateman ex Lindl.) Braem.

TIPO: MÉXICO. Veracruz: [Hda. de] Zacuapam [19° 12' 42" N; 96° 51' 04" W], 3000 ft [915 m], *K Hartweg*.

*O. colombae* hort. ex Lindl., *O. colombiae* hort. ex Lindl. TIPO: de plantas cultivadas en Europa.

*O. saltator* Lem, in Van Houtte. TIPO: No se obtuvo información.

**Forma biológica:** hierba.

**Tipo de vegetación:** bosque mesófilo de montaña.

**Altitud:** 500-1300 m

**Fuente:** Hawkes, 1965; Hietz y Hietz-Seifert, 1994; Espejo-Serna y López-Ferrari, 1998 b.

***Ornithocephalus iridifolius*** Rchb. f.

TIPO: MÉXICO. Veracruz: [Hda. de] Zacuapam [19° 12' 42" N; 96° 51' 04" W] in Mexico, Ein Exemplar in Alkohol, *F. Leibold*.

**Forma biológica:** hierba epífita.

**Altitud:** no conocida.

**Fuente:** Espejo-Serna y López-Ferrari, 1998 b.

***Pleurothallis violacea*** A. Rich. & Galeotti.

*Humboldtia violacea* (A. Rich. & Galeotti) Kuntze, Revis. gen. pl. 2: 668. 1891.

TIPO: MÉXICO. Veracruz, *H. Galeotti*.

*P. rhynchoglossa* Schltr., Orchideen 9: 91, t. 6, f. 8-15. 1915. TIPO: MÉXICO. Veracruz, bei [Hda. de] Zacuapam [19° 12' 42" N; 96° 51' 04" W] marzo, 1914, *C. Purpus*.

**Forma biológica:** hierba epífita.

**Altitud:** no conocida.

**Fuente:** Espejo-Serna y López-Ferrari, 1998 b.

***Schiedeella pubicaulis*** (L.O. Williams) Burns-Bal.

*Spiranthes pubicaulis* L.O. Williams, Bot. Mus. Leaflet. 12: 234-235, t. 32, f. 1-2. 1946.

*Lyroglossa pubicaulis* (L.O. Williams) Garay.

TIPO: MÉXICO. Veracruz: Jáltipan, julio, 1910, *C. Orcutt 5056*.

**Forma biológica:** hierba.

**Altitud:** no conocida.

**Fuente:** Balogh, 1981; Espejo-Serna y López-Ferrari, 1998 b.

***Vanilla sativa*** Schiede.

TIPO: MÉXICO. Veracruz: hab. sponte Papantlae, Misantlae, Nautlae et Colipae, inque iisdem pagis colitur, mayo, 1828, *C. Schiede & F. Deppe*.

**Forma biológica:** hierba epífita.

**Altitud:** no conocida.

**Fuente:** Espejo-Serna y López-Ferrari, 1998 b.

***Vanilla sylvestris*** Schiede.

TIPO: MÉXICO. Veracruz: hab. Papantlae, Misantlae, Nautlae, Colipae, *C. Schiede & F. Deppe*.

**Forma biológica:** hierba epífita.

**Altitud:** no conocida.

**Fuente:** Espejo-Serna y López-Ferrari, 1998 b.

#### POACEAE

***Aristida fournieriana*** Hitchc.

TIPO: MÉXICO. Veracruz: bei [Hda. de] Mirador [19° 12' N; 96° 52' W], enero, 1843, *F. Liebmann 646*.

**Forma biológica:** hierba.

**Altitud:** no conocida.

**Fuente:** Ackerman et al., 1995; Espejo-Serna y López-Ferrari, 2000.

***Axonopus multipes*** Swallen.

TIPO: MÉXICO. Veracruz: on sandy prairie, Veracruz [puerto], 31 agosto, 1910, *A. Hitchcock 6578*.

**Forma biológica:** hierba.

**Tipo de vegetación:** pastizal.

**Altitud:** no conocida.

**Usos:** forrajero.

**Fuente:** Ackerman, 1983; Espejo-Serna y López-Ferrari, 2000.

***Festuca bidenticulata*** E.B. Alexeev.

TIPO: MÉXICO. Veracruz: Cumbre de Ixtepec "Istepeco", septiembre, 1842, *F. Liebmann 2897*.

**Forma biológica:** hierba.

**Tipo de vegetación:** bosque de coníferas.

**Altitud:** 3,750 m

**Fuente:** Espejo-Serna y López-Ferrari, 2000.

***Muhlenbergia laxa*** Hitchc.

TIPO: MÉXICO. Veracruz: in moist place at Orizaba, *X.M Botteri 1259*.

**Forma biológica:** hierba.

**Tipo de vegetación:** bosque tropical perennifolio, bosque tropical caducifolio, bosque tropical subcaducifolio.

**Altitud:** no conocida.

**Fuente:** Ackerman et al., 1995; Espejo-Serna y López-Ferrari, 2000.

***Olmeca recta*** Soderstr.

TIPO: MÉXICO. Veracruz: Sontecomapan, abril 11, 1952, *H. E. Moore y M Cetto 6268*.

**Forma biológica:** arbusto.

**Tipo de vegetación:** bosque tropical perennifolio.

**Altitud:** 50-300 m

**Fuente:** Soderstrom, 1982; Ackerman et al., 1995.

***Panicum longum*** Hitchc. & Chase.

TIPO: MÉXICO. Veracruz: swamps near Xalapa "Jalapa", 4000 ft [1217 m], 21 mayo, 1899, *C. Pringle 8195*.

**Forma biológica:** hierba.

**Altitud:** 1,230 m

**Fuente:** Hitchcock y Chase, 1910; Espejo-Serna y López-Ferrari, 2000.



***Schizachyrium muelleri*** Nash.

*Andropogon muelleri* (Nash) Hitchc.

TIPO: MÉXICO. Veracruz: at Vera Cruz, 1855, *F. Müller 2176*.

**Forma biológica:** hierba.

**Altitud:** no conocida.

**Fuente:** Espejo-Serna y López-Ferrari, 2000.

#### SMILACACEAE

***Smilax paniculata*** M Martens & Galeotti

TIPO: MÉXICO. Veracruz. *H. Galeotti*.

**Forma biológica:** hierba.

**Altitud:** no conocida.

**Fuente:** Espejo-Serna y López-Ferrari, 2000.

#### DICOTYLEDONEAE

#### ACANTHACEAE

***Ruellia tuxtlensis*** T.P. Ramamoorthy y Hornelas

TIPO: MÉXICO. Veracruz. *D.H. Lorence 4964*.

**Forma biológica:** hierba.

**Tipo de vegetación:** bosque de galería.

**Altitud:** no conocida.

**Fuente:** Ibarra-Manríquez y Sinaca, 1995.

#### ARISTOLOCHIACEAE

***Aristolochia asclepiadifolia*** Brandeg.

TIPO: MÉXICO. Veracruz: Consoquitla, *Purpus 7394*.

**Nombre común:** guaco, patito, raíz de guaco.

**Forma biológica:** liana.

**Tipo de vegetación:** bosque tropical caducifolio, bosque tropical perennifolio, raramente en bosque de *Quercus*, bosque de galería, a menudo rupícola.

**Altitud:** 100-1,000 m

**Usos:** medicinal (se utiliza la raíz o algunas veces el tallo en infusión de alcohol para tratar la mordedura de serpientes o para combatir la disentería).

**Fuente:** Ortega y Ortega, 1997.

***Aristolochia impudica*** J. Ortega Ortiz

TIPO: MÉXICO. Veracruz: Soteapan, Ocotál Chico, camino al pueblo de Ocotál Grande, *J. Ortega 512*.

**Nombre común:** guaco, sauco de montaña.

**Forma biológica:** arbusto.

**Tipo de vegetación:** bosque tropical perennifolio, bosque de coníferas, bosque de galería.

**Altitud:** 500-650 m

**Usos:** medicinal (la corteza se emplea para el dolor de estómago).

**Fuente:** Ortega y Ortega, 1997.

***Aristolochia veracruzana*** J. Ortega Ortiz

TIPO: MÉXICO. Veracruz: Mpio. San Andrés Tuxtla, Laguna Encantada, al noreste de la Laguna, *J. Ortega 314*.

**Nombre común:** guaco.

**Forma biológica:** liana.

**Tipo de vegetación:** bosque tropical perennifolio, bosque de *Quercus*, bosque de galería.

**Altitud:** 150-650 m

**Usos:** medicinal (se utilizan la raíz, el tallo y las hojas para el tratamiento de la disentería y dolores estomacales); es antídoto para la mordedura de serpientes.

**Fuente:** Ortega y Ortega, 1997.

#### ASTERACEAE

***Hidalgoa uspanapa*** Turner

TIPO: MÉXICO. Veracruz. Mpio. Minatitlán. Río Uxpanapa, desde el poblado de Uxpanapa hasta los límites con Oaxaca, julio, 1980, *Wendt et al.* 2568.

**Forma biológica:** bejuco trepador.

**Tipo de vegetación:** bosque de galería.

**Altitud:** 130 m

**Fuente:** Turner, 1988.

***Loxothysanus filipes*** B.L. Rob.

TIPO: MÉXICO. Veracruz: Zacuapan, mayo, 1906, *C. A. Purpus* 1862.

**Forma biológica:** hierba.

**Altitud:** no conocida.

**Fuente:** Missouri Botanical Garden's VAST (1995).

#### BALSAMINACEAE

***Impatiens mexicana*** Rydb.

TIPO: MÉXICO. Veracruz: Aserradero de Santa Marta, Orizaba, *Müller s. n.*

**Forma biológica:** hierba.

**Tipo de vegetación:** bosque mesófilo de montaña.

**Altitud:** 2,300 m

**Comentarios:** especie rara, sólo se ha colectado en las barrancas húmedas de Orizaba y Cofre de Perote.

**Fuente:** Barringer, 1991.

#### BEGONIACEAE

***Begonia hydrocotylifolia*** Otto ex Hook.

TIPO: MÉXICO. Veracruz.

**Forma biológica:** hierba.

**Tipo de vegetación:** bosque mesófilo de montaña, bosque tropical caducifolio.

**Altitud:** 600-1,500 m

**Fuente:** Jiménez y Schubert, 1997.

***Begonia imperialis*** Lem

TIPO: MÉXICO. Veracruz.

**Forma biológica:** hierba epífita.

**Tipo de vegetación:** bosque tropical perennifolio.

**Altitud:** 120 m

**Fuente:** Jiménez y Schubert, 1997.

***Begonia lyniceorum*** Burt-Utley

TIPO: MÉXICO. Veracruz: 6.9 km al norte de la terracería La Laguna-Río Grande, sobre el camino nuevo a ejido Belisario Domínguez, *Wendt, Villalobos y Navarrete 2529*.

**Forma biológica:** hierba.

**Tipo de vegetación:** bosque tropical subcaducifolio.

**Altitud:** 120 m

**Fuente:** Jiménez y Schubert, 1997.

***Begonia multistaminea*** Burt-Utley

TIPO: MÉXICO. Veracruz: cerca de 9.5 millas al sur de Yecuatla y 31.5 millas al norte de la carretera, 1982, *Utley y Utley, 7064*.

**Nombre común:** begonia, chucuyule y xucuyule (Veracruz)

**Forma biológica:** hierba.

**Tipo de vegetación:** bosque de *Quercus*, bosque mesófilo de montaña, bosque de coníferas.

**Altitud:** 1,300-2,050 m

**Usos:** se comen los tallos.

**Fuente:** Jiménez y Schubert, 1997.

***Begonia polygonata*** Liebm

TIPO: MÉXICO. Veracruz.

**Forma biológica:** hierba.

**Tipo de vegetación:** bosque tropical caducifolio.

**Altitud:** 550 m

**Fuente:** Jiménez y Schubert, 1997.

***Begonia pudica*** L.B. Sm & Schubert.

TIPO: MÉXICO. Veracruz.

**Forma biológica:** hierba.

**Tipo de vegetación:** bosque mesófilo de montaña.

**Altitud:** 1,500-2,300 m

**Fuente:** Jiménez y Schubert, 1997.

***Begonia sousae*** Burt-Utley

TIPO: MÉXICO. Veracruz: El Vigía de Santiago Tuxtla, *M Sousa 2255*.

**Nombre común:** mano de león (Veracruz).

**Forma biológica:** hierba.

**Tipo de vegetación:** bosque tropical perennifolio, bosque tropical subcaducifolio.

**Altitud:** 650 m

**Fuente:** Jiménez y Schubert, 1997.

**BIGNONIACEAE**

***Amphitecna tuxtensis*** A. Gentry

TIPO: MÉXICO. Veracruz, *Beaman 5206*.

**Nombre común:** jicarillo.

**Forma biológica:** árbol.

**Tipo de vegetación:** dunas costeras, bosque mesófilo de montaña, bosque tropical perennifolio.

**Altitud:** 100-1,400 m

**Usos:** comestible, medicinal.

**Fuente:** Gentry, 1982 a.

#### **BOMBACACEAE**

***Quararibea yunckeri*** Standl. subsp. ***veracruzana*** W.S. Alverson

TIPO: MÉXICO. Veracruz: Santa Ana Atzacan, al norte de Orizaba, febrero, 1967, *M Rosas R. 190.*

**Nombre común:** huacanelo, molinillo.

**Forma biológica:** árbol.

**Tipo de vegetación:** bosque mesófilo de montaña.

**Altitud:** 800-1,360 m

**Usos:** elaboración de mangos de herramientas.

**Comentarios:** muy escasa.

**Fuente:** Avendaño, 1998.

#### **BORAGINACEAE**

***Tournefortia pedicellata*** D. Nash

TIPO: MÉXICO. Veracruz: Jicaltepec, Misantla., *F. Liebmann 12712.*

**Forma biológica:** arbusto.

**Altitud:** cerca del nivel del mar.

**Fuente:** Nash y Moreno, 1981.

#### **BURSERACEAE**

***Bursera cinerea*** Engl.

TIPO: MÉXICO. Veracruz: Valle de Córdoba, *Bourgeau 2326.*

*Terebinthus cinerea* (Engl.) Rose, Contr. U. S. Nat. Herb. 10: 119. 1906.

*Elaphrium cinereum* /Engl.) Rose, North Amer. Fl. 25: 245. 1911.

**Nombre común:** camarón, camaroncillo, copalillo; palo mulato (Veracruz).

**Forma biológica:** árbol.

**Tipo de vegetación:** bosque tropical caducifolio.

**Altitud:** 100-900 m

**Usos:** medicinal (la corteza se emplea contra afecciones de las vías urinarias).

**Comentarios:** es similar a *B. simaruba* en su corteza rojiza exfoliante, varios caracteres de los folíolos, flores e inflorescencia.

**Fuente:** Rzedowski y Calderón, 1996.

#### **CACTACEAE**

***Coryphantha greenwoodii*** Bravo

TIPO: MÉXICO. Veracruz: Acultzingo, *Greenwoodii s. n.*

**Forma biológica:** hierba cespitosa, globosa.

**Tipo de vegetación:** bosque de coníferas, pastizal.

**Altitud:** 1,600 m

**Fuente:** Bravo-Hollis, 1970.

***Mammillaria eriacantha*** Link & Otto

TIPO: MÉXICO. Veracruz.

*Neomammillaria eriacantha* (Link y Otto) Britt. y Rose, Cactaceae 4: 127. 1923.

*Cactus eriacanthus* Kuntze, Rev. Gen. Pl. 1: 260. 1891.

**Forma biológica:** hierba cespitosa.

**Tipo de vegetación:** bosque tropical caducifolio.

**Altitud:** 400-900 m

**Usos:** ornamental.

**Fuente:** Bravo-Hollis, 1937; Britton y Rose, 1963.

***Mammillaria sartorii*** J.A. Purpus

*Neomammillaria sartorii* (J.A. Purpus) Britt. y Rose, Cactaceae 4: 82. 1923.

**Forma biológica:** hierba cespitosa.

**Tipo de vegetación:** bosque tropical caducifolio (sustrato rocoso).

**Altitud:** 300-600 m

**Usos:** ornamental.

**Fuente:** Bravo-Hollis, 1937; Britton y Rose, 1963.

#### CELASTRACEAE

***Euonymus platyphyllus*** Lundell

TIPO. MÉXICO. Veracruz: Estación de Biología Tropical "Los Tuxtlas". Septiembre, 1971, *Calzada 494*.

**Forma biológica:** árbol.

**Tipo de vegetación:** bosque tropical perennifolio.

**Altitud:** no conocida.

**Fuente:** Lundell, 1984 c.

#### CONVOLVULACEAE

***Evolvulus choapanus*** McDonald

TIPO: MÉXICO. Veracruz: 11 km al sur del entronque de la carretera 180 con la salida a Las Choapas, junio 17, 1970, *Orozco 188*.

**Forma biológica:** hierba.

**Tipo de vegetación:** sabana.

**Altitud:** 50 m

**Comentarios:** representa la única especie de la sección *Phyllostachyi* Meissn. que se encuentra en Norteamérica, siendo un grupo cuyo centro de diversidad se encuentra en Brasil.

**Fuente:** McDonald, 1993.

***Ipomoea eximia*** House

TIPO: MÉXICO. Veracruz: Orizaba, *Muller s. n.*

**Forma biológica:** bejuco.

**Altitud:** cerca de 1,500 m

**Comentarios:** es una especie rara, y débilmente diferenciada de *I. ignava*, de la cual se distingue por poseer sépalos y corolas más pequeñas y hojas deltoide-reniformes.

**Fuente:** McDonald, 1994.

#### DICHAPETALACEAE

***Dichapetalum mexicanum*** Prance

TIPO: MÉXICO. Veracruz: Volcán Santa Marta, *La Frankie 1275*.

**Forma biológica:** árbol.

**Tipo de vegetación:** bosque mesófilo de montaña.

**Altitud:** no conocida.

**Fuente:** Durán-Espinoza, 1997.

#### FABACEAE

##### ***Bauhinia jucunda*** Brandegee

TIPO: MÉXICO. Veracruz. Mpio. Catemaco.

*Casparia jucunda* (Brandegee) Britton & Rose, N. Amer. Fl. 23: 213. 1930.

**Forma biológica:** arbusto.

**Tipo de vegetación:** bosque tropical caducifolio, bosque tropical subcaducifolio.

**Altitud:** nivel del mar

**Fuente:** Wunderlin, 1983

##### ***Inga lacustris*** Sousa

TIPO: MÉXICO. Veracruz. Mpio. Catemaco: Laguna de Sontecomapan, *F. Menéndez 144*, abril 15, 1973.

**Forma biológica:** árbol.

**Tipo de vegetación:** bosque tropical perennifolio.

**Altitud:** nivel del mar.

**Fuente:** Pennington, 1997.

##### ***Inga sinacae*** Sousa & Ibarra-Manríquez

TIPO: MÉXICO. Veracruz. Mpio. San Andrés Tuxtla: Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas, mayo 4, 1984, *Ibarra et al. 1547*.

**Nombre común:** vaina peluda.

**Forma biológica:** árbol.

**Tipo de vegetación:** bosque tropical perennifolio.

**Altitud:** 200 m

**Fuente:** Pennington, 1997.

#### HYDRANGEACEAE

***Deutzia mexicana*** Hemsl., *Diag. Pl. Nov.* 9. 1878. TIPO. MÉXICO. Veracruz. Orizaba, *Botteri 980*.

*Neodeutzia mexicana* (Hemsl.) Small.

**Forma biológica:** arbusto.

**Tipo de vegetación:** bosque de *Quercus*, bosque de coníferas.

**Altitud:** 1,700-2,300 m

**Fuente:** Durán-Espinosa, 1999.

##### ***Hydrangea nebulicola*** Nevling & Gómez-Pompa

TIPO: MÉXICO. Veracruz: Sierra de Chiconquiaco, entre Chiconquiaco y Misantla, *Gómez-Pompa 1541*.

**Forma biológica:** árbol.

**Tipo de vegetación:** bosque mesófilo de montaña, bosque tropical perennifolio.

**Altitud:** 920-1,600 m

**Fuente:** Durán-Espinosa, 1999.

#### HYDROPHYLLACEAE

##### ***Hydrolea ovata*** var. ***parvifolia*** D. Nash.

TIPO: MÉXICO. Veracruz: 2 km adelante Panga, Río Tesechoacan, rumbo a Isla, abril 13, 1969, *Nevling y Gómez-Pompa 830*.

**Forma biológica:** hierba.

**Tipo de vegetación:** bosque tropical perennifolio.

**Altitud:** aproximadamente 200 m

**Fuente:** Nash, 1979.

***Nama linearis*** D. Nash

**Tipo:** MÉXICO. Veracruz: Tonayán, *Avendaño-Reyes et al. 50*.

**Forma biológica:** hierba.

**Tipo de vegetación:** bosque de *Quercus* (rupícola).

**Altitud:** 1,780 m

**Fuente:** Nash, 1979.

***Nama orizabensis*** D. Nash

**TIPO:** MÉXICO. Pico de Orizaba, 1855, *Müller 523*.

**Forma biológica:** hierba rastrera.

**Altitud:** 1,240 m

**Fuente:** Nash, 1979.

#### JUGLANDACEAE

***Alfaroa mexicana*** D.E. Stone

**Tipo:** MÉXICO. Veracruz: Volcán San Martín, *Stone 2134*.

**Nombre común:** cash (popoloca), cedrillo, palo de cedrillo.

**Forma biológica:** árbol.

**Tipo de vegetación:** bosque mesófilo de montaña, bosque tropical perennifolio.

**Altitud:** 850-1,400 m

**Fuente:** Narave, 1983.

#### LYTHRACEAE

***Cuphea nitidula*** H.B. & K.

*Parsonsia nitidula* (H.B.K.) Standl., Contr. US. Natl. Herb. 23: 1018. 1924.

**TIPO:** MÉXICO. Veracruz: Xalapa, *Humboldt y Bonpland s. n.*

**Nombre común:** serpentina estrella, tulipancillo.

**Forma biológica:** hierba.

**Tipo de vegetación:** bosque de *Quercus*, bosque de galería, bosque mesófilo de montaña, bosque de coníferas, matorral xerófito, bosque tropical perennifolio; zonas perturbadas con estos tipos de vegetación.

**Altitud:** 120-2,350 m, comúnmente a los 1200-1500 m

**Usos:** medicinal, ornamental.

**Fuente:** Graham, 1991.

#### MALVACEAE

***Hampea integerrima*** Schlttdl.

**TIPO:** MÉXICO. Veracruz: Josocola, *Schiede s. n.*

**Nombre común:** cucharo, jonote blanco, jonote real, jonotillo, tecolixtle, majagua.

**Forma biológica:** árbol.

**Tipo de vegetación:** bosque de *Quercus*, bosque mesófilo de montaña, bosque de coníferas, matorral xerófito, bosque tropical perennifolio, bosque tropical subcaducifolio, bosque de galería.

**Altitud:** generalmente confinada a los 1,000-1,600 m, aunque se ha colectado a 150 m

**Fuente:** Fryxell, 1992.

***Robinsonella lindeniana*** (Turcz.) Rose & E.G. Baker subsp. ***lindeniana***

*Sida lindeniana* Turcz., Bull. Soc. Imp. Naturalistes Moscou 31: 200. 1857.

TIPO: MÉXICO. Veracruz: Mirador, *Linden 841*.

*Sida ghisbreghtiana* Turcz., Bull. Soc. Imp. Naturalistes Moscou 31: 200. 1858. TIPO: MÉXICO, *Ghisbreght 184*.

*Abutilon ? ambiguum* Turcz., Bull. Soc. Imp. Naturalistes Moscou 31: 205. 1858. TIPO: MÉXICO. Veracruz: Mirador, *Galeotti 4107*.

**Nombre común:** chaqueta de novia.

**Forma biológica:** arbusto.

**Tipo de vegetación:** bosque de *Quercus*, bosque mesófilo de montaña, bosque tropical perennifolio.

**Altitud:** 400-1,500 m

**Usos:** ornamental.

**Fuente:** Fryxell, 1992.

#### MENISPERMACEAE

***Hyperbaena jalcomulcensis*** E. Pérez & Cast.-Campos

TIPO: MÉXICO. Veracruz: antes de llegar a Jalcomulco, desde Tuzamapan, 4 km después de la desviación, 1986, *Pérez, Castillo y Olivé*.

**Forma biológica:** árbol.

**Tipo de vegetación:** bosque tropical caducifolio, bosque tropical perennifolio, bosque tropical caducifolio, bosque tropical subcaducifolio.

**Altitud:** 150-700 m

**Fuente:** Pérez y Castillo-Campos, 1988; Pérez, 1995.

#### MORACEAE

***Dorstenia usspanapana*** C.C. Berg & T. Wendt

TIPO: MÉXICO. Veracruz, julio, 1985, *Wendt et al. 4879*.

**Forma biológica:** hierba.

**Tipo de vegetación:** bosque tropical perennifolio.

**Altitud:** 120 m

**Fuente:** Missouri Botanical Garden's VAST (1995).

#### MYRSINACEAE

***Parathesis pajapanensis*** Lundell

TIPO: MÉXICO. Veracruz. Mpio. Pajapan: 5 km al NO de Pajapan, noviembre, 1981, *Nee y Calzada 22737*.

**Forma biológica:** arbusto.

**Altitud:** 700 m

**Fuente:** Missouri Botanical Garden's VAST (1995).

***Parathesis tuxtlenensis*** Lundell

TIPO: MÉXICO. Veracruz: Volcán San Martín, 1100 m, 1 julio, 1982, *C. Diggs et al. 2703*.

**Forma biológica:** arbusto.

**Altitud:** 1,100 m

**Fuente:** Lundell, 1984 a.



## MYRTACEAE

### ***Calyptranthes karwinskyana*** O. Berg

TIPO: MÉXICO. Veracruz: Mesa Chica, *Karwinsky 245*.

**Forma biológica:** árbol.

**Tipo de vegetación:** bosque de *Quercus*, bosque mesófilo de montaña.

**Altitud:** 1,200-1,700 m

**Fuente:** Sánchez-Vindas, 1990.

### ***Calyptranthes schiedeana*** O. Berg

TIPO: MÉXICO. Veracruz: Hacienda de La Laguna, *Schiede s. n.*

*Myrcia aromatica* Schltld., *Linnaea* 13: 415. 1839, *non Calyptranthes aromatica* St. Hil.

**Nombre común:** petcoy (popolucá), mi-tsinin-qui-hui (totonaca) y guayabillo.

**Forma biológica:** árbol.

**Tipo de vegetación:** bosque de *Quercus*, bosque mesófilo de montaña, bosque tropical perennifolio, bosque tropical caducifolio, bosque tropical subcaducifolio, bosque de galería.

**Altitud:** 100-1,400 m

**Fuente:** Sánchez-Vindas, 1990.

### ***Calyptranthes schlechtendaliana*** O. Berg

TIPO: MÉXICO. Veracruz: Papantla, *Schiede 25*.

**Nombre común:** guayabillo.

**Forma biológica:** arbusto.

**Tipo de vegetación:** bosque de *Quercus*, bosque de galería, bosque tropical perennifolio, bosque tropical caducifolio, bosque tropical subcaducifolio.

**Altitud:** 100-1,400 m

**Fuente:** Sánchez-Vindas, 1990.

### ***Eugenia colipensis*** O. Berg

TIPO: MÉXICO. Veracruz: Colipa, *Karwinsky 241*.

**Nombre común:** escobillo, escobilla, viscarona.

**Forma biológica:** árbol.

**Tipo de vegetación:** bosque mesófilo de montaña, bosque tropical perennifolio.

**Altitud:** 60-1,000 m

**Fuente:** Sánchez-Vindas, 1990.

### ***Eugenia inirebensis*** P.E. Sánchez

TIPO: MÉXICO. Veracruz: 15 kms atrás de la Cantera de Atoyac, *Acevedo y Acosta 830*.

**Forma biológica:** árbol.

**Tipo de vegetación:** bosque tropical perennifolio.

**Altitud:** 600 m

**Fuente:** Sánchez-Vindas, 1990.

### ***Eugenia ledophylla*** (Standley) McVaugh

*Myrtus ledophylla* Standley, *Contr. U.S. Natl. Herb.* 23: 1038. 1924.

TIPO: MÉXICO. Veracruz: San Martín, Zacuapan, *Purpus 7804*.

**Forma biológica:** arbusto.

**Tipo de vegetación:** bosque tropical caducifolio.

**Altitud:** 850-900 m

**Fuente:** Sánchez-Vindas, 1990.

***Eugenia mozomboensis*** P.E. Sánchez

TIPO: MÉXICO. Veracruz: El Común (Sierra Manuel Dfáz), Mozomboa, *Acosta y Acevedo* 33.

**Forma biológica:** arbusto.

**Tipo de vegetación:** bosque tropical caducifolio.

**Altitud:** 50 m

**Fuente:** Sánchez-Vindas, 1990.

***Eugenia sotoesparzae*** P.E. Sánchez

TIPO: MÉXICO. Veracruz: Cerro El Vigía, Estación de Biología Tropical "Los Tuxtlas", *Cházaro* 419.

**Forma biológica:** árbol.

**Tipo de vegetación:** dunas costeras, bosque tropical perennifolio.

**Altitud:** desde el nivel del mar hasta los 50 m

**Comentarios:** se caracteriza principalmente por presentarse en hábitats costeros.

**Fuente:** Sánchez-Vindas, 1990.

***Eugenia trunciflora*** (Cham & Schldl.) O. Berg

*Myrtus trunciflora* Cham & Schldl., *Linnaea* 5: 561. 1830.

TIPO: MÉXICO. Veracruz: Papantla, entre Mesachica y Mapilque, *Schiede* 547.

**Nombre común:** cojón de gato, manzanita cimarrona, manzanito cimarrón, shanatkini (totonaca, Veracruz).

**Forma biológica:** árbol.

**Tipo de vegetación:** bosque mesófilo de montaña, bosque tropical perennifolio, bosque de galería.

**Altitud:** 800-1,400 m

**Fuente:** Sánchez-Vindas, 1990.

***Eugenia uxpanapensis*** P.E. Sánchez & L.M Ortega

TIPO: MÉXICO. Veracruz: Río Soloxuchil, suroeste del Campamento Hnos. Cedillo, *Brigada Vázquez* 293.

**Nombre común:** escobilla, escobilla real.

**Forma biológica:** árbol.

**Tipo de vegetación:** bosque tropical perennifolio.

**Altitud:** 130-160 m

**Fuente:** Sánchez-Vindas, 1990.

**RHAMNACEAE**

***Colubrina johnstonii*** Wendt

TIPO: MÉXICO. Veracruz: Zona de Uxpanapa, *Wendt et al.* 2756.

**Forma biológica:** arbusto.

**Tipo de vegetación:** bosque tropical perennifolio.

**Altitud:** 120-130 m

**Fuente:** Fernández, 1986.

***Rhamnus capraeifolia*** var. ***matudae*** L.A. Johnston & M C. Johnston

TIPO: MÉXICO. Veracruz: Encinal, Maltrata, *Matuda* 1383.

**Forma biológica:** arbusto.

**Tipo de vegetación:** bosque de *Quercus*, bosque de coníferas.

**Altitud:** no conocida.

**Fuente:** Fernández, 1986.

#### RUBIACEAE

***Antirhea aromatica*** Castillo-Campos & Lorente

Holo TIPO: MÉXICO. Veracruz, *Castillo 2957*.

**Nombre común:** chichahuastle.

**Forma biológica:** árbol.

**Tipo de vegetación:** bosque tropical perennifolio.

**Altitud:** 350-500 m

**Usos:** construcción.

**Fuente:** Castillo-Campos y Lorence, 1985.

***Rondeletia tuxtlensis*** Lorence & Cast.-Campos

TIPO: MÉXICO. Veracruz. Mpio. Mecayapan: Volcán San Martín Pajapan, *Calzada 11183*.

**Forma biológica:** árbol.

**Tipo de vegetación:** bosque mesófilo de montaña.

**Altitud:** 700-800 m

**Fuente:** Lorence y Castillo-Campos, 1988.

#### SOLANACEAE

***Cestrum endlicheri*** Miers

*Meyenia corymbosa* Schlechtendal.

*Meyenia corymbosa* Schlechtendal, *Linnaea* 8: 252. 1833.

TIPO: MÉXICO. Veracruz: Chiconquiaco, *Schiede 132*.

*Habrothamnus corymbosus* (Schlechtendal) Endl. Ex Walp., *Repert. Bot. Syst.* 3: 122. 1844-1845.

**Nombre común:** hierba del coyote, hierba del espanto.

**Forma biológica:** arbusto.

**Tipo de vegetación:** bosque mesófilo de montaña, bosque de *Quercus*.

**Altitud:** 1,200-1,700 m

**Usos:** medicinal.

**Comentarios:** es considerada como la más elegante y hermosa de las especies de la sección *Habrothamnus*.

**Fuente:** Nee, 1986.

***Cestrum miradoreense*** Francey

TIPO: MÉXICO. Veracruz: Mirador, *Sartorius s. n.*

**Forma biológica:** arbusto.

**Tipo de vegetación:** bosque mesófilo de montaña.

**Altitud:** 1,300-1,800 m

**Fuente:** Nee, 1986.

***Physalis greenmanii*** Waterf.

TIPO: MÉXICO. Veracruz: Jalapa, *Pringle 8104*.

**Forma biológica:** hierba.

**Tipo de vegetación:** bosque mesófilo de montaña.

**Altitud:** 1,000-2,000 m

**Fuente:** Nee, 1986.

***Solanum palmillae*** Standl.

TIPO: MÉXICO. Veracruz: rancho Palmilla, *Purpus* 13014.

**Forma biológica:** arbusto.

**Tipo de vegetación:** bosque tropical caducifolio, bosque de galería.

**Altitud:** 200-800 m

**Fuente:** Nee, 1993.

**THEOPHRASTACEAE**

***Jacquinia morenoana*** Cast.-Campos & Medina Abreo

TIPO: MÉXICO. Veracruz: Barra de Cazones, *S. Vargas* 91.

**Nombre común:** arbolito de navidad.

**Forma biológica:** arbusto.

**Tipo de vegetación:** bosque tropical perennifolio, vegetación de dunas costeras.

**Altitud:** 10 m

**Usos:** ornamental.

**Fuente:** Castillo-Campos y Medina, 1998 b.

**THYMELAEACEAE**

***Daphnopsis brevifolia*** Nevling

TIPO: MÉXICO. Veracruz: Baños de Carrizal, *Purpus* 6271.

**Forma biológica:** árbol.

**Tipo de vegetación:** bosque tropical caducifolio.

**Altitud:** 200-1,000 m

**Fuente:** Nevling y Barringer, 1988.

***Daphnopsis megacarpa*** Nevling & Barringer

TIPO: MÉXICO. Veracruz: Cerro Vaxin, al lado sur del Volcán San Martín Tuxtla, *Beaman* 6181.

**Forma biológica:** árbol.

**Tipo de vegetación:** bosque mesófilo de montaña, bosque tropical perennifolio.

**Altitud:** 450-1,250 m

**Fuente:** Nevling y Barringer, 1988.

**VERBENACEAE**

***Citharexylum bourgeauianum*** Greenm

TIPO: MÉXICO. Veracruz: Orizaba, *Bourgeau* 2525.

**Forma biológica:** arbusto.

**Tipo de vegetación:** bosque mesófilo de montaña.

**Altitud:** cerca de 1,200 m

**Fuente:** Nash y Nee, 1984.

***Citharexylum fulgidum*** Moldenke

TIPO: MÉXICO. Veracruz: La Joya, *Schiede* 83.

**Forma biológica:** arbusto.

**Tipo de vegetación:** bosque de *Quercus*, bosque de coníferas.

**Altitud:** 2,200 m

**Fuente:** Nash y Nee, 1984.

***Citharexylum kerberi*** Greenm

TIPO: MÉXICO. Localidad desconocida [pero indudablemente de Veracruz], *Kerber 430*.

**Nombre común:** aceitunillo.

**Forma biológica:** arbusto.

**Tipo de vegetación:** bosque tropical caducifolio

**Altitud:** alrededor de los 300 m

**Fuente:** Nash y Nee, 1984

#### VIOLACEAE

***Orthion veracruzense*** Lundell

TIPO: MÉXICO. Veracruz. Mpio. Hidalgotitlán: 0.3 km al O de La Raya, 6.5 km al N de La Laguna, sobre camino al poblado 7, marzo, 1981, *Wendt et al. 3108*.

**Forma biológica:** árbol.

**Tipo de vegetación:** bosque tropical perennifolio.

**Altitud:** 130 m

**Fuente:** Lundell, 1984 b.

***Rinorea uxpanapana*** T. Wendt

TIPO: MÉXICO. Veracruz. Mpio. Minatitlán: este de La Laguna, camino a Uxpanapa, *Wendt, Villalobos, Navarrete y García 3907*.

**Forma biológica:** árbol.

**Tipo de vegetación:** bosque tropical perennifolio.

**Altitud:** no conocida.

**Fuente:** Wendt, 1983.

## LISTA DE FIGURAS Y CUADROS

- Figura 1.** Localización del estado de Veracruz, México.
- Cuadro 1.** Familias y géneros que presentan especies endémicas en el estado de Veracruz, México.
- Cuadro 2.** Riqueza de especies endémicas por hábito en el estado de Veracruz, México.
- Cuadro 3.** Riqueza de especies endémicas por tipo de vegetación en el estado de Veracruz, México.
- Cuadro 4.** Especies endémicas del estado de Veracruz incluidas en la Norma Oficial de la Federación.

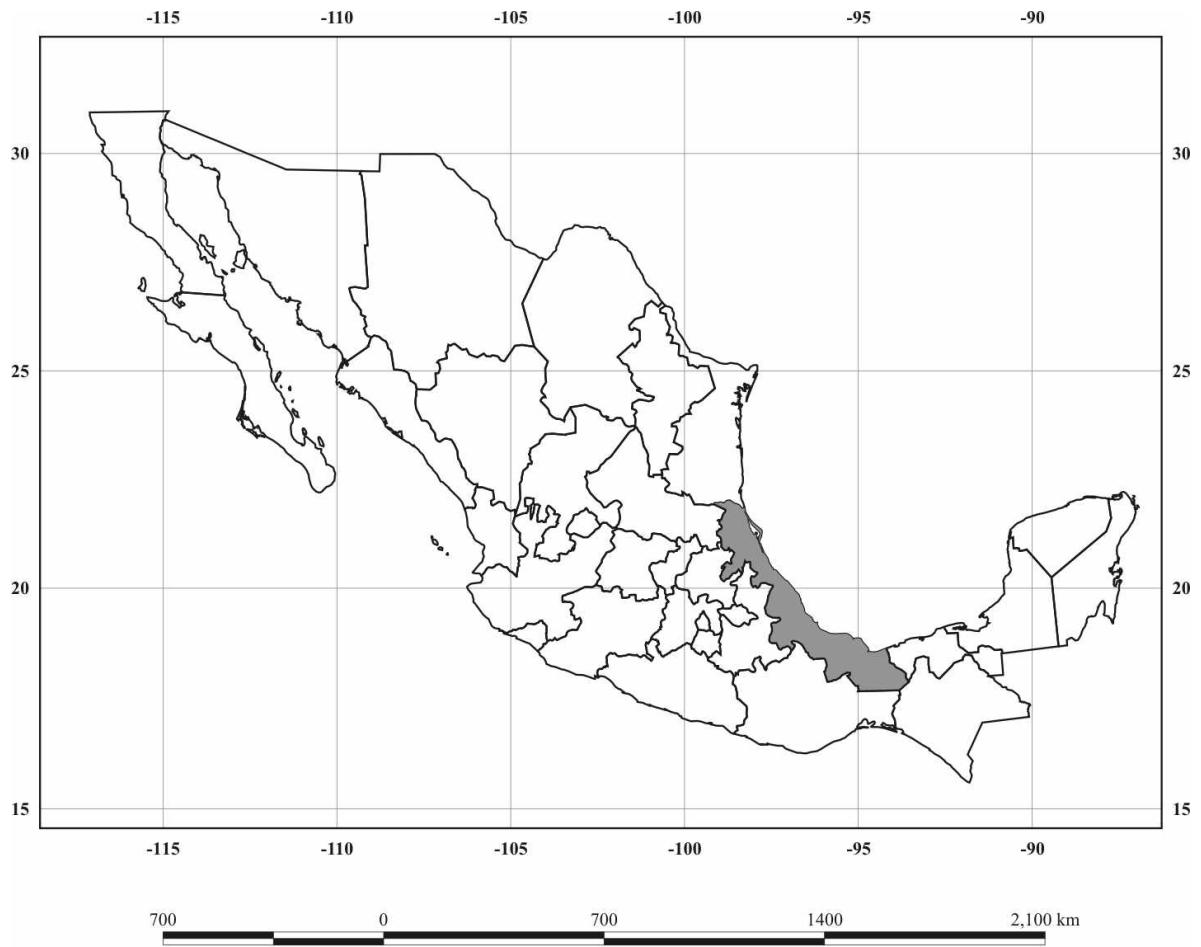


Figura 1. Localización del Estado de Veracruz, México.

Cuadro 1. Familias y géneros que presentan especies endémicas en el estado de Veracruz, México.

FAMILIA	NÚMERO DE:		FAMILIA	NÚMERO DE:	
	GÉNEROS	ESPECIES		GÉNEROS	ESPECIES
Orchidaceae	10	12	Selaginellaceae	1	2
Myrtaceae	2	10	Acanthaceae	1	1
Begoniaceae	1	7	Athyriaceae	1	1
Poaceae	7	7	Blechnaceae	1	1
Bromeliaceae	2	5	Dryopteridaceae	1	1
Zamiaceae	2	5	Alstroemeriaceae	1	1
Polypodiaceae	2	5	Anthericaceae	1	1
Solanaceae	3	4	Arecaceae	1	1
Dioscoreaceae	1	4	Balsaminaceae	1	1
Agavaceae	1	4	Bignoniaceae	1	1
Araceae	3	4	Bombacaceae	1	1
Aristolochiaceae	1	3	Boraginaceae	1	1
Cactaceae	2	3	Burseraceae	1	1
Fabaceae	2	3	Cannaceae	1	1
Hydrophyllaceae	2	3	Celastraceae	1	1
Verbenaceae	1	3	Commelinaceae	1	1
Thelypteridaceae	1	3	Convallariaceae	1	1
Lomariopidaceae	2	2	Costaceae	1	1
Amaryllidaceae	2	2	Cyperaceae	1	1
Convolvulaceae	2	2	Dichapetalaceae	1	1
Asteraceae	2	2	Eriocaulaceae	1	1
Hydrangeaceae	2	2	Iridaceae	1	1
Malvaceae	2	2	Juglandaceae	1	1
Marantaceae	2	2	Lythraceae	1	1
Myrsinaceae	1	2	Menispermaceae	1	1
Rhamnaceae	2	2	Moraceae	1	1
Rubiaceae	2	2	Smilacaceae	1	1
Thymelaeaceae	1	2	Theophrastaceae	1	1
Violaceae	2	2			



Cuadro 2. Riqueza de especies endémicas por forma de crecimiento en el estado de Veracruz, México.

<b>FORMA DE CRECIMIENTO</b>	<b>NO. DE ESPECIES</b>
Árboles	24
Arbustos	20
Hierbas	87
Bejucos	7

Cuadro 3. Riqueza de especies endémicas por tipo de vegetación en el estado de Veracruz, México.

<b>TIPO DE VEGETACIÓN</b>	<b>NO. DE ESPECIES</b>
Bosque tropical perennifolio	48
Bosque mesófilo de montaña	41
Bosque tropical caducifolio	22
Bosque de <i>Quercus</i>	20
Bosque de coníferas	16
Bosque de Galería	15
Bosque tropical subcaducifolio	10
Vegetación de dunas costeras	4
Matorral xerófilo	3
Palmar	1
Pastizal	1
Sabana	1

Cuadro 4. Especies endémicas del estado de Veracruz incluidas en la Norma Oficial de la Federación. Simbología de las categorías del estado de conservación utilizadas: A = amenazada, P = en peligro de extinción y Pr = sujeta a protección especial.

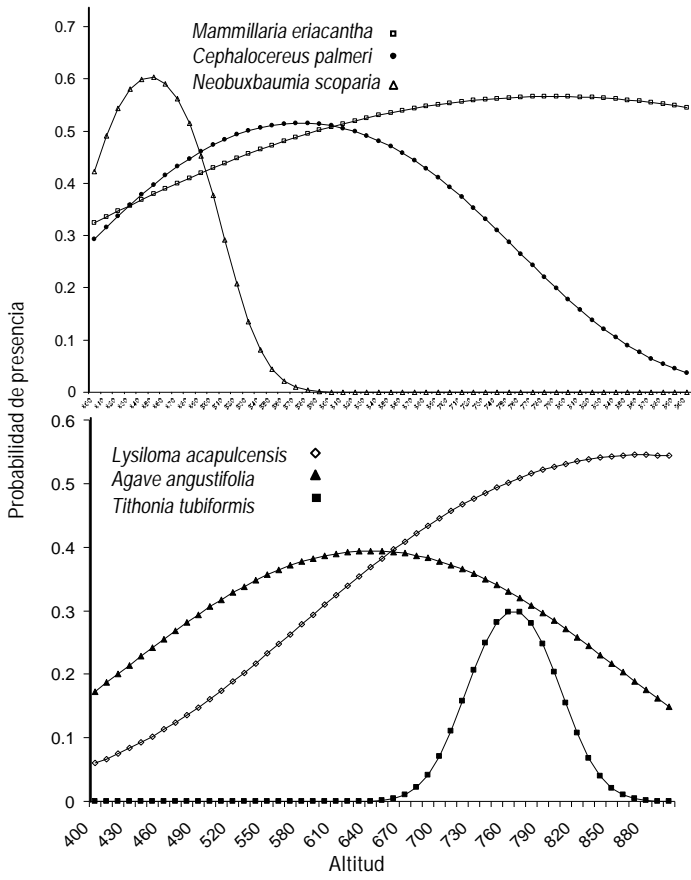
ESPECIE	CATEGORÍA	FUENTE
<i>Coryphantha grenwoodii</i>	Pr	Diario Oficial (2001)
<i>Mammillaria eriacantha</i>	P	Vovides et al. (1997)
<i>Mammillaria sartorii</i>	A	Vovides et al. (1997)
<i>Bauhinia jucunda</i>	A	Vovides et al. (1997)
<i>Alfaroa mexicana</i>	Pr	Diario Oficial (2001)
<i>Epidendrum dressleri</i>	Pr	Diario Oficial (2001)
<i>Oncidium stramineun</i>	A	Diario Oficial (2001), Vovides et al. (1997)
<i>Olmeca recta</i>	P	Diario Oficial (2001)
<i>Antirhea aromatica</i>	P	Vovides et al. (1997)
<i>Ceratozamia euryphyllidia</i>	P	Diario Oficial (2001), Vovides et al. (1997)
<i>Ceratozamia mexicana</i> var. <i>latifolia</i>	A	Diario Oficial (2001), Vovides et al. (1997)
<i>Ceratozamia miqueliana</i>	P	Diario Oficial (2001), Vovides et al. (1997)
<i>Zamia furfuracea</i>	A	Diario Oficial (2001), Vovides et al. (1997)
<i>Zamia inermis</i>	P	Diario Oficial (2001), Vovides et al. (1997)

## PROBABILIDAD DE PRESENCIA DEL ENDEMISMO

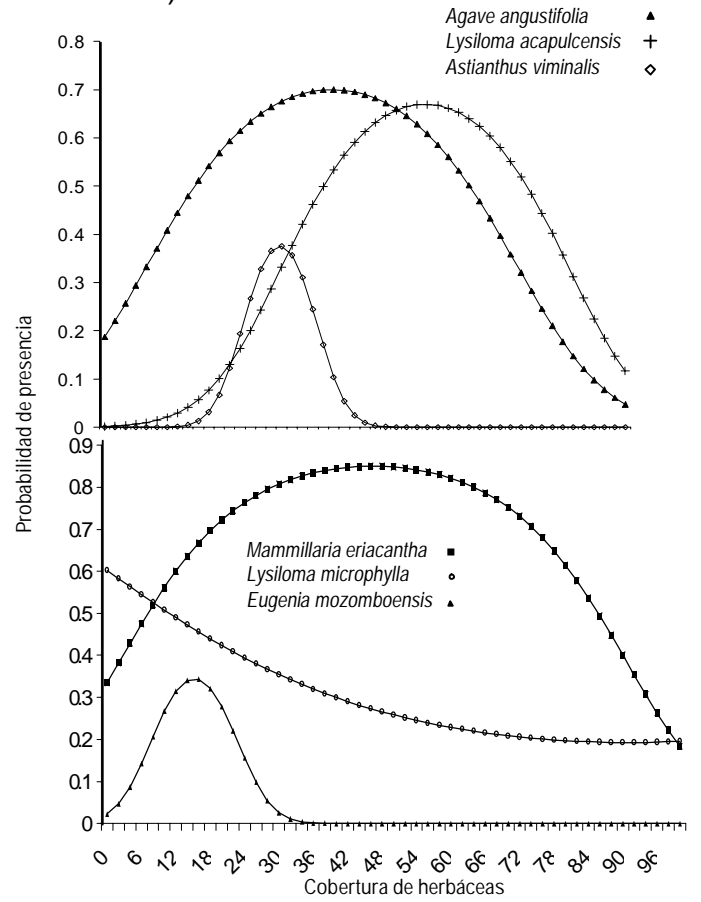
Aproximadamente el 50% de las especies endémicas al estado de Veracruz registradas en la zona de estudio, se distribuyen en casi toda el área en la cual se conserva la vegetación original, sin embargo, la presencia de varias de ellas se ve limitada por distintos factores ambientales como la altitud, la rocosidad, el sustrato desnudo o la cobertura de leñosas y herbáceas (Fig. 20). Hay especies que tienen alta probabilidad de presencia en todo el gradiente altitudinal desde los 400 hasta los 900 m de altitud, como *Mammillaria eriacantha* Link & Otto y *Lysiloma acapulcensis* (Kunth) Benth. Sin embargo, existen otros factores ambientales que limitan la probabilidad de su presencia como son la cobertura de leñosas y herbáceas (Fig. 20). Pero también hay factores, como la rocosidad que presentan una alta correlación con la probabilidad de presencia de las especies. Con el incremento de la rocosidad se incrementa la probabilidad de presencia de *Mammillaria eriacantha* Link & Otto, pero, disminuye la probabilidad de presencia de *Lysiloma acapulcensis* (Kunth) Benth. Aunque las dos especies están altamente correlacionadas con el incremento en la altitud. Otras especies que también se ven favorecidas con el incremento de la cobertura de leñosas, aumentando la probabilidad de presencia son: *Cephalocereus palmeri* Rose var. *sartorianus* (Rose) Krainz y *Selenicereus coniflorus* (Weingart) Britton & Rose (Fig. 20). Hay especies endémicas que tienen una probabilidad de presencia bastante baja, limitada principalmente por la altitud. Algunas otras como *Neobuxbaumia scoparia* (Poselger) Backeb tienen una probabilidad de presencia reducida a la zona cálida entre los 400 y los 550 m de altitud. Asimismo, la probabilidad de presencia de *Tithonia tubiformis* (Jacq.) Cass. se reduce a la zona más húmeda entre los 730 y los 850 m. Hay especies cuya probabilidad de presencia se ve limitada por el incremento de la cobertura de herbáceas y por el porcentaje de la rocosidad, como *Astianthus viminalis* (Kunth) Baillon y *Eugenia mozomboensis* P.E. Sánchez. También, se tiene a *Bernardia mexicana* Muell. y *Cestrum dumetorum* Schldl. cuya probabilidad de presencia se limita por el incremento de la rocosidad (Fig. 20). Por otro lado, la probabilidad de presencia de las especies endémicas en la vegetación secundaria también está correlacionada con algunas de las variables ambientales. Algunas especies arbóreas como *Lysiloma microphylla* Benth. y *Bursera cinerea* Engl. presentan coberturas altas y se encuentran prácticamente en toda la vegetación original. El 50% de las especies endémicas son árboles y arbustos y el 50% restante son hierbas. De las 31 especies, 6 son endémicas de hábitat, restringidas al centro de Veracruz.

Existen otras especies como *Anoda pedunculosa* Hochr., *Begonia hydrocotylifolia* Liebm., *Laelia anceps* Lindl. ssp. *anceps*, *Nama biflorum* Choisy y *Selaginella schiedeana* A. Braun que son raras demográficamente, presentando frecuencias y coberturas muy bajas en el área de estudio.

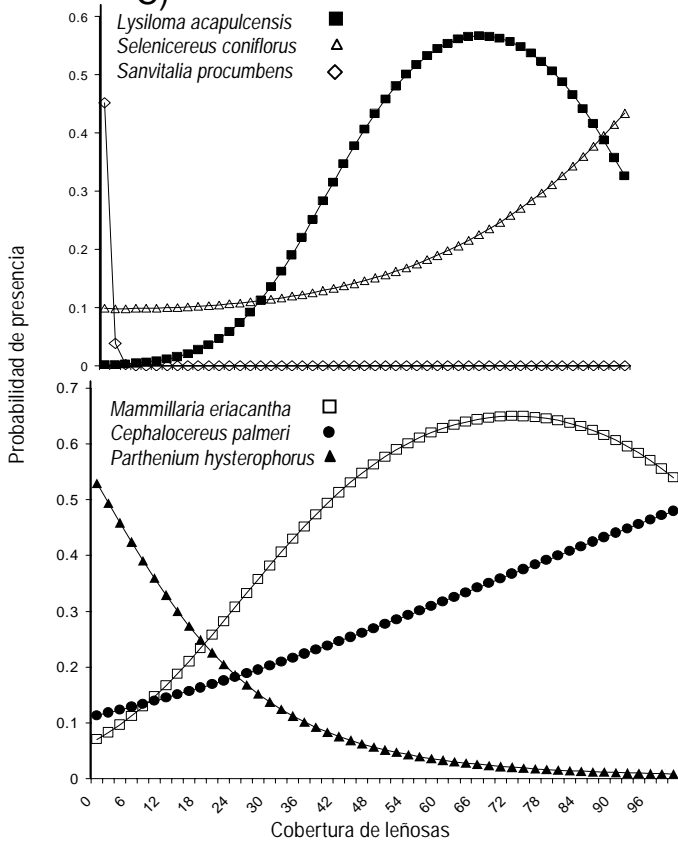
A)



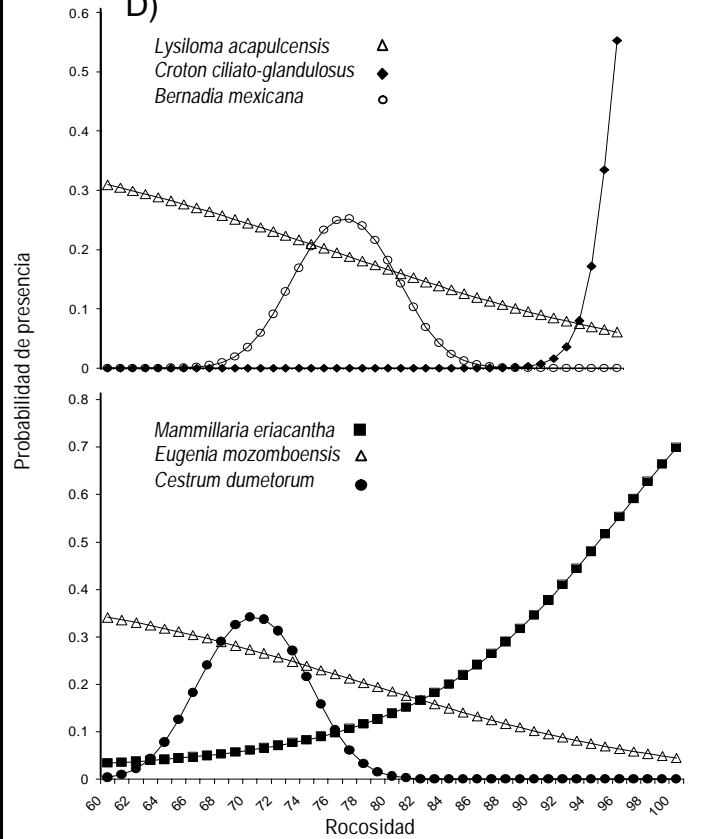
B)



C)



D)



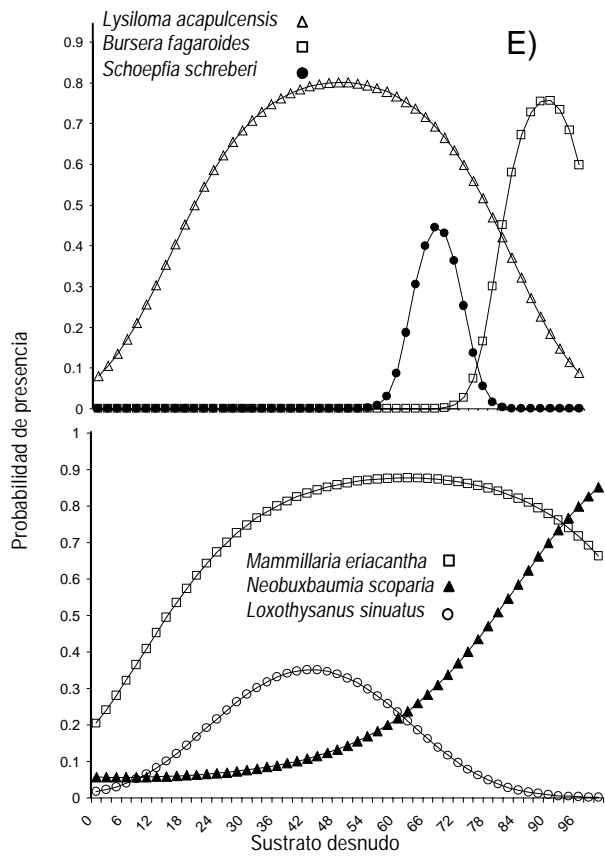


Fig. 20. En estas gráficas se puede ver que la probabilidad de presencia de las especies endémicas está determinada por distintos factores ambientales, que limitan o favorecen su presencia en la zona de estudio.

## SÍNTESIS Y DISCUSIÓN

### INVENTARIO DE ESPECIES

El inventario de las especies para estimar la diversidad vegetal de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo del malpaís, fue bastante eficiente para cumplir con los objetivos planteados. La cuantificación de la riqueza de especies de la flora vascular en las dos comunidades vegetales, alcanzó niveles asintóticos confiables con el inventario realizado, superando el 80% de la diversidad estimada con los modelos de acumulación de las dos comunidades vegetales. Es notoria la riqueza del estrato herbáceo en las dos comunidades vegetales. Sin embargo, a nivel de paisaje, destaca la mayor riqueza del estrato en la vegetación secundaria. La mayor riqueza de especies en el estrato herbáceo, probablemente está indicando la antropización del paisaje (Brown y Lugo, 1990). Por lo tanto, es necesario considerar que en el malpaís, donde las características ecológicas son muy variables, la diversidad vegetal es el mejor indicador de la heterogeneidad ecológica y de los diferentes grados de antropización del paisaje. Las condiciones ecológicas del malpaís son favorables para las especies herbáceas, las que presentan mejores posibilidades para competir en éste tipo de hábitats, en contraste con las especies arbóreas y arbustivas. Por esta misma razón también se entiende que las familias más biodiversas de la vegetación secundaria (Fabaceae, Poaceae, Asteraceae y Euphorbiaceae) se presenten compartiendo porcentajes importantes de especies entre la selva baja caducifolia y la vegetación secundaria.

Podríamos decir que el malpaís es bastante reciente ya que cuenta con una edad aproximada de 10,000 años (Negendank *et al.* 1985). Por esta razón probablemente se presentan parches de vegetación herbácea entre la vegetación primaria mejor conservada, dominados por especies suculentas y/o poblaciones de helechos del género *Cheilanthes* y diversas especies de pastos nativos. Esto se puede ver principalmente en algunas unidades de paisaje de derrame de basalto B1 y B2. Donde se presenta el mayor porcentaje de pedregosidad, con ausencia de cenizas volcánicas y menor acumulación de mantillo orgánico. Estos parches de vegetación herbácea, insertos en los fragmentos más grandes de la selva baja caducifolia podrían ser los sitios más tardíos en la colonización de la flora leñosa.

La riqueza de especies de la selva baja caducifolia establecida en el malpaís se considera alta comparada con la registrada en Jalcomulco (Cuadro 2). Sin embargo, es importante tomar en consideración las diferencias en el tipo de sustrato y en el estado de conservación de ambas selvas. En Jalcomulco, la vegetación, se encuentra en mejor estado de conservación que en el malpaís de Actopan. Lo anterior puede influir en la riqueza de especies por superficie, en ambos lugares, sin embargo, el indicador más notable es quizás la pobreza del estrato herbáceo de la selva de Jalcomulco. La menor diversidad del estrato herbáceo, superada por la de los estratos arbóreos y arbustivo, es el mejor indicador de un buen estado de conservación de las comunidades vegetales (Brown y Lugo, 1990).

Independientemente de que el sustrato donde se ha establecido la selva baja en los dos lugares sea diferente, se puede observar que la biodiversidad alfa y gama de la flora vascular en el malpaís, es mayor que la registrada en Jalcomulco.

## **UNIDADES DE PAISAJE**

El paisaje de la zona de estudio está formado por un mosaico de unidades geomorfoedafológicas con características físicas bien diferenciadas y con una cubierta vegetal conservada en algunas y antropizada en otras, donde las especies de ambas comunidades vegetales pueden usarse como indicadoras de las diferencias ecológicas de las mismas. Tanto el uso del suelo permanente o temporal, como la cubierta vegetal original, marcan las diferencias en las unidades del paisaje, separando tanto a las unidades geomorfoedafológicas como a los tipos de comunidades vegetales por la presencia o ausencia de las especies características de cada comunidad vegetal. Las variables ambientales utilizadas marcan claramente las diferencias ecológicas donde se desarrolla cada uno de los tipos de vegetación (selva baja caducifolia y vegetación secundaria), a través de un gradiente altitudinal. La selva baja caducifolia o vegetación primaria se encuentra en las unidades de paisaje con alta pedregosidad, con pendientes mayores, con un estrato herbáceo pobre y con una flora leñosa permanente. Contrastando con el tipo de vegetación anterior, la vegetación secundaria se desarrolla en unidades de paisaje con pendiente suaves, con suelos de diferentes espesores y donde el uso del suelo es permanente en algunas de las unidades de paisaje, mientras que en otras aplican períodos de descanso, promoviendo un desfaseamiento en las distintas etapas de regeneración de la vegetación secundaria.

Las variables ambientales que contribuyen mayormente a la diferenciación de los dos grupos y definen el estado de conservación de la vegetación, además de la frecuencia y cobertura de las especies, son el porcentaje de rocosidad, la pendiente y el sustrato desnudo. Los sitios antropizados están caracterizados por la presencia de especies de la vegetación secundaria y de rocosidad, sustrato desnudo y de pendientes menores a los que existen en la vegetación primaria. La vegetación secundaria ocupa principalmente las unidades de paisaje B3, B3<sub>1</sub>, B4, B4<sub>1</sub> y B5, así como las crestas del paisaje L1. Los sitios que caracterizan a la selva baja caducifolia o vegetación primaria, presentan altos porcentajes de cobertura de leñosas o de vegetación arbórea, pendientes fuertes de hasta el 30%, rocosidad mayor al 70% y sustrato desnudo mayor al 25%, con presencia de mantillo orgánico generado por la vegetación original. Estos se localizan en las unidades de paisaje donde las variables ambientales ya mencionadas anteriormente presentan los valores más altos como en B1, B2 y C1, C2 y C3 (ver mapa de unidades de paisaje).

## **FLORA**

La complementariedad de las dos comunidades vegetales es alta (75%), con una similitud del 25%. Esto indica una diferencia florística importante entre las dos

comunidades vegetales (selva baja caducifolia y vegetación secundaria). El 46% de las familias (47) presentan una complementariedad del 100%, es decir todas las especies de las 47 familias son específicas de una u otra comunidad vegetal. Por otro lado el 16% de las familias tienen una complementariedad de 0%, o sea que todas las especies de esas familias se comparten entre las dos comunidades vegetales y el 38% de las familias restantes tienen una complementariedad variable de 25 a 94%. El 46% de las familias presentan una complementariedad del 100%, lo que indica una alta especificidad a nivel de familias para las dos comunidades vegetales (primaria y secundaria). Entre las familias pertenecientes a la vegetación primaria sobresalen las más diversas en especies suculentas como Orchidaceae, Bromeliaceae, Cactaceae, Crassulaceae, Araceae y Burseraceae. Asimismo, destacan las familias propias de la vegetación secundaria entre las cuales se tiene a Convolvulaceae, Bignoniaceae y Passifloraceae, y aquellas familias más biodiversas como las Fabaceae, Asteraceae, Poaceae y Euphorbiaceae, considerando que la mayor cantidad de especies pertenecen a la vegetación secundaria. Tomando en cuenta que la complementariedad entre las dos comunidades vegetales es del 75%, la antropización de la vegetación original ocasiona una incorporación de una flora nómada que sustituye a la flora residente o a la vegetación primaria en un 75% y sólo queda un 25% de las especies que comparten ambas comunidades vegetales. Los grupos de especies más afectados por la antropización son los helechos (Pteridophytas) y las especies suculentas que presentan mayor especificidad por los sustratos rocosos. Por otro lado, las formas de vida más afectadas son los árboles y los arbustos de la vegetación primaria que corresponde al 29% de la selva baja caducifolia. También se puede ver que la mayor diversidad de especies en las dos comunidades vegetales se encuentra en el estrato herbáceo, representado por el 71% del total de las especies (hierbas y bejucos). En general la complementariedad de la diversidad de especies de las dos comunidades vegetales (selva baja caducifolia y vegetación secundaria) a nivel de la diversidad de las familias de la flora vascular, es alta y varía de 25-94%. Probablemente la complementariedad del 75%, de estas dos comunidades vegetales, es lo esperado considerando que estamos comparando dos comunidades vegetales diferentes. Sin embargo, esto tiene mucho sentido cuando lo que se pretende es conocer, si una comunidad vegetal (vegetación secundaria) sustituye o desplaza a la vegetación primaria (selva baja caducifolia). En nuestro caso tanto a nivel general como a nivel de la diversidad de las familias se presenta una alta complementariedad, que está indicando un alto reemplazo o sustitución de una flora primaria por una secundaria, lo cual implica una alta extinción local del germoplasma de la vegetación primaria. En otras comunidades vegetales como el bosque mesófilo de montaña, localizado en el centro del estado de Veracruz, después de los 1000 m de altitud, la complementariedad entre los fragmentos de esta comunidad vegetal también es alta (Williams-Linera, 2002).

### **ESPECIES RARAS Y TURISTAS (ESPECIES ÚNICAS)**

De las especies que a nivel de paisaje se registraron como únicas (180), el 42% pertenece a la vegetación primaria, el 58% restante a la secundaria. Las especies



únicas de la vegetación secundaria, llamadas en este trabajo “turistas”, son especies que se presentan como individuos aislados o en poblaciones muy pequeñas tanto en el paisaje de la vegetación primaria, como en el de la secundaria. Ellos son taxa raros a nivel poblacional, sin embargo, son especies nómadas y de amplia distribución a nivel mundial. Se considera que estos taxa, llegan a la vegetación primaria, en respuesta a la perturbación de las mismas por pastoreo, extracción de especies útiles, apertura de caminos de terracería, etc. Estas especies logran incorporarse a la estructura florística de la vegetación primaria, la propia estructura original de la selva baja caducifolia limita su pleno establecimiento. En sentido opuesto se tiene a las especies únicas de la vegetación primaria, que son especies residentes, donde las limitaciones ecológicas del sustrato rocoso pueden estar determinando el desarrollo de sus poblaciones. Es interesante ver que entre las familias que contienen especies únicas destacan los grupos de familias con taxa suculentos como las orquídeas, aráceas, bromeliáceas y piperáceas, así como las pteridofitas, que son propias de la vegetación primaria. Sin embargo, también destacan las familias más biodiversas de la vegetación secundaria tales como Poaceae, Fabaceae, Asteraceae y Euphorbiaceae.

#### **REPRESENTATIVIDAD DE LA BIODIVERSIDAD ESTUDIADA**

Es cada vez más urgente realizar la medición de la biodiversidad vegetal en las comunidades vegetales originales, si se considera que éstas son las más impactadas y amenazadas por la antropización. Por lo tanto, conocer la biodiversidad que se está perdiendo y buscar alternativas de conservación debe ser prioritario para nuestro país. Por esta razón es también de gran importancia conocer los modelos asintóticos que permiten obtener inventarios confiables o que, se ajusten a las comunidades vegetales de alta biodiversidad vegetal. En nuestro caso la comparación de los dos modelos asintóticos (Clench y Exponencial), nos ha permitido escoger el modelo que mejor se ajustó a los inventarios florísticos de la biodiversidad de la selva baja caducifolia y vegetación secundaria. Esto es importante ya que, poco se ha hecho en este tema para las comunidades vegetales tropicales de alta biodiversidad. La utilización de los dos modelos asintóticos (Clench y Exponencial) en el inventario florístico de la selva baja caducifolia y vegetación secundaria, resultó ser por demás interesante, considerando que el modelo de Clench es el que mejor se ajustó a la alta biodiversidad de la selva baja caducifolia y de la vegetación secundaria. Para los inventarios de las dos comunidades vegetales, el nivel asintótico de las curvas de acumulación de especies a nivel de paisaje, fue bastante aceptable (85% de 461 especies esperadas para la vegetación primaria y 82% de 563 especies esperadas para la vegetación secundaria). Asimismo, el modelo Exponencial, subestimó la alta biodiversidad florística de la selva baja caducifolia establecida en el sustrato rocoso volcánico, presentando una menor diversidad gama que la registrada en los inventarios realizados en la zona de estudio. De manera general los dos modelos presentaron coeficientes de determinación para las dos comunidades vegetales bastante satisfactorios (variando de 97-100%).

La incorporación de nuevas especies (valor de  $b$ ) con respecto al incremento del esfuerzo de muestreo en los dos modelos y para las dos comunidades vegetales, es bajo tanto para la selva baja caducifolia, como para la vegetación secundaria. Sin embargo, se puede observar que la selva baja caducifolia (vegetación primaria) presenta valores menores de incorporación de nuevas especies que la vegetación secundaria. Estos bajos valores se obtienen debido a que la vegetación secundaria presenta una mayor diversidad alfa y gama que la primaria.

## **DIVERSIDAD**

La selva baja caducifolia establecida en el malpaís es una comunidad vegetal muy rica y diversa en especies vegetales. En lo concerniente a la diversidad alfa, esta es muy variable, pero se incrementa sustancialmente en la vegetación secundaria. En relación a la diversidad  $\beta$  se establece un gradiente de diversidad en las dos comunidades vegetales, incrementándose en el caso de la vegetación primaria y áreas cálidas y disminuyendo con respecto al incremento de la altitud (400-900 m). La disminución de la diversidad  $\beta$  al incremento de la altitud, puede estar relacionada con la disminución de la temperatura, la cual se estima que disminuye  $0.65^{\circ}$  C por cada 100 m de altitud (García, 1978). El incremento de la diversidad en las familias de Angiospermas a nivel global, está estrechamente relacionado con el incremento de la temperatura y el déficit hídrico anual (Francis y Currie, 2003). Por esta razón, el recambio de especies se hace más evidente en la flora residente que pertenece a la vegetación primaria. Aunque en general el recambio de especies es bajo, debido a que el gradiente altitudinal de la zona de estudio también es bastante corto. En contraste en la tasa de recambio de especies que se encontró en la vegetación secundaria presenta resultados inversos, ya que la diversidad  $\beta$  se incrementa conforme el gradiente altitudinal aumenta. Probablemente este resultado, este relacionado con el gradiente altitudinal y el déficit hídrico medio anual (Francis y Currie, 2003). Tomando en cuenta que, hay tres factores que es necesario considerar 1) el déficit hídrico cambia de medio a bajo a los 900 m de altitud (Rossignol y Geissert, 1987), 2) a esa misma altitud se encuentra el lugar de contacto o ensamblaje entre la selva baja caducifolia y el encinar y 3) en el análisis de los datos se observa que la antropización es más fuerte en las áreas de mayor altitud, por lo tanto la diversidad en estos sitios se incrementa. Se puede decir que el recambio de especies entre las dos comunidades vegetales es bastante alto en todo el paisaje de la zona de estudio, sobresaliendo la estimada horizontalmente en los pisos altitudinales, con respecto a la estimada en el gradiente altitudinal. También es notorio que las diferencias entre la diversidad gama observada y la estimada en la selva baja caducifolia es muy pequeña (16 especies), por lo tanto se puede decir que el inventario de la vegetación primaria fue bastante eficiente.

La diversidad alfa de la selva baja caducifolia establecida en el malpaís es bastante mayor, comparada con otras áreas de este tipo de vegetación localizados en el centro del estado de Veracruz. Aunque hay que tomar en consideración que los sustratos rocosos donde se establece son de diferente origen y por ende tienen

diferentes historias biogeográficas, y estados de conservación de la comunidad vegetal en ambas áreas. Por todas estas razones, se presentan grandes diferencias en la riqueza de especies.

En particular, es importante resaltar la diversidad de especies en el grupo de las suculentas, donde la riqueza de taxa supera en más del 50% con respecto a las encontradas en otras áreas de la selva baja caducifolia en el centro del Estado. Aproximadamente el 40% del total de la flora registrada en el malpaís es suculenta, y por lo tanto especializada al malpaís. Probablemente con esto podríamos concluir que la selva baja caducifolia establecida en el sustrato rocoso presenta una mayor riqueza de especies suculentas que la desarrollada en otras partes del estado de Veracruz.

Asimismo, es importante señalar que las diferencias en el paisaje están contribuyendo de forma importante en el recambio de especies que se presenta en esta zona. También, la perturbación ha contribuido de manera importante al incremento de la diversidad alfa y  $\beta$  en esta zona.

## **ENDEMISMO**

Se encontraron en el estado de Veracruz 180 especies endémicas a Megaméxico 3 (*sensu* Rzedowski, 1991), de éstas, 138 restringen su distribución geográfica al estado de Veracruz. El 94% de las especies pertenecen a la vegetación original de los distintos tipos de vegetación y solo el 6% de las especies se han registrado en la vegetación primaria y secundaria o antropizada. Es importante señalar que las especies compartidas por la vegetación primaria y secundaria, son propias de la vegetación original, sin embargo, presentan cierta tolerancia a la perturbación, y se encuentran en la vegetación secundaria en bajas frecuencias, principalmente en las áreas donde la antropización no ha sido tan drástica. También es interesante hacer notar que más del 50% de las especies endémicas son árboles y arbustos y el resto pertenece al estrato herbáceo. Las especies endémicas se encuentran en sitios donde los tipos de vegetación se encuentran en mejores condiciones de conservación, donde el endemismo es más evidente, principalmente en las áreas donde las variables ambientales de rocosidad, pendiente, ausencia de suelo sobresalen en el paisaje. En contraste las pocas especies endémicas que comparten el hábitat primario con el secundario, se localizan en las unidades de paisaje con pendientes suaves, con suelos superficiales de diferentes espesores y en sitios fuertemente antropizados. En la zona de estudio, las diferencias de las condiciones ambientales donde se desarrollan las especies endémicas, permiten que se establezcan los dos grupos de los sitios que caracterizan a la vegetación primaria y secundaria de la selva baja caducifolia.

La presencia del endemismo en los diferentes tipos de vegetación es muy variable de 1-58 especies, la selva baja caducifolia destaca por presentar la mayor cantidad de especies. El endemismo registrado en esta comunidad vegetal

establecida en el malpaís, probablemente es el más alto que se ha registrado en el estado de Veracruz. Desde luego la presencia del endemismo en la zona de estudio, se ve favorecido por las variables ambientales muy particulares del sustrato rocoso o malpaís, que son escasos en el Estado. La frecuencia del endemismo, en la vegetación secundaria puede ser engañosa, considerando que en esta comunidad se encuentran las especies propias de la vegetación original y que son compartidas por ambas comunidades vegetales, principalmente las especies que son más tolerantes a la perturbación. La mayoría de las especies endémicas presentan frecuencias y coberturas bajas, asimismo, estas especies son raras y escasas en este tipo de vegetación.

Los tipos de vegetación que concentran la mayor riqueza de endémicas, además de la selva baja caducifolia, se tiene al bosque tropical perennifolio, bosque mesófilo de montaña, el bosque de *Quercus*, bosque de coníferas y el bosque de galería o ripario. Estos tipos de bosque también son los más amenazados por las actividades del hombre. Por esta razón es urgente conservar cualquier fragmento por más pequeño que sea, de los 6 tipos de vegetación que concentran la mayor riqueza del endemismo registrado en Veracruz. Considerando que las especies de la vegetación original como es el caso de las endémicas, difícilmente pueden colonizar los hábitats antropizados (Thompson *et al.*, 1998; Eriksson & Ehrlén 1992; Eriksson 1994, 1995; Ehrlén & Eriksson 1996; Jacquemyn *et al.* 2001; Butaye *et al.* 2001), debido a la modificación de las condiciones ambientales originales y a la baja capacidad de sobrevivencia de sus semillas (Willson, 1993; Cain *et al.*, 1998).

Por la rareza demográfica y de hábitat del endemismo, es difícil considerar su permanencia bajo el esquema de un paisaje muy fragmentado, donde la competencia por espacio y nutrientes de la flora se intensifica, dejando en desventaja a la flora endémica por los problemas demográficos que de antemano presenta en la comunidad original.

Entre las especies endémicas del estado de Veracruz, y registradas en el área de estudio, destaca *Eugenia mozomboensis* P.E. Sánchez, como endémica de este tipo de sustrato. Esta especie fue descrita recientemente de la Sierra de Manuel Díaz (Sánchez-Vindas, 1990), localizada cerca de la costa. Probablemente se trate de la misma corriente de lava que presenta una distribución disyunta en el centro del estado de Veracruz. Considerando que esta especie solo se conoce de estas dos localidades, se podría decir que ha evolucionado en este tipo de hábitat y por lo tanto, se encuentran en mayor riesgo de extinción.

Las variables ambientales que contribuyeron en mayor medida a interpretar los gradientes ambientales del estado de conservación de la vegetación, fueron la pendiente, la rocosidad y el sustrato desnudo. La riqueza del endemismo por unidad de superficie en la selva baja caducifolia es bastante significativa. Sin embargo, la variación de la riqueza de especies endémicas es mucho más notable, cuando se relaciona con las variables ambientales antes mencionadas.

Aunque de manera no tan clara, se encontró un patrón cuadrático de la riqueza de especies en función de la altitud. Los valores máximos de la riqueza de especies endémicas (presencia de 3 a 5 especies), se registraron en altitudes de 600 a 700 m, lo cual coincide con una pendiente severa y rocosidad mayor del 70%.

La rocosidad es una variable que limita la antropización de la vegetación original. Los altos porcentajes de la rocosidad ocasionan que la vegetación se encuentre en mejores condiciones de conservación y con una importante riqueza de especies endémicas. El sustrato desnudo o roca expuesta (sin cubierta vegetal herbácea) es una variable que se correlaciona con el incremento en la riqueza de especies endémicas.

La mayoría de las especies (>50%) presenta frecuencias bajas de 1 a 5 en los 141 sitios de muestreo, y sólo el 28% de las especies endémicas presenta frecuencias >15 en toda el área de estudio. Esto incrementa la vulnerabilidad de las especies endémicas a la antropización que las pone en alto riesgo de extinción local (Smith *et al.*, 1993).

Con este análisis se puede deducir que la antropización de la vegetación original ocasiona la extinción local de las especies endémicas y que difícilmente estas especies pueden volver a colonizar los hábitats antropizados (Brunet *et al.*, 2000). También se pudo observar que las especies endémicas que caracterizan a la flora original, son reemplazadas por la flora secundaria, por lo tanto el germoplasma de la flora endémica original se pierde con la antropización de la vegetación primaria.

El endemismo que hasta el momento se ha registrado para el estado de Veracruz, es bajo. Esta representado por 1.25% de la flora vascular registrada. El endemismo se concentra principalmente en los bosques tropicales y en el bosque mesófilo de montaña. Desafortunadamente estos bosques en Veracruz, también son los más amenazados por el cambio del uso del suelo. En la actualidad los fragmentos originales de vegetación más conservados y de mayor tamaño, quedan en las áreas más inaccesibles de la Sierra de Los Tuxtlas, Tantima, Huayacocotla y centro del Estado. Las especies endémicas están altamente amenazadas porque se concentran en los fragmentos originales de los distintos tipos de vegetación representados en Veracruz, los cuales están amenazados por la ampliación de la frontera agropecuaria. En México el bosque tropical caducifolio se ha destacado por concentrar una alta riqueza del endemismo mexicano de la flora vascular (Rzedowski 1978, 1991; Gentry 1982a). De acuerdo con este análisis el centro del Estado tiene gran importancia por concentrar el 32% del endemismo veracruzano, especialmente en los bosques mesófilos de montaña y el tropical caducifolios. En muestreos recientes de bosque tropical caducifolio primario, en una superficie de 1.2 ha, se han registrado 27% de las 58 especies endémicas encontradas en este tipo de vegetación. Esto muestra la importancia que tienen los fragmentos de la vegetación original del bosque tropical caducifolio que se localizan todavía en las áreas más

inaccesibles tales como la Sierra de Manuel Díaz, en el centro del estado de Veracruz.

Aproximadamente 32% de la flora endémica de Veracruz registrada hasta el momento corresponde a árboles y arbustos, lo que representa 2% de las 2,300 especies arbóreas y arbustivas que actualmente se han estimado para el Estado.

Es difícil determinar el riesgo de extinción de las especies, sin embargo, por la rareza que presentan 16 de los taxa incluidos en este estudio, deberían ser consideradas en la Norma Oficial Mexicana (Anónimo, 2001b), en el rubro de en peligro de extinción o extinta. Esta consideración es urgente, especialmente en aquellas especies que se conocen de una sola localidad y cuya vegetación original ha sido sustituida por cultivos y pastizales, como es el caso de *Hymenocallis longibracteata* Hochr.

Como puede verse en los resultados de este estudio, las especies endémicas se han registrado primordialmente en la vegetación primaria y muy pocas especies (18%) se han encontrado tanto en la vegetación primaria, como en la secundaria. Esto indica una alta especificidad por el hábitat que ocupan las especies endémicas y determina en buena parte su alta vulnerabilidad a la perturbación de la vegetación primaria.

Es difícil detener la degradación de la vegetación primaria, sin embargo, si no se toman las medidas de conservación correspondientes, las especies endémicas podrían seguir el camino de la extinción en periodos relativamente cortos. Se considera que la superficie de vegetación original que aún queda en el estado de Veracruz es muy pequeña (aproximadamente 10%) del territorio veracruzano *sensu* Guzmán y Castillo-Campos (1989), sin embargo, su importancia como reservorio de un germoplasma único es evidente.

La presencia de las especies endémicas en el malpaís, está limitada o favorecida por diferentes factores ambientales, tal es el caso de *Neobuxbaumia scoparia* (Poselger) Backeb, cuya probabilidad de presencia está limitada por la altitud o la disminución de la temperatura, limitando su rango altitudinal a la zona cálida, de 400-550 m. Asimismo, se tiene a *Cephalocereus palmeri* Rose var. *sartorianus* (Rose) Krainz, cuya probabilidad de presencia es más amplia que la anterior; sin embargo, se puede ver que su probabilidad de presencia disminuye de los 600-800 m de altitud. La altitud es una variable que se midió y analizó, sin embargo, posiblemente para estas especies la variable más importante asociada con la misma, es la temperatura que disminuye 0.65° C por cada 100 m de altitud (García, 1978), en el gradiente altitudinal de 400-900 m. Probablemente esta variable sea la que limita la distribución de las especies tropicales en el gradiente altitudinal. En los resultados obtenidos con las variables analizadas se puede ver que la probabilidad de presencia de las especies endémicas arbóreas y arbustivas propias de la vegetación primaria, se ve limitada por la rocosidad y el sustrato desnudo (sin

mantillo orgánico). Sin embargo, en el caso de las especies herbáceas de la vegetación secundaria como *Parthenium hysterophorus* L. y *Sanvitalia procumbens* Lam., su presencia se ve limitada por el incremento de la cobertura de las especies leñosas. Es probable que muchas de las especies leñosas propias de la selva baja caducifolia estén limitadas o favorecidas por las mismas variables consideradas para las especies endémicas.

Es importante mencionar que el 50% de las especies endémicas tienen frecuencias y coberturas bajas, presentando características de rareza de hábitat y rareza demográfica. Es muy importante hacer notar que *Govenia alba* A. Rich & Galeotii es una especie que presenta características ecológicas muy específicas, crece sólo bajo la copa de las especies arbóreas y forma poblaciones con pocos individuos. Esto probablemente indica que la especie requiere para su establecimiento y desarrollo, de las características ecológicas de sombra y materia orgánica generada por las especies arbóreas, las cuales quizá estén funcionando como nodrizas de *Govenia alba* en el malpaís.

En general es necesario señalar que la importancia de conservar el malpaís de la zona de estudio, no solamente se centra en la alta biodiversidad vegetal y en el endemismo que se encuentra en este tipo hábitats. También es importante considerar que el ecosistema en su conjunto funciona como un filtro purificador del agua de los desechos que en esta zona se descargan, provenientes de los asentamientos urbanos como Xalapa, Naolinco, Jilotepec, Coacoatzintla, El Ingenio azucarero La Concepción, entre otros que se localizan en la cabecera de la cuenca hidrológica del río Actopan. En todo el estado de Veracruz, es el único río que cuenta con un filtro natural de este tipo, sin embargo, si este tipo de ecosistema no se cuida las consecuencias para el río Actopan pueden ser catastróficas en un futuro no muy lejano.

A manera de conclusión podemos decir que los fragmentos de selva baja caducifolia desarrollados en el malpaís, son un reservorio del germoplasma vegetal de este tipo de comunidad, que ha sido desplazado o sustituido por una flora secundaria y cultivada, en la mayor parte de su distribución en el estado de Veracruz. Asimismo, los fragmentos que quedan de este tipo de vegetación, son un refugio del endemismo que se ha registrado en esta comunidad vegetal en el Estado. Por otro lado el recambio de especies entre la selva baja caducifolia y la vegetación secundaria, ocasionado por la antropización del paisaje es muy elevado, a tal grado que prácticamente se provoca una sustitución de una flora primaria o residente por una secundaria o nómada. También se presentó un importante recambio de especies en el gradiente altitudinal de las dos comunidades vegetales. Por último las especies de las dos comunidades vegetales (primaria y secundaria) son buenos indicadores para diferenciar el estado de conservación de las comunidades vegetales desarrolladas en el malpaís.

## LITERATURA CITADA

- Acosta, P. R. (1986). La vegetación de la Sierra de Manuel Díaz, Veracruz, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz.
- Austin, M. P., Cunningham, R. B. & Fleming, P. M. (1984). New approaches to Direct Gradient analysis using environmental scalars and statistical curve-fitting procedures. *Vegetatio* 55: 11-27.
- Avendaño, R. S. & Durán, C. (1993). Estudio florístico de los municipios de Tenampa y Totutla, Veracruz. Resúmenes del XII Congreso Mexicano de Botánica. Mérida, Yucatán. p. 24.
- Birks, H. J. B., Peglar, S. M. & Austin, H. A. (1994). An annotated bibliography of Canonical Correspondence Analysis and related constrained ordination methods 1986-1993. Botanical Institute, University of Bergen, Bergen Norway.
- Brown, S. & Lugo, A. E. (1990). Tropical secondary forests. *Journal of Tropical Ecology* 6: 1-32.
- Brown, S. & Lugo, A. E. (1994). Rehabilitation of tropical lands: a key to sustaining development. *Restoration Ecology* 2: 97-111.
- Brunet J., von Oheimb G. & Diekmann M. (2000). Factors influencing vegetation gradients across ancient-recent woodland borderlines in southern Sweden. *Journal of Vegetation Science* 11: 515-524.
- Butaye, J., Jacquemyn, H. & Hermy, M. (2001). Differential colonization causing non-random forest plant community structure in a fragmented agricultural landscape. *Ecography*, 24, 369-380.
- Cain, M. L., Damman, H. & Muir, A. (1998). Seed dispersal and the Holocene migration of woodland herbs. *Ecol. Monogr.* 68: 325-347.
- Caprariis, P., Lindermann, R. and Haimes, R. (1981). A relationship between sample size and accuracy of species richness predictions. *Mathematical Geology* 4: 351-355.
- Caro, T. M. & O'Doherty, G. (1998). On the use of surrogate species in conservation biology. *Conservation Biology* 13(4): 805-814.
- Castillo-Campos, G. (1985). Integración de paisajes en la región de Jalcomulco, Veracruz. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz. pp. 110.



Castillo-Campos, G. (1995). Ecología del paisaje del municipio de Jalcomulco, Veracruz. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, U.N.A.M. México, D.F. pp. 190.

Castillo-Campos, G. & Medina A., M. E. (1997). Plantas suculentas de la región de Jalcomulco, Ver. Cact. Suc. Mex. 42(2): 35-38.

Castillo-Campos, G., Vovides, A. P. & Vázquez, M. (1998). Una nueva especie de *Stromanthe* (Marantaceae) de Veracruz, México. Polibotánica 8: 13-19.

Castillo-Campos, G., Vovides, A. P. & Avendaño R., S. (1999). Riqueza y Diversidad de los sustratos rocosos del centro del estado de Veracruz. (Informe Final a CONABIO).

Castillo-Campos, G., Dávila A., P. & Zavala H., J. A. **Inédito**. Endemism in a tropical deciduous forest on a rocky volcanic substrate in Veracruz, Mexico.

Cházaro, M. de J. (1992). Exploraciones botánicas en Veracruz y estados circunvecinos I. Pisos altitudinales de vegetación en el centro de Veracruz y zonas limítrofes con Puebla. La Ciencia y el Hombre. Universidad Veracruzana. pp. 67-115.

Cody, M. L. (1993). Bird diversity components within and between habitats in Australia. In Ricklefs RE and Schluter D (eds) Species Diversity in Ecological Communities: Historical and Geographical Perspectives. The University of Chicago Press, U.S.A. pp 147-158.

Colwell, R. (2001). Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 6.Ob1. Department of Ecology and Evolutionary Biology, University of Connecticut USA.

Colwell R.K. & Coddington J. A. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. Philosophical Transactions of the Royal Society Series B 345: 101-118.

Crawley, M. J. (1993). GLIM for ecologists. Blackwell. Oxford

Crisci, J. V. & López, A. M. F. (1983). Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Washington, D.C. pp. 131.

Delgado, R. M. & Ramos P., J. M. (1984). Diversidad y distribución de la abundancia de las especies de un área de vegetación secundaria de 10 años de edad. Biótica 9(2): 137-151.

Ehrlén, J. & Eriksson, O. (1996). Seedling recruitment in the perennial herb *Lathyrus vernus*. Flora 191: 377-383.

Ehrlich, P. R. & Mooney, H. A. (1983). Extinction, substitution, and ecosystem services. *BioScience* 33: 248-254.

Eriksson, O. & Ehrlén, J. (1992). Seed and microsite limitation of recruitment in plant populations. *Oecologia* 91: 360-364.

Eriksson, O. (1994). Seedling recruitment in the perennial herb *Actaea spicata* L. *Flora*, 189: 187-191.

Eriksson, O. (1995). Seedling recruitment in deciduous forest herbs: the effect of litter, soil chemistry and seed bank. *Flora* 190: 65-70.

Favila, M. E. & Halffter, G. (1997). The use of indicator groups for measuring biodiversity as related to community structure and function. *Acta Zool. Mex. (n.s.)* 72: 1-25.

Francis, A. P. & Currie, D. J. (2003). A globally consistent richness-climate relationship for Angiosperms. *American Naturalist* 161(4): 523-536.

Gallina, S., Mandujano, S., González-Romero, A. (1992). Importancia de los cafetales mixtos para la conservación de la biodiversidad de mamíferos. *Boletín Soc. Ver. Zool.* 2(2): 11-17.

García, E. (1978). *Apuntes de climatología*. Larios e Hijos Impresores S.A. México D. F. pp. 153.

García, E. (1981). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. *Indianápolis* 30. México D. F. pp. 252.

Gentry, A. H. (1982a). *Agaves of Continental North America*. The University of Arizona Press. USA. pp 670.

Ghilarov, A. (1996). ¿What does biodiversity mean scientific problem or convenient myth?. *Tree* 11(7): 304-306.

Gómez-Pompa, A. (1971). Posible papel de la vegetación secundaria en la evolución de la flora tropical. *Biotropica* 3(2): 125-135.

Gómez-Pompa, A. (1978). *Ecología de la vegetación del estado de Veracruz*. INIREB-CECSA. Xalapa, Ver. pp. 91.

Gómez-Pompa, A., Vovides, A., Ogata, N. & González, J. (1994). *Las cycadas de México*. CD-ROM interactivo. *Gestión de Ecosistemas*. México, D. F.

González, B. F. (1981). *Ecología y paisaje*. Ed. Blume. Madrid, España. pp. 250.

Guzmán G., S. & Castillo-Campos, G. (1989). Uso del suelo en Veracruz. *Revista Extensión. Universidad Veracruzana*.32: 31-35.

Halffter G. & Favila, M. E.1993. The Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera) an animal group for analyzing, inventorying and monitoring biodiversity in tropical rainforest and modified landscapes. *Biology International* 27: 15-21.

Halffter G., Favila, M. E. & Arellano, L. (1995). Spatial distribution of three groups of coleoptera along an altitudinal transect in the Mexican transition zone and its biogeographical implications. *Elytron* 9: 151-185.

Halffter G. (1996). Biodiversity conservation and protected areas in tropical countries. In: F. di Castri & T. Younès (Ed.) *Biodiversity, science and development Towards a new partnership*. CAB International & IUBS. pp. 212-223.

Halffter G. (1998). A strategy for measuring landscape biodiversity. *Biology International* 36: 3-17.

Halffter G. & Ezcurra, E. (1992). ¿Qué es la biodiversidad?. In: G. Halffter (Ed.) *La diversidad biológica de Iberoamérica I*. Act. Zool. Mex. (v.s.) pp. 3-24.

Halffter G. & Arellano G. L. (2002). Variación de la diversidad en especies de Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) como respuesta a la antropización de un paisaje tropical. *Biotropica* 34(1): 144-154.

Hill, M. O. & Gauch, H. G. (1980). Detrended Correspondence Analysis: an improved ordination technique. *Vegetatio* 42: 47-58.

Hoffmann, O. (1993). Rumbos y paisajes de Xico: Geografía de un municipio de la sierra de Veracruz. ORSTOM y Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Ver. pp. 130.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). (1987a). Carta Estatal de Climas del estado de Veracruz. Escala 1: 1,000,000.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). (1987b). Carta Estatal de Hidrología Superficial del estado de Veracruz. Escala 1: 1,000,000.

Jacquemyn, H., Butaye, J. & Hermy M. (2001). Forest plant species richness in small, fragmented mixed deciduous forest patches: the role of area, time and dispersal limitation. *Journal of Biogeography* 28: 801-812.

Kovach W. L. (1999). MVSP - A MultiVariate Statistical Package for Windows, ver. 3.1. Kovach Computing Services, Pentraeth, Wales, Great Britain. pp. 133.

- León-Cortés, J. L., Soberón-Mainero, J. & Llorente-Bousquets, J. (1998). Assessing completeness of Mexican sphinx moth inventories through species accumulation functions. *Diversity and distributions* 4: 37-44
- Lott, E. J. (1987). Floristic diversity and structure of upland and arroyo forest of coastal Jalisco. *Biotropica* 19(3): 228-235.
- Lowe R. L., & Pan Y. (1996). Benthic algal communities as biological monitors. *In: Stevenson et al., Algal Ecology: Freshwater Benthic Ecosystems*. pp 705-739.
- Magurran, A. E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey. pp 179.
- Matteucci, S. D. & Colma, A. (1982). Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico, Washington, D. C. pp. 167.
- Medina-Abreo, M. E. & G. Castillo-Campos. (1993). Vegetación y listado florístico de la Barranca de Acazónica, Veracruz. *Bol. Soc. Bot. de Méx.* 53: 73-111
- Medina, A. M. E. & Castillo-Campos, G. (1996). Las plantas suculentas de la Barranca de Acazónica, Ver. *Cact. Suc. Mex.* 41(1): 12-17.
- Miranda, F. & Hernández, X. E. (1963). Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Bol. Soc. Bot. Méx.* 28: 29-72.
- Moguel, P. (1996). Biodiversidad y cultivos agroindustriales: el caso del café. Reporte técnico. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, México D. F.
- Moguel, P. & Toledo, V. M. (1999). Biodiversity conservation in traditional coffee systems of México. *Conservation Biology* 13(1): 1-12.
- Moreno, C. E. & Halffter, G. (2001). Spatial and temporal analysis of  $\alpha$ ,  $\beta$  and  $\gamma$  diversities of bats in a fragmented landscape. *Biodiversity and Conservation* 10: 367-382.
- Mueller-Dombois, D. & Ellenberg, H. (1974). *Aims and methods of vegetation Ecology*. John Wiley and Sons, New York.
- Naeem, S., Thompson, L. J., Lawler, S. P., Lawton, J. H., & Woodfin., R. M. (1994). Declining biodiversity can alter the performance of ecosystems. *Nature* 368: 734-737.
- Narave, F. H. (1985). La vegetación del cofre de Perote, Veracruz. México. *Biotica*: 10 (1): 35-64.

Negendank, J. F. W., Emmermann, R., Krawczyk, R., Mooser, F., Tobschall, H. & Werle, D. (1985). Geological and geochemical investigations on the eastern trans Mexican volcanic belt. *Geof. Int.* 24(4): 477-575.

Noss, R. F. (1990). Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation Biology*. 4: 355-364.

Noy-Meir, I. (1985). Desert ecosystems, structure and function. *In: Evenari, M. & Goodall D.W. (eds.) Ecosystems of the World, Vol. 12a: Hot desert and arid shrublands.* Elsevier, Amsterdam.

Ortega, O. R. (1981). Vegetación y flora de una corriente de lava (malpais) al noreste del Cofre de Perote, Veracruz. *Biotica* 6(1): 57-97.

Ortiz, Q. R. (1992). Modelos de extinción y fragmentación de hábitats. *In: Halffter G. Compilador. La Diversidad Biológica de Iberoamérica. Acta Zoológica Mexicana Vol. Esp. pp. 25-38.*

Palmer, M. W. (1993). Putting things in even better order: the advantages of canonical correspondence analysis. *Ecology* 74: 2215-2230.

Pearlmar, D. L. & Adelson, G. A. (1997). Conceptual problems with biodiversity. *In: D. L. Pearlmar, D. L. & Adelson G. A. (Ed.) Biodiversity: exploring values and priorities in conservation. pp. 18-36.*

Rabinowitz, D., Cairns, S. & Dillon, T. (1986). Seven kinds of rarity. *In: Soulé, M.E. (ed.) Conservation Biology. Sinauer, Sunderland, Mass. pp. 182-204.*

Robles, H. L. (1986). Vegetación y uso tradicional de las plantas de la Barranca de Monterrey, Mpio. de Axocuapan, Ver. y sus alrededores. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz. pp. 96.

Rosignol, J-P. (1987). Morfoedafología del área Xalapa-Coatepec: Capacidad de uso agrícola, pecuario y forestal. Mapa Escala 1: 75,000. Institut Francais de Recherche Scientifique pour le Developpement en cooperation (ORSTOM), Instituto Nacional de Investigaciones Sobre Recursos Bioticos (INIREB).

Rosignol, J-P. & Geissert, D. (1987). Morfoedafología del área Xalapa-Coatepec: Recursos en tierras. Mapa Escala 1: 75,000. Institut Francais de Recherche Scientifique pour le Developpement en cooperation (ORSTOM), Instituto Nacional de Investigaciones Sobre Recursos Bioticos (INIREB).

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

Rzedowski, R. J. & Calderón de R., G. (1987). El bosque tropical caducifolio de la región mexicana del Bajío. *Trace* 12: 12-21.

Rzedowski, J. (1991). Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Bot. Mex.* 14: 3-21.

Sánchez-Vindas, P. E. (1990). Myrtaceae *In: Flora de Veracruz. Fasc. 62.* Xalapa: Instituto de Ecología, A.C.-University of California. pp 146.

Sarukhán, J. (1998). Los tipos de vegetación arborea de la zona cálido húmeda de México. *In: T.D. Pennington y Sarukhán (Eds.) Árboles tropicales de México, Universidad Nacional Autónoma de México y Fondo de Cultura Económica.* pp. 13-65.

Schulze, E. D. & Mooney, H. A. (ed). (1993). *Biodiversity and ecosystem function.* Springer-Verlag. Berlin.

Silver, W. L., Brown, S. & Lugo, A. E. (1996). Effects of changes in biodiversity on ecosystem function in tropical forests. *Conservation Biology* 10(1): 17-24.

Smith, F. D. M., May R. M., Pellew R., Johnson T. H. & Walter K. S. (1993). Estimating extinction rates. *Nature* 364: 494-496.

Soberón, M. J. & Llorente B. J. (1993). The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology* 7(3): 480-488.

Sokal, R. R. & Rohlf, F. J. (1995). *Biometry: The principles and practice of statistics in biological research.* 3 Edition. W. H. Freeman and Company, New York, USA. pp 451.

Solbrig, O.T. (ed.) (1991). *From genes to ecosystems: a research agenda for biodiversity.* The International Union of Biological Sciences, París, France. pp. 124.

Tillman, D., & Downing, J. A. (1994). Biodiversity and stability in grasslands. *Nature* 367: 363-365.

Thompson, K., Bakker, J. P., Bekker, R. M. & Hodgson, J. G. (1998). Ecological correlates of seed persistence in soil in the north-west European flora. *J. Ecol.* 86: 163-169.

Toledo, V. M. (1982). Pleistocene changes of vegetation in tropical México. *In: G. T. Prance (ed.) Biological diversification in the tropics, Columbia Univ. Press, New York.* pp. 93-111.

van der Maarel, E. (1979). Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity. *Vegetatio* 39: 97-114.

Vázquez, T. M. (1991). Flora vascular y diversidad de especies arbóreas del dosel superior (en una muestra de selva alta sobre substrato cárstico en la zona de Uxpanapa). Universidad Veracruzana. pp. 184.

Villaseñor, J. L. (2003). Diversidad y distribución de las Magnoliophyta de México. *Interciencia* 28(3): 160-167.

Williams-Linera, G. (2002). Tree species richness complementarity, disturbance and fragmentation in a Mexican tropical montane cloud forest. *Biodiversity and Conservation* 11: 1825-1843.

Williams, P., Gibbons, D., Margules, C., Rebelo, A., Humphries, C. & Pressey, R. (1996). A comparison of richness hotspots, rarity hotspots, and complementary areas for conserving diversity of British birds. *Conservation Biology* 10(1): 155-174.

Willson, M. F. (1993). Dispersal mode, seed shadows, and colonization patterns. *Vegetatio* 107(108): 261-280.

Zar, J. H. (1999). *Biostatistical analysis*. 3rd ed. Prentice-Hall. International, London. pp. 663.

## APÉNDICE I. LISTA FLORÍSTICA

Se han incorporado las especies nativas, así como algunas cultivadas, registradas en los muestreos realizados en la selva baja caducifolia del mapaís que comprende el área de estudio. También se difrencian las especies nativas de las cultivadas, las endémicas para México y/o Veracruz, la forma biológica, y el tipo de comunidad a la que pertenecen (original o antropizada). **(C)** = cultivada, **(EM)** = endémica de México, **(EV)** = endémica de Veracruz, **(A)** = árbol, **(Ar)** = arbusto, **(H)** = hierba, **(B)** = bejuco, **(P)** = vegetación primaria, **(S)** = vegetación secundaria, **(XAL)** = Herbario XAL, **(#)** = número de colecta de G. Castillo C.

### PTERIDOPHYTA Y GRUPOS AFINES

	C	EM	EV	A	Ar	H	B	P	S
<b>ADIANTACEAE</b>									
<i>Cheilanthes bonariensis</i> (Willd.) Proctor(XAL) 16366	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Cheilanthes eatonii</i> Baker (XAL) 19100	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Cheilanthes fimbriata</i> (A.R. Sm.) Mickel & Bertol (XAL) 19112	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Cheilanthes kauffussii</i> Kunze. (XAL) 19223	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Cheilanthes mycophylla</i> (Sw.) Sw. (XAL) 18582	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Cheilanthes nitida</i> Hook. (XAL) 18215	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Pellaea ternifolia</i> (Cav.) Link (XAL) 16825	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<b>ASPLENIACEAE</b>									
<i>Asplenium pumilum</i> Sw. (XAL) 18333	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Astrolepis sinuata</i> (Lag. ex Sw.) D.M. Benham Windham (XAL) 16620	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<b>OPHIOGLOSSACEAE</b>									
<i>Ophioglossum reticulatum</i> L. (XAL) 19951	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<b>OSMUNDACEAE</b>									
<i>Pecluma atra</i> (A.M. Evans) M.G. Price (XAL) 19458	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Pecluma plumula</i> (Humb. & Bompl. ex Willd.) M.G. Price (XAL) 17281	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<b>POLYPODIACEAE</b>									
<i>Microgramma nitida</i> (J. Sm.) A.R. Sm. (XAL) 16621	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Phlebodium areolatum</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) J. Sm. (XAL) 17504	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Polypodium aureum</i> L. (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Polypodium plesiosorum</i> Kunze (XAL) 18466	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Polypodium polypodioides</i> (L.) Watt. var. <i>Aciculare</i> Weath. (XAL) 18529	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Polypodium thyssanolepis</i> A. Braun (XAL) 18458	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<b>PTERIDACEAE</b>									
<i>Hemionitis palmata</i> L. (XAL) 19436	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Mildella intramarginalis</i> (Kauf. ex Link) Trevis var. <i>intramarginalis</i> (XAL) 17292	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Pteridium arachnoideum</i> (Kauf.) Maxon (XAL) 17152	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<b>SCHIZAEACEAE</b>									
<i>Anemia karwinskiana</i> (C. Presl) Prant (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Anemia tomentosa</i> (Savigny) Sw. var. <i>mexicana</i> (C. Presl) Mickel (XAL) 16619	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<b>SELAGINELLACEAE</b>									
<i>Selaginella pallescens</i> (C.Presl) Spring (XAL) 17333	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Selaginella sartorii</i> Hieron. (XAL) 17503	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Selaginella schiedeana</i> A. Braun (XAL) 19470	-	X	-	-	-	X	-	X	-



	C	EM	EV	A	Ar	H	B	P	S
<b>MONOCOTYLEDONAE</b>									
<b>AGAVACEAE</b>									
<i>Agave angustifolia</i> Haw. (XAL) 16652	-	X	-	-	-	X	-	X	-
<i>Agave pendula</i> Schnittsp. (XAL) 17883	-	X	-	-	-	X	-	X	-
<i>Agave xalapensis</i> Roez. (XAL) 18615	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Beucarnea inermis</i> (S. Watson) Rose (XAL) 18319	-	-	-	X	-	-	-	X	-
<i>Manfreda brachystachys</i> (Cav.) Rose (XAL) 18480	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Yucca elephantipes</i> Regel (XAL) 17988	X	-	-	X	-	-	-	X	-
<b>ARACEAE</b>									
<i>Anthurium scandens</i> (Aubl.) Engl. (XAL) 17995	-	X	-	-	-	X	-	X	-
<i>Anthurium schlechtendalii</i> Kunth (XAL) 19385	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Philodendron guatemalense</i> Engl.	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Philodendron hederaceum</i> (Willd.) Schott & Endl. (XAL) 19517	-	-	-	-	-	-	X	X	-
<i>Philodendron inaequilaterum</i> Liebm. (XAL) 19518	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Philodendron radiatum</i> Schott (XAL) 17900	-	X	-	-	-	-	X	X	-
<i>Syngonium diphylum</i> Schott (XAL)	-	-	-	-	-	-	X	X	-
<i>Syngonium macrophyllum</i> Engl. (XAL)	-	-	-	-	-	-	X	X	-
<i>Syngonium podophyllum</i> Schott (XAL) 19383	-	-	-	-	-	-	X	X	-
<b>ARECACEAE</b>									
<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. ex Mart. (XAL)	X	-	-	X	-	-	-	-	X
<b>BROMELIACEAE</b>									
<i>Aechmea bracteata</i> (Sw.) Griseb. (XAL) 17230	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Bromelia pinguin</i> L. (XAL) 19036	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Catopsis nutans</i> (Sw.) Griseb. (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Hechtia</i> sp. (XAL) AL TE JA TEO 17058	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Hechtia</i> sp. (XAL) 16651	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Hechtia</i> sp. (XAL) 18102	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Hechtia</i> sp. (XAL) 19217	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Hechtia stenopetala</i> Klotzsch (XAL) 19397	-	X	-	-	-	X	-	X	-
<i>Tillandsia balbisiana</i> Schultes (XAL) 19445	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Tillandsia dasyliroifolia</i> Baker (XAL) 17956	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Tillandsia fasciculata</i> Sw. (XAL) 19215	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Tillandsia grandis</i> Schldl. (XAL) 17967	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Tillandsia ionantha</i> Planchon var. <i>ionantha</i> (XAL) 19443	-	X	-	-	-	X	-	X	-
<i>Tillandsia juncea</i> (Ruiz López & Pavón) Poir. (XAL) 17025	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Tillandsia paucifolia</i> Baker (XAL) 16404	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Tillandsia recurvata</i> L. (XAL) 19211	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Tillandsia schiedeana</i> Steudel (XAL) 10370	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Tillandsia</i> sp. (XAL) 17072	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Tillandsia usneoides</i> L. (XAL) 17185	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<b>COMMELINACEAE</b>									
<i>Callisia fragans</i> (Lindley) Woodson (XAL) 18346	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Callisia multiflora</i> (Martens & Galeotti) Standl. (XAL) 17235	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Callisia repens</i> L. (XAL) 16625	-	-	-	-	-	X	-	X	-

	C	EM	EV	A	Ar	H	B	P	S
<i>Commelina erecta</i> L. (XAL) 18158	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Gibasis pellucida</i> (Martens & Galeotti) D. Hunt (XAL) 19515	-	X	-	-	-	X	-	X	-
<i>Gibasis schiedeana</i> (Kunth) D. Hunt	-	X	-	-	-	X	-	X	-
<i>Tinantia erecta</i> (Jacq.) Schldl. (XAL) 18434	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Tradescantia commelinoides</i> R. & S. (XAL) 19414	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Tradescantia zanonii</i> (L.) Sw. (XAL) 17520	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<b>CYPERACEAE</b>									
<i>Bulbostylis capillaris</i> (L.) C.B. Clarke (XAL) 19203	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Endl. (XAL) 18117	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Cyperus hermaphroditus</i> (Jacq.) Standley (XAL) 19368	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Cyperus mutisii</i> (Kunth) Griseb. (XAL) 19428	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Cyperus rotundus</i> L. (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Cyperus surinamensis</i> Rottb. (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Cyperus tenuis</i> Swallen (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Fimbristylis autumnalis</i> (L.) Roemer & Schultes (XAL) 19040	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Kyllinga brevifolia</i> Rottb. (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<b>DIOSCOREACEAE</b>									
<i>Dioscorea convolvulacea</i> Schldl. & Cham. (XAL) 18420	-	-	-	-	-	-	X	X	-
<i>Dioscorea floribunda</i> Martens & Galeotti (XAL)	-	-	-	-	-	-	X	X	-
<b>IRIDACEAE</b>									
<i>Eleutherine latifolia</i> (Standley & L.O. Williams) Ravenna (XAL) 19267	-	X	-	-	-	X	-	-	X
<b>JUNCACEAE</b>									
<i>Juncus</i> sp. (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<b>MARANTACEAE</b>									
<i>Maranta arundinacea</i> L. (XAL) 18256	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<b>ORCHIDACEAE</b>									
<i>Beloglottis mexicana</i> Garay & Hamer (XAL) 17892	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Cranichis</i> sp. (XAL) 17530	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Cyrtopodium macrobulbon</i> (Lex.) Romero & Carnevali (XAL) 17901	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Encyclia belizensis</i> (Reichb. f.) Schltr. subsp. <i>parviflora</i> (Regel) Dressler & Pollard (XAL) 18043	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Prosthechea cochleata</i> (L.) W.E. Higgins (XAL) 16997	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Prosthechea livida</i> (Lindley) W.E. Higgins (XAL) 17221	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Encyclia parviflora</i> Regel	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Govenia alba</i> A. Rich & Galeotii (XAL) 18134	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Lycaste aromatica</i> (Graham) Lindley. (XAL) 17217	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Myrmecophila tibicinis</i> (Bateman) Rolfe (XAL) 17031	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Oncidium cosymbephorum</i> Morren (XAL) 19369	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Pleurothallis tribuloides</i> (Sw.) Lindley (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Ponthieva racemosa</i> (Walter) Mohr (XAL) 16708	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Sarcoglottis latifolia</i> (A. Rich. & Galeotii) Schltr. (XAL) 19468	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Scaphyglottis fasciculata</i> Hook (XAL) 17220	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<b>POACEAE</b>									
<i>Anthephora hermaphrodita</i> (L.) Kuntze (XAL) 19296	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Aristida ternipes</i> Cav. (XAL) 16747	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Axonopus ater</i> Chase & Guzmán (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X

	C	EM	EV	A	Ar	H	B	P	S
<i>Axonopus compressus</i> (Sw.) Beauv. (XAL)	X	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Bouteloua americana</i> (L.) Scribn. (XAL) 16636	-	-	-	-	-	X	-	X	
<i>Bouteloua repens</i> (H.B.K.) Scribner & Merr. (XAL) 19481	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Bouteloua</i> sp. (XAL) 16445	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Brachiaria plantaginea</i> (Link) Hitchc. (XAL) 19484	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Cenchrus echinatus</i> L. (XAL) 19345	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Chloris virgata</i> Sw. (XAL) 19297	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers. (XAL) 19329	X	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Cynodon plectostachyum</i> (K. Schumann.) Pild. (XAL)	X	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd. (XAL) 19321	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Digitaria bicornis</i> (Lam.) Roem. & Schult. (XAL)	X	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Digitaria ciliaris</i> (Retz.) Koeler (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Digitaria insularis</i> (L.) Mez (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Digitaria</i> sp. (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Echinochloa colonum</i> (L.) Link (XAL)	X	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn. (XAL) 19500	X	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Eragrostis cilianensis</i> (All.) Link (XAL) 19029	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Eragrostis ciliaris</i> (L.) R. Br. (XAL) 19479	X	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Eragrostis lugens</i> Ness (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Eragrostis</i> sp. (XAL) 16838	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Eragrostis tenuifolia</i> (A. Rich.) Hochst. (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Eriochloa punctata</i> (L.) Desv. (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Gouinia mexicana</i> (Scribn.) Vasey (XAL) 19409	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Gouinia virgata</i> (C. Presl.) Scribner var. <i>virgata</i> (XAL) 19388	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Heteropogon contortus</i> (L.) Beauv. (XAL) 16981	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Homolepis glutinosa</i> (Sw.) Zuloaga & Soderstr. (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Hyparrhenia rufa</i> (Nees) Stapf. (XAL) 17086	X	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Lasiacis aff. ruscifolia</i> (H.B.K.) Hitchc. (XAL)	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<i>Lasiacis aff. sorghoidea</i> (Desv.) A. Hitchc. (XAL)	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<i>Lasiacis nigra</i> Davidse (XAL) 18222	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Lasiacis rugellii</i> (Griseb.) A. Hitchc. (XAL) 18133	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Lasiacis ruscifolia</i> (H.B.K.) Hitchc (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Leptochloa filiformis</i> (Lam.) Beauv. (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Leptochloa virgata</i> (L.) Beauv. (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Oplismenus burmanni</i> (Retz.) Beauv. (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Oplismenus hirtellus</i> (L.) Beauv. ssp. <i>setarius</i> (Lam.) Mex. ex Ekman (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Panicum ghiesbreghtii</i> Fourn. (XAL) 17263	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Panicum hians</i> Ell. (XAL) 17136	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Panicum maximum</i> Jacq. (XAL) 19043	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Panicum trichanthum</i> Nees. (XAL) 17348	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Paspalum blodgettii</i> Chapm. (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Paspalum conjugatum</i> Bergius (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Paspalum conjugatum</i> Bergius var. <i>minor</i>	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Paspalum langei</i> (Fourn.) Nash (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Paspalum notatum</i> Fluegge (XAL) 18488	-	-	-	-	-	X	-	-	X

	C	EM	EV	A	Ar	H	B	P	S
<i>Paspalum plicatulum</i> Michaux (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Paspalum virgatum</i> L. (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Paspalum</i> sp (XAL) 2	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Paspalum</i> sp (XAL) 3	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Rhynchelytrum repens</i> (Willd.) C.E. Hubb. (XAL) 16623	X	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Setaria geniculata</i> (Lam.) Beauv. (XAL) 16689	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Setaria macrostachya</i> H.B.K. (XAL) 18227	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) kerguèle (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Setaria aff. grisebachii</i> Fourn. (XAL) 18393	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Setariopsis auriculata</i> (Fourn.) Scribner (XAL) 18805	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Sporobolus indicus</i> (L.) R.Br. (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Trachypogon plumosus</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Nees. (XAL) 18461	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Urochloa fasciculata</i> Kunth (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Urochloa plantaginea</i> (Link) Webster (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Zea mays</i> L. (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<b>DICOTYLEDONAE</b>									
<b>ACANTHACEAE</b>									
<i>Aphelandra deppeana</i> Schldl. & Cham. (XAL) 16967	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<i>Blechnum brownei</i> Juss. (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Dyschoriste quadrangularis</i> (Oersted) Kuntze (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Elytraria bromoides</i> Oersted (XAL) 19415	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Elytraria imbricata</i> (Vahl) Pers. (XAL) 18032	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Henrya insularis</i> Ness ex Benth. (XAL) 17601	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Justicia comosa</i> (L.) Lam. (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Ruellia</i> sp. (XAL) 17562	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Siphonoglossa sessilis</i> (Jacq.) Oersted (XAL) 17564	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Tetramerium nervosum</i> Ness (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Thunbergia alata</i> Bojer ex Sims (XAL)	X	-	-	-	-	-	X	-	X
<b>AMARANTHACEAE</b>									
<i>Achyranthes aspera</i> L. (XAL) 19331	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Alternanthera flava</i> (L.) Mears (XAL) 16968	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Amaranthus hybridus</i> L. (XAL) 16472	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Amaranthus spinosus</i> L. (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Gomphrena filaginoides</i> Martens & Galeotti (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Gomphrena nana</i> (Stuchlik) Standley (XAL) 19336	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Gomphrena serrata</i> L. (XAL) 19476	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Iresine calea</i> (Ibañez) Standley (XAL) 19363	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<i>Iresine celosia</i> L. For. <i>ciliolata</i> Suess. (XAL) 18265	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Iresine paniculata</i> (L.) Kuntze (XAL) 16639	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Iresine</i> sp. 18148 (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Pfaffia hookeriana</i> (Hemsley) Greenman (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<b>ANACARDIACEAE</b>									
<i>Astronium graveolens</i> Jacq. (XAL) 19451	-	X	-	X	-	-	-	X	-
<i>Comocladia engleriana</i> Loes. (XAL) 18291	-	-	-	X	-	-	-	X	-
<i>Mangifera indica</i> L. (XAL)	X	-	-	X	-	-	-	-	X

	C	EM	EV	A	Ar	H	B	P	S
<i>Pistacia mexicana</i> Kunth (XAL) 17138	-	-	-	X	-	-	-	X	-
<i>Rhus radicans</i> L.	-	-	-	-	X	-	-	-	X
<i>Rhus terebinthifolia</i> Schldl. & Cham. (XAL) 17547	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<i>Spondias mombin</i> L. (XAL) 19304	-	-	-	X	-	-	-	-	X
<i>Spondias purpurea</i> L. (XAL)	-	-	-	X	-	-	-	-	X
<i>Toxicodendron radicans</i> (L.) Kuntze (XAL) 18479	-	-	-	-	X	-	-	-	X
<b>ANNONACEAE</b>									
<i>Annona globiflora</i> Schldl. (XAL) 18286	-	-	-	X	-	-	-	X	-
<b>APOCYNACEAE</b>									
<i>Echites mexicana</i> (Muell. Arg.) Miers (XAL)	-	-	-	-	-	-	X	-	X
<i>Fernaldia pandurata</i> (A. DC.) Woodson (XAL) 19272	-	-	-	-	-	-	X	-	X
<i>Mandevilla donnell-smithii</i> Woodson (XAL)	-	-	-	-	-	-	X	X	-
<i>Mandevilla karwinskii</i> (Muell. Arg.) Hemsl. (XAL)	-	-	-	-	-	-	X	-	X
<i>Plumeria rubra</i> L. (XAL) 17576	-	-	-	X	-	-	-	X	-
<i>Prestonia mexicana</i> C. DC. (XAL) 18033	-	-	-	-	-	-	X	-	X
<i>Rauvolfia tetraphylla</i> L. (XAL)	-	-	-	-	X	-	-	-	X
<i>Stemmadenia obovata</i> (Hook. & Arn.) Schumann (XAL) 16315	-	-	-	X	-	-	-	-	X
<i>Tabernaemontana alba</i> Miller (XAL) 16556	-	-	-	X	-	-	-	-	X
<i>Tabernaemontana</i> sp. (XAL) 16646	-	-	-	X	-	-	-	X	-
<i>Thevetia peruviana</i> (Pers.) Schumann (XAL)	-	-	-	X	-	-	-	-	X
<i>Tonduzia longifolia</i> (A. DC.) Woodson (XAL) 16645	-	-	-	X	-	-	-	X	-
<i>Urechites andrieuxii</i> Muell. Arg. (XAL) 17539	-	-	-	-	-	-	X	X	-
<b>ARALIACEAE</b>									
<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planchon (XAL)	-	-	-	X	-	-	-	-	X
<b>ASCLEPIADACEAE</b>									
<i>Asclepias curassavica</i> L. (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Cynanchum schlechtendalii</i> (Decne.) Standley Steyerem. (XAL) 17246	-	-	-	-	-	-	X	X	-
<i>Gonolobus barbatus</i> Kunth (XAL)	-	-	-	-	-	-	X	-	X
<i>Gonolobus chloranthus</i> Schltr. (XAL) 18019	-	-	-	-	-	-	X	X	-
<i>Marsdenia coulteri</i> Hemsley (XAL) 19220	-	-	-	-	-	-	X	X	-
<i>Mateleia prosthucidiscus</i> Woodson (XAL) 18000	-	-	-	-	-	-	X	X	-
<i>Mateleia velutina</i> (Schltr.) Woodson (XAL) 18233	-	-	-	-	-	-	X	-	X
<i>Metastelma schlechtendalii</i> Decne. (XAL) 19055	-	-	-	-	-	-	X	X	-
<b>ASTERACEAE</b>									
<i>Acmella radicans</i> (Jacq.) R.K. Jansen (XAL) 18801	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Ageratina chiapensis</i> (B. Robinson) R. King & H. Robinson. (XAL) 17312	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Ageratina havanensis</i> (Kunth) R. King & H. Robinson (XAL) 17044	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<i>Ageratina ligustrina</i> (DC) R. King & H. Robinson (XAL) 19158	-	-	-	-	X	-	-	-	X
<i>Aldama dentata</i> Llave & Lex. (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Baltimora geminata</i> (Brandeg.) Stuessy (XAL) 18419	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Baltimora recta</i> L. (XAL) 18162	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Bidens pilosa</i> L. (XAL) 19317	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Bidens reptans</i> G. Don (XAL) 18123	-	-	-	-	-	-	X	X	-
<i>Brickellia</i> sp. (XAL) 18610	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Calea ternifolia</i> Kunth var. <i>ternifolia</i> (XAL)	-	-	-	-	X	-	-	-	X

	C	EM	EV	A	Ar	H	B	P	S
<i>Calea urticifolia</i> (Miller) DC. (XAL) 16409	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<i>Chaptalia nutans</i> (L) Polak. (XAL) 19001	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Chromolaena collina</i> (DC.) R. King & H. Robinson (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Cirsium mexicanum</i> DC. (XAL) 16294	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronq. (XAL) 19357	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Delilia berteri</i> Sprengel (XAL) 18397	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Dyssodia porophylla</i> (Cav.) Cav. (XAL) 16367	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Eclipta alba</i> (L.) Hassk. (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Eupatorium arseneii</i> B. L Robinson (XAL) 16697	-	-	-	-	-	-	-	X	-
<i>Eupatorium odoratum</i> L. (XAL) 16649	-	-	-	-	X	-	-	-	X
<i>Fleischmannia pycnocephala</i> (Less) R. King & H. Robinson (XAL)	-	X	-	-	-	X	-	X	-
<i>Galeana pratensis</i> (Kunth) Rydb. (XAL) 18540	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Galinsoga quadriradiata</i> Ruiz López & Pavón (XAL) 16681	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Koanophyllon galeottii</i> (Robinson) R. King & H. Robinson (XAL) 16641	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<i>Lagascea mollis</i> Cav. (XAL) 18229	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Loxothysanus sinuatus</i> (Less.) Robinson (XAL) 17046	-	X	-	-	X	-	-	X	-
<i>Melampodium divaricatum</i> (Rich.) DC. (XAL) 19497	-	X	-	-	-	X	-	-	X
<i>Melampodium gracile</i> Less. (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Melampodium microcephallum</i> Less. (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Montanoa tomentosa</i> Cerv. subsp. <i>xanthiifolia</i> (Schultz-Bip.) V.A. Funk (XAL) 19425	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<i>Parthenium hysterophorus</i> L. (XAL) 19316	-	X	-	-	-	X	-	-	X
<i>Pectis prostrata</i> Cav. (XAL) 19298	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Pluchea</i> sp. (XAL)	-	-	-	-	X	-	-	-	X
<i>Polymnia maculata</i> Cav. (XAL)	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Porophyllum punctatum</i> (Miller) Blake (XAL) 19343	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<i>Porophyllum ruderale</i> (Jacq.) Cass. var. <i>macrocephalum</i> (DC.) Cronq. (XAL) 19328	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Pseudelephantopus spicatus</i> (Juss) R. Br. (XAL) 19354	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Roldana sartorii</i> (Sch. Bip. ex Hemsl.) H. Rob. Brettell. (XAL)	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<i>Sanvitalia procumbens</i> Lam. (XAL) 18024	-	X	-	-	-	X	-	X	-
<i>Sclerocarpus divaricatus</i> (Benth. & Hook.) Hemsley (XAL) 19292	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Sclerocarpus uniserialis</i> (Hook.) Benth. & Hook. f. ex Hemsley (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Schkuhria pinnata</i> (Lam.) Kuntze ex T. Ferris (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Senecio cinerarioides</i> Kunth (XAL) 16280	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<i>Senecio deppeanus</i> Hemsley (XAL) 18675	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Senecio sartorii</i> Schultz-Bip. (XAL) 17316	-	-	-	-	-	-	-	X	-
<i>Senecio</i> sp. (XAL) 16947	-	-	-	-	-	-	-	X	-
<i>Simsia amplexicaulis</i> (Cav.) Pers. (XAL) 16477	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Simsia calva</i> A. Gray (XAL) 19338	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Sonchus oleraceus</i> L. (XAL) 18978	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Tithonia tubiformis</i> (Jacq.) Cass. (XAL) 18436	-	X	-	-	-	X	-	-	X
<i>Tridax procumbens</i> L. (XAL) 16638	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Trigonospermum annuum</i> McVaugh & Laskowski (XAL) 19294	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Trixis inula</i> Crantz (XAL) 17989	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<i>Verbesina crocata</i> (Cav.) Less. (XAL) 19426	-	-	-	-	X	-	-	X	-

	C	EM	EV	A	Ar	H	B	P	S
<i>Verbesina gigantea</i> Jacq. (XAL) 16515	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<i>Verbesina giganteoides</i> Robinson (XAL) 17241	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<i>Verbesina lindenii</i> (Schultz-Bip.) Blake (XAL) 19379	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<i>Verbesina ovatifolia</i> A. Gray (XAL) 16308	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<i>Vernonia</i> sp. (XAL) 17550	-	-	-	-	-	-	-	X	-
<i>Vernonia triflosculosa</i> Kunth (XAL) 16970	-	-	-	X	-	-	-	X	-
<i>Viguiera cordata</i> Sprengel (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Zinnia americana</i> (Miller) Olorode & A.M. Torres (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Zinnia peruviana</i> (L.) L. (XAL) 19475	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<b>BEGONIACEAE</b>									
<i>Begonia heracleifolia</i> Cham. & Schldl. (XAL) 17219	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Begonia hydrocotilifolia</i> Liebm. (XAL)	-	-	X	-	-	X	-	X	-
<i>Begonia peltata</i> Otto & Dietr. (XAL) 18014	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<b>BETULACEAE</b>									
<i>Alnus acuminata</i> H.B. & K. subsp. <i>arguta</i> (Schldl.) Furlow (XAL)	-	-	-	X	-	-	-	-	X
<b>BIGNONIACEAE</b>									
<i>Amphilophium paniculatum</i> (L.) Kunth (XAL) 19342	-	-	-	-	-	-	X	X	-
<i>Cydista heterophylla</i> Seib. (XAL)	-	-	-	-	-	-	X	-	X
<i>Melloa quadrivalvis</i> (Jacq.) A. Gentry (XAL)	-	-	-	-	-	-	X	X	-
<i>Stizophyllum riparium</i> (Kunth) Sandw. (XAL)	-	-	-	-	-	-	X	-	X
<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth (XAL) 19015	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<b>BOMBACACEAE</b>									
<i>Ceiba aesculifolia</i> (Kunth) Britton & Baker (XAL) 17574	-	-	-	X	-	-	-	X	-
<i>Pseudobombax ellipticum</i> (Kunth) Dugand var. <i>tenuiflorum</i> (XAL) 16663	-	X	-	X	-	-	-	X	-
<b>BORAGINACEAE</b>									
<i>Cordia alliodora</i> (Ruíz López & Pavón) Oken (XAL) 19017	-	-	-	X	-	-	-	-	X
<i>Cordia ambigua</i> Schldl. & Cham. (XAL) 18275	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<i>Cordia foliosa</i> Martens & Galeotti (XAL)	-	-	-	-	X	-	-	-	X
<i>Cordia podoccephala</i> Torrey (XAL)	-	-	-	-	X	-	-	-	X
<i>Cordia pringlei</i> Robinson (XAL) 18377	-	-	-	-	X	-	-	-	X
<i>Cordia</i> sp. (XAL)	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Cordia spinescens</i> L. (XAL)	-	-	-	-	X	-	-	-	X
<i>Ehretia tinifolia</i> L. (XAL) 16550	-	-	-	X	-	-	-	-	X
<i>Heliotropium procumbens</i> Miller (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Heliotropium</i> sp. (XAL) 19249	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Tournefortia densiflora</i> Martens & Galeotti	-	-	-	-	-	-	X	-	X
<i>Tournefortia volubilis</i> L. (XAL) 18368	-	-	-	-	-	-	X	X	-
<b>BRASSICACEAE</b>									
<i>Lepidium virginicum</i> L. (XAL) 18842	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<b>BURSERACEAE</b>									
<i>Bursera cinerea</i> Engl. (XAL) 17571	-	-	X	-	-	X	-	X	-
<i>Bursera fagaroides</i> (Kunth) Engl. var. <i>fagaroides</i> (XAL) 16297	-	X	-	-	X	-	-	X	-
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg. (XAL) 16318	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<b>CACTACEAE</b>									
<i>Acanthocereus</i> sp. 19393 (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	X	-

	C	EM	EV	A	Ar	H	B	P	S
<i>Cephalocereus palmeri</i> Rose va. <i>palmeri</i> Rose (XAL) 19395	-	X	-	-	X	-	-	X	-
<i>Cephalocereus palmeri</i> Rose var. <i>sartorianus</i> (Rose) Krainz (XAL) 18344	-	X	-	-	X	-	-	X	-
<i>Epiphyllum oxypetalum</i> (DC.) Haw. (XAL) 17984	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Hylocereus</i> sp. (XAL) 19396b	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Mammillaria eriakantha</i> Link & Otto (XAL) 17561	-	-	X	-	-	X	-	X	-
<i>Neobuxbaumia scoparia</i> (Poselger) Backeb (XAL) 18010	-	X	-	X	-	-	-	X	-
<i>Nopalea dejecta</i> (Salm-Dyck) Sd. (XAL) 17192	-	-	-	-	X-	-	-	X	-
<i>Opuntia</i> sp. 17110 (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Rhipsalis baccifera</i> (J. Miller) Stearn (XAL) 17987	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Selenicereus coniflorus</i> (Weingart) Britton & Rose (XAL) 17032	-	X	-	-	-	X	-	X	-
<i>Selenicereus grandiflorus</i> (L.) Britton & Rose (XAL) 19225	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Selenicereus testudo</i> (Karw.) Buxb. (XAL) 17891	-	X	-	-	-	X	-	X	-
<i>Stenocereus griseus</i> (Haw.) F. Buxb. (XAL) 18104	X	-	-	X	-	-	-	X	-
<b>CAMPANULACEAE</b>									
<i>Lobelia xalapensis</i> Kunth (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<b>CAPPARIDACEAE</b>									
<i>Capparis</i> sp. (XAL) 16549	-	-	-	X	-	-	-	X	-
<i>Capparis pringlei</i> Briq. (XAL) 19466	-	-	-	X	-	-	-	X	-
<b>CARYOPHYLLACEAE</b>									
<i>Drymaria cordata</i> (L.) Willd. ex Roemer ex Schultes (XAL) 17508	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Drymaria villosa</i> Cham. & Schldl. subsp. <i>palustris</i> (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Drymaria villosa</i> Cham. & Schldl. subsp. <i>villosa</i> (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<b>CELASTRACEAE</b>									
<i>Microtropis schiedeana</i> Loes. (XAL) 17167	-	-	-	X	-	-	-	-	X
<i>Myginda uragoga</i> Jacq. (XAL) 16566	-	-	-	-	X	-	-	-	X
<i>Schaefferia frutescens</i> Jacq. (XAL) 19016	-	-	-	-	X	-	-	-	X
<i>Wimmeria concolor</i> Schldl. & Cham. (XAL) 17527	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<i>Wimmeria pubescens</i> Radlk. (XAL) 19521	-	-	-	X	-	-	-	-	X
<b>CHENOPODIACEAE</b>									
<i>Chenopodium ambrosioides</i> L. (XAL) 16870	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<b>CLUSIACEAE</b>									
<i>Clusia lundellii</i> Standley (XAL) 17286	-	-	-	X	-	-	-	X	-
<i>Clusia mexicana</i> Vesque. (XAL) 17557	-	-	-	X	-	-	-	X	-
<i>Clusia quadrangula</i> Bartlett (XAL) 17075	-	-	-	X	-	-	-	X	-
<b>COCHLOSPERMACEAE</b>									
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Sprengel (XAL) 18105	-	-	-	X	-	-	-	X	-
<b>COMBRETACEAE</b>									
<i>Combretum fruticosum</i> (Loefl.) Stuntz (XAL) 19423	-	-	-	-	-	-	X	X	-
<b>CONVOLVULACEAE</b>									
<i>Dichondra sericea</i> Sw. (XAL) 16739	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Evolvulus alsinoides</i> (L.) L. (XAL) 16618	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Ipomoea alba</i> L. (XAL)	-	-	-	-	-	-	X	-	X
<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam. (XAL) 18245	-	-	-	-	-	-	X	-	X
<i>Ipomoea indica</i> (Burm. f.) Merr. (XAL)	-	-	-	-	-	-	X	-	X
<i>Ipomoea jalapa</i> (L.) Pursh (XAL) 18168	-	-	-	-	-	-	X	-	X



	C	EM	EV	A	Ar	H	B	P	S
<i>Ipomoea nil</i> (L.) Roth (XAL) 19339	-	-	-	-	-	-	X	-	X
<i>Ipomoea</i> sp. (XAL)	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Ipomoea wolcottiana</i> Rose (XAL) 17566	-	-	-	X	-	-	-	-	X
<i>Merremia dissecta</i> (Jacq.) Hallier f. (XAL)	-	-	-	-	-	-	X	-	X
<i>Merremia quinquefolia</i> (L.) Hallier f. (XAL) 19325	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<b>CRASSULACEAE</b>									
<i>Echeveria lurida</i> Haworth. (XAL) 16629	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Echeveria racemosa</i> Schld. & Cham.	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Kalanchoe pinnata</i> (Lam.) Pers. (XAL) 18489	X	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Sedum adolphii</i> Hamer (XAL) 19214	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Sedum nussbaumerianum</i> Bitter (XAL) 17051	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<b>CUCURBITACEAE</b>									
<i>Cucumis anguria</i> L. (XAL)	X	-	-	-	-	-	X	-	X
<i>Cucumis melo</i> L. (XAL) 19344	X	-	-	-	-	-	X	-	X
<i>Doyerea emetocathartica</i> Gros. (XAL) 19228	-	-	-	-	-	-	X	X	-
<i>Luffa cylindrica</i> (L.) Roemer (XAL)	-	-	-	-	-	-	X	-	X
<i>Melothria pendula</i> L.	X	-	-	-	-	-	X	-	X
<b>CUNONIACEAE</b>									
<i>Weinmannia pinnata</i> L. (XAL) 18113	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<b>EBENACEAE</b>									
<i>Diospyros oaxacana</i> Standley (XAL) 16674	-	X	-	-	X	-	-	X	-
<i>Diospyros verae-crusis</i> (Standley) Standley (XAL) 16323	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<b>ERYTHROXYLACEAE</b>									
<i>Erythroxylum havanense</i> Jacq. (XAL) 16307	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<b>EUPHORBIACEAE</b>									
<i>Acalypha adenostachya</i> Muell. Arg. (XAL) 16688	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<i>Acalypha alopecuroides</i> Jacq. (XAL) 19326	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Acalypha arvensis</i> Poepping & Endl. (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Acalypha deppeana</i> Schltr. (XAL) 18350	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<i>Acalypha diversifolia</i> Jacq. (XAL) 18283	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<i>Acalypha schiedeana</i> Schltr. (XAL)	-	-	-	-	X	-	-	-	X
<i>Acalypha setosa</i> A. Rich. (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Acalypha unibracteata</i> Muell. Arg. (XAL) 19233	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<i>Adelia barbinervis</i> Cham. & Schldl. (XAL) 19404	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<i>Argythamnia guatemalensis</i> Muell. Arg. (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Argythamnia</i> sp. (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Bernardia interrupta</i> (Schltr.) Muell. Arg. (XAL) 19375	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<i>Bernardia mexicana</i> Muell. (XAL) 16679	-	X	-	-	X	-	-	X	-
<i>Bernardia</i> sp.	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<i>Chamaesyce ammannioides</i> (H.B. & K.) Small (XAL) 16378	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<i>Chamaesyce dioica</i> (Kunth) Millsp. (XAL) 16757	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Small (XAL) 18030	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Chamaesyce hypericifolia</i> (L.) Millsp. (XAL) 19299	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Chamaesyce lasiocarpa</i> (Kl.) Arthur (XAL) 18166	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Chamaesyce prostrata</i> (Aiton) Small (XAL) 18920	-	-	-	-	-	X	-	-	X

	C	EM	EV	A	Ar	H	B	P	S
<i>Cnidocolus aconitifolius</i> (Miller) I.M. Johnston (XAL) 16644	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<i>Croton ciliato-glandulosus</i> Ortega (XAL) 16643	-	X	-	-	X	-	-	X	-
<i>Croton cortesianus</i> Kunth (XAL) 16476	-	-	-	-	X	-	-	-	X
<i>Croton glandulosus</i> L. (XAL) 16643	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Croton hirtus</i> L'Hr. (XAL) 18519	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Cortón miradorensis</i> Muell. Arg. (XAL) 18175	-	-	-	X	-	-	-	-	X
<i>Croton niveus</i> Jacq. (XAL) 19065	-	-	-	-	X	-	-	-	X
<i>Croton</i> sp. (XAL) 18237	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Dalechampia cissifolia</i> Poeppig & Endl. (XAL) 19407	-	-	-	-	-	-	X	X	-
<i>Dalechampia</i> sp. (XAL) 16632	-	-	-	-	-	-	-	X	-
<i>Dalechampia scandens</i> L. (XAL) 16632	-	-	-	-	-	-	X	X	-
<i>Euphorbia cyathophora</i> Murr. (XAL) 19386	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Euphorbia dentata</i> Michaux (XAL) 16640	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Euphorbia graminea</i> Jacq. (XAL) 19516	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Euphorbia heterophylla</i> L. (XAL) 16698	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Euphorbia ixtlana</i> Huft (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Euphorbia schlechtendalii</i> Boiss. (XAL) 16615	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<i>Pedilanthus</i> sp. (XAL) 18426	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Phyllanthus amarus</i> Schumacher (XAL) 18035	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Phyllanthus caroliniensis</i> Walter (XAL) 19387	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Phyllanthus ferax</i> Standley (XAL) 19090	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Phyllanthus niruri</i> L. (XAL) 19332	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Ricinus communis</i> L. (XAL)	X	-	-	-	X	-	-	-	X
<i>Tragia brevispica</i> Engelm. & A. Gray (XAL)	-	-	-	-	-	-	X	-	X
<i>Tragia glanduligera</i> Pax & Hoffman (XAL) 17206	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Tragia maculata</i> Muell. Arg. (XAL)	-	-	-	-	-	-	X	-	X
<b>FABACEAE</b>									
<i>Acacia cornigera</i> (L.) Willd. (XAL) 16553	-	-	-	-	X	-	-	-	X
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd. (XAL) 16555	-	-	-	-	X	-	-	-	X
<i>Acacia hayesii</i> Benth. (XAL) 19440	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<i>Acacia pennatula</i> (Cham. & Schltdl.) Benth. (XAL) 16696	-	-	-	X	-	-	-	-	X
<i>Aeschynomene americana</i> L. var. <i>flabellata</i> Rudd (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Aeschynomene elegans</i> Cham. & Schltdl. (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Aeschynomene fascicularis</i> Schltdl. (XAL) 19486	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Bauhinia divaricata</i> L. (XAL) 18159	-	-	-	-	X	-	-	-	X
<i>Brongniartia</i> sp. (XAL) 20146	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Calliandra rubescens</i> (Martens & Galeotti) Standley (XAL) 18232	-	-	-	-	X	-	-	-	X
<i>Canavalia villosa</i> Benth. (XAL)	-	-	-	-	-	-	X	X	-
<i>Centrosema virginianum</i> (L.) Benth. (XAL) 16634	-	-	-	-	-	-	X	X	-
<i>Chamaecrista hispidula</i> (Vahl) Irwin & Barneby (XAL) 17337	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Chamaecrista nictitans</i> (L.) Moench. (XAL) 19322	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Charca caribaea</i> (Jacq.) Benth. (XAL) 18226	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<i>Crotalaria incana</i> L. (XAL) 19350	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Dalea carthagensis</i> (Jacq.) Macbr. var. <i>barbata</i> (Oersted) Barneby (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Dalea cliffortiana</i> Willd. (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X

	C	EM	EV	A	Ar	H	B	P	S
<i>Dalea foliolosa</i> (Ait.) Barneby var. <i>citrina</i> ((Rydb.) Barneby (XAL) 19477	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Dalea scandens</i> (Miller) R.T. Clausen var. <i>paucifolia</i> (Coulter) Barneby (XAL)	-	-	-	-	X	-	-	-	X
<i>Dalea</i> sp. (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Dalea tomentosa</i> (Cav.) Willd (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Desmanthus pubescens</i> Turner (XAL) 16690 A	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Desmanthus virgatus</i> (L.) Willd. var. <i>depressus</i> (XAL) 19285	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Desmodium adscendens</i> (Sw.) DC. (XAL) 16984	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Desmodium distortum</i> (Aubl.) Macbr. (XAL) 18285	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Desmodium hellerii</i> Peyr. (XAL) 17532	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Desmodium incanum</i> DC. (XAL) 19103	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Desmodium neo-mexicanum</i> A. Gray (XAL) 19431	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Desmodium prehensile</i> Schldl. (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Desmodium procumbens</i> (Mill.) Hitchc. (XAL)) 18163	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Desmodium procumbens</i> (Mill.) Hitchc. var. <i>longipes</i> (Schindler) Schubert (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Desmodium procumbens</i> (Mill.) Hitchc. var. <i>transversum</i> (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Desmodium scorpiurus</i> (Sw.) Desv. (XAL) 19340	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Desmodium sessilifolium</i> Torrey & Gray (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Desmodium tortuosum</i> (Sw.) DC. (XAL) 19301	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Diphysa americana</i> (Miller) M. Sosa (XAL)	-	-	-	X	-	-	-	-	X
<i>Diphysa robinooides</i> Benth. (XAL) 16576	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb. (XAL) 16413	-	-	-	X	-	-	-	-	X
<i>Erythrina americana</i> Miller (XAL) 17523	-	-	-	X	-	-	-	X	-
<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ortega) Sarg. (XAL)	-	-	-	-	X	-	-	-	X
<i>Galactia striata</i> (Jacq.) Urban (XAL) 16656	-	-	-	-	-	-	X	X	-
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Steudel (XAL)	-	-	-	X	-	-	-	-	X
<i>Indigofera miniata</i> Ort. (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Indigofera mucronata</i> Spreng. (XAL) 19300	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Indigofera suffruticosa</i> Miller (XAL)	-	-	-	-	X	-	-	-	X
<i>Leucaena diversifolia</i> (Schld.) Benth. subsp. <i>diversifolia</i> (XAL)	-	-	-	X	-	-	-	-	X
<i>Leucaena lanceolata</i> S. Watson (XAL) 19441	-	-	-	X	-	-	-	-	X
<i>Lysiloma acapulcensis</i> (Kunth) Benth. (XAL) 17195	-	X	-	X	-	-	-	X	-
<i>Lysiloma microphylla</i> Benth. (XAL) 16703	-	X	-	X	-	-	-	X	-
<i>Macropitilium atropurpureum</i> (Sessé & Mociño ex DC.) Urban (XAL) 19356	-	-	-	-	-	-	X	-	X
<i>Mimosa albida</i> Humb. & Bonpl. ex Willd. (XAL) 18203	-	-	-	-	X	-	-	-	X
<i>Mimosa nelsonii</i> Robinson (XAL)	-	-	-	-	X	-	-	-	X
<i>Mimosa pigra</i> L. (XAL)	-	-	-	-	X	-	-	-	X
<i>Mimosa pudica</i> L. (XAL)	-	-	-	-	X	-	-	-	X
<i>Mimosa tricephala</i> Cham. & Schldl. (XAL) 16300	-	-	-	-	X	-	-	-	X
<i>Nissolia fruticosa</i> Jacq. (XAL) 18234	-	-	-	-	-	-	X	X	-
<i>Phaseolus</i> sp. (XAL)	-	-	-	-	-	-	X	-	X
<i>Phaseolus vulgaris</i> L. (XAL)	-	-	-	-	-	-	X	-	X
<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg. (XAL)	-	-	-	X	-	-	-	-	X
<i>Rhynchosia longeracemosa</i> Martens Galeotii (XAL) 17165	-	-	-	-	-	-	X	X	-
<i>Rhynchosia minima</i> (L.) DC. (XAL) 19306	-	-	-	-	-	-	X	-	X

	C	EM	EV	A	Ar	H	B	P	S
<i>Senna atomaria</i> (L.) Irwing & Barneby (XAL) 16675	-	-	-	X	-	-	-	X	-
<i>Senna cobanensis</i> (Britton & Rose) Irwin & Barneby (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Senna hirsuta</i> (L.) Irwin & Barneby var. <i>hirta</i> Irwin & Barneby (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Senna occidentalis</i> (L.) Link (XAL) 16704	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<i>Senna pendula</i> (Willd.) Irwing & Barneby (XAL) 17094	-	-	-	-	X	-	-	-	X
<i>Senna racemosa</i> (Mill.) Irwing & Barneby var. <i>moctezumae</i> Irwing & Barneby (XAL) 19402	-	-	-	X	-	-	-	X	-
<i>Stizolobium pruriens</i> (L.) Medikus (XAL) 19433	-	-	-	-	-	-	X	X	-
<i>Stylosanthes humilis</i> Kunth (XAL) 19311	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Tephrosia</i> sp. (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Tephrosia vicoides</i> Schldl. (XAL) 19105	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Teramnus uncinatus</i> (L.) Sw. (XAL)	-	-	-	-	-	-	X	-	X
<i>Zapoteca formosa</i> (Kunth) H. Hernández (XAL) 19406	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<i>Zapoteca lambertiana</i> (G. Don) H. Hernández (XAL)	-	-	-	-	X	-	-	-	X
<i>Zornia reticulata</i> Sm. (XAL) 17007	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<b>FAGACEAE</b>									
<i>Quercus oleoides</i> Schldl. & Cham. (XAL) 16985	-	-	-	X	-	-	-	X	-
<b>FLACOURTIACEAE</b>									
<i>Casearia corymbosa</i> Kunth (XAL) 16414	-	-	-	X	-	-	-	X	-
<i>Xylosma flexuosum</i> (Kunth) Hemsley (XAL) 18199	-	-	-	X	-	-	-	X	-
<i>Xylosma velutinum</i> (Tul.) Triana & Planchon (XAL) 16407	-	-	-	-	X	-	-	-	X
<b>HERNANDIACEAE</b>									
<i>Gyrocarpus jatrophiifolius</i> Domin (XAL) 16551	-	-	-	X	-	-	-	X	-
<b>HIPPOCRATEACEAE</b>									
<i>Hippocratea celastroides</i> Kunth (XAL) 16559	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<b>LAMIACEAE</b>									
<i>Hyptis albida</i> Kunth (XAL) 19227	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<i>Hyptis pectinata</i> (L.) Poit. (XAL) 16633	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Hyptis suaveolens</i> (L.) Poit. (XAL) 19347	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Hyptis tomentosa</i> Poit. (XAL)	-	-	-	-	X	-	-	-	X
<i>Hyptis verticillata</i> Jacq. (XAL) 19254	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Ocimum micranthum</i> Willd. (XAL) 17511	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Salvia coccinea</i> L. (XAL) 18081	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Salvia misella</i> Kunth (XAL) 18949	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Salvia</i> sp. (XAL) 16493	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Salvia</i> sp. (XAL) 17066	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Stachys borraginoides</i> Cham. & Schldl. (XAL)	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<b>LAURACEAE</b>									
<i>Licaria misantlae</i> (Brandeg.) Kosterm. (XAL)	-	-	-	X	-	-	-	-	X
<b>LOASACEAE</b>									
<i>Gronovia scandens</i> L. (XAL) 18003	-	-	-	-	-	-	X	-	X
<i>Mentzelia aspera</i> L. (XAL) 18373	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<b>LOGANIACEAE</b>									
<i>Buddleia americana</i> L. (XAL) 17151	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<b>LORANTHACEAE</b>									
<i>Struthanthus crassipes</i> (Oliver) Eichler (XAL) 17148	-	-	-	-	-	X	-	X	-

	C	EM	EV	A	Ar	H	B	P	S
<b>LYTHRACEAE</b>									
<i>Cuphea carthagenensis</i> (Jacq.) Macbr. (XAL) 18358	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<b>MALPIGHIACEAE</b>									
<i>Gaudichaudia albida</i> Schldl. & Cham. (XAL) 17130	-	-	-	-	-	-	X	X	-
<i>Gaudichaudia mcvaughii</i> W.R. Anderson (XAL) 16692	-	-	-	-	-	-	X	X	-
<i>Heteropterys brachiata</i> (L.) DC. (XAL) 16711	-	-	-	-	-	-	X	X	-
<i>Malpighia glabra</i> L. (XAL) 16567	-	-	-	-	X	-	-	-	X
<i>Tetrapteryx discolor</i> (G. Meyer) DC. (XAL)	-	-	-	-	-	-	X	X	-
<i>Tetrapteryx schiedeana</i> Schldl. & Cham. (XAL) 18300	-	X	-	-	-	-	X	-	X
<b>MALVACEAE</b>									
<i>Abutilon umbellatum</i> (L.) Sweet (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Anoda cristata</i> (L.) Schldl. (XAL) 17512	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Anoda penduculosa</i> Hochr. (XAL) 19427	-	X	-	-	-	X	-	X	-
<i>Gaya minutiflora</i> Rose (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Malvastrum americanum</i> (L.) Torrey (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Malvastrum coromandelianum</i> (L.) Garcke (XAL) 19320	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Malvaviscus arboreus</i> Cav. (XAL) 18169	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<i>Malvaviscus</i> sp. (XAL) 17149	-	-	-	-	-	-	-	X	-
<i>Pavonia uniflora</i> (Sessé & Mociño ex A.W. Hill) Fryx (XAL)	-	X	-	-	-	X	-	X	-
<i>Sida acuta</i> Burm. f. (XAL) 17595	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Sida ciliaris</i> L. (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Sida cordifolia</i> L. (XAL) 19478	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Sida glabra</i> Miller (XAL) 17204	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Sida rhombifolia</i> L. (XAL) 19308	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Sida</i> sp. (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Sida ulmifolia</i> Miller (XAL) 19248	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Sida urens</i> L. (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Wissadula amplissima</i> (L.) R.E. Fries (XAL) 19289	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<b>MARTYNIACEAE</b>									
<i>Martynia annua</i> L. (XAL) 18231	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<b>MELIACEAE</b>									
<i>Cedrela odorata</i> L. (XAL) 16547	-	-	-	X	-	-	-	-	X
<i>Trichilia havanensis</i> Jacq. (XAL) 16305	-	-	-	X	-	-	-	-	X
<i>Trichilia hirta</i> L. (XAL) 19025	-	-	-	X	-	-	-	-	X
<b>MENISPERMACEAE</b>									
<i>Cissampelos pareira</i> L. (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<b>MOLLUGINACEAE</b>									
<i>Mollugo verticillata</i> L. (XAL) 19262	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<b>MORACEAE</b>									
<i>Cecropia obtusifolia</i> Bertol. (XAL) 17107	-	-	-	X	-	-	-	X	-
<i>Ficus aurea</i> Nutt. (XAL)	-	-	-	X	-	-	-	X	-
<i>Ficus cotinifolia</i> Kunth (XAL) 18190	-	-	-	X	-	-	-	X	-
<i>Ficus glydicarpa</i> Miq. (XAL) 17105	-	-	-	X	-	-	-	X	-
<i>Ficus goldmanii</i> Standley (XAL)	-	-	-	X	-	-	-	X	-
<i>Ficus obtusifolia</i> Kunth (XAL)	-	-	-	X	-	-	-	X	-

	C	EM	EV	A	Ar	H	B	P	S
<i>Ficus pertusa</i> L. (XAL) 16973	-	-	-	X	-	-	-	X	-
<i>Ficus rzedowskii</i> Carvajal (XAL) 18136	-	-	-	X	-	-	-	X	-
<b>MYRSINACEAE</b>									
<i>Ardisia escallonioides</i> Schldl. & Cham. (XAL) 16963	-	-	-	-	X	-	-	-	X
<b>MYRTACEAE</b>									
<i>Calyptanthus schiedeana</i> O. Berg (XAL) 17104	-	-	X	X	-	-	-	X	-
<i>Calyptocarpus vialis</i> Less. (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Eugenia acapulcensis</i> Steudel (XAL) 16539	-	-	-	-	X	-	-	-	X
<i>Eugenia mozomboensis</i> P.E. Sánchez (XAL) 19505	-	-	X	-	X	-	-	X	-
<i>Psidium guajava</i> L. (XAL) 18486	-	-	-	X	-	-	-	-	X
<b>NYCTAGINACEAE</b>									
<i>Boerhavia coccinea</i> Miller (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Boerhavia erecta</i> L. (XAL) 19290	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Pisonia aculeata</i> L. (XAL) 17632	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<b>OLACACEAE</b>									
<i>Schoepfia schreberi</i> Gmelin (XAL) 17002	-	X	-	-	X	-	-	X	-
<i>Ximenia americana</i> L. (XAL) 16993	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<i>Ximenia americana</i> L. var <i>americana</i> (XAL) 17115	-	X	-	-	X	-	-	-	X
<b>OLEACEAE</b>									
<i>Fraxinus schiedeana</i> Schldl. & Cham. (XAL) 16412	-	-	-	X	-	-	-	X	-
<b>ONAGRACEAE</b>									
<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) Raven (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<b>OXALIDACEAE</b>									
<i>Oxalis corniculata</i> L. (XAL) 16440	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Oxalis latifolia</i> Kunth (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Oxalis neaeii</i> DC. (XAL) 19049	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<b>PAPAVERACEAE</b>									
<i>Argemone mexicana</i> L. (XAL) 16464	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Bocconia frutescens</i> L. (XAL) 17124	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<b>PASSIFLORACEAE</b>									
<i>Passiflora biflora</i> Lam. (XAL) 16712	-	-	-	-	-	-	X	X	-
<i>Passiflora filipes</i> Benth. (XAL) 18435	-	-	-	-	-	-	X	-	X
<i>Passiflora holosericea</i> L. (XAL) 17922	-	-	-	-	-	-	X	-	X
<i>Passiflora oerstedii</i> Masters (XAL) 18005	-	-	-	-	-	-	X	-	X
<i>Passiflora suberosa</i> Link & Otto (XAL) 18099	-	-	-	-	-	-	X	-	X
<b>PHYTOLACCACEAE</b>									
<i>Petiveria alliacea</i> L. (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Rivina humilis</i> L. (XAL) 18160	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<b>PIPERACEAE</b>									
<i>Peperomia blanda</i> Kunth (XAL) 18517	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Peperomia glabella</i> (Sw.) A. Dietr. (XAL) 16616	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Peperomia granulosa</i> Trel. (XAL) 19152	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Peperomia obtusifolia</i> (L.) A. Dietr. (XAL) 19122	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Piper nudum</i> C. DC. (XAL) 19021	-	-	-	-	X	-	-	-	X

	C	EM	EV	A	Ar	H	B	P	S
<b>PLANTAGINACEAE</b>									
<i>Plantago scariosa</i> E. Morris (XAL) 16854	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<b>PLUMBAGINACEAE</b>									
<i>Plumbago scandens</i> L. (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<b>POLYGALACEAE</b>									
<i>Polygala rivinifolia</i> Kunth (XAL) 18507	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<b>POLYGONACEAE</b>									
<i>Antigonon cinerascens</i> Martens & Galeotii (XAL) 16637	-	-	-	-	-	-	X	-	X
<i>Coccoloba liebmanni</i> Lindau (XAL) 16545	-	-	-	X	-	-	-	-	X
<i>Polygonum hydropiperoides</i> Michaux. (XAL) 19263	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Ruprechtia fusca</i> Fern. (XAL) 18378	-	-	-	X	-	-	-	-	X
<b>PORTULACACEAE</b>									
<i>Portulaca oleracea</i> L. (XAL) 17047	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Portulaca pilosa</i> L. (XAL) 17628	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Talinum paniculatum</i> (Jacq.) Gaertn. (XAL) 18264	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Talinum triangulare</i> (Jacq.) Willd. (XAL) 19200	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<b>RANUNCULACEAE</b>									
<i>Clematis dioica</i> L. (XAL)	-	-	-	-	-	-	X	-	X
<i>Clematis grossa</i> Benth. (XAL)	-	-	-	-	-	-	X	-	X
<b>RHAMNACEAE</b>									
<i>Colubrina triflora</i> Brong. ex. Sweet (XAL) 19438	-	-	-	X	-	-	-	X	-
<i>Gouania lupuloides</i> (L.) Urban (XAL)	-	-	-	-	-	-	X	X	-
<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Roemer & Schultes) Zucc. (XAL) 16306	-	-	-	-	X	-	-	-	X
<i>Sageretia elegans</i> (Kunth) Brongn. (XAL) 17157	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<b>RUBIACEAE</b>									
<i>Borreria laevis</i> (Lam.) Griseb. (XAL) 19495	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schldl. (XAL) 16803	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<i>Chiococca alba</i> (L.) Hitchc. (XAL) 18145	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<i>Diodia erecta</i> Cham. (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Diodia teres</i> Walter (XAL) 19448	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Guettarda elliptica</i> Sw. (XAL) 19271	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<i>Hamelia patens</i> Jacq. (XAL) 17556	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<i>Mitracarpus hirtus</i> (L.) DC. (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Psychotria erythrocarpa</i> Schldl. (XAL) 16313	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<i>Randia aculeata</i> L. (XAL) 16538	-	-	-	-	X	-	-	-	X
<i>Randia monantha</i> Benth. (XAL) 18329	-	-	-	X	-	-	-	X	-
<i>Randia xalapensis</i> Martens & Galeotii (XAL) 19467	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<i>Richardia scabra</i> L. (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Spermacoce assurgens</i> Ruíz López & Pavón (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Spermacoce confusa</i> Rendle (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Spermacoceae</i> sp. (XAL) 16685	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Spermacoce tenuior</i> L. (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Spermacoce tetraquetra</i> A. Rich. (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X

	C	EM	EV	A	Ar	H	B	P	S
<b>RUTACEAE</b>									
<i>Amyris purpusii</i> P. Wilson (XAL) 17116	-	-	-	X	-	-	-	X	-
<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg. (XAL) 17231	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<b>SAPINDACEAE</b>									
<i>Cardiospermum grandiflorum</i> Sw. (XAL)	-	-	-	-	-	-	X	X	-
<i>Cardiospermum halicacabum</i> L. (XAL)	-	-	-	-	-	-	X	X	-
<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq. (XAL) 18100	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<i>Exothea paniculata</i> (Juss.) Radlk. (XAL) 17911	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<i>Paullinia costaricensis</i> Radlk. (XAL) 16694	-	-	-	-	-	-	X	X	-
<i>Paullinia fuscescens</i> Kunth (XAL) 17155	-	-	-	-	-	-	X	X	-
<i>Paullinia</i> sp. (XAL) 17639	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Paullinia tomentosa</i> Jacq. (XAL)	-	-	-	-	-	-	X	X	-
<i>Serjania cardiospermoides</i> Cham. & Schldl	-	-	-	-	-	-	X	-	X
<i>Serjania racemosa</i> Schum. (XAL) 17097 A	-	-	-	-	-	-	X	-	X
<i>Serjania</i> sp. (XAL) 18284	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Serjania triquetra</i> Radlk (XAL) 19348	-	-	-	-	-	-	X	-	X
<i>Urvillea ulmacea</i> Kunth (XAL)	-	-	-	-	-	-	X	-	X
<b>SAPOTACEAE</b>									
<i>Bumelia celastrina</i> Kunth (XAL) 18201	-	-	-	X	-	-	-	X	-
<b>SCROPHULARIACEAE</b>									
<i>Angelonia</i> sp. (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Bacopa procumbens</i> (Miller) Greenman (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Capraria biflora</i> L. (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Conobea pusilla</i> Benth. & Hook f. (XAL) 16682	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Russelia coccinea</i> (L.) Wettst. (XAL) 16631	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Schistophragma pusilla</i> Benth.	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Stemodia verticillata</i> (Miller) Hassler (XAL) 19261	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<b>SIMAROUBACEAE</b>									
<i>Picramnia mexicana</i> Bandeg. (XAL) 19360	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<b>SOLANACEAE</b>									
<i>Capsicum annuum</i> L. (XAL) 18164	X	-	-	-	X	-	-	X	-
<i>Cestrum dumetorum</i> Schldl. (XAL) 17096	-	X	-	-	X	-	-	-	X
<i>Lycianthes lenta</i> (Cav.) Bitter (XAL) 19513	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<i>Nicotiana plumbaginifolia</i> Viv. (XAL) 19264	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Physalis cinerascens</i> (Dunal) Hitchc. (XAL) 18925	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Physalis philadelphica</i> Lambert (XAL) 18622	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Solanum adscendens</i> Sendtner (XAL) 18800	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Solanum americanum</i> Miller (XAL) 16369	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Solanum lanceolatum</i> Cav. (XAL) 18740	-	-	-	-	X	-	-	-	X
<i>Solanum</i> sp. (XAL) 18612	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Solanum tridynamum</i> Dunal (XAL) 17620	-	X	-	-	X	-	-	-	X
<i>Solanum umbellatum</i> Miller (XAL) 18152	-	-	-	-	X	-	-	-	X



	C	EM	EV	A	Ar	H	B	P	S
<b>STERCULIACEAE</b>									
<i>Ayenia standleyi</i> Cristobal (XAL) 18241	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lambert (XAL) 19013	-	-	-	X	-	-	-	-	X
<i>Melochia nodiflora</i> Sw. (XAL) 18235	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Melochia pyramidata</i> L. (XAL) 18289	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Waltheria Americana</i> L.	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<i>Waltheria indica</i> L. (XAL) 16627	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<b>THEOPHRASTACEAE</b>									
<i>Jacquinia macrocarpa</i> Cav. var. <i>macrocarpa</i> (XAL) 14847	-	-	-	-	X	-	-	-	X
<b>TILIACEAE</b>									
<i>Corchorus siliquosus</i> L. (XAL) 19034	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Heliocharis americanus</i> L. (XAL) 18527	-	-	-	X	-	-	-	X	-
<i>Heliocharis donnell-smithii</i> Rose	-	-	-	X	-	-	-	X	-
<i>Heliocharis mexicanus</i> (Turcz.) Sprague (XAL) 17141	-	-	-	X	-	-	-	X	-
<i>Heliocharis pallidus</i> Rose (XAL) 16659	-	-	-	X	-	-	-	X	-
<i>Heliocharis</i> sp. (XAL) T 17232	-	-	-	-	-	-	-	X	-
<i>Luehea candida</i> (DC.) Mart. (XAL) 16321	-	-	-	X	-	-	-	X	-
<i>Triumfetta</i> sp. (XAL)	-	-	-	X	-	-	-	X	-
<i>Triumfetta semitriloba</i> Jacq. (XAL) 17082	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<b>TURNERACEAE</b>									
<i>Turnera</i> sp. (XAL) 16410	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<b>ULMACEAE</b>									
<i>Celtis caudata</i> Planch. (XAL) 16574	-	-	-	X	-	-	-	X	-
<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg. (XAL) 16561	-	-	-	X	-	-	-	X	-
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume (XAL) 16647	-	-	-	X	-	-	-	X	-
<b>URTICACEAE</b>									
<i>Pilea microphylla</i> (L.) Liebm. (XAL) 18236	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Urera caracasana</i> (Jacq.) Griseb (XAL) 18321	-	-	-	X	-	-	-	-	X
<b>VERBENACEAE</b>									
<i>Bouchea prismatica</i> (L.) Kuntze (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Duranta repens</i> L. (XAL) 18523	-	-	-	-	X	-	-	-	X
<i>Lantana achyranthifolia</i> Desf. (XAL) 18228	-	-	-	-	X	-	-	-	X
<i>Lantana camara</i> L. (XAL) 19024	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<i>Lantana hirta</i> Graham (XAL) 17097 B	-	-	-	-	X	-	-	X	-
<i>Lippia myriocephala</i> Schldl. & Cham. (XAL) 17172	-	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Lippia nodiflora</i> (L.) Michaux (XAL) 19255	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Petrea volubilis</i> L. (XAL) 19463	-	-	-	-	-	-	X	-	X
<i>Priva lappulacea</i> (L.) Pers. (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Tamonea curassavica</i> (L.) Pers. (XAL) 18028	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Verbena litoralis</i> Kunth (XAL) 16903	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<b>VIOLACEAE</b>									
<i>Hybanthus attenuatus</i> (Humb. & Bonpl.) G.K. Schulze (XAL)	-	-	-	-	-	X	-	-	X

	C	EM	EV	A	Ar	H	B	P	S
<b>VISCACEAE</b>									
<i>Phoradendron quadrangulare</i> (Kunth) Krug & Urban (XAL) 19056	-	-	-	X	-	-	-	X	-
<b>VITACEAE</b>									
<i>Cissus rhombifolia</i> Vahl (XAL) 16642	-	-	-	-	-	-	X	X	-
<i>Cissus sicyoides</i> L. (XAL) 18334	-	-	-	-	-	-	X	-	X
<b>ZYGOPHYLLACEAE</b>									
<i>Kallstroemia maxima</i> (L.) Torrey & Gray (XAL) 18165	-	-	-	-	-	X	-	-	X