



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**POSGRADO EN CIENCIAS
BIOLÓGICAS**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

**ZONIFICACIÓN DE LA RESERVA
DE LA BIOSFERA TEHUACÁN-CUICATLÁN:
UN ENFOQUE FITOGEOGRÁFICO**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE

DOCTOR EN CIENCIAS

P R E S E N T A

ISIDRO MÉNDEZ LARIOS

DIRECTOR DE TESIS: Dr. RAFAEL LIRA SAADE

MÉXICO, D.F.

NOVIEMBRE 2005



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



**POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
COORDINACIÓN**

Ciudad Universitaria, D.F. a 13 de mayo del 2005

MENDEZ LARIOS ISIDRO

No. de cuenta: **71172664**

Presente.

Por medio de la presente me permito informar a usted que el Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas, en su reunión ordinaria del 9 de mayo del 2005, aprobó el Jurado para la presentación de su examen para obtener el grado de **Doctor en Ciencias** del Posgrado en Ciencias Biológicas, con el título de tesis **“Zonificación de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán; un enfoque fitogeográfico”** integrado de la siguiente manera:

Presidente: **Dr. Juan José Morrone Lupi**
Vocal: **Dr. José Luis Villaseñor Ríos**
Vocal: **Dra. Mercedes Isolda Luna Vega**
Vocal: **Dr. Oswaldo Téllez Valdés**
Secretario: **Dr. Rafael Lira Saade**
Suplente: **Dra. Patricia Dolores Dávila Aranda**
Suplente: **Dr. Luis A. Bojórquez Tapia**

Sin más por el momento, me despido.

Atentamente
“POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU”

Dr. Juan José Morrone Lupi
Coordinador del Programa

C. c. p. Miembros del Jurado.
C. c. p. Expediente del Alumno.

RECONOCIMIENTO

El presente trabajo fue realizado en el **Laboratorio de Recursos Naturales** de la **Unidad de Biotecnología y Prototipos (UBIPRO)** de la **Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM**.

Durante la realización de esta tesis doctoral, el alumno fue becario del **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)** con el número de registro **158085**

El **Comité Tutorial** de este trabajo estuvo integrado por

Dr. Rafael Lira Saade
(Tutor principal)

Dr. Juan José Morrone Lupi

Dr. Luis A. Bojórquez Tapia

Somos parte de la tierra y asimismo ella es parte de nosotros. Las flores perfumadas son nuestras hermanas; el venado, el caballo, la gran águila; éstos son nuestros hermanos. Las escarpadas peñas, los húmedos prados, el calor del cuerpo del caballo y el hombre, todos pertenecemos a la misma familia.

El hombre blanco; trata a su madre, la tierra, y a su hermano, el firmamento, como objetos que se compran, se explotan y se venden como ovejas o cuentas de colores. Su apetito devorará la tierra dejando atrás sólo un desierto

El ruido sólo parece insultar nuestros oídos. Y después de todo, ¿para qué sirve la vida, si el hombre no puede escuchar el grito solitario del coyote, ni las discusiones nocturnas de las ranas al borde de un estanque?

¿Qué sería del hombre sin los animales? Si todos fueran exterminados, el hombre también morirá de una gran soledad espiritual. Por que lo que les sucede a los animales también le sucederá al hombre. Todo va enlazado.

Enseñen a sus hijos lo que nosotros hemos enseñado a los nuestros que la tierra es nuestra madre. Todo lo que le ocurra a la tierra les ocurrirá a los hijos de la tierra. Si los hombres escupen en el suelo, se escupen a sí mismos

¿Dónde está el matorral? ¡Destruído! ¿Dónde está el águila? ¡Desapareció!
Termina la vida y empieza la supervivencia.

En 1854 el presidente de los EUA quería comprar amplísima extensión de tierras indias prometiendo crear una “reservación” para el pueblo indio. La respuesta del Gran Jefe Seattle (piel roja) aquí transcrita en parte... ha sido descrita como la declaración más bella y más profunda jamás hecha sobre la madre naturaleza

A la memoria de;
Doña Manuela Larios
y Don Emilio Méndez, mis padres y
María de los Dolores Méndez Larios, mi hermana.

A María Sara el amor de
mi vida, por siempre.

A mis hermanos; Rosa María,
Demetrio, Eulalio y Yolanda
(cuñada). A mis sobrinas Laura
y Anabel, y a mis sobrinos; César
Diego, Diana y Oscar.

Con mucho cariño a Marisol,
Mariana y Heatcliff. Con amor
a dos pequeñas personitas
Daniel y Alejandra.

Finalmente, a todas
aquellas personas preocupadas
y ocupadas en la conservación
de la vida en el planeta Tierra.

AGRADECIMIENTOS:

Un sincero agradecimiento a todos los miembros del sínodo por sus valiosas y atinadas observaciones y comentarios, que ayudaron a mejorar en mucho la calidad de este trabajo. Sin embargo, cualquier error u omisión es sólo imputable al autor.

Dr. Juan José Morrone Lupi
Dr. José Luis Villaseñor Ríos
Dra. Mercedes Isolda Luna Vega
Dr. Oswaldo Téllez Valdés
Dr. Rafael Lira Saade
Dra. Patricia Dolores Dávila Aranda
Dr. Luis Antonio Bojórquez Tapia

De manera especial quiero agradecer al Dr. Rafael Lira Saade la dirección de esta tesis, las revisiones constantes que hizo al manuscrito, las explicaciones para resolver mis dudas, la paciencia que siempre mostró para conmigo y sobre todo por la gran y valiosa amistad que me brinda.

Agradezco a los Dres. Juan José Morrone Lupi y Luis Antonio Bojórquez Tapia, quienes fungieron como miembros de mi comité tutorial y, durante cuatro años, revisaron y corrigieron los avances de este trabajo, mostrando siempre mucho interés, no sólo en la investigación, sino también en mi desarrollo personal.

Un agradecimiento muy sincero y especial a tres personas que, aunque no formaron parte de mi comité tutorial, siempre estuvieron dispuestas a revisar y corregir mis avances del trabajo, utilizando parte de su valioso tiempo; Dres. Patricia Dolores Dávila Aranda, José Luis Villaseñor Ríos y Oswaldo Téllez Valdés. Además, los considero dentro de mis grandes amigos. Espero sinceramente que ellos piensen lo mismo.

Al Dr. Héctor Gódinez Álvarez por su gran ayuda prestada en parte de esta tesis, sobre todo el capítulo IV.

A la Dra. Mercedes Isolda Luna Vega le agradezco la revisión y atinados comentarios que hizo a la presente tesis.

Al jurado del examen de Candidatura al Grado de Doctor en Ciencias; Dres. Francisco J. Espinosa, Patricia Dolores Dávila Aranda, Oscar Flores Villela, Oswaldo Téllez Valdés y Juan José Morrone Lupi quienes me trataron de maravilla y me ayudaron a pasar este primer gran obstáculo para llegar a mi meta.

A la Dres. Patricia Dávila Aranda y Rafael Lira Saade por haberme facilitado la base de datos del Valle de Tehuacan-Cuicatlán, depositada en la Unidad de Biotecnología y Prototipos (UBIPRO).

Al Dr. José Luis Villaseñor Ríos por facilitarme su base de datos de México.

Al personal del Laboratorio de Edafología de la UBIPRO; Biól. Mayra Hernández Moreno; Maestros en Ciencias Daniel Nuñez Iniestra y Francisco López Galindo, quienes me ayudaron en mucho con cartografía y consultas constantes que les hice.

Al Biólogo Enrique Ortiz Bermudes por la gran ayuda en la digitalización de la reserva de la biosfera y en general por el manejo de los mapas que ilustran esta tesis.

A la M. en C. Isabelle Blanckaert por la traducción de los artículos publicados en inglés.

Al Dr. Gerardo Salazar Chávez, jefe del Herbario Nacional de México (MEXU) y Biól. Rosalinda Medina Lemus por las facilidades prestadas en la consulta del material herborizado.

Al Dr. Oswaldo Téllez Valdés y a los Biólogos Manuel Ayala Razo e Irwin Rosas Ruíz, por su amistad y solidaridad que mostraron en el trabajo de campo.

A dos grandes mujeres en mi vida; María Sara Ramírez Hernández (mi esposa) y Rosa María (mi hermana) que sin su ayuda y apoyo no sólo durante el desarrollo de esta investigación sino en gran parte de mi vida, no hubiera llegado a este momento.

A la gran maestra de mi vida que desde que nací me educó y siempre me enseñó el camino del trabajo y la honradez Doña Manuela Larios González (mi queridísima madre†)

Al personal administrativo de la UBIPRO, Juanita Gaspar Mendoza y de la Coordinación del Posgrado en Ciencias Biológicas, especialmente a Lilia Espinosa Sánchez, María Dolores Rodríguez Guzmán, Jorge Haro y Lilia Jiménez Solís por valioso apoyo y orientación,.

A mis grandes amigos:

Del Instituto de Biología:

Dr. José Luis Villaseñor Ríos; Biólogos Enrique Ortiz y Guadalupe Segura Hernández.

De la UBIPRO, Laboratorio de Recursos Naturales:

Biól. Martín Paredes Flores; M. en C. Isabelle Blanckaert; Biólogos Carlos Morín y Rocio Rosas López; a los Maestros en Ciencias Aide Avendaño Gómez, Isela Rodríguez Arevalo, Miguel Jiménez Valdés, Humberto Macías Cuellar; Biólogos Manuel Ayala Razo, Irwin Rosas Ruíz, María de Carmen Castillo López, Adelaida Ocampo; Dr. Saul Flores Maya y Juan Ismael Calzada, quienes además de su amistad de alguna u otra forma ayudaron en mi trabajo. Del mismo laboratorio a mis dos grandes maestros Dr. Rafael Lira Saade y Dr. Oswaldo Téllez Valdés y por supuesto a la jefa de jefes Dra. Patricia Dolores Dávila Aranda.

De la UBIPRO, Laboratorio de Fitoquímica:

Dres. Claudia Tzasná Hernández Delgado, Margarita Canales Martínez y Guillermo Avila Martínez.

A las siguientes instituciones:

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca (No. 158085) otorgada para realizar este trabajo.

Subdirección de Apoyo Técnico Complementario de la Coordinación Sectorial de Educación Secundaria, Secretaría de Educación Pública por la beca otorgada.

Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología (COMECyT) por la ayuda prestada para la conclusión de la tesis.

Posgrado en Ciencias Biológicas por los viáticos proporcionados para asistir a los Congresos Mexicanos de Botánica (Querétaro, Qro. 2001 y Oaxaca, Oax. 2004) y algunas salidas al campo.

Comisión Nacional para el Estudio y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), que a través del Dr. Oswaldo Télles Valdés y por medio del proyecto "Base de Datos de la Distribución de la Flora de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán" (BK029), tuve la oportunidad de salir al campo a realizar algunas corroboraciones y coleccionar material.

Universidad Nacional Autónoma de México por haberme brindado esta inigualable oportunidad de tener acceso a la educación y conocimiento que sin duda es el acontecimiento académico más grande de mi vida.

Finalmente, a todos mis maestros desde la primaria hasta el doctorado, de muchos guardo grandes recuerdos y que sin sus enseñanzas y consejos no hubiera logrado llegar a cumplir todas las metas académicas de mi vida.

INDICE GENERAL

	Página
Índice de cuadros (tables)	IV
Índice de figuras (figures)	VI
Resumen	IX
Abstract	X
Capítulo I. Introducción.	1
Literatura citada.	10
Capítulo II. Descripción de la zona de estudio.	15
Introducción.	16
Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán.	19
Clima.	20
Precipitación.	20
Temperatura.	23
Geología.	23
Suelo.	26
Topografía.	26
Hidrografía.	27
Uso de suelo.	31
Fauna.	33
Flora.	33
Población humana.	35
Vías de comunicación.	38
Literatura citada.	40
Capítulo III. Publicación “Las Magnoliophyta endémicas de la porción xerófitica de la Provincia Florística del Valle de Tehuacán-Cuicatlán”.	44
Resumen.	45
Abstract.	45
Introducción.	46
Materiales y método.	47

Resultados.	48
Discusión.	50
Agradecimientos.	52
Literatura citada.	52
Apéndice.	55
Capítulo IV. Publicación “Propuesta para el establecimiento de la zona núcleo en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, México” (Proposal for the establishment of the core zones in the Biosphere Reserve of Tehuacán-Cuicatlán, México).	63
Abstract.	64
Introduction.	64
Material and methods.	67
Number of species	67
Operative geographyc units (OGUs).	68
Analyses.	68
Human population.	70
Results.	70
Discussion.	73
Conclusions.	78
Acknowledgments.	80
Appendix.	80
References.	94
Capítulo V. Publicación “Hacia la identificación de la zona núcleo en la Reserva de la biosfera Tehuacán-Cuicatlán (México), Basándose en el Análisis de Parsimonia de endemividad de las especies de plantas con flores” (Toward the identification of a core zone in the Tehuacan-Cuicatlán Biosphera Reserve (Mexico), base on Parsimony análisis of endemivity of flowering plant species).	97
Materials and methods.	99

Results.	100
Discussion.	101
Acknowledgments.	102
Appendix.	103
References.	105
Capítulo VI. Discusión y conclusiones.	106
Literatura citada.	116

ÍNDICE DE CUADROS (TABLES)

	Página
CAPÍTULO I.	
Cuadro 1.1. Áreas Naturales de carácter federal en México.	4
Cuadro.1.2. Reservas de la biosfera en México (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2003).	6
CAPÍTULO III.	
Cuadro 1. Familias y géneros con mayor número de especies endémicas en la Provincia Florística del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Entre paréntesis se indica el número de especies registradas dentro de los límites de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán.	48
Cuadro 2. Riqueza florística y número de especies endémicas registradas para la porción xerofítica del Valle de Tehuacán-Cuicatlán (VTC) y para algunas reservas de la biosfera de México.	51
CAPÍTULO IV.	
Table 1. Results of the iterative complementarity analyses for species rareness (Rebelo 1994) and species richness (Margules et al. 1988), including all species from the four selected plant families of the Reserve.	71
Table 2. Results of the iterative complementarity analyses for species rareness (Rebelo 1994) and species richness (Margules et al. 1988), with the endemic species of the Reserve.	73.
Table 3. Summation of the species richness index and human population index for the core zone proposal of the BRTC.	77
Table 4. Some important OGU's considered for the proposed core zones in the RBTC.	79

CAPÍTULO V.

Table I. Endemic species richness for each of the 89 OGUs in the Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve.	100
Table II. Species that support each of the eight areas of endemism in the Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve.	101
Table III. The five families with higher number of endemic species in the Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve and number of species recorded in the areas of endemism identified in this study.	102
Table IV. Grid squares (ogus) with the largest number of Endemic species in the Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve.	102

ÍNDICE DE FIGURAS (FIGURES)

	Página
CAPÍTULO II.	
Fig. 2.1. Ubicación geográfica del Valle de Tehuacán-Cuicatlán (línea continua) y de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán (línea punteada).	17
Fig.2.2. Distribución de los tipos de clima en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán.	21
Fig.2.3. Distribución de la precipitación total anual en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán.	22
Fig.2.4. Distribución de las isotermas medias anuales en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán.	24
Fig.2.5. Distribución de los sustratos geológicos en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán.	25
Fig.2.6. Distribución de los diferentes tipos y subunidades de suelo en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán.	28
Fig.2.7. Distribución de las curvas altitudinales cada 200 m en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán.	29
Fig.2.8. Representación de los ríos más importantes dentro de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán.	30
Fig.2.9. Uso de suelo dentro de los límites de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán.	32
Fig.2.10. Distribución de los asentamientos humanos dentro de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán. Se indican las poblaciones con más de 1,000 habitantes.	36
Fig.2.11. Densidad de población humana dentro de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán.	37
Fig.2.12. Vías de comunicación que se encuentran dentro de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán.	39

CAPÍTULO III.

Fig. 1. Límites de la región xerofítica de la Provincia Florística del Valle de Tehuacán-Cuicatlán (línea continua) y de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán (línea punteada). 49

CAPÍTULO IV.

Figure 1. Study area, in the states of Puebla and Oaxaca, Mexico. The dotted area corresponds with the Tehuacán-Cuicatlán Valley (Villaseñor et al. 1990; Dávila et al. 1995) and the striped region corresponds with the BRTC (Diario Oficial de la Federación 1998). 66

Figure 2. The BRTC and the region known as the Tehuacán-Cuicatlán Valley. There are 153 OGUs of 5 X 5 geographic minutes in the whole valley and 89 OGUs (marked with *) correspond with the BRTC. 69

Figure 3. Accumulated percentage in the OGUs, for both iterative methods and plant groups used. (n) Species richness by Margules et al. (1988) for the four families; (r) rareness by Rebelo (1994) for the four; (m) species richness by Margules et al. (1988) for endemic species, and (m) rareness by Rebelo (1994) for endemic species. The vertical line shows that with 13 OGUs obtained by any method and any plant group 80% of the species are conserved. 72

Figure 4. Core zones proposal using the 13 OGUs obtained with the richness method proposed by Margules et al. (1988) and the species from the four selected plant families. 75

Figure 5. Core zones proposal using the 13 OGUs with major summatory values (summing species richness index and population density index), in which 72.5% of the species from the four selected plant families and 67.8% of the endemic species would be conserved. 76

CAPÍTULO V.

Figure 1. Geographic location of the Floristic Province of the Tehuacán-Cuicatlán Valley (dark zone) and the Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve (clear zone), divided into 89 OGUs. 99

Figure 2. Strict consensus area-cladogram, illustrating the eight areas of endemism (AE) identified in the analysis. Black dots indicate the number of taxa sustaining each clade (see taxa in Table II). 100

Figure 3. Geographic location of the eight areas of endemism (AE) identified by PAE in the Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve. 101

Figure 4. Geographic location of the three core zones proposed for the Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve. 102

CAPÍTULO VI.

Fig. 6.1. UGOs que coinciden con ambos métodos utilizados (método iterativo de complementariedad y análisis de parsimonia de endemividad). 113

Fig. 6.2. UGOs seleccionados por los métodos iterativos de complementariedad y propuestos como zonas núcleo de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, más la UGO 75. 114

Fig. 6.3. La autopista Coacnolapan-Oaxaca atraviesa las UGOs 31 y 46 seleccionados por el análisis de parsimonia de endemividad. 115

RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo principal, presentar una propuesta para el establecimiento de las zonas núcleo dentro de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán. Dicha reserva se localiza en el valle del mismo nombre el cual se ubica entre los Estados de Puebla y Oaxaca. Para lograr el objetivo se analizaron los patrones de distribución de 651 especies pertenecientes a cuatro de las familias vegetales más importantes dentro del valle (Asteraceae, Leguminosae, Poaceae y Cactaceae), además de las especies endémicas al valle y cuya distribución está dentro de los límites de la reserva (174 especies de 101 géneros y 41 familias).

El análisis de la distribución de las especies se llevó a cabo utilizando dos diferentes métodos: iterativos de complementariedad y análisis de parsimonia de endemidad. El primero permitió detectar los lugares o UGOs (unidades geográficas operativas) con la mayor riqueza de especies distribuidas en la menor superficie dentro de la reserva. El segundo método, por su parte, reveló la distribución congruente de las especies en las mismas UGOs. Con los métodos iterativos de complementariedad y dos índices propuestos en este trabajo (riqueza de especies y densidad de población humana) y utilizando las 651 especies de las cuatro familias y las especies endémicas, se obtuvieron 13 UGOs como propuesta de zona núcleo dentro de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán. En contraste, con el análisis de parsimonia de endemidad aplicado a las especies endémicas se obtuvieron 22 UGOs como propuesta de zona núcleo. Entre los dos procedimientos utilizados la coincidencia fue de ocho UGOs, los cuales son importantes por tener dentro de sus límites representados el 65% de la riqueza de especies y el 56.8% de las especies endémicas. Además, en ellos están representados todos los tipos de vegetación reportados para el valle, con excepción del bosque mesófilo de montaña. Finalmente, fueron propuestas como zonas núcleo las encontradas con los métodos iterativos complementariedad (13 UGOs), a las cuales se les agrego una UGO más donde se distribuye la especie

del único género endémico del valle (*Microdactylon* Brandegees). Algunos argumentos para elegir las 14 UGOs, como zona núcleo, fueron la baja densidad poblacional, no pasa por ellos el autopista, y los ocho UGOs coincidentes representan más del 50% de su superficie.

ABSTRACT

The principal objective of this work was to propose the establishment of core zones in the Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve. This Reserve belongs to the equally named valley, found in the states of Puebla and Oaxaca. To reach this objective, distribution patterns of 651 species belonging to the most important plant families of the valley were analyzed (Asteraceae, Leguminosae, Poaceae and Cactaceae). Also the valley's endemic species with distribution within the Reserve's limits were included (174 species, 101 genera and 41 families).

Species distribution was analyzed using two different techniques: iterative complementarity methods and parsimony analysis of endemism. The first technique permitted the detection of zones or OGUs (operative geographic units) containing major richness of species with distributions covering the smallest area within the Reserve. The second technique revealed the congruent distribution of the species in the same OGUs. Using iterative complementarity methods and two indexes proposed in this work (species richness and human population density) including the 651 species of the four families as well as the endemic species, a total of 13 OGUs were suggested as core zone in the Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve. In contrast, the parsimony analysis of endemism applied on the endemic species resulted in a core zone of 22 OGUs. The results of both techniques coincided in eight OGUs, which contain, within their limits, 65% of species richness and 56.8% of endemic species. Moreover, they also represent all vegetation types reported for the valley, except montane cloud forest.

Finally, the core zone proposal was established with the 13 OGUs suggested by the iterative complementarity methods, adding one more OGU containing the

single species belonging to the only endemic genus of the valley (*Microdactylon* Brandegee). Some of the additional arguments used for choosing these 14 OGUs as core zone were: low population density, absence of the highway and the fact that the eight coinciding OGUs represent more than 50% of its area.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

El concepto de biodiversidad o diversidad biológica surge al inicio de la década de los 80 (Lovejoy, 1980; CEQ, 1981), para incluir tanto a la diversidad genética (variación de los genes dentro de las especies) y de las especies, como la diversidad de los ecosistemas (World Resources Institute, 1993). Desde entonces, el tema de la diversidad biológica ha ocupado los primeros planos de discusión a escala global enfatizando su importancia actual y potencial, de tal forma que en la actualidad existe un reconocimiento de la importancia que tienen los ecosistemas naturales para el desarrollo de un planeta saludable. Con todo esto, es claro que la diversidad biológica como tal ha dejado de ser sólo una rama del interés de la biología para convertirse en algo de importancia universal y en cuyo estudio se involucran diferentes ramas del conocimiento.

Una importante consecuencia de lo anterior, ha sido el desarrollo y la implementación de esfuerzos internacionales para proteger el ambiente, particularmente de cara a la existencia de dos escenarios a futuro, provocados por la explotación irracional de los bosques, los cuales son el cambio climático global y la pérdida de la diversidad biológica. Bajo este marco de referencia, han surgido y se han desarrollado diversas iniciativas y enfoques de estudio para implementar medidas para la conservación. Entre estas iniciativas se incluyen, la revaloración de las áreas naturales protegidas definidas en el pasado bajo diferentes criterios e incluso la creación de nuevos tipos de zonas de conservación con criterios novedosos. Asimismo y casi de manera simultánea a lo anterior, se han intentado integrar y adecuar una serie de métodos diversos, principalmente de tipo numérico, cuyo objetivo final es tratar de definir de una manera más objetiva las prioridades de conservación.

En cuanto al primer aspecto, es decir la definición de áreas para la protección del ambiente, se debe señalar que no es un concepto nuevo. La idea

de aislar áreas para la cacería, la recreación y la protección de los árboles maderables fue establecida en Europa desde hace cientos de años (Nelson, 1991), mientras que el primer parque nacional del mundo fue el de Yellowstone en los Estados Unidos, el cual fue declarado como tal en 1872 (Burgman y Lindenmayer, 1998). En México, antes de la conquista española el emperador Netzahualcoyotl dictó numerosas leyes relacionadas con la protección de los recursos naturales, cuyo debido cumplimiento requería un amplio fondo de moralidad y buenas costumbres (Wagner y Lenz, 1948). Si bien esto pudiera considerarse como el inicio de una política de conservación de áreas naturales, en realidad la primer área natural protegida de nuestro país fue el Parque Nacional Desierto de los Leones, cuyo decreto fue emitido el 27 de noviembre de 1917 por el entonces Presidente Venustiano Carranza (Beltrán, 1996).

Entre 1970 y 1990 las áreas legalmente protegidas del mundo se incrementaron en un 80% y dos terceras partes de ellas fueron declaradas en los países en desarrollo (McNeely *et al.*, 1990). Actualmente, existen aproximadamente 500 millones de hectáreas de áreas protegidas en el mundo, lo que equivale a toda la Europa Occidental o a dos veces el territorio de Indonesia (Burgman y Lindenmayer, 1998). México ocupa el sexto lugar mundial por la superficie que cubren sus áreas naturales protegidas, pues el territorio delimitado de esta forma, corresponde al 8.5% de la superficie total del país, lo cual sólo es superado por los Estados Unidos, Indonesia, España, Sudáfrica y Australia (Burgman y Lindenmayer, 1998).

Los motivos para la creación de las áreas protegidas han sido muy variados e incluyen, desde el interés por la conservación de especies o de comunidades amenazadas, hasta el aislamiento de áreas para la recreación humana, para proteger alguno de los valores intrínsecos de los recursos naturales como son el suelo, el agua, etc. o simplemente por tratarse de zonas de excepcional belleza. Por sí sólo, lo anterior implica la existencia de distintos niveles e intereses de

conservación y cuyos objetivos han sido enmarcados en una serie de categorías jerárquicas. Así, por ejemplo, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente de nuestro país, reconoce ocho diferentes tipos de áreas naturales protegidas, de las cuales sólo seis tipos son de carácter federal y son administradas por La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Diario Oficial de la Federación, 2000). Una síntesis de las características de los seis tipos de áreas naturales protegidas de carácter federal, se presenta en el cuadro 1.1.

Cuadro 1.1. Áreas Naturales de carácter federal en México

Categoría	Número en el país	Superficie en Hectáreas	Características
Parques Nacionales	65	1'397,163	Áreas que representan uno o más ecosistemas importantes por su belleza escénica.
Monumentos Naturales	4	14,093	Áreas que contienen uno o varios elementos naturales de carácter único.
Áreas de Protección de Recursos Naturales	2	39,724	Áreas destinadas a la protección de los recursos naturales (suelo, agua, etc)
Áreas de Protección de Flora y Fauna	26	5'371,930	Áreas que contienen el hábitat de flora y fauna de cuyo equilibrio depende su existencia.
Santuarios	17	689	Áreas en zonas con una considerable riqueza de flora y fauna y donde muchas especies son endémicas.
Reservas de la Biosfera	34	10'479,534	Áreas representativas de uno o más ecosistemas no alterados significativamente, en los cuales habitan especies representativas de la biodiversidad nacional y endémicas a la zona.
Total	148	17'303,133	

De todos los conceptos de área natural protegida, el de más reciente creación es el llamado "Reserva de la Biosfera", el cual fue propuesto en la década de los setenta del siglo pasado por la comunidad conservacionista

internacional agrupada en el Programa El Hombre y la Biosfera (MAB) de la UNESCO (UNESCO, 1987). El concepto combina cuatro elementos fundamentales: 1) la investigación científica, 2) la necesidad de tener áreas de máxima protección (llamadas zonas núcleo), 3) la participación local en las tareas de conservación y, 4) la aceptación de que los decretos oficiales de zonas amplias tienen ventajas que deben aprovecharse (Halffter, 1991). Así, una reserva de la biosfera es un área protegida, representativa del ambiente, reconocida internacionalmente por su valor de conservación y por proveer el conocimiento científico especializado y los valores humanos que permite el desarrollo sostenible (UNESCO, 1987).

Las reservas de la biosfera deben cumplir con tres funciones complementarias: la de conservación y protección de los recursos genéticos, las especies, los ecosistemas y los paisajes; una función de desarrollo, a fin de promover un desarrollo económico y humano sostenible; y una función de apoyo logístico, para respaldar y alentar actividades de investigación, de educación, de formación y de observación permanente relacionada con las actividades de interés local, nacional y mundial encaminadas a la conservación y el desarrollo sostenible.

Desde el punto de vista práctico, toda reserva de la biosfera debe contener tres elementos (UNESCO, 1987; IUCN, 1987).

1. Una o más zonas núcleo que aseguren la protección de las especies y los ecosistemas a largo plazo y permitan conservar la diversidad biológica, vigilar los ecosistemas menos alterados y realizar investigaciones y otras actividades poco perturbadoras (por ejemplo las educativas).
2. Una zona de amortiguamiento bien definida, que generalmente circunda las zonas núcleo o colinda con ellas, la cual se utiliza para actividades cooperativas compatibles con prácticas ecológicas racionales, como la educación relativa al medio ambiente, la recreación, el turismo ecológico y

la investigación aplicada y básica. Solamente las actividades que no entren en conflicto con la zona núcleo pueden desarrollarse en esta zona.

3. Una zona de transición flexible (o área de cooperación), en la cual pueden realizarse varias actividades productivas, por ejemplo agrícolas, de asentamientos humanos y otros usos. En ella las comunidades locales, los organismos de gestión, los científicos, las organizaciones no gubernamentales, los grupos culturales, el sector económico y otros interesados trabajan conjuntamente en la administración y el desarrollo sostenible de los recursos de la zona.

En la actualidad, un total de 82 países han reconocido 324 Reservas de la Biosfera (<http://www.unesco.org/mab>, 2002). De ellas, en México existen 34 que están distribuidas en 23 de los 32 estados en que se divide políticamente el país (Cuadro 1.2). Aunque generalmente una reserva de la biosfera tiene sus límites dentro de un estado, algunas se ubican en el territorio de dos o más de estas entidades federativas, como por ejemplo Mapimí, que se ubica entre los estados de Chihuahua, Coahuila y Durango o Tehuacán-Cuicatlán, ubicada en los estados de Oaxaca y Puebla. Esta última es el objeto de estudio en este trabajo.

Cuadro.1.2. Reservas de la biosfera en México (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2003).

Número	Reserva de la Biosfera	Decreto de Creación	Superficie en hectáreas	Ubicación
1	Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado	Junio 10 de 1993	934,756	BC y Son
2	El Vizcaino	Noviembre 30 de 1988	2,546,790	BCS
3	Complejo Lagunar Ojo de Liebre	Enero 14 de 1972 (como zona de refugio)	60,343	BCS
4	Sierra La Laguna	Junio 6 de 1994	112,437	BCS
5	Calakmul	Mayo 23 de 1989	723,185	Cam
6	Los Petenes	Mayo 24 de 1999	282,858	Cam

Cont. tabla 1.2.

7	Selva El Ocote	Noviembre 27 de 2000	101,288	Chis
8	La Encrucijada	Junio 6 de 1995	144,868	Chis
9	Lacan-Tun	Agosto 21 de 1992	61,874	Chis
10	Montes Azules	Enero 12 de 1978	331,200	Chis
11	La Sepultura	Junio 6 de 1995	167,310	Chis
12	El Triunfo	Marzo 13 de 1990	119,177	Chis
13	Volcán Tacaná	Enero 28 de 2003	6,378	Chis
14	Archipiélago de Revillagigedo	Junio 6 de 1994	636,685	Col
15	Mapimí	Noviembre 27 de 2000	342,388	Dgo, Chih, Coah
16	La Michilía	Julio 18 de 1979	9,325	Dgo
17	Barranca de Metztlán	Noviembre 27 de 2000	96,043	Hgo
18	Chamela-Cuixmala	Diciembre 30 1993	13,142	Jal
19	Sierra de Manantlán	Marzo 23 de 1987	139,577	Jal y Col
20	Mariposa Monarca	Noviembre 10 de 2000	56,259	Mich y Edo. Méx
21	Sierra de Huautla	Septiembre 8 de 1999	59,031	Mor
22	Islas Marías	Noviembre 27 de 2000	641,285	Nay
23	Tehuacán-Cuicatlán	Septiembre 18 de 1998	490,187	Oax y Pue
24	Sierra Gorda	Mayo 19 de 1997	383,567	Qro
25	Arrecifes de Sian Ka'an	Febrero 2 de 1998	34,927	Q. Roo
26	Banco Chinchorro	Julio 19 de 1996	144,360	Q. Roo
27	Sian Ka'an	Enero 20 de 1986	528,148	Q. Roo
28	Sierra de Abra Tanchipa	Junio 6 de 1994	21,464	SLP
29	El Pinacate y Gran Desierto de Altar	Junio 10 de 1993	714,557	Son
30	Isla San Pedro Martir	Junio 13 de 2002	30,165	Son
31	Pantanos de Centla	Agosto 6 de 1992	302,707	Tab
32	Los Tuxtlas	Noviembre 23 de 1998	155,122	Ver
33	Ría Celestun	Noviembre 27 de 2000	81,482	Yuc y Camp
34	Ría Lagartos	Mayo 2 de 1999	60,348	Yuc

Es evidente que las zonas núcleo de las reservas de la biosfera son lo más importante para el propósito de la conservación. Varios autores (Simberloff 1988; Brussard 1991; Rebelo y Siegfried 1992; Perrings y Lovett 1999; Lambeck 1997; Turpie *et al.* 2000) han propuesto que las áreas de altos niveles de riqueza de especies o de endemismo pueden ser elegidas como áreas de protección biológica. Por lo tanto, bien pudiera aplicarse estos criterios en la definición de las zonas núcleo. En la práctica, sin embargo, las zonas núcleo de muchas Reservas de la Biosfera se han designado bajo criterios cualitativos y usualmente con base en la distribución y abundancia de alguna (s) especie (s) endémica (s), rara (s) o en peligro de extinción. Así, por ejemplo, la zona núcleo de la reserva de Mapimí está delimitada con base en la distribución de una especie amenazada, la llamada tortuga del Bolsón (*Gopherus flavomarginatus* Legler), mientras que la reserva de El Vizcaíno, tienen una zona núcleo que intenta proteger al llamado Antílope Peninsular (*Antilocapra americana* Ord.) (SEMARNAP 1995). Otro ejemplo, es el de la reserva Yancheng localizada en la República Popular de China y cuya zona núcleo está delimitada por la distribución real y potencial del llamado “Grulla de corona roja” (*Grus japonensis* Müller) (Li *et al.* 1999).

Si bien es cierto que el enfoque de protección de manera individual de estas y otras especies pudiera involucrar la protección de muchas otras y en este sentido dichas especies fungir como sustitutos de la riqueza y diversidad (Berger 1984; Western, 1987; Pearson y Cassola, 1992; Humphries *et al.* 1995; Kerr, 1997 y Caro y O’Doherty, 1999), no existe la seguridad de que esta premisa se cumpla de manera óptima. Por ello, aunque en menor escala, en la identificación de sitios que cumplan con el objetivo de proteger la biodiversidad se han utilizado diferentes métodos que permitan realizar dicha identificación de una forma más objetiva. Dentro de estos métodos están los denominados “métodos policriterio” (Margules y Usher, 1981), los cuales realizan una evaluación de ciertos atributos (riqueza de especies, de hábitats, áreas, etc.) con el objeto de poder organizar jerárquicamente las posibles regiones a proteger.

La implementación de sistemas de información geográfica, por su parte, ha permitido proponer métodos que combinan información biológica y ambiental, con el objeto de reconocer posibles discrepancias entre la distribución de las especies y el nivel de protección que pudieran recibir (Scott *et al.*, 1993; Powell *et al.*, 2000). Los métodos heurísticos, también conocidos como “métodos iterativos”, han sido igualmente utilizados con mucho éxito para estos propósitos, pues están basados en el principio de complementariedad y permiten la protección de un área mínima bajo la cual se asegura la conservación de toda la diversidad bajo estudio (Kirkpatrick 1983; Margules *et al.*, 1988; Pressey y Nicholls 1989; Rebelo y Siegfried 1992; Rebelo 1994; Lombard *et al.*, 1995; Turpie 1995; Castro Praga *et al.*, 1996; Church *et al.*, 1996; Hacker *et al.*, 1998; Araújo y Williams 2000; Polasky *et al.*, 2001). Muy semejante a estos métodos, se encuentran los métodos de optimización basados en la programación lineal. De acuerdo a Rodrigues y Gaston (2002) los métodos heurísticos de complementariedad no pueden garantizar las soluciones óptimas, lo que sí puede hacer la programación lineal (Underhill, 1994). Sin embargo, Pressey en dos trabajos publicados en 1996 y 1997, asegura: 1. Los métodos heurísticos proporcionan resultados que son ligeramente subóptimos, 2. Los métodos heurísticos proporcionan soluciones más realistas a los problemas de conservación y 3. La optimización puede ser también lenta e inadecuada para la planificación práctica e iterativa de la conservación. Finalmente, el enfoque cladista por medio del análisis de parsimonia de endemidad (PAE) es una herramienta de la biogeografía histórica (derivada de la cladística o sistemática filogenética) que permite delimitar áreas de endemismo y a su vez áreas prioritarias para la conservación (Morrone, 1994). Se funda en la maximización de la congruencia de los patrones de distribución de los taxa presentes en una región. Al igual que los métodos iterativos de complementariedad, el análisis de parsimonia de endemidad sostiene que la conservación no es sólo un problema de la cantidad de especies presentes en un sitio. También requiere de un estudio

comparativo de las biotas para determinar los centros de endemismo y con ello desarrollar estrategias adecuadas la conservación (Posadas y Miranda, 1999)

Con base a lo anteriormente expuesto. El objetivo principal de este trabajo es proponer la(s) zona(s) núcleo de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, utilizando métodos cuantitativos (iterativos de complementariedad y análisis de parsimonia de endemidad), y un elevado número de especies vegetales (la riqueza de cuatro familias vegetales y las plantas endémicas). Asimismo, presentar una lista actualizada de las especies de angiospermas endémicas al Valle de Tehuacán-Cuicatlán y las distribuidas dentro de los límites de la reserva de la biosfera y finalmente contrastar los resultados obtenidos con los diferentes métodos en la definición de la(s) zona(s) núcleo.

LITERATURA CITADA

- Araújo, M. B. y P. H. Williams. 2000. Selecting areas for species persistence using occurrence data. *Biological Conservation*. 96: 331-345.
- Beltrán, M. M. 1996. *El Mundo en peligro*. Fernández Editores. México D. F. 286 p.
- Berger, J. 1984. Population constraint associated with the use of Black Rhinos an umbrella species for desert herbivores. *Conservation Biology*. 11: 69-78.
- Burgman, M. A. y D. B. Lindenmayer. 1998. *Conservation biology for the Australian environment*. Surrey Beatty & Sons. New South Wales. Australia 380 p.
- Brussard, P. F. 1991. The role of ecology in biological conservation. *Ecological Applications* 1: 6-12.
- Caro, T. M. y G. O'Doherty. 1999. On the usage of surrogate species in conservation biology. *Conservation Biology*. 13: 805-814.
- Castro Praga, I., J. C. Moreno-Saiz, C. J. Humphries y P. H. Williams. 1996. Strengthening the natural and national park system of Iberia to conserve vascular plant. *Botanical Journal of Linnean Society*. 121: 189-206.

- CEQ (Council on Environmental Quality). 1981. The global 2000 report to the president. Vol II. Council on Environmental Quality and the U.S. Department of State. Washington, D. C. 38 p.
- Church, R. L., D. M. Stoms y F. W. Davis. 1996. Reserve selection as a maximal covering location problem. *Biological Conservation*. 76: 105-112.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2002. Las áreas naturales protegidas de México. Instituto de Ecología, México. 13 p.
- Diario Oficial de la Federación, 2000. Decreto por el que se adiciona una fracción XXXVI al artículo 3°, la fracción XX al Artículo 15 y se reforma el artículo 39 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Estados Unidos Mexicanos, Presidencia de la República, México, D. F., 7 de enero de 2000. 9-10 pp.
- Hacker, J. E., G. Cowlishaw y P. H. Williams. 1998. Patterns of african primate diversity and their evaluation for the selection of conservation areas. *Biological Conservation*. 84: 251-262.
- Halffter, G. 1991. El concepto de reserva de la biosfera; En: Llorente, B. J. y Ponce, U. H. (Eds.). *Memorias del seminario sobre conservación biológica de México No. 1*. 1-25 pp. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Veracruz, México.
- Humphries C. J., P. H. Williams y R. I. Vane-Wright. 1995. Measuring biodiversity value for conservation. *Annual Review of Ecology and Systematic*. 26: 93-111.
- IUCN. 1987. Buffer zones: development that protects parks. *International Union for the Conservation of Nature, Bulletin* 18: 10-11.
- Kerr, J. T. 1997. Species richness, endemism, and the choice of areas for conservation. *Conservation Biology*. 11: 1094-1100.
- Kirkpatrick, J. B. 1983. An iterative method for establishing priorities for the selection of nature reserves: a example for Tasmania. *Biological Conservation*. 25: 127-134.

- Lambeck, R. J. 1997. Focal species: a multi-species umbrella for nature conservation. *Conservation Biology*. 11: 849-856.
- Li, W., Z. Wang, Z. Ma y H. Tang. 1999. Designing the core zone in a biosphere reserve based on suitable habitats: Yancheng Biosphere Reserve and the Red Crowned Crane (*Grus japonensis*). *Biological Conservation*. 90: 167-173.
- Lombard, A. T., R. M. Cowling, R. L. Pressey y P. J. Mustart. 1995. Reserve selection in a species-rich and fragmented landscape on the Agulhas Plain, South Africa. *Conservation Biology*. 11: 1101-1116.
- Lovejoy, T. 1980. Global 2000 report to the president. Washington D. C.
- Margules C. R. y M. B. Usher . 1981. Criteria used in assessing wildlife conservation potencial: a review. *Biological Conservation*. 21: 79-109.
- Margules, C. R., A. O. Nicholls y R. L. Pressey. 1988. Selecting networks of reserves to maximize biological diversity. *Biological Conservation*. 43: 63-76.
- McNeely, J. A., K. R. Miller, W. V. Reid, R. A. Mittermeyer y T. B. Werner. 1990. Conserving the world's biological diversity. IUCN, WRI, CI, WWF y World Bank. Gland, Switzerland.
- Morrone, J. J. 1994. On the identification of areas of endemism. *Systematic Biology*. 43: 438-441.
- Nelson, M. 1991. The emerging ciencia of biospherics. *World and I Magazine*. May: 274-283.
- Pearson, D. L. y F. Cassola. 1992. World-Wide species patterns of Tiger Beetles (Coleoptera: Cicindelidae): indicator taxon for biodiversity and conservation studies. *Conservation Biology*. 6: 376-391.
- Perrings, C. y J. C. Lovett. 1999. Policies for biodiversity conservation: the case of Sub-Saharan Africa. *International Affairs*. 75: 281-305.
- Polasky, S., B. Csuti, C. A. Vossler y S. M. Meyers. 2001. A comparison of taxonomic distinctness versus richness as criteria for setting conservation priorities for north american birds. *Biological Conservation*. 97: 99-105.

- Posadas, P. Y D. R. Miranda. 1999. El PAE (Parsimony Análisis of Endemicity) como una herramienta en la evaluación de la biodiversidad. *Revista Chilena de Historia Natural*. 73: 263-278.
- Powell G. V. N., J. Barborak y M. Rodrigues. 2000. Assessing representativeness of protected natural areas in Costa Rica for conserving biodiversity: a preliminary gap analysis: *Biological Conservation* 93: 35-41.
- Pressey, R. L. y A. O. Nicholls. 1989. Application of a numerical algorithm to the selection of reserves in semi-arid New South Wales. *Biological Conservation*. 50: 263-278.
- Rebelo, A. G. 1994. Iterative selection procedures: centres of endemism and optimal placement of reserves. *Strelitzia* 1: 231-257.
- Rebelo, A. G. y R. Siegfried. 1992. Where should nature reserves be located in the Cape Floristic Region, South Africa?. Models for the spatial configuration of a reserve network aimed at maximizing the protection of flora diversity. *Conservation Biology*. 6: 246-252.
- Rodrigues, A. S. L. y K. J. Gaston. 2002. Optimisation in reserve selection procedures—why not?. *Biological Conservation*. 107: 123-129.
- SEMARNAP (Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca). 1985. Reservas de la biosfera y otras áreas naturales protegidas de México. Instituto Nacional de Ecología y Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México. 161 pp.
- Scott J. M., F. Davis, B. Csuti, R. Noss, B. Butterfield, C. Groves, H. Anderson, S. Caicco, F. D'Erchia, T. C. Edwards, J. Ulliman y G. R. Wright. 1993. Gap analysis: a geographic approach to protection of biological diversity. *Wildlife Monographs* 123: 1-41.
- Simberloff, D. S. 1988. The contribution of population and community biology to conservation science. *Annual Review of Ecology and Systematic*. 19: 473-511.
- Turpie, J. K. 1995. Prioritizing South African estuaries for conservation: a practical example using waterbirds. *Biological Conservation*. 74: 175-185.

- Turpie, J. K., E. B. Lynnath y S. M. Katua. 2000. Biogeography and the selection of priority areas for conservation of South Africa coastal fishes. *Biological Conservation* 92: 59-72.
- Underhill, L. G. 1994. Optimal and suboptimal reserve selection algorithms. *Biological Conservation*. 70: 85-87.
- UNESCO. 1987. Practical guide to the Man and Biosphere Programme (MAB). UNESCO, París.
- Wagner, H. O. y H. Lenz. 1948. El bosque y la conservación del suelo. Editorial Cultura. México, D. F. 169 p.
- Western, D. 1987. Africa's elephants and rhinos: flagships. *Tree*. 2: 343-346.
- World Resources Institute. 1993. World resources 1992-1993. New York, Oxford University Press.

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

INTRODUCCIÓN

La Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán se ubica en el Valle del mismo nombre, este se localiza en el centro-sur de México, en la parte sureste del estado de Puebla y noroeste del estado de Oaxaca, entre los $17^{\circ}09'$ y $19^{\circ}05'$ de latitud N y los $96^{\circ}23'$ y $97^{\circ}55'$ de longitud O, cubriendo un área de aproximadamente 10,000 Km² (Fig. 2.1).

El valle al norte está limitado por el Pico de Orizaba que presenta una altitud mayor de 4,000 m, al este está bordeado por la Sierra de Zongolica que forma parte de la Sierra Madre Oriental, con altitudes superiores a los 3,000 m. Al sureste se encuentra la Sierra Mazateca que alcanza de 2,500 a 3,000 m. Al sur y oeste del valle se localizan la Sierra de Zapotitlán y otras cordilleras que bordean la Mesa del Sur y que pertenecen a la Mixteca Alta o Sierra Mixteca (Catalán, 2001).

La hidrología del valle es recorrida principalmente por el río Salado, que se origina al pie de la Sierra Zongolica y sigue su curso hacia el estado de Oaxaca donde se une con el río Grande, del cual son afluentes varias corrientes del valle de Cuicatlán, como el río Seco, Apoala, Tomellín y las Vueltas. De la unión del río Salado y el río Grande se forma el río Santo Domingo, afluente del Papaloapan que desemboca al Golfo de México (Jaramillo y González, 1983).

Con relación al clima, en el valle se encuentran tres subgrupos climáticos del grupo de los secos (B); el semiárido (BS₁), el árido (BS₀) y el muy árido (BW), según el sistema de clasificación climática de Köppen modificado por García (1988). El Valle de Tehuacán-Cuicatlán se caracteriza por presentar un régimen de lluvias en verano, con una disminución de la precipitación en esta temporada, es decir, presenta el fenómeno de sequía intraestival o canícula (Catalán, 2001). De manera general las zonas ubicadas cerca de las sierras orientales del valle reciben mayor precipitación que las que se localizan en la parte central.

En cuanto a las condiciones de temperatura, se presentan cuatro zonas térmicas: cálida, semicálida, templada y semifría (Carrasco, 1996). Estas

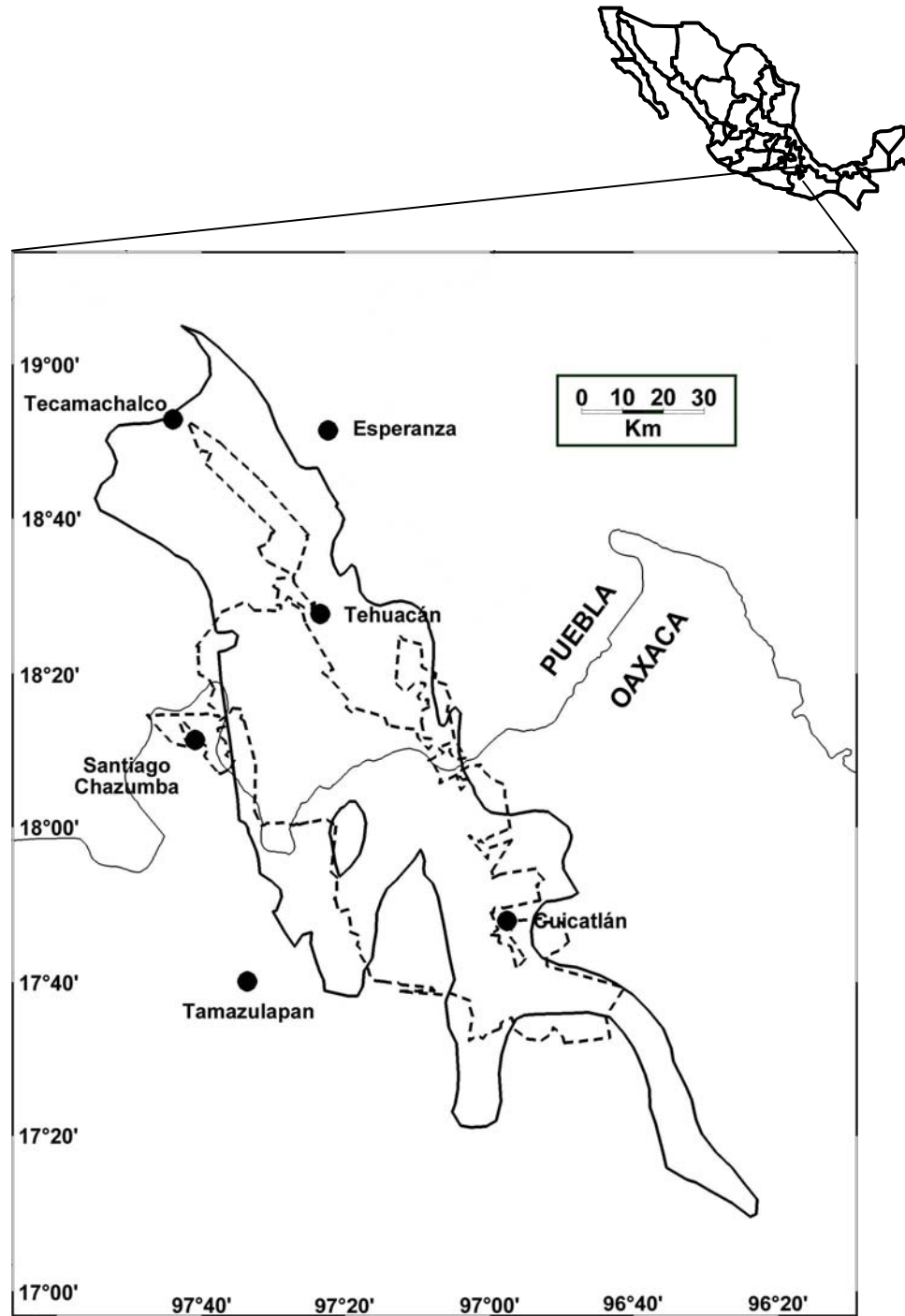


Fig. 2.1. Ubicación geográfica del Valle de Tehuacán-Cuicatlán (línea continua) y de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán (línea punteada).

condiciones están inversamente relacionadas con la altitud del área; Es decir al aumentar la elevación de la zona, la temperatura disminuye (Ochoa, 2001).

Por ubicarse el Valle de Tehuacán-Cuicatlán en la zona tropical, presenta dos máximos de temperatura al año. La temperatura media más baja se presenta en los meses de diciembre y enero, mientras que los meses más cálidos son abril y mayo (Carrasco, 1996).

Geológicamente, durante los periodos Paleozoico y Mesozoico se forma el complejo basal del valle. Una serie de movimientos orogénicos, desde el Cretácico temprano hasta finales del Terciario, dieron lugar a la formación de las principales sierras de la cuenca, las cuales bajo la influencia de los ascensos neotectónicos (Mioceno y Cuaternario), alcanzaron su expresión geomorfológica moderna (Brunet, 1967). También durante el Terciario se depositan grandes capas de sedimentos fluvio-lacustres en la cuenca. A finales del Terciario (Plioceno) y al inicio del Cuaternario (Pleistoceno) hubo una gran actividad volcánica, que produjo la acumulación de sedimentos volcánicos sobre los sedimentos fluvio-lacustres (Ochoa, 2001).

En el Valle de Tehuacán-Cuicatlán afloran grandes superficies de rocas sedimentarias plegadas, metamórficas y basálticas. En la parte suroeste están presentes los gneises precámbricos y las areniscas mezcladas con conglomerados del Carbonífero tardío (Pensilvánico) (Nava, 1965). Aunque en algunas porciones, las areniscas con conglomerados están intercaladas con arcillas bentónicas de color rojo del Jurásico medio. Del Cretácico inferior son datados los esquistos, calizas, margas, lutitas, areniscas y cuarzos. Del Cretácico medio datan las calizas plegadas y en algunos sitios se intercalan con margas. Del Cuaternario se observan materiales de aluvión, travertinos, areniscas, conglomerados y yesos (INEGI, 1981).

En forma general, en el valle se reconocen ocho principales unidades de suelo, las que van desde suelos profundos con una gran cantidad de materia orgánica, como los feozem, hasta suelos ácidos, como los acrisoles ubicados

sobre las sierras altas. Las unidades son vertisoles, cambisoles rendzinas, fozem, xerosoles, regosoles, litosoles y acrisoles (Ochoa, 2001).

Debido al relieve montañoso de la región, sobre su superficie dominan los suelos con escaso desarrollo. Estos son suelos del tipo regosol y litosol, que se encuentran en las laderas con pendiente mayor a los 8° (Ochoa, 2001). En la planicie del valle existe una gran diversidad de afloramientos rocosos con diferentes tipos de rocas y los suelos que se originan son someros, pedregosos, alomórficos con diferentes estados de alcalinidad y salinidad, entre los que se distinguen cambisoles, cálcicos y xerosoles cálcicos derivados de evaporitas del Cretácico inferior (Aguilera, 1970).

RESERVA DE LA BIOSFERA TEHUACÁN-CUICATLÁN

La Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán se ubica entre los $17^{\circ}32'10''$ y $18^{\circ}53'00''$ de latitud N y los $96^{\circ}01'50''$ y $97^{\circ}47'50''$ de longitud O (Fig. 2.1).

Con el propósito de determinar las condiciones físicas que prevalecen dentro de los límites de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán. Se utilizaron mapas de la República Mexicana, a estos se les sobrepuso el mapa digitalizado de la reserva de acuerdo con las coordenadas UTM citadas en el decreto de promulgación (Diario Oficial de la Federación, 1998). Para este propósito la herramienta utilizada fue el sistema de información geográfica (SIG) Ilwis (1999). En el caso del clima se utilizó el mapa de climas escala 1:1 000 000 de García y CONABIO (1998). Para la precipitación el mapa de precipitación total anual escala 1:1 000 000 de García y CONABIO (1998). La temperatura fue determinada con el mapa de isotermas medias anuales escala 1:1 000 000 de García y CONABIO (1998). En el caso de la geología, se utilizó el mapa de hidrogeología escala 1:4 000 000 de Marín y Torres-Ruata (1990). Para los suelos el mapa edafológico del INIFAP y la CONABIO (1995) escala 1:250 000 y 1:1 000 000. En el caso de la topografía el mapa topografía de México escala 1:250 000 de la CONABIO (1995). Para la hidrografía el mapa Hidrografía e Hidrometría de

México de Maderey y Torres-Ruata (1990) escala 1: 4 000 000. Finalmente, para el uso de suelo el mapa de uso de suelo y vegetación modificado por CONABIO a partir de cartas 1: 250 000 del INEGI y de escala 1:1 000 000 (CONABIO, 1999). Algo similar se hizo con el mapa digitalizado de la reserva y la lista de poblaciones de México (INEGI, 2000), también se elaboró un mapa de densidad de población.

Clima.

Dentro de los límites de la reserva si bien dominan los tipos de climas secos (BS y BW). En ella también existen climas semicálido (AC) y templado (C). Se encuentran tres tipos de climas secos BS₁; El clima BS₁(h')w, que presenta la temperatura del mes más frío superior a los 18⁰C y lluvias invernales, se ubica en la parte sur y sureste de la reserva (Fig. 2.2). El clima BS₁hw, con temperatura del mes más frío inferior a los de 18⁰C, se encuentra en la parte norte y este de la reserva (Fig. 2.2). Por último clima BS₁kw con verano cálido, se localiza en la parte central y oeste. Los climas más secos como son el clima BS₀(h')w y el BS₀hw se encuentran cubriendo una amplia zona en el este, centro y oeste de la reserva. Por otro lado, los climas templados (C), como el templado seco [C(w₁)], templado semiseco [C(w₂)] y templado húmedo C(w₀), se encuentran sobre todo en los límites orientales de la reserva y en el norte. Asimismo, el clima templado con verano fresco y largo es observado en una pequeña porción en el lado sureste (Fig. 2.2). Por último, el clima semicálido húmedo [AC(w₀)], se encuentra sobre todo en la porción oeste y una parte en el este de la reserva.

Precipitación

Las precipitaciones registradas que dominan la superficie de la reserva, son 400 a 500 mm, localizadas en el centro y sur, mientras que la precipitación de 600 a 800 en el norte (Fig. 2.3). En contraste las zonas intercaladas con las anteriores corresponden a una precipitación de 500 a 600 mm (Fig. 2.3). De acuerdo con estos datos, la porción más seca dentro de la reserva se localiza en el centro-este con una precipitación anual de 300 a 400 mm (Fig. 2.3). En el norte, centro y sur

se ubican las zona con una precipitación de 500 a 600 mm (Fig. 2.3). En la porción este se encuentra las zonas más húmedas de la reserva, con intervalos de precipitación de superiores a los 800 mm (Fig. 2.3).

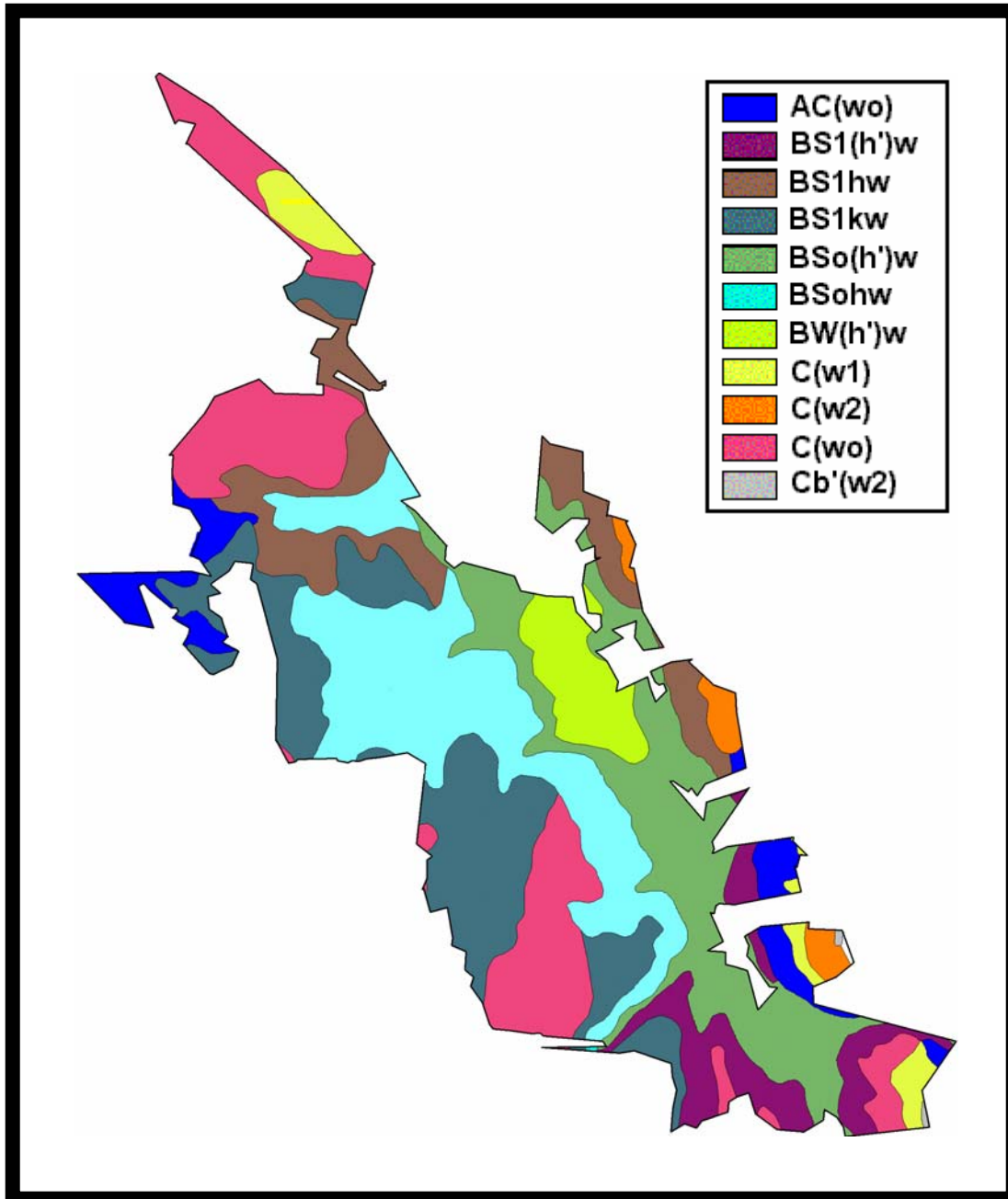


Fig.2.2. Distribución de los tipos de clima en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán.

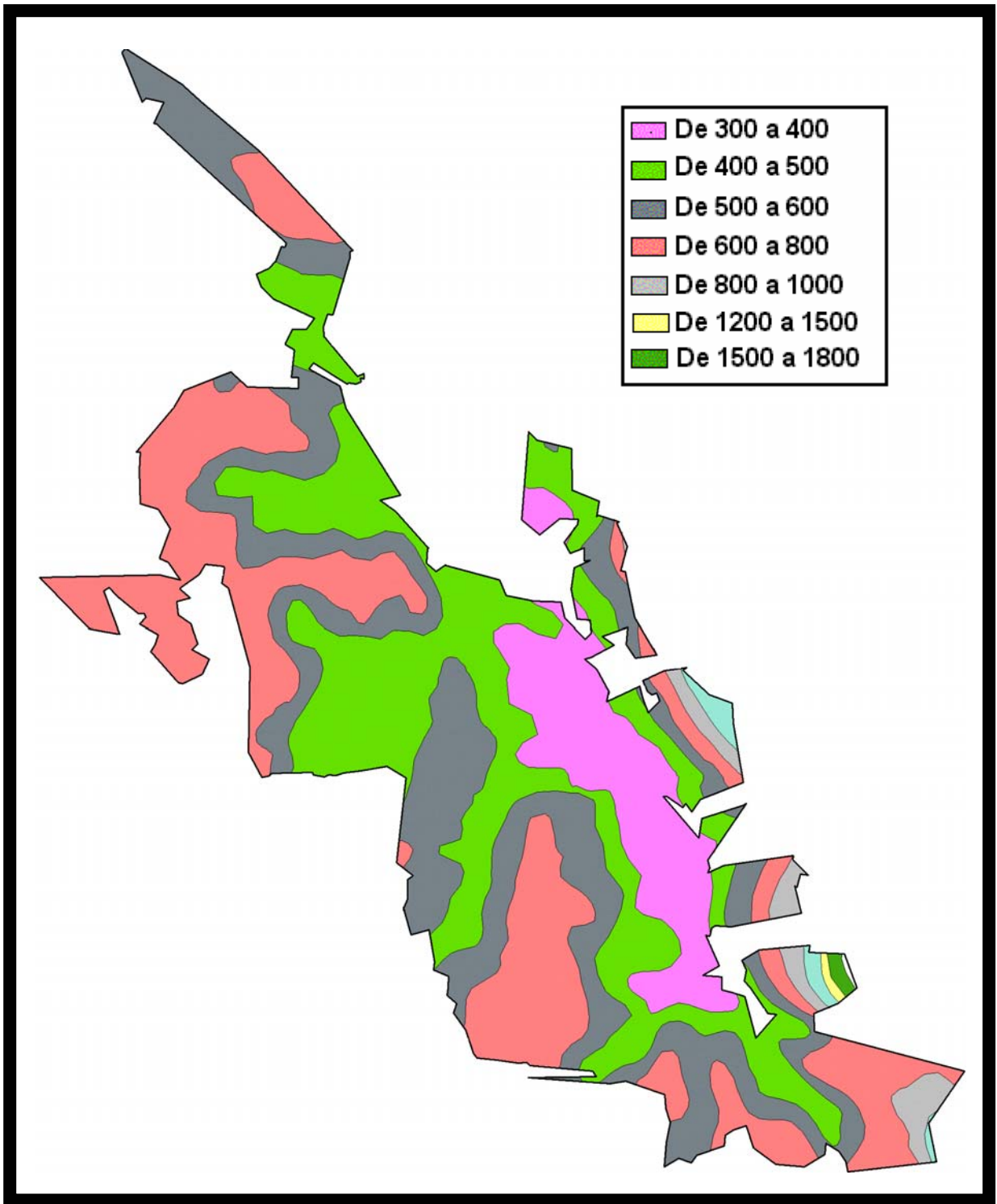


Fig.2.3. Distribución de la precipitación total anual en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán.

Temperatura

La porción que registra las temperaturas medias anuales más bajas (10 a 12⁰C), es una pequeña superficie en el sur de la reserva (Fig. 2.4). El siguiente intervalo de temperatura de (12 a 14⁰C) se registra al norte de la reserva (Fig. 2.4). En la parte oeste se registran temperaturas de 14 a 16⁰C, de 16 a 18⁰C y de 18 a 20⁰C (Fig.2.4). En contraste, las zonas más calientes en general se localizan en la parte este con temperaturas que oscilan entre los 20 a 26⁰C (Fig. 2.4).

Geología

En la reserva, se representan las rocas de las tres últimas eras geológicas. De la era Paleozoica en su periodo Precámbrico, existen rocas metamórficas tales como esquistos, cuarcitas y gneiss que se localizan en una pequeña porción del lado sureste de la reserva (Fig. 2.5). La era Mesozoica en cambio está representada en sus tres periodos. Del Triásico-Jurásico existen limolitas arcillo arenosas, areniscas y conglomerados limoarcillosos, en la parte este (Fig. 2.5). Del Cretácico inferior y medio, existen rocas sedimentarias marinas predominantemente calcaréas, estas se ubican prácticamente a lo largo de toda la reserva (Fig. 2.5). Del Cretácico superior existen, rocas sedimentarias marinas sobre todo arcillosas, que se localizan en una pequeña región del este y al norte (Fig. 2.5). De la era Cenozoica, en particular del periodo Terciario hay areniscas y conglomerados en la porción oeste (Fig. 2.5). Del Periodo Cuaternario, concretamente del Pleistoceno existen terrazas marinas, gravas, arenas y limos, localizados en la parte noreste (Fig. 2.5). Finalmente del Cenozoico superior (Mioceno a Reciente) se presentan rocas volcánicas principalmente basaltos y andesíticas que también están a lo largo de la reserva (Fig. 2.5).

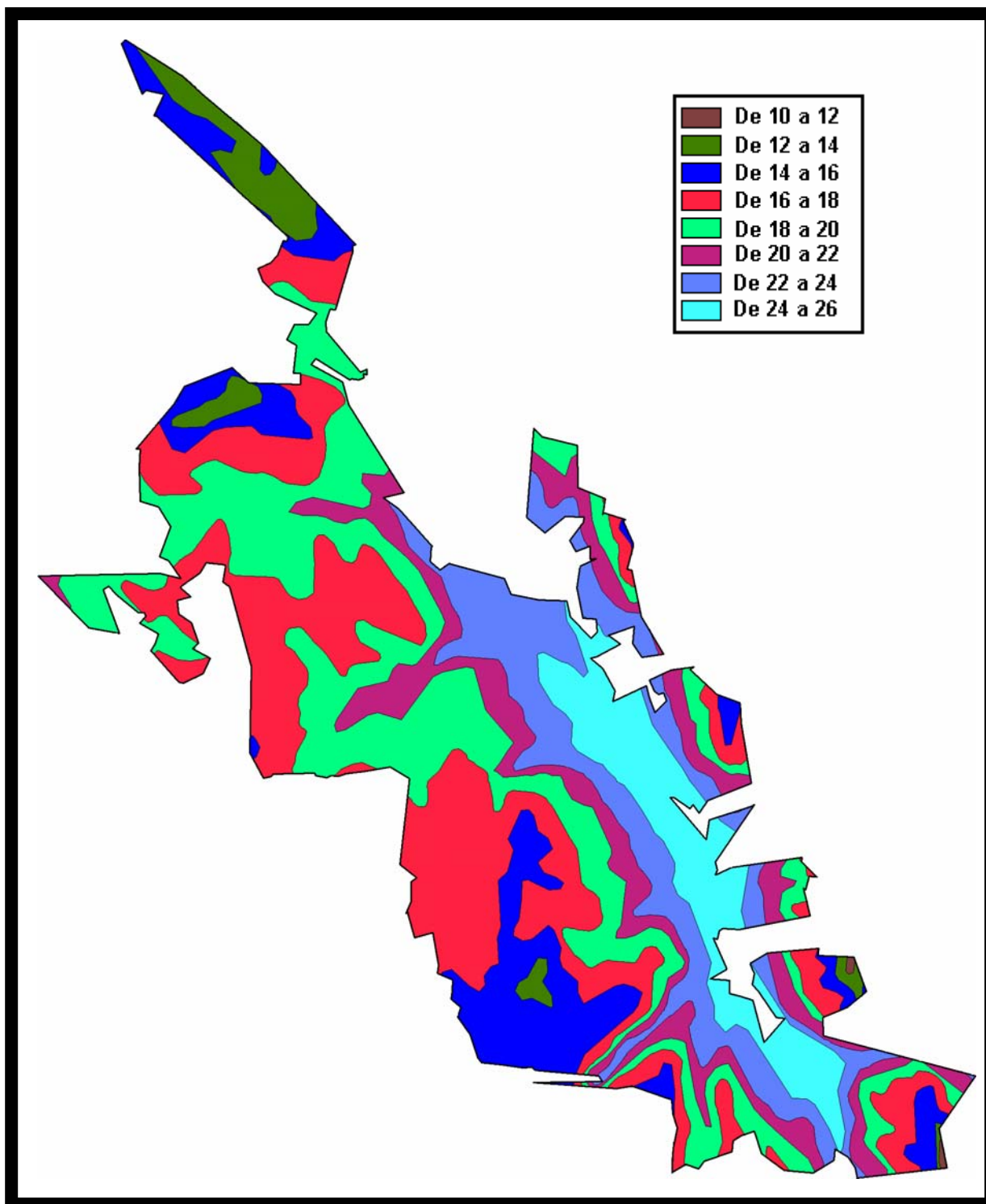


Fig.2.4. Distribución de las isotermas medias anuales en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán.

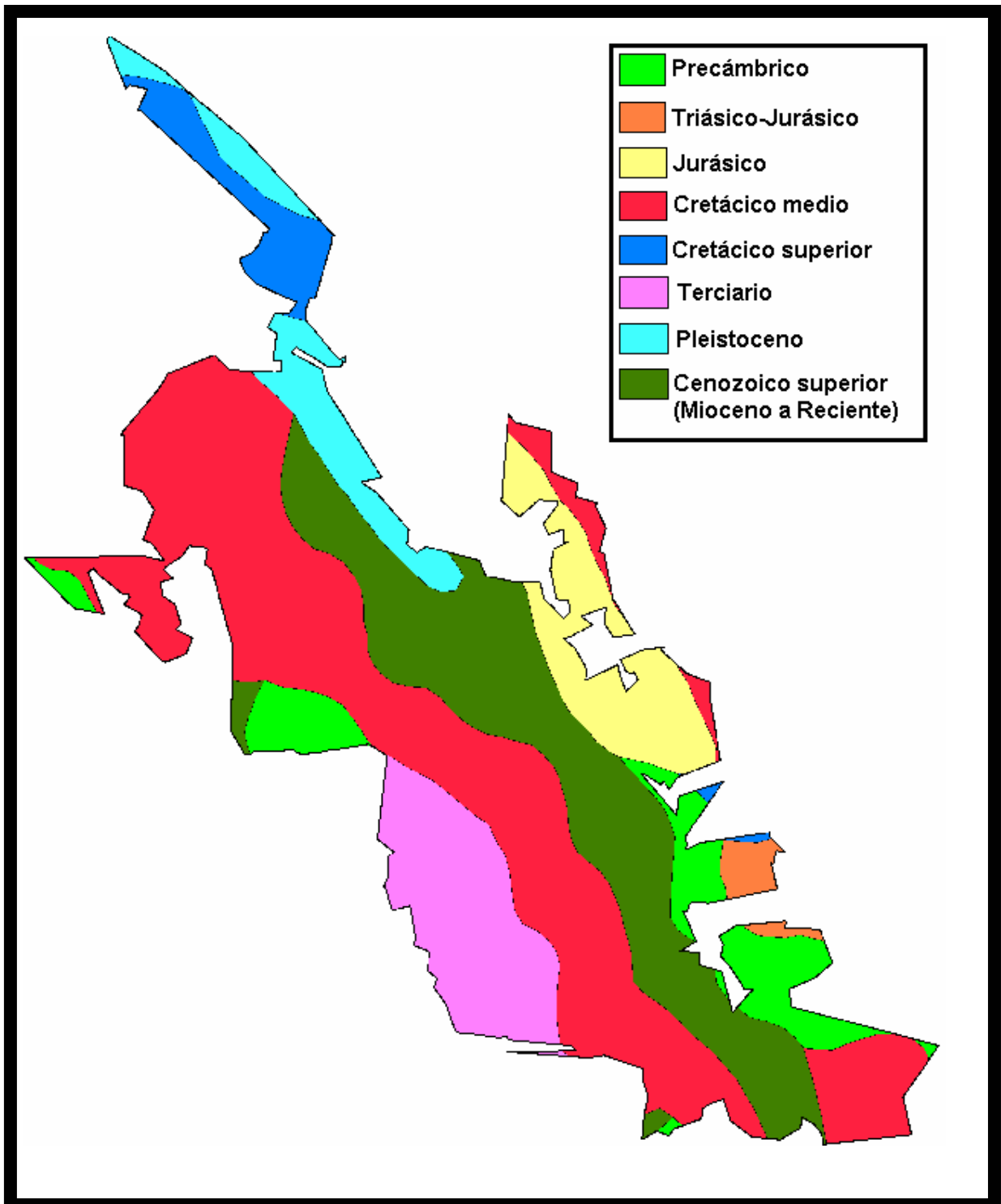


Fig.2.5. Distribución de los sustratos geológicos en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán.

Suelo

Se puede distinguir que dentro de los límites de la reserva existen diez diferentes tipos de suelo y 13 subunidades. El tipo de suelo más extendido que abarca casi el 80% de la reserva se encuentra sobre todo en la parte centro, norte y sur (Fig. 2.6) es el Litosol o suelo de piedra. Este se caracteriza por tener menos de 10 cm hasta la roca, tepetate o caliche duro (INEGI, 1981). El segundo tipo es la Rendzina cuya extensión en la reserva es de un 10%. Se localiza en la parte centro-este y sur (Fig. 2.6). Corresponde a un suelo con una capa superficial abundante en humus que descansa sobre roca caliza o algún material rico en cal (INEGI, 1981). Menos importantes, por la extensión que ocupa es el suelo Cambisol con tres subunidades. Cambisol cálcico se encuentra en el norte de la reserva, el Cambisol dístico en la parte este y el Cambisol eútrico en el sur (Fig. 2.6). También, se encuentra el Feozem con tres subunidades. El Feozem calcárico se localiza en el suroeste, mientras que el Feozem háplico está en una pequeña porción en el este. El Feozem lúvico igualmente está en una pequeña zona pero en el norte (Fig. 2.6). El Fluvisol calcárico, esta ligeramente representado por una pequeña porción en el norte (Fig. 2.6). Del Luvisol vértico se encuentra una porción más amplia localizada en la parte sureste de la reserva (Fig. 2.6). El Regosol, con dos subunidades está presente en la parte este, donde se encuentra el Regosol calcárico y en la porción oeste el eútrico (Fig. 2.6). El Castañozem lúvico está escasamente representado en la porción suroeste de la reserva (Fig. 2.6). El Versisol pélico se localiza en tres pequeñas porciones al norte (Fig. 2.6) y finalmente el Xerosol háplico está escasamente representado en la parte este de la reserva (Fig. 2.6).

Topografía

Con respecto a la topografía, se puede observar que la menor altitud registrada en la reserva es de 601 m y la mayor de 2,800 m. Las partes más bajas (601 a 800 m, de 801 a 1,000 m y de 1,001 a 1,200) corresponden al Cañón de Tomellín y se localizan al este de la reserva (Fig. 2.7). Por otro lado, las porciones de mayor

altitud (2,201 a 2,400 m, 2,401 a 2,600 m y 2,601 a 2,800 m), se localizan en la parte norte, oeste y suroeste de la reserva (Fig. 2.7). En la parte central se encuentran principalmente las altitudes intermedias en la reserva (1,201 a 1,400 m, 1,401 a 1,600 m, 1,601 a 1,800 a 2,000 y de 2,001 a 2,200 m) (Fig. 2.7).

Hidrografía.

En forma general, el Valle de Tehuacán-Cuicatlán forma parte de la cuenca Alta del Río Papaloapan, mismo que se origina en la Sierra de Juárez, en el estado de Oaxaca (Ochoa, 2001). En la reserva este río penetra en el sureste recibiendo el nombre de Río Grande, que lleva aguas del Cañon de Cuicatlán producto de los ríos Sabino, Apoala y Tomellín (Fig. 2.8). Al norte de la reserva se encuentra el Río Salado mismo que recibe aguas de los ríos Zapotitlán, Hondo, Xiquila y Calapa y en Quiotepec se une con el Río Grande. De esta unión se forma el Río Santo Domingo, afluente del Papaloapan, el cual desemboca en el Golfo de México (Fig. 2.8).

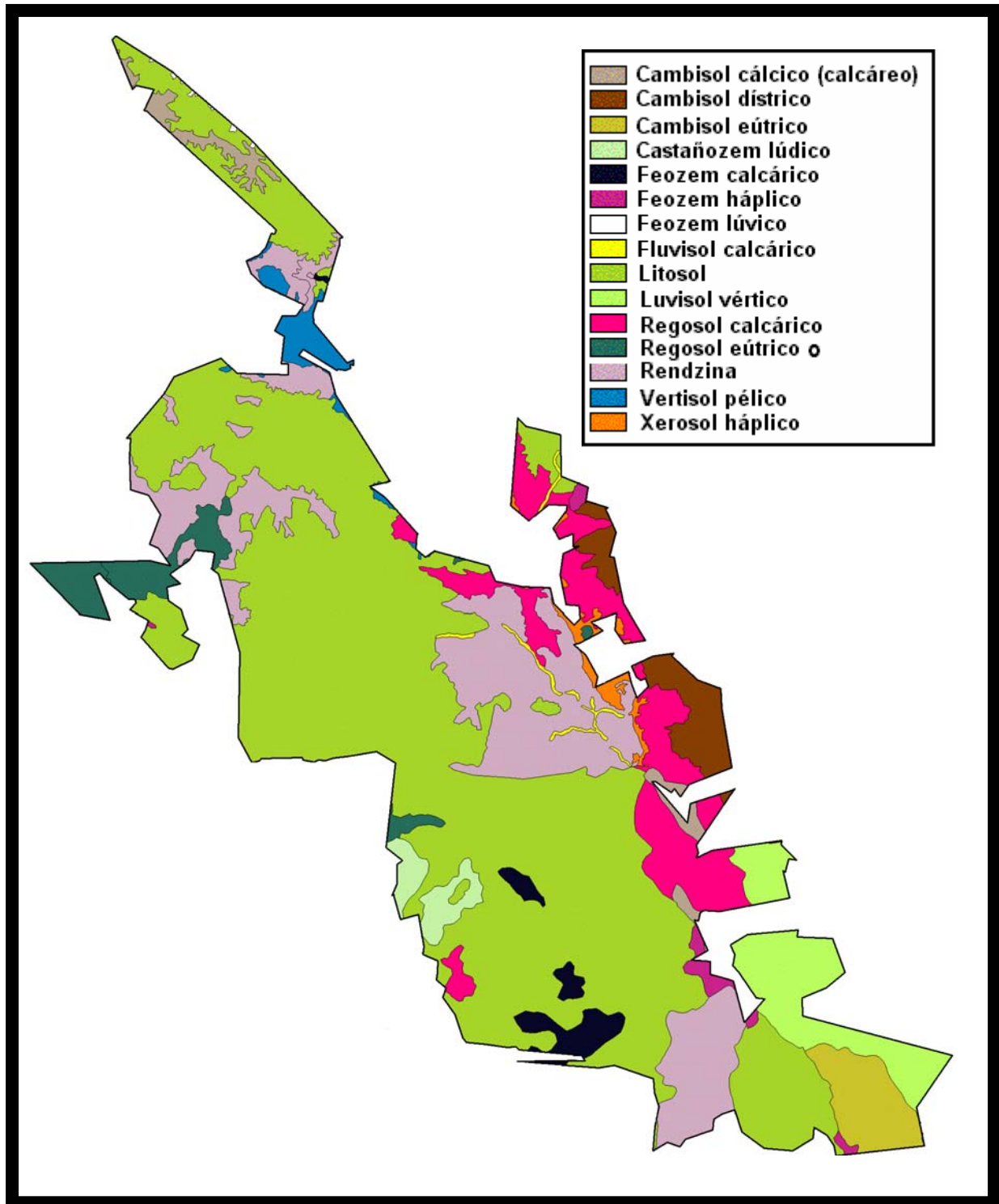


Fig.2.6. Distribución de los diferentes tipos y subunidades de suelo en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán.

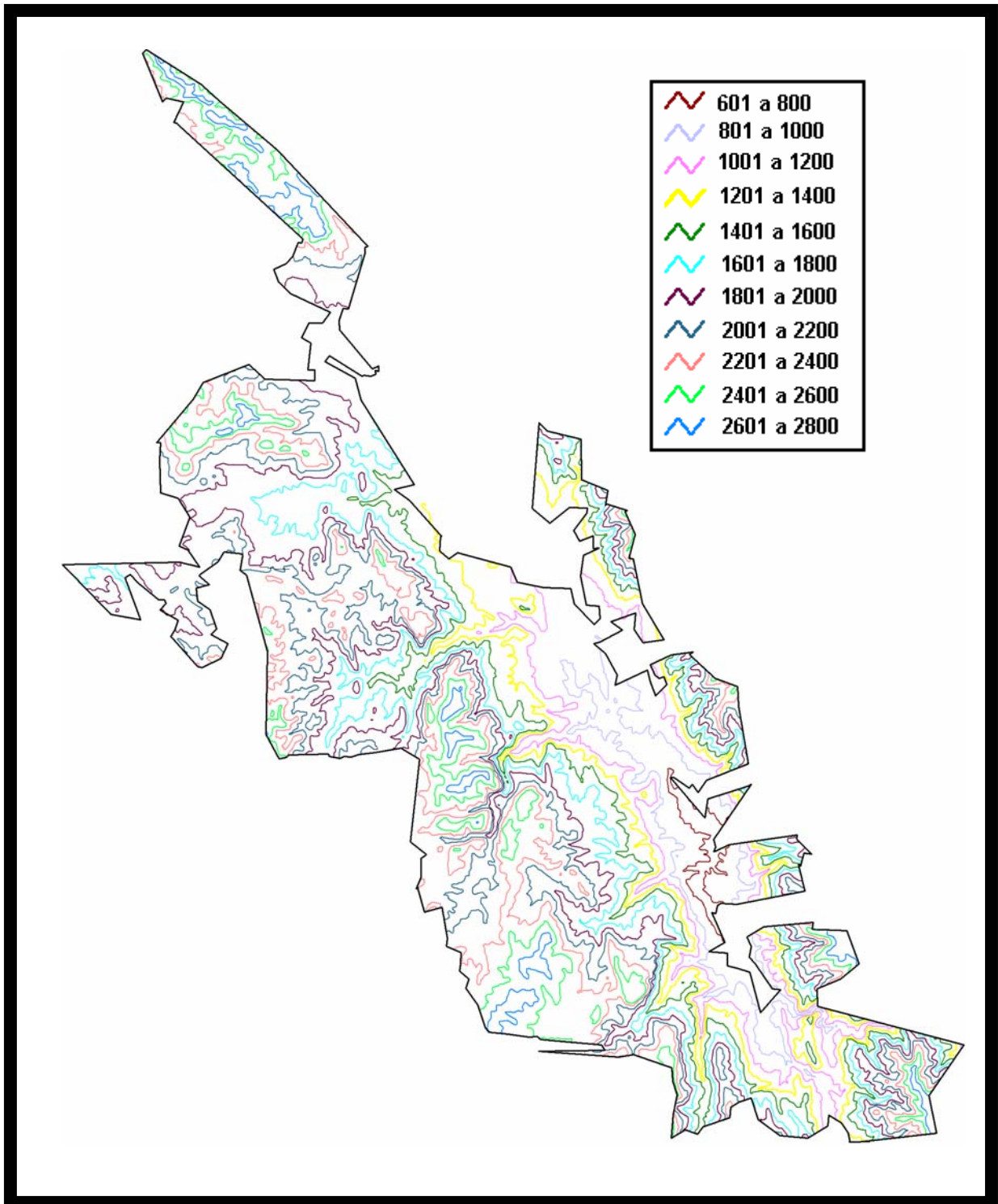


Fig.2.7. Distribución de las curvas altitudinales cada 200 m en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán.

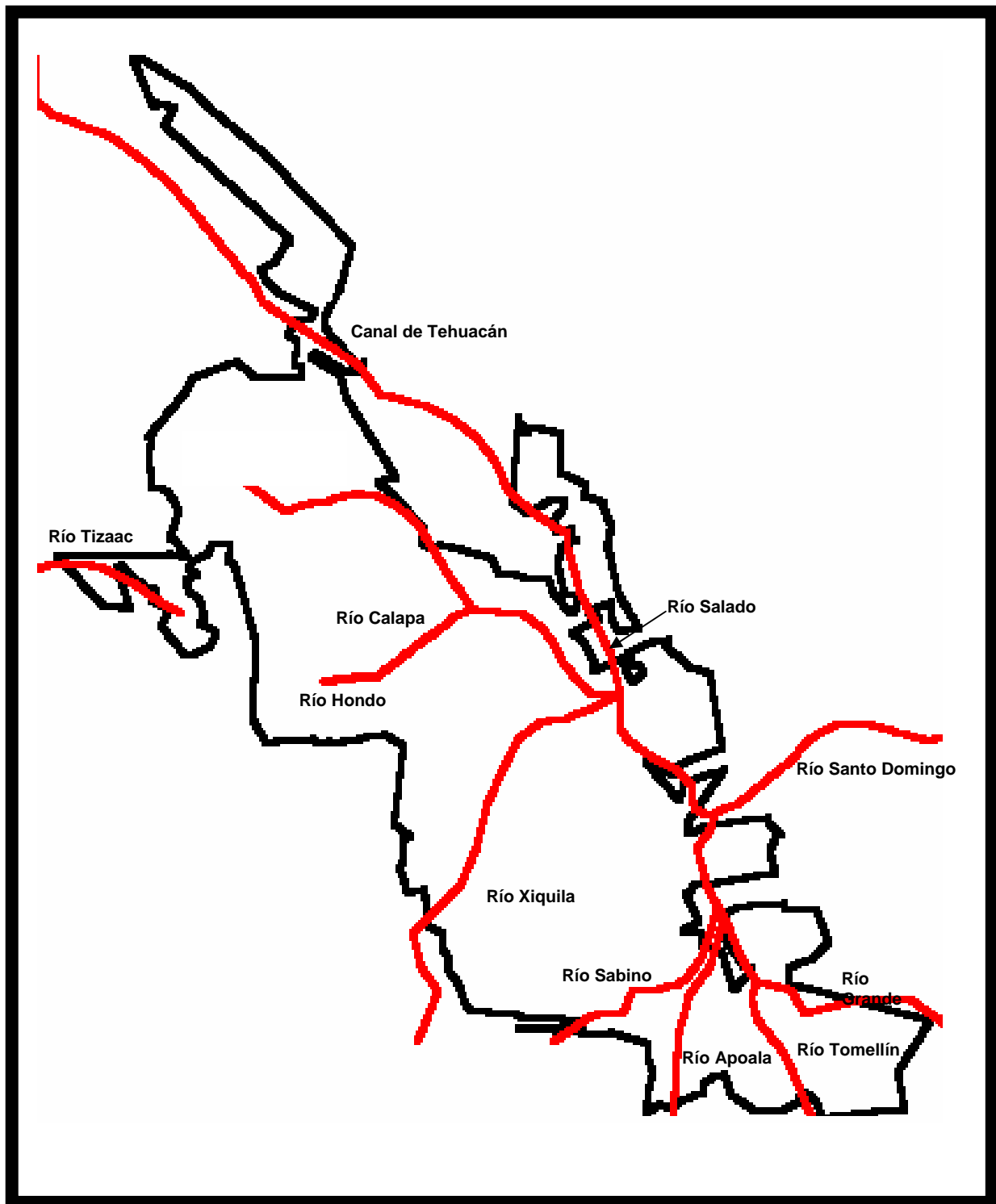


Fig.2.8. Representación de los ríos más importantes dentro de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán

Uso de suelo

Los tipos de vegetación que dominan la mayor porción de la reserva son el chaparral y matorral. Este último con dos variantes (rosetófilo y sarcocrasicaule) (Fig. 2.9) . El bosque de encinos se localiza en la parte suroeste con una extensión considerable (Fig. 2.9). En la porción centrooeste existe una pequeña superficie cubierta por bosque de coníferas distintas a *Pinus* (Fig. 2.9). En la parte este y sur se presentan algunos bosque de *Pinus* (Fig. 2.9). También existe una pequeña porción del lado este que presenta un Bosque mesófilo de montaña (Fig. 2.9). En el centrooeste de la reserva se desarrolla una vegetación de Mezquital-huizachal (Fig. 2.9). En algunas zonas localizadas en el este, se desarrolla la selva baja, la cual puede ser caducifolia o subcaducifolia (Fig. 2.9). Finalmente, en algunas partes dispersas dentro de la reserva, el suelo es usado para actividades agrícolas, pecuarias y forestales (Fig. 2.9).

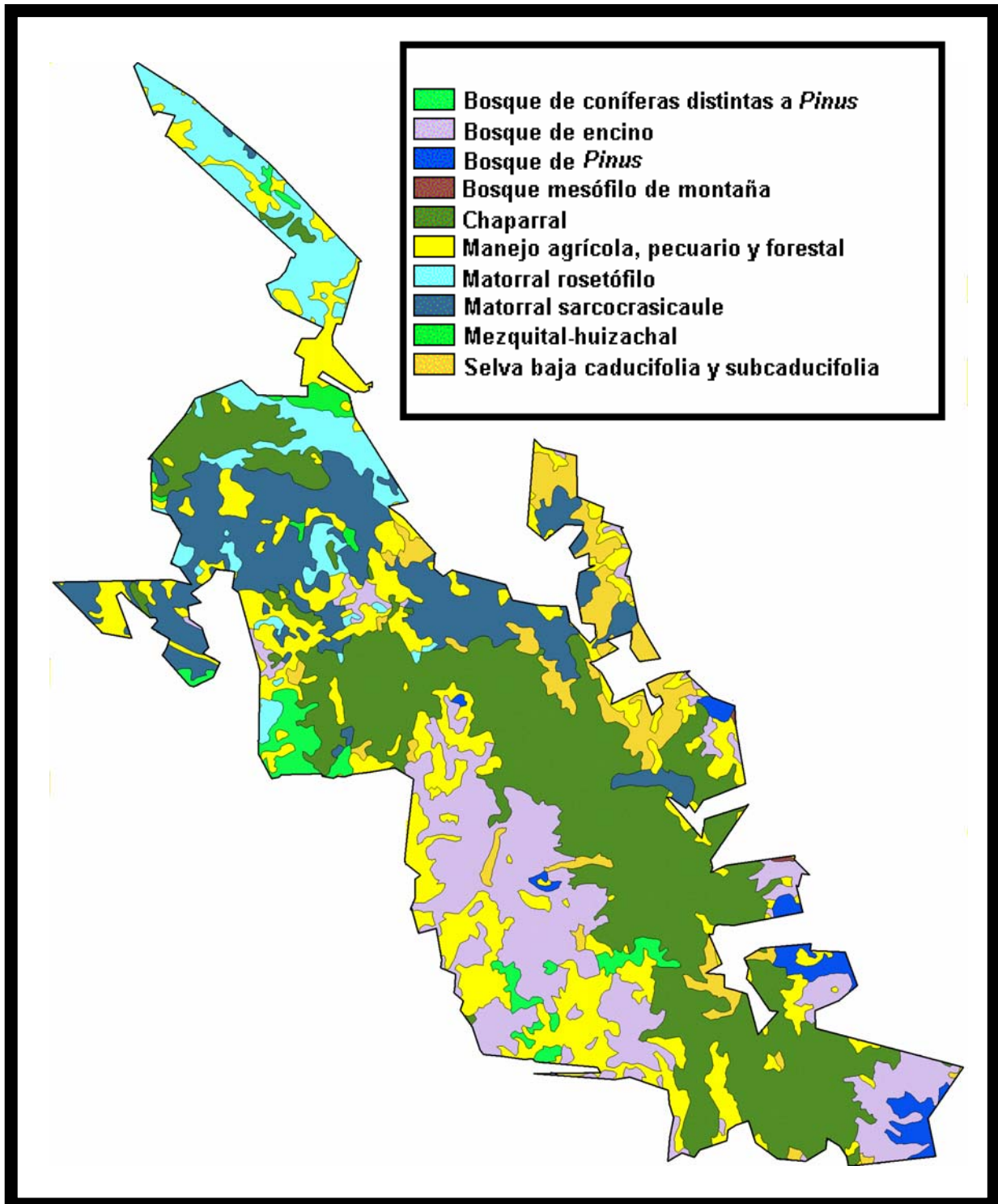


Fig.2.9. Uso de suelo dentro de los límites de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán

Fauna

No existen datos precisos para la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán en cuando a su fauna. Los datos existentes, además de ser escasos, se refieren a todo el Valle de Tehuacán-Cuicatlán, es muy probable que la fauna que se ha estudiado en forma general para el valle, también se distribuya dentro de los límites de la reserva, ya que esta se encuentra prácticamente en el centro del valle (Fig. 1.1).

En este sentido se sabe que a partir de un inventario de los Coreidos (Hemiptera-Heteroptera) nativos del valle elaborado por Brailovsky *et al.* (1994, 1995), se encontraron 24 especies. Asimismo, Dávila *et al.* (2002) menciona que las observaciones en el campo demuestran una alta diversidad de hormigas, termitas, arañas y alacranes. También, dicen que algunas abejas han sido identificadas como polinizadores de ciertas especies de cactus, como son *Echinocactus* spp. y *Ferocactus* spp. (Dávila *et al.*, 2002).

Además, se han registrado alrededor de 38 especies de mamíferos (Flannery, 1967), cerca de 100 especies de aves (Arizmendi y Espinosa de los Monteros, 1996). Otros grupos bien representados en la reserva son los anfibios y reptiles, sin embargo son poco conocidos. Canseco (1996) en un estudio de una cañada en Cuicatlán, reporta 11 especies de anfibios y 48 de reptiles. Estos números son significativos si se considera la pequeña área estudiada.

Flora

Al igual que en el caso de la fauna, no existe una lista de especies vegetales exclusivas para la reserva. Únicamente, se reportan 179 especies de Angiospermas endémicas al valle que están dentro de los límites de la reserva (Méndez-Larios *et al.*, 2004). Sin embargo se reportan 2,630 especies de plantas vasculares para el valle (Dávila *et al.*, 2000) y 57 especies de musgos (Delgadillo y Zander, 1984).

En el caso concreto de los helechos y grupos afines, estos están bien representados en el valle. Dávila *et al.* (1993) reportan 15 familias, 47 géneros y

156 especies. Siendo los géneros más importantes *Notholaena*, *Adiantum* y *Selaginella*. Una especie, *Pleipodium tricholepis* es endémica al valle.

Con relación a las Gimnospermas, existen cuatro familias, cinco géneros y nueve especies, de las cuales tres especies son endémicas al valle *Dioon califanoi*, *D. caputoi* y *D. rzedowskii* (Dávila *et al.*, 1993).

Con respecto a las Angiospermas, de acuerdo con Méndez-Larios *et al.*, (2004), de las 2,521 especies de Magnoliophyta reportadas para la flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán por Dávila *et al.* (1993), 1,910 han sido ubicadas con exactitud como miembros de las comunidades xerófilas del Valle, y corresponden al 75.8% de la riqueza florística del mismo. Asimismo, 217 especies y 13 taxa infraespecíficos fueron determinadas como endémicas del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, siendo el porcentaje de endemismo de alrededor del 11.4%, tomando como referencia solamente las 1,910 especies (y de 8.6% si se compara con la cifra de 2,521 especies). Los 217 taxa endémicos del Valle de Tehuacán-Cuicatlán se distribuyen en 125 géneros y 54 familias. Las familias con mayor número de especies son Asteraceae (35), Cactaceae (21), Crassulaceae (19), Lamiaceae (16), Fabaceae (14) y Euphorbiaceae (13) (cuadro 1). En estas seis familias se concentra el 54.4% del endemismo del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. A nivel genérico, *Echeveria* DC. (13), *Salvia* L. (12) y *Mammillaria* Haw. (10) son los que registran el mayor número de especies.

El Valle de Tehuacán-Cuicatlán tiene como único género endémico de Magnoliophyta a *Microdactylon* Brandegees (Asclepiadaceae). Dentro del polígono que constituye la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, se han registrado 174 especies y 10 taxa infraespecíficos endémicos. Dichos taxa se distribuyen en 97 géneros y 43 familias (82.5% de las especies endémicas del Valle de Tehuacán-Cuicatlán (Méndez-Larios *et al.*, 2004).

Un poco más del 50% de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán está ubicada dentro de la porción árida y semiárida del valle. Esto significa que importantes porciones de su territorio presentan vegetación distinta a la taxa xerófila, como bosques de *Quercus* o *Pinus* pastizales o bosques tropicales

caducifolios. En esos sitios de la reserva se han registrado al menos cinco especies endémicas (*Dahlia apiculata* (Sherff) Sorensen, *Helietta lucida* Brandegees, *Pherotrichis mixtecana* Brandegees, *Sedum muscoideum* Rose y *Tradescantia parvula* Brandegees).

De las 179 especies endémicas registradas dentro de los límites de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, 86 (48%) se distribuyen tanto en la porción correspondiente al estado de Puebla como en el estado de Oaxaca. Por otra parte, 58 (32%) se registran únicamente en Puebla y 35 (20%) en Oaxaca (Méndez-Larios *et al.*, 2004).

Población humana

La Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán es quizá una de las áreas naturales protegidas en México, con mayor cantidad de población humana. Dentro de los límites de la reserva existen actualmente 279 asentamientos humanos (Fig. 2.10), que van desde 1 habitante hasta 2,407 (INEGI, 2000). Existen siete poblaciones que tienen más de 1,000 habitantes (Fig. 2.10). El mapa de densidad de población (Fig. 2.11) destaca que la zona más poblada está en el noroeste y suroeste de la reserva.

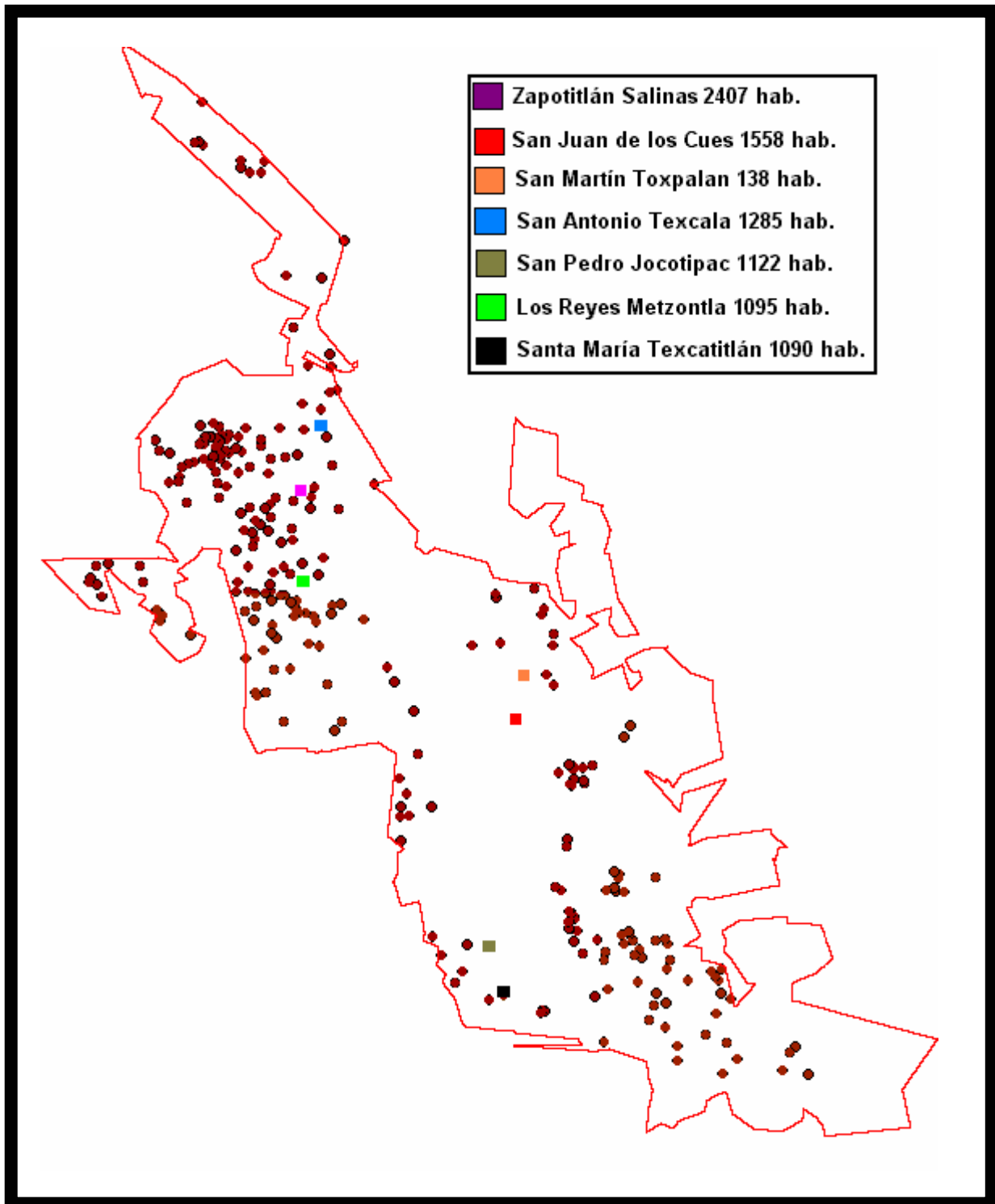


Fig.2.10. Distribución de los asentamientos humanos dentro de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán. Se indican las poblaciones con más de 1,000 habitantes.

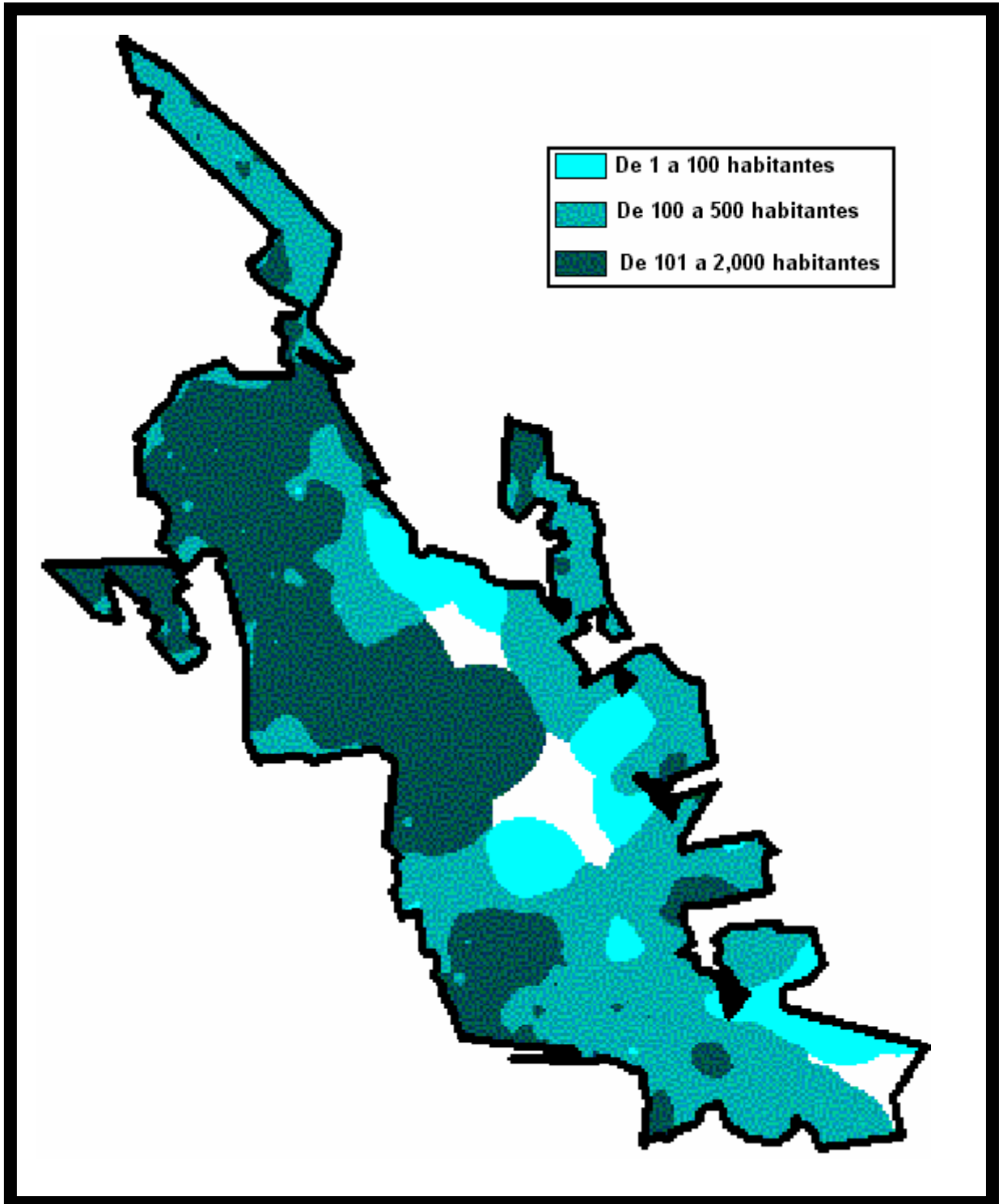


Fig.2.11. Densidad de población humana dentro de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán.

La actividad económica dominante de los pobladores es la agricultura de temporal, que se hereda de la cultura dominica y la ganadería de caprinos. Un hecho sobresaliente, consiste en que los habitantes de la reserva utilizan una gran cantidad de plantas de muy diversas maneras. Por ejemplo, para todo el valle, fueron identificadas por Casas *et al.* (2001) un total de 815 especies de plantas útiles, cerca del 90% de estas son nativas al valle, 42 especies son endémicas a la región y 685 son especies silvestres.

Vías de comunicación

La Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán presenta como vías de comunicación varias brechas y veredas, así como carreteras de terracería (Fig. 2.12). Sin embargo, es atravesada en la parte centronorte por la carretera federal que va de Tehuacán a Huajuapán de León y bordenado la parte este se desplaza la carretera federal que va de Tehuacán a Teotitlán de Flores Magón. Así mismo, prácticamente partiendo en dos a la reserva y casi a la altura del límite interestatal, se desplaza la autopista Cuacnolapan-Oaxaca (Fig. 2.12)

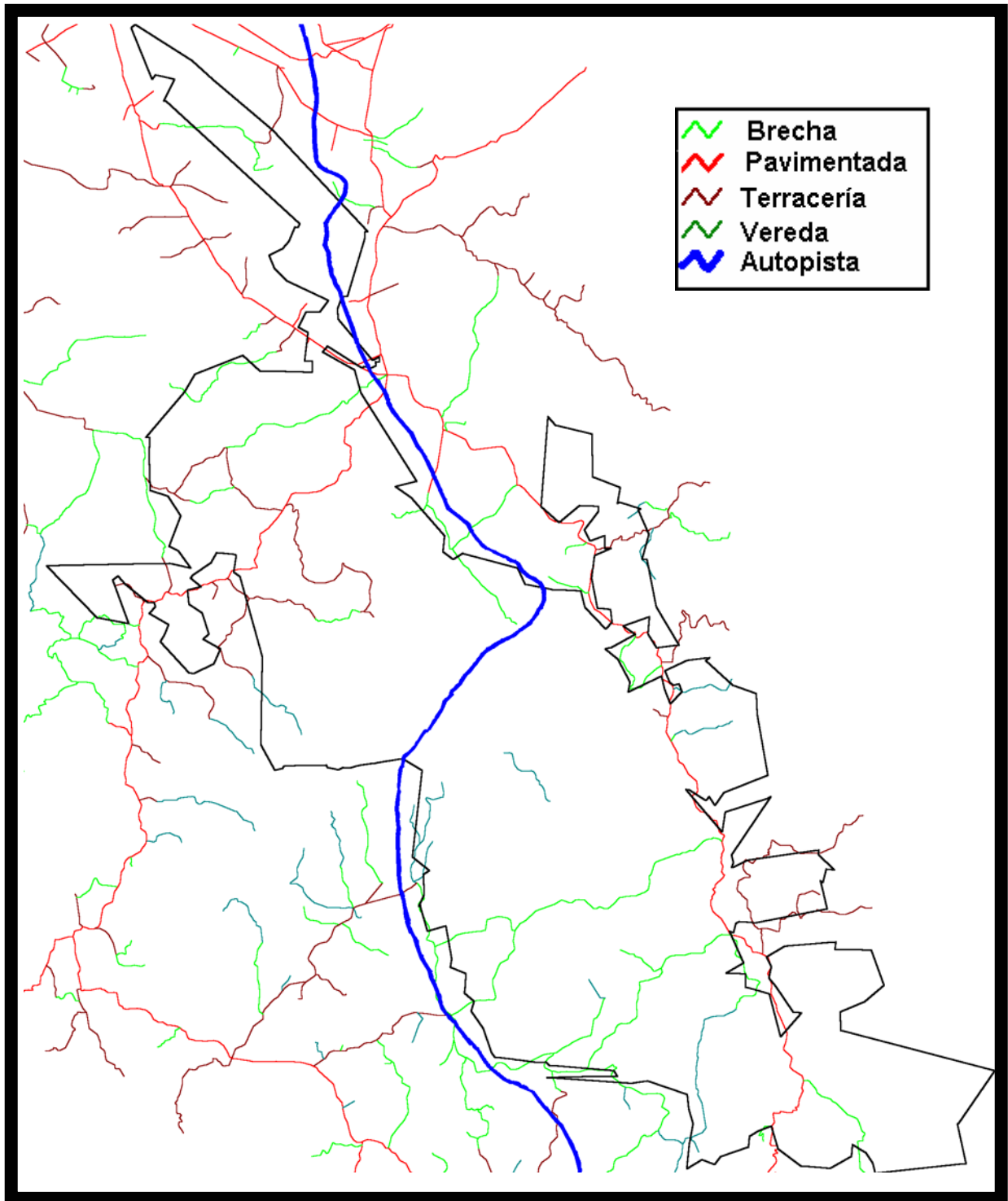


Fig.2.12. Vías de comunicación que se encuentran dentro de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán.

Literatura citada

- Aguilera, H. N. 1970. Suelos de las zonas áridas de Tehuacán, Puebla y sus relaciones con las cactáceas. *Cactáceas y Suculentas (México)* 15: 51-63.
- Arizmendi, M. C. y A. Espinosa de los Monteros. 1996. Avifauna de los bosques de cactáceas columnares del Valle de Tehuacán, Puebla. *Acta Zoológica Mexicana* 67: 25-46.
- Brailovsky, H., E. Barrera y G. Ortega-León. 1994. Estudios ninfales de los Coreidos del Valle de Tehuacán, Puebla (Hemiptera-Heteroptera). I. Chelinidae, *C. tabulata* y *Narinia femorata*. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 65: 241-264.
- Brailovsky, H., C. Mayorga, G. Ortega-León y E. Barrera. 1995. Estudios ninfales de los Coreidos del Valle de Tehuacán, Puebla (Hemiptera-Heteroptera). II. Especies asociadas a huizacheras (*Acacia* spp.) y mezquiteras (*Prosopis* spp.). *Mozena lunata*, *Pachylis hector*, *Savius jurgiosus jurgiosus* y *Thasus gigas*. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 66: 57-80.
- Brunet, J. 1967. Geological studies. En: Byers, D. S. (ed.) *The prehistory of the Tehuacan valley. Vol. 1 Environment and subsistence.* University of Texas Press. 66-90 pp.
- Canseco, L. M. 1996. Estudio preliminar de la hepertofauna en la Cañada de Cuicatlán y Cerro Piedra Larga, Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Puebla, México.
- Carrasco, G. 1996. La precipitación en relación a ciclones tropicales en el Valle de Tehuacán-cuicatlán (Puebla-Oaxaca). Tesis de Licenciatura. Colegio de Geografía. Facultad de Filosofía y Letras. UNAM. 378 p.
- Casas, A., A. Valiente-Banuet, J. L. Viveros, P. Dávila, R. Lira y J. Caballero. 2001. Plant resources of the Tehuacán Valley, México. *Economic Botany* 55: 129-166.

- Catalán, F. 2001. Distribución espacio-temporal de la sequía en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán, Pue.-Oax. México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. 63 p.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1998. Topografía de México. Escala 1: 250 000. Extraído del modelo digital de terreno. INEGI. México.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1999. Uso de suelo y vegetación modificado por CONABIO. Escala 1: 1 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, México.
- Dávila, A. P., J. L. Villaseñor, R. Medina, A. Ramírez, A. Salinas, J. Sánchez-Ken y P. Tenorio. 1993. Listados florísticos de México. X. Flora del Valle de Tehuacán- Cuicatlán. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 195 p.
- Dávila, A., P., M. del C. Arizmendi, A. Valiente-Banuet, J. L. Villaseñor, A. Casas y R. Lira. 2002. Biological diversity in the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico. *Biodiversity and Conservation* 11: 421-442.
- Delgadillo, C. y R. H. Zander. 1984. The mosses of the Tehuacan Valley, Mexico, and notes on their distribution. *Bryologist* 87: 319-322.
- Diario Oficial de la Federación, 1998. Decreto por el que se declara área natural protegida con el carácter de reserva de la biosfera, la región denominada Tehuacán-Cuicatlán, ubicada en los estados de Oaxaca y Puebla. Estados Unidos Mexicanos, Presidencia de la República, México, D. F., viernes 18 de septiembre de 1998. 8-20 pp.
- Flannery, K. V. 1967. Fauna and Hunting Patterns. En : Byers D. S. (ed) *The prehistory of the Tehuacan Valley. Vol. I: Environment and Subsistence.* University Press, Austin, Texas. 132-177 pp.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Larios ed. México, D. F. 218 p.

- García, E. y CONABIO. 1998. Climas (clasificación de Köppen, modificado por García). Escala 1: 1 000 000. México.
- García, E. y CONABIO. 1998. Isotermas medias anuales. Escala 1: 1 000 000. México.
- García, E. y CONABIO. 1998. Precipitación total anual. Escala 1: 1 000 000. México.
- ILWIS (The Integrated Land and Water Information System). 1999. The International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC) versión 2.23. Enschede, The Netherlands.
- INEGI. 1981. Carta geológica Oaxaca E14-6 y Orizaba E 14-9. Escala 1: 250 000. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Aguascalientes, Aguascalientes. México.
- INEGI. 1981. Guía para la interpretación de cartografía. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Aguascalientes, Aguascalientes. México.
- INEGI. 2000. Estados Unidos Mexicanos. XII Censo General de Población y Vivienda 2000. Tabulados Básicos y por Entidad Federativa. Bases de Datos y Tabuladores de la Muestra Censal. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Aguascalientes, Aguascalientes. México.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) y CONABIO. 1995. Mapa edafológico. Escala 1: 250 000. México.
- Jaramillo, V. y F. González. 1983. Análisis de la vegetación arbórea en la provincia florística de Tehuacán-Cuicatlán. Boletín de la Sociedad Botánica de México 45: 49-64.
- Maderey, R. L. E. y C. Torres-Ruata. 1990. Hidrografía e hidrometría IV.6.1 (A). Atlas Nacional de México. Vol. II. Escala 1: 4 000 000. Instituto de Geografía. UNAM. México.
- Marín, C. S. y C. Torres-Ruata. 1990. Hidrogeología. IV.6.3 Atlas Nacional de México. Vol. II. Escala 1: 4 000 000. Instituto de Geografía. UNAM. México.
- Méndez-Larios, I., E. Ortiz y J. L. Villaseñor. 2004. Las Magnoliophyta endémicas de la porción xerofítica de la provincia florística del Valle de Tehuacán-

Cuicatlán, México. Anales del Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma México, Serie Botánica 75(1): 87-104.

Nava, M. 1965. El exdistrito de Tehuacán. Publicaciones del Instituto de Geografía. 1: 159-162.

Ochoa, V. 2001. Geomorfología, clima y vegetación del Valle de Tehuacán-Cuicatlán Pue.-Oax. México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. 88 p.

CAPÍTULO III

LAS MAGNOLIOPHYTA ENDÉMICAS DE LA PORCIÓN XEROFÍTICA DE LA PROVINCIA FLORÍSTICA DEL VALLE DE TEHUACÁN- CUICATLÁN, MÉXICO

(Publicado en los Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica 75 (1): 87-104. 2004)

Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México,
Serie Botánica 75(1): 87-104. 2004

Las Magnoliophyta endémicas de la porción xerofítica de la provincia florística del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, México

ISIDRO MÉNDEZ-LARIOS*

ENRIQUE ORTIZ**

JOSÉ LUIS VILLASEÑOR**

Resumen. Una evaluación del endemismo estricto de la provincia florística del Valle de Tehuacán-Cuicatlán dio como resultado un total de 207 especies de plantas con flores (Magnoliophyta), repartidas en 118 géneros y 51 familias. De ellas 170, incluidas en 101 géneros y 41 familias, se documentan dentro del territorio de la actual Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, lo que representa el 82% del endemismo de la provincia. El análisis se restringe a la porción xerofítica del valle, la cual fue delimitada cartográficamente y con el uso de un sistema de información geográfica. Las 207 especies endémicas se distribuyen en cerca de 836 430 hectáreas, superficie que constituye la región xerofítica de esta provincia florística.

Palabras clave: endemismo, Reserva de la Biosfera, Valle de Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca, Puebla, México.

Abstract. An evaluation of the endemic species restricted to the Valle de Tehuacán-Cuicatlán floristic province records 207 species of flowering plants (Magnoliophyta); they are distributed in 118 genera and 51 families. A figure of 170 species, included in 101 genera and 41 families are recorded inside the Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve territory, which represents 82% of the total endemism in the floristic province. The endemics are restricted to the xerophytic part of the valley, which was determined by cartographic analysis and the use of a geographical information system. The 207 species are distributed in ca. 836 430 hectares, a surface that is considered to comprise the xerophytic region of the floristic province.

Key words: endemism, Biosphere Reserve, Tehuacán-Cuicatlán Valley, Oaxaca, Puebla, Mexico

*Laboratorio de Recursos Naturales, Unidad de Biotecnología y Prototipos (UBIPRO). UNAM, FES-Iztacala, Av. de los Barrios No. 1, Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla 54090, Estado de México, México. imlarios@correo.unam.mx

**Departamento de Botánica, Instituto de Biología, UNAM. Apartado postal 70-367, 04510 México, D. F. vrios@ibiologia.unam.mx

Introducción

La diversidad biológica no es uniforme en el planeta. Muy pocas especies pueden considerarse cosmopolitas; Kruckeberg y Rabinowitz (1985) consideran que alrededor de 200 especies de plantas con flores (Angiospermas o Magnoliophyta) se distribuyen ampliamente, ocupando algo más de la cuarta parte de la superficie terrestre. El patrón biogeográfico general es que las especies tengan una distribución restringida, es decir, que sean endémicas de regiones determinadas del planeta. El concepto de endemismo, en consecuencia, ha sido muy importante para los campos de investigación sistemática y biogeográfica. Por ejemplo, con base en el endemismo de sus componentes, Rzedowski (1978) y Takhtajan (1986) definieron regiones y provincias florísticas para México y para el mundo respectivamente.

México es uno de los países con mayor número de taxa endémicos. Alrededor del 57% de sus especies de plantas con flores están restringidas a su territorio (Villaseñor, 2003). Porcentajes de endemismo superiores a esta cifra solamente han sido encontrados en algunas islas (por ejemplo, Hawai, Madagascar o Nueva Guinea) o en la porción sur del continente africano (Gentry, 1986; Akeroyd y Syngé, 1992). En forma particular, se puede mencionar que muchas familias de Angiospermas registran igualmente en México un alto grado de endemismo; entre las familias que tienen como endémicas a más de la mitad de sus especies conocidas en el país se encuentran Asteraceae (Turner y Nesom, 1993; Villaseñor 1993, 2003), Bromeliaceae (Espejo y López-Ferrari, 1998), Cactaceae (Guzmán *et al.*, 2003), Euphorbiaceae (Steinmann, 2002), Fabaceae (Sousa y Delgado, 1993), Lamiaceae (Ramamoorthy y Elliott, 1993) y Scrophulariaceae (Méndez-Larios y Villaseñor, 2001). Para más ejemplos ver Ramamoorthy *et al.*, (1993) y Villaseñor (2003).

Entre los principales factores que determinan la gran riqueza florística endémica de México están los climáticos y los geográficos. Hay evidencias que muestran que las comunidades de clima seco o árido son ricas en endemismos. Rzedowski (1991) calcula que del total de géneros de la flora leñosa presente en las zonas áridas, el 43% son endémicos. Además, considera que el 60% de sus especies también son endémicas. Por otro lado, a lo largo del país se han detectado sitios con particular concentración de taxa endémicos, a los cuales Rzedowski (1991) ha llamado "islas ecológicas", por ejemplo la cuenca del río Balsas o las Sierras Madre Occidental y Oriental, por mencionar algunos.

El Valle de Tehuacán-Cuicatlán (de aquí en adelante designado como VTC), localizado en los límites estatales surorientales de Puebla y nororientales de Oaxaca y reconocido por Rzedowski (1978) como una Provincia Florística, puede considerarse también como una "isla ecológica", dado el alto número de especies endémicas registradas en su territorio (Villaseñor *et al.*, 1990; Villaseñor, 1992; Dávila *et al.*, 1995). El VTC es además un sitio de amplia diversidad biológica (Dávila *et al.*, 2002) y recientemente parte de su territorio se ha decretado como área natural protegida (*Diario Oficial de la Federación*, 1998).

MAGNOLIOPHYTA DEL VALLE TEHUACÁN-CUICATLÁN

89

El VTC (Villaseñor *et al.*, 1990; Dávila *et al.*, 1995) incluye en su territorio comunidades no propias de ambientes xerófilos; por ejemplo, bosques de coníferas, de encinos o tropicales caducifolios. Lo anterior contrasta con la definición de Rzedowski (1978), quien define al VTC como parte de la Región Xerofítica Mexicana. En virtud de esto, es necesaria una redefinición geográfica del valle, que solamente incluya su porción árida.

Aunque reiteradamente se ha dicho que en el VTC existe un alto porcentaje de especies de plantas endémicas (Smith, 1965a; Smith, 1965b; Villaseñor *et al.*, 1990; Villaseñor, 1992; Dávila *et al.*, 1995; Dávila y Herrera-MacBryde, 1997; Dávila *et al.*, 2002), hasta la fecha no se tiene una lista de las mismas ni se ha indicado cuáles están incluidas dentro del territorio que ahora comprende la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán (de aquí en adelante designada como RBTC). El objetivo de este trabajo es proporcionar una lista actualizada de los taxa endémicos de la provincia florística del VTC y determinar cuáles de ellas tienen poblaciones dentro del perímetro de la recién decretada RBTC.

Materiales y método

La lista de especies endémicas del VTC fue generada consultando diversas fuentes bibliográficas, así como bases de datos computarizadas. El punto de partida fue la lista florística del Valle (Dávila *et al.*, 1993). Las especies allí incluidas se compararon con los listados en diversas floras y revisiones taxonómicas (por ejemplo Standley, 1920-1926; Shreve y Wiggins, 1964; Grant, 1924; Ernst, 1972; Vázquez, 1974; Martínez y Matuda, 1979; Wiggins, 1980; Henrickson y Flyr, 1985; Breedlove, 1986; Acosta *et al.*, 1991; Espejo y López-Ferrari, 1994; Sosa y Gómez-Pompa, 1994; Espejo y López-Ferrari, 1997; Calderón y Rzedowski, 2001, entre muchas otras), obteniéndose una lista de los taxa que solamente han sido registrados para el Valle. Los nombres así depurados fueron comparados con el material herborizado y depositado en el Herbario Nacional (MEXU), del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Además, se consultaron diversas bases de datos que contienen información acerca de las especies existentes en el Valle, como las de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala y el Instituto de Biología, ambas instituciones de la UNAM. Una vez generada la lista de especies endémicas, se compendiaron las localidades donde se recolectaron y se obtuvieron las coordenadas geográficas respectivas. De esta manera fue posible construir un banco de datos georreferenciado, el cual documenta la distribución en el Valle de las especies endémicas.

El VTC es una provincia florística que pertenece a la Región Xerofítica Mexicana (Rzedowski, 1978) y forma parte de la cuenca alta del Río Papaloapan, en los límites estatales de Oaxaca y Puebla. Con el propósito de precisar los límites geográficos del Valle, se usó un Sistema de Información Geográfica (ILWIS, 1999), sobreponiendo el mapa de las cuencas hidrológicas (Maderrey y Torres-Ruata, 1990) y el de la vegetación potencial de México (Rzedowski, 1990), obteniéndose un mapa de las co-

comunidades xerófilas (particularmente el matorral xerófilo) de la Cuenca del Río Papaloapan. Sobre este mapa se ubicaron las localidades de las especies endémicas.

También se elaboró un mapa de la RBTC. Para ello se utilizaron las coordenadas UTM que se indican en el decreto de promulgación de dicha reserva (*Diario Oficial de la Federación*, 1998). Sobre este mapa se superpusieron las localidades de los taxa endémicos, para determinar cuales se ubican tanto en el VTC como en la RBTC.

Resultados

Se estima que el área definida en este trabajo como la porción xerofítica del VTC comprende 836 430 hectáreas (Fig. 1). Tal cifra corresponde aproximadamente al 84% de la superficie estimada anteriormente por Villaseñor *et al.* (1990) y Dávila *et al.* (1995). Por otra parte, la porción árida de la RBTC corresponde a 481,050 hectáreas, lo que representa el 57.5% de la superficie calculada para el VTC.

De las 2 521 especies de Magnoliophyta reportadas para la flora del VTC por Dávila *et al.* (1993), 1 910 han sido ubicadas con exactitud como miembros de las comunidades xerófilas del Valle y corresponden al 75.8% de la riqueza florística del mismo.

Un total de 207 especies y 11 taxa infraespecíficos se determinaron como endémicos del VTC (véase Apéndice), siendo el porcentaje de endemismo alrededor del 10.8, tomando como referencia solamente 1 910 especies (y del 8.2% si se toma la cifra de 2 521 especies). Los 207 taxa endémicos del VTC se distribuyen en 118 géneros y 51 familias. Las familias con mayor número de especies son Asteraceae (35), Cactaceae (21), Lamiaceae (16), Crassulaceae (14), Fabaceae (14) y

Cuadro 1. Familias y géneros con mayor número de especies endémicas en la Provincia Florística del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Entre paréntesis se indica el número de especies registradas dentro de los límites de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán

Familia	Especies	Género	Especies
Asteraceae	35(27)	<i>Salvia</i>	12(11)
Cactaceae	21(18)	<i>Echeveria</i>	10(8)
Crassulaceae	17(9)	<i>Mammillaria</i>	10(8)
Lamiaceae	16(14)	<i>Mimosa</i>	5(5)
Fabaceae	14(12)	<i>Acourtia</i>	5(4)
Euphorbiaceae	14(8)	<i>Hechtia</i>	5(4)
Mimosaceae	9(9)	<i>Agave</i>	4(4)
Malvaceae	8(7)	<i>Dalea</i>	4(3)
Asclepiadaceae	6(6)	<i>Polygala</i>	4(2)
Bromeliaceae	6(5)	<i>Sedum</i>	4(0)
Agavaceae	5(5)	<i>Brongniartia</i>	3(3)
Acanthaceae	4(4)	<i>Matelea</i>	3(3)

MAGNOLIOPHYTA DEL VALLE TEHUACÁN-CUICATLÁN

91

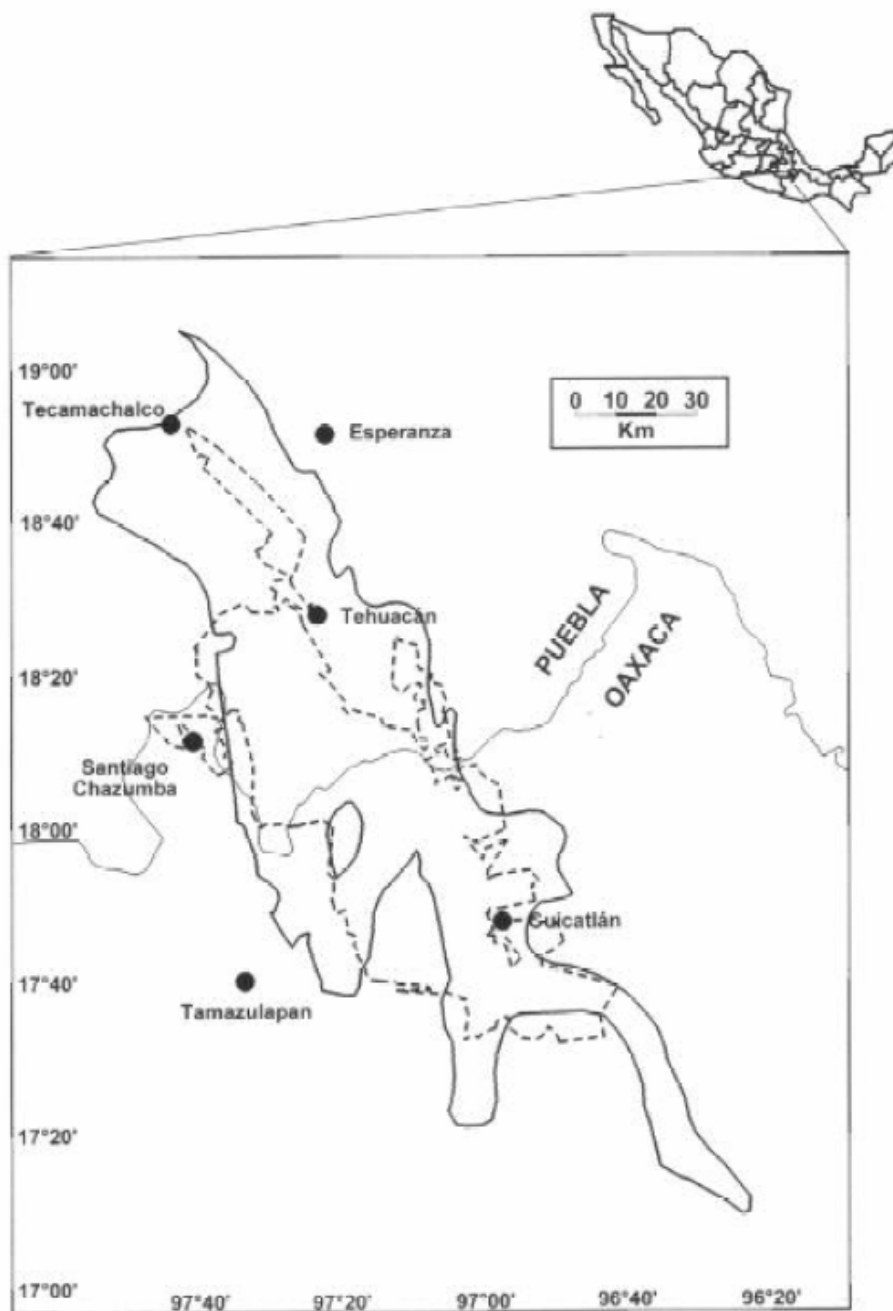


Fig. 1. Límites de la región xerofítica de la Provincia Florística del Valle de Tehuacán-Cuicatlán (línea continua) y de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán (línea punteada).

Euphorbiaceae (14) (Cuadro 1). En estas seis familias se concentra el 55% del endemismo del VTC. A nivel genérico, *Salvia* L. (12), *Echeveria* DC. (10) y *Mammillaria* Haw. (10) son los que registran el mayor número de especies (Cuadro 1).

El VTC tiene como único género endémico a *Microdactylon* Brandege (Asclepiadaceae). Previamente, Rzedowski (1978) había considerado otros tres géneros como endémicos del Valle: *Oaxacania* B.L. Rob. et Greenm. (Asteraceae), *Pringleochloa* Scribn. (Poaceae) y *Solisia* Britton et Rose (Cactaceae). Sin embargo, estudios taxonómicos recientes ubican a *Oaxacania* como sinónimo de *Hofmeisteria* Walp. (Turner, 1997), a *Pringleochloa* como sinónimo de *Bouteloua* Lag. (Columbus, 1999) y a *Solisia* como sinónimo de *Mammillaria* Haw. (Guzmán et al., 2003), todos estos taxa con una distribución geográfica más allá de los límites del VTC.

Hasta la fecha han sido registradas 170 especies y nueve taxa infraespecíficos endémicos (ver Anexo) dentro del polígono que constituye la RBTC. Dichos taxa se distribuyen en 101 géneros y 41 familias (82% de las especies endémicas del VTC).

Un poco más del 50% de la RBTC está ubicada dentro de la porción árida y semiárida de la región (Fig. 1). Esto significa que algunas porciones de su territorio presentan vegetación no xerófila, como bosques de *Quercus*, pastizales o bosques tropicales caducifolios. En esos sitios de la reserva se han registrado al menos otras cuatro especies endémicas (*Dahlia apiculata* (Sherff) Sorensen, *Helietta lucida* Brandege, *Pherotrichis mixtecana* Brandege y *Tradescantia parvula* Brandege), lo que haría un total de 174 especies endémicas dentro de la Reserva.

De acuerdo con los datos, de las 174 especies endémicas registradas dentro de los límites de la RBTC, 84 (48.3%) se distribuyen tanto en la porción correspondiente al estado de Puebla como en la porción correspondiente al estado de Oaxaca (véase Apéndice). Por otra parte, 57 (32.7%) se registran únicamente en Puebla y 33 (19%) en Oaxaca.

Discusión

El término endémico hace referencia a una condición relativa, pues es aplicado a elementos que se ubican en un determinado territorio geográfico, sin importar su tamaño (Zunino y Zullini, 2003). Sin embargo, ha sido ampliamente utilizado para definir regiones interesantes, ya que indica o incluye a los elementos raros, no encontrados en ninguna otra parte. Dado que en el VTC se registra un alto número de elementos exclusivos, los mismos han sido utilizados para considerar al Valle como una provincia florística de México (Provincia del Valle de Tehuacán-Cuicatlán; Rzedowski, 1978).

Es difícil en este momento saber si el VTC puede considerarse un sitio particularmente importante por su porcentaje de elementos endémicos, pues existen en México pocos datos que puedan compararse con la información aquí reportada. Sin embargo, en el VTC se registran más especies endémicas que las reportadas por García-Mendoza et al. (1994) para toda la Mixteca Alta, región a la que

fisiográficamente el VTC pertenece en parte. Para la Mixteca Alta se registraron 97 especies endémicas, distribuidas en una superficie casi equivalente a la del VTC, pero en la cual se entremezclan al menos cinco diferentes comunidades vegetales. Por otro lado, la Península de Baja California tiene en la mayor parte de su territorio comunidades xerófilas y Villaseñor y Elias (1995) registran un porcentaje de endemismo del 20% para la misma. Sin embargo, es difícil comparar dicho dato con el 10.8% registrado para el VTC, pues la superficie de la península es unas 17 veces mayor (143 790 km²) y, en consecuencia, simplemente por el tamaño del área debería esperarse un mayor número de endémicos.

Pocas reservas de la biosfera o inclusive otras áreas naturales protegidas cuentan con un recuento de su flora; asimismo, no se conocen sus especies endémicas. Tampoco se cuenta con un catálogo de la flora de la RBTC; sin embargo, dado que su territorio comprende más de la mitad de la superficie del VTC, es de esperar que la mayoría de sus especies se encuentren también dentro de los límites de la Reserva. Prueba de ello es que, hasta el momento, el 82% de las especies endémicas del Valle se han registrado dentro de los límites de la Reserva. Si se comparan los datos de riqueza florística y endemismo del VTC con los de otras reservas de la biosfera mexicanas (Cuadro 2), resulta evidente que la RBTC ocupa el primer lugar en especies endémicas y por lo tanto es importante para la protección de la riqueza vegetal de las zonas áridas y semiáridas de México. Ninguna otra región con vegetación xerófila en México cuenta con tan alta proporción de especies endémicas. Tal es el caso por ejemplo de la región de Cuatrociénegas, en Coahuila (Pinkava, 1984), de la Sierra Monte Grande, en San Luis Potosí (Reyes *et al.*, 1996), Tolantongo, en Hidalgo (Hiriart y González, 1983) o Nizanda, en Oaxaca (Pérez-García *et al.*, 2001).

Los datos sobre endemismo aquí obtenidos enfatizan la notoriedad del VTC como sitio de alta diversidad biológica y como escenario de diversificación. La amplia riqueza biológica mostrada y el número de especies endémicas en tan poca

Cuadro 2. Riqueza florística y número de especies endémicas registradas para la porción xerofítica del Valle de Tehuacán-Cuicatlán (VTC) y para algunas reservas de la biosfera de México

	Superficie (km ²)	Total especies	Especies endémicas
VTC	8 364.3	1 910	207
El Vizcaíno ¹	25 467.9	468	37
Manantlán ²	1 245.0	1 704	27 ³
Mapimi ⁴	2 960.0	374	31

¹León de la Luz *et al.*, 1995.

²Vázquez *et al.*, 1995.

³Hernández, 1995.

⁴García-Arévalo, 2002.

superficie no son igualados en ningún otro sitio en México. Por ello, debe incrementarse el conocimiento biológico de dicha riqueza. En el futuro, será necesario averiguar si muchas especies que hoy se registran fuera de los límites del VTC o de la RBTC, realmente se encuentran en dichas porciones o simplemente no se ha documentado hasta ahora alguna población en los sitios apropiados. Otra situación que debe aclararse es el posible error en la cartografía disponible, ya que la escala utilizada no es lo preciso que se desearía; quizá la sobreposición no registró adecuadamente algunos sitios donde realmente existen comunidades xerófilas. Considerar lo anterior permitirá tener una mejor información que a corto plazo ayude a proponer alternativas concretas y viables de conservación de tan importantes recursos naturales, como son los endemismos.

Agradecimientos. Agradecemos la lectura cuidadosa y los comentarios al manuscrito hechos por los doctores Guillermo Ibarra, Oswaldo Téllez y José Ángel Villarreal. El doctor Abisaí García revisó la lista de especies e hizo importantes correcciones y observaciones. El primer autor agradece el apoyo económico del CONACYT por medio de la beca número 158085 y a la Subdirección de Apoyo Técnico Complementario de la Coordinación Sectorial de Educación Secundaria, Secretaría de Educación Pública.

Literatura citada

- ACOSTA, P. R., F. G. L. GALINDO Y C. L. V. HERNÁNDEZ. 1991. *Listado florístico preliminar de la flora fanerogámica y micológica del estado de Tlaxcala*. Universidad Autónoma de Tlaxcala, Jardín Botánico Tizadán, Tlaxcala. 79 p.
- AERROYD, J. Y H. SYNGE. 1992. Higher plant diversity. In: B. Groombridge, (eds.). *Global biodiversity. Status of the Earth's living resources*. Chapman & Hall, Londres, pp. 64-87.
- BREEDLOVE, D. E. 1986. *Listados Florísticos de México IV*. Flora de Chiapas. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 246 p.
- BRUMMITT, R. K. Y C. E. POWELL (eds.). 1992. *Authors of plant names. A list of authors of scientific names of plants, with recommended standard form of their names, including abbreviations*. Royal Botanic Gardens, Kew. 732 p.
- CALDERÓN DE R., G. Y J. RZEDOWSKI. 2001. *Flora fanerogámica del Valle de México*, 2ª ed. Instituto de Ecología, A. C., Centro Regional del Bajío y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro, Michoacán, México. 1406 p.
- COLUMBUS, J. T. 1999. An expanded circumscription of *Bouteloua* (Gramineae: Chloridoideae): New combinations and names. *Aliso* 18: 61-65.
- DÁVILA A., P. Y O. HERRERA-MACBRYDE 1997. Tehuacán-Cuicatlán Region: Middle America. In: S. D. Davis, V. H. Heywood, O. Herrera-MacBryde, J. Villa-Lobos y A. C. Hamilton (eds.). *Centres of plant diversity. A guide and strategy for their conservation, Volume 3. The Americas*. WWF/IUCN, Cambridge, pp. 139-143.
- DÁVILA A., P., J. L. VILLASEÑOR, R. MEDINA, A. RAMÍREZ, A. SALINAS, J. SÁNCHEZ-KEN Y P. TENORIO. 1993. *Listados florísticos de México. X. Flora del Valle de Tehuacán- Cuicatlán*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 195 p.

MAGNOLIOPHYTA DEL VALLE TEHUACÁN-CUICATLÁN

95

- DÁVILA A., P., R. MEDINA L., A. RAMÍREZ R., A. SALINAS T. Y P. TENORIO. 1995. Análisis de la flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán: endemismo y diversidad. In: E. Linares, P. Dávila, F. Chiang, R. Bye y T. Elias (eds.). *Conservación de plantas en peligro de extinción: diferentes enfoques*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F., pp. 33-41.
- DÁVILA A., P., M. DEL C. ARIZMENDI, A. VALIENTE-BANUET, J. L. VILLASEÑOR, A. CASAS Y R. LIRA. 2002. Biological diversity in the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico. *Biodiversity and Conservation* 11: 421-442.
- DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN. 1998. Decreto por el que se declara área natural protegida con el carácter de reserva de la biosfera, la región denominada Tehuacán-Cuicatlán, ubicada en los estados de Oaxaca y Puebla. Estados Unidos Mexicanos, Presidencia de la República, México, D. F., viernes 18 de septiembre de 1998, pp. 8-20.
- ERNST, W. R. 1972. Floral morphology and systematics of *Lamourouzia* (Scrophulariaceae: Rhinanthoideae). *Smithsonian Contributions in Botany* 6:1-63.
- ESPEJO S., A. Y F. A. R. LÓPEZ-FERRARI. 1994. *Las monocotiledóneas mexicanas. Una sinopsis florística, Parte III*. Consejo Nacional de la Flora de México, A. C., Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. 73 p.
- ESPEJO S., A. Y F. A. R. LÓPEZ-FERRARI. 1997. *Las monocotiledóneas mexicanas. Una sinopsis florística, Parte VI*. Consejo Nacional de la Flora de México, A. C., Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. 49 p.
- ESPEJO S., A. Y F. A. R. LÓPEZ-FERRARI. 1998. Current floristic and phytogeographic knowledge of Mexican Bromeliaceae. *Revista de Biología Tropical* 46: 493-513.
- GARCÍA-ARÉVALO, A. 2002. Vascular plants of the Mapimí Biosphere Reserve, México: a checklist. *Sida* 20: 797-807.
- GARCÍA-MENDOZA, A., P. TENORIO Y J. REYES. 1994. El endemismo en la flora fanerogámica de la Mixteca Alta, Oaxaca-Puebla, México. *Acta Botanica Mexicana* 27: 53-73.
- 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, Massachusetts, pp. 153-181.
- GRANT, A. L. 1924. A monograph of the genus *Mimulus*. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 11: 99-388.
- GUZMÁN, U., S. ARIAS Y P. DÁVILA A. 2003. *Catálogo de Cactáceas Mexicanas*. Universidad Nacional Autónoma de México y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D. F. 315 p.
- HERNÁNDEZ, L. 1995. La flora endémica de la Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima, México: observaciones preliminares. In: G. J. Vázquez, R. Cuevas, T. Cochrane, H. H. Iltis, F. J. Santana y L. Guzmán. *Flora de Manantlán. Sida, Botanical Miscellany* 13:72-81.
- HENRICKSON, J. Y L. D. FLYR. 1985. Systematics of *Leucophyllum* and *Eremogeton* (Scrophulariaceae). *Sida* 11: 107-172.
- HIRJART V., P. Y F. GONZÁLEZ M. 1983. Vegetación y fitogeografía de la Barranca de Tolantongo, Hidalgo, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Botánica* 54: 29-96.

- ILWIS (The Integrated Land and Water Information System). 1999. The International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC) versión 2.23. Enschede, The Netherlands.
- KRUCKEBERG, A. R. y D. RABINOWITZ. 1985. Biological aspects of endemism in higher plants. *Annual Review of Ecology and Systematics* 16: 447-479.
- LEÓN DE LA LUZ, J. L., R. DEL C. CORIA B. y J. CANSINO. 1995. *Listados florísticos de México. XI. Reserva de la Biosfera El Vizcaíno, Baja California Sur*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 29 p.
- MADEREY, R. L. y C. TORRES-RUATA. 1990. Cuencas hidrológicas. In: *Hidrogeografía e hidrometría IV.6.1 Atlas Nacional de México, Vol. II. Escala 1:4000,000*. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.
- MARTÍNEZ, M. y E. MATUDA. 1979. *Flora del Estado de México*. Biblioteca Enciclopédica del Estado de México. 3 vols.
- MÉNDEZ-LARIOS, I. y J. L. VILLASEÑOR. 2001. La familia Scrophulariaceae en México: diversidad y distribución. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 69: 101-121.
- PÉREZ-GARCÍA, E. A., J. MEAVE y C. GALLARDO. 2001. Vegetación y flora de la región de Nizanda, Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. *Acta Botanica Mexicana* 56: 19-88.
- PINKAVA, D. J. 1984. Vegetation and flora of the Bolsón of Cuatro Ciénegas Region, Coahuila, México: IV. Summary, endemism and corrected catalogue. *Journal of the Arizona-Nevada Academy of Science* 19: 23-47.
- RAMAMOORTHY, T. P. y M. ELLIOTT. 1993. Mexican Lamiaceae: diversity, distribution, endemism and evolution. In: T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). *Biological diversity of Mexico: origins and distribution*. Oxford University Press, New York, pp. 513-539.
- RAMAMOORTHY, T. P., R. BYE, A. LOT y J. FA (eds). 1993. *Biological diversity of Mexico: origins and distribution*. Oxford University Press, New York. 812 p.
- REYES A., J. A., F. GONZÁLEZ M. y J. D. GARCÍA. 1996. Flora vascular de la Sierra de Monte Grande, Municipio de Charcas, San Luis Potosí. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 58: 31-42.
- RZEDOWSKI, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa, México, D. F. 432 p.
- RZEDOWSKI, J. 1990. *Vegetación potencial IV.8.2 Atlas Nacional de México. Vol. II. Escala 1:4000,000*. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.
- RZEDOWSKI, J. 1991. El endemismo en la flora fanerogámica mexicana: una apreciación analítica preliminar. *Acta Botanica Mexicana* 15: 47-64.
- SHREVE, F. y I. L. WIGGINS. 1964. *Vegetation and flora of the Sonoran Desert*. Stanford University Press, California. 2 vols.
- SMITH, C. E. 1965a. Flora, Tehuacán Valley. *Fieldiana Botany* 31: 50-100.
- SMITH, C. E. 1965b. Agriculture, Tehuacán Valley. *Fieldiana Botany* 31: 101-143.
- SOSA, V. y A. GÓMEZ-POMPA. 1994. Lista florística. In: *Flora de Veracruz*. Fascículo 82. 245 p.
- SOUSA, M. y A. DELGADO. 1993. Mexican Leguminosae: phytogeography, endemism, and origins. In: T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). *Biological diversity of Mexico: origins and distribution*. Oxford University Press, New York, pp. 459-511.
- STANDLEY, P. C. 1920-1926. Trees and shrubs of Mexico. *Contributions from the United States National Herbarium* 23:1-1721.
- STEINMANN, V. W. 2002. Diversidad y endemismo de la familia Euphorbiaceae en México. *Acta Botanica Mexicana* 61: 61-93.
- TAKHTAJAN, A. 1986. *Floristic regions of the world*. University of California Press, Berkeley. 522 p.

- TURNER, B. L. 1997. *The Comps of Mexico. A systematic account of the family Asteraceae, vol. I. Eupatorieae*. The University of Texas at Austin, Austin. 272 p.
- TURNER, B. L. y G. L. NESOM. 1993. Biogeography, diversity, and endangered or threatened status of Mexican Asteraceae. In: T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). *Biological diversity of Mexico: origins and distribution*. Oxford University Press, New York, pp. 559-575.
- VÁZQUEZ S., J. 1974. Contribución al estudio de las plantas del estado de Morelos (México). Catálogo de las plantas contenidas en el Herbario L'Amagatall. *Ciencia (México)* 29: 1-138.
- VÁZQUEZ, G. J., R. CUEVAS G., T. S. COCHRANE, H. H. ILLIS, F. J. SANTANA M. y L. GUZMÁN H. 1995. Flora de Manantlán. *Sida, Botanical Miscellany* 13. Botanical Research Institute of Texas. 312 p.
- VILLASEÑOR, J. L. 1992. Los parques nacionales y otras áreas protegidas y su papel en la conservación de la riqueza florística. *Boletín del Instituto de Botánica, Universidad de Guadalajara* 1: 119-130.
- VILLASEÑOR, J. L. 1993. La familia Asteraceae en México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural, Volumen Especial* 44: 117-124.
- VILLASEÑOR, J. L. 2001. *Catálogo de autores de plantas vasculares de México*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 40 p.
- VILLASEÑOR, J. L. 2003. Diversidad y distribución de las Magnoliophyta de México. *Interciencia* 28: 160-167.
- VILLASEÑOR, J. L., P. DÁVILA y F. CHIANG. 1990. Fitogeografía del Valle de Tehuacán Cuicatlán. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 50: 135-149.
- VILLASEÑOR, J. L. y T. S. ELIAS. 1995. Análisis de especies endémicas para identificar áreas de protección en Baja California, México. In: E. Linares, P. Dávila, F. Chiang, R. Bye y T. Elias (eds.). *Conservación de plantas en peligro de extinción: diferentes enfoques*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. pp. 43-50.
- WIGGINS, I. L. 1980. *Flora of Baja California*. Stanford University Press, California. 1025 p.
- ZUNINO, M. y A. ZULLINI. 2003. *Biogeografía. La dimensión espacial de la evolución*. Fondo de Cultura Económica, México, D. F. 359 p.

Recibido: 10.xi.2003

Aceptado: 4.v.2004

Apéndice. Especies de plantas con flores (Magnoliophyta) endémicas de la región xerofítica del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. El asterisco (*) indica que la especie ha sido registrada dentro de los límites de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán. Las abreviaturas de los nombres de los autores están de acuerdo con Brummitt y Powell (1992) y con Villaseñor (2001). Su presencia en alguno de los estados en que se encuentra la reserva se indica mediante abreviaciones (Oax = Oaxaca, Pue = Puebla).

Acanthaceae

- Dyschoriste purpusii* Kobuski* (Oax, Pue)
Holographis pueblensis T.F. Daniel* (Pue)
Holographis velutifolia (House) T.F. Daniel* (Oax, Pue)
Justicia paucifolia T.F. Daniel* (Pue)

Agavaceae*Agave macroacantha* Zucc.* (Oax, Pue)*Agave stricta* Salm-Dyck* (Oax, Pue)*Agave titanota* Gentry* (Oax, Pue)*Agave triangularis* Jacobi* (Oax, Pue)*Yucca mixteca* García-Mend.* (Oax)**Amaranthaceae***Iresine discolor* Greenm.* (Oax, Pue)*Iresine nitens* Standl.* (Oax, Pue)**Anthericaceae***Echeandia platyphylla* (Greenm.) Cruden* (Pue)**Apiaceae***Arracacia fruticosa* Rose (Pue)**Araceae***Anthurium nelsonii* Croat* (Oax)**Asclepiadaceae***Asclepias conzattii* Woodson* (Oax)*Marsdenia parvifolia* Brandege* (Pue)*Mateleia atrocoronata* (Brandege) Woodson* (Pue)*Mateleia inconspicua* (Brandege) Woodson* (Oax, Pue)*Mateleia pueblensis* (Brandege) Woodson* (Pue)*Microdactylon cordatum* Brandege* (Oax, Pue)**Asteraceae***Acourtia caltepecana* B.L. Turner* (Pue)*Acourtia fragrans* Rzed.* (Pue)*Acourtia lobulata* (Bacig.) Reveal et R.M. King* (Pue)*Acourtia rzedowskii* B.L. Turner (Pue)*Acourtia umbratilis* (B.L. Rob. et Greenm.) B.L. Turner* (Oax)*Ageratina collodes* (B.L. Rob. et Greenm.) R.M. King et H. Rob. (Oax)*Bidens brandegeei* Sherff* (Pue)*Brichellia problematica* B.L. Turner* (Oax)*Coreopsis davilae* Panero et Villaseñor* (Pue)*Coreopsis oaxacensis* B.L. Turner* (Pue)*Flaveria cronquistii* A.M. Powell* (Oax, Pue)*Flaveria ramosissima* Klatt* (Oax, Pue)*Florestina purpurea* (Brandege) Rydb.* (Oax, Pue)*Florestina simplicifolia* B.L. Turner* (Oax, Pue)*Gochnatia purpusii* Brandege* (Oax, Pue)*Hofmeisteria malvifolia* (B.L. Rob. et Greenm.) B.L. Turner* (Oax, Pue)*Isocoma tehuacana* G.L. Nesom (Pue)*Melampodium pringlei* B.L. Rob.* (Pue)

MAGNOLIOPHYTA DEL VALLE TEHUACÁN-CUICATLÁN

99

- Oxylobus preecei* B.L. Turner (Pue)
Perymenium glandulosum Brandegee* (Pue)
Perymenium ovatum Brandegee* (Pue)
Perymenium sedasanum J.J. Fay (Oax)
Psacalium calvum (Brandegee) Pippen* (Oax)
Psacalium purpusii (Greenm.) H. Rob. et Brettell* (Oax)
Sanvitalia fruticosa Hemsl.* (Oax, Pue)
Stevia caltepecana B.L. Turner (Pue)
Stevia revoluta B.L. Rob.* (Oax, Pue)
Tetrachyron brandegei (Greenm.) Wussow et Urbatsch* (Pue)
Tridax luisana Brandegee* (Oax, Pue)
Verbesina mixtecana Brandegee* (Pue)
Verbesina neotenoriensis B.L. Turner (Pue)
Verbesina petrophila Brandegee* (Oax, Pue)
Viguiera brandegeei S.F. Blake (Pue)
Viguiera davilae Panero et Villaseñor* (Pue)
Viguiera purpusii Brandegee* (Pue)

Boraginaceae

- Antiphytum paniculatum* (Brand) I.M. Johnst.* (Oax, Pue)

Bromeliaceae

- Hechtia confusa* L.B. Sm. (Pue)
Hechtia conzattiana L.B. Sm.* (Oax, Pue)
Hechtia fragilis K.B. Udley et J.F. Udley* (Oax, Pue)
Hechtia galeottii Mez* (Oax)
Hechtia lyman-smithii K.B. Udley et J.F. Udley* (Oax)
Tillandsia califanii Rauh* (Pue)

Burseraceae

- Bursera arida* (Rose) Standl.* (Oax, Pue)

Buxaceae

- Buxus mexicana* Brandegee* (Pue)

Cactaceae

- Cephalocereus columna-trajani* (Karw.) K. Schum.* (Oax, Pue)
Coryphanta pallida Britton et Rose subsp. *pseudoradians* (Bravo) U. Guzmán et Vázquez-Benítez (Oax, Pue)
Ferocactus flavovirens (Scheidw.) Britton et Rose* (Oax, Pue)
Ferocactus latispinus (Haw.) Britton et Rose var. *spiralis* (Karw. ex Pfeiff.) N.P. Taylor* (Oax, Pue)
Ferocactus robustus (Pfeiff.) Britton et Rose* (Oax, Pue)
Mammillaria crucigera Mart. subsp. *crucigera** (Oax, Pue)
Mammillaria dixanthocentron Backeb. subsp. *dixanthocentron** (Oax)
Mammillaria hermandezii Glass et R. Foster (Oax)
Mammillaria huitzilopochtli D.R. Hunt* (Oax)

- Mammillaria napina* J.A. Purpus (Pue)
Mammillaria pectinifera (Stein) F.A.C. Weber* (Oax, Pue)
Mammillaria sphacelata Mart.* (Oax, Pue)
Mammillaria supertexta C. Mart. ex Pfeiff.* (Oax, Pue)
Mammillaria tepexicensis J. Meyrán* (Oax, Pue)
Mammillaria viperina J.A. Purpus* (Pue)
Neobuxbaumia macrocephala (F.A.C. Weber) E.Y. Dawson* (Oax, Pue)
Opuntia parviclada S. Arias et S. Gama* (Oax, Pue)
Opuntia tehuacana S. Arias et L.U. Guzmán* (Pue)
Pachycereus hollianus (F.A.C. Weber) Buxb.* (Pue)
Peniocereus viperinus (F.A.C. Weber) Buxb.* (Oax, Pue)
Polaskia chende (Rol.-Goss.) A.C. Gibson et K.E. Horak* (Oax, Pue)

Caesalpinaceae

- Caesalpinia melanadenia* (Rose) Standl.* (Oax, Pue)
Senna andrieuxii (Benth.) Irwin et Barneby* (Oax, Pue)
Senna apiculata (M. Martens et Galeotti) Irwin et Barneby var. *apiculata** (Pue)
Senna galeottiana (Martens) Irwin et Barneby* (Oax, Pue)

Caprifoliaceae

- Viburnum macedougallii* Matuda* (Oax)

Celastraceae

- Schaefferia oaxacana* Standl. (Pue)

Commelinaceae

- Tradescantia monosperma* Brandegees* (Oax, Pue)

Convolvulaceae

- Ipomoea nana* Collete et Hemsl.* (Pue)
Ipomoea teotitlanica McPherson* (Oax)
Jacquemontia smithii B.L. Rob. et Greenm.* (Oax, Pue)

Crassulaceae

- Echeveria derenbergii* J.A. Purpus* (Oax, Pue)
Echeveria laui Moran et J. Meyrán* (Oax)
Echeveria leucotricha J.A. Purpus* (Oax, Pue)
Echeveria longiflora E. Walther* (Oax)
Echeveria longissima E. Walther var. *azatlensis* J. Meyrán* (Oax)
Echeveria longissima E. Walther var. *longissima* (Oax)
Echeveria pilosa J.A. Purpus* (Oax, Pue)
Echeveria pulvinata Rose* (Oax)
Echeveria purpusorum Berger* (Oax, Pue)
Echeveria subsessilis Rose (Pue)
Sedum falconis Brandegees (Oax)
Sedum oteroi Moran (Oax)
Sedum torulosum R.T. Clausen (Oax)

MAGNOLIOPHYTA DEL VALLE TEHUACÁN-CUICATLÁN

101

Sedum treleasei Rose (Oax)
Thompsonella spathulata Kimmach* (Oax)

Euphorbiaceae

Adelia rotundifolia Brandegee* (Oax)
Cnidocolus egregius Breckon* (Oax)
Cnidocolus tehuacanensis Breckon* (Oax, Pue)
Croton pulcher Müll. Arg.* (Oax, Pue)
Euphorbia gradyi V.W. Steinm. et Ramírez-Roa* (Oax, Pue)
Euphorbia ixtlana M.J. Huft* (Oax, Pue)
Euphorbia pueblensis Brandegee* (Pue)
Euphorbia tricolor Greenm.* (Oax, Pue)
Jatropha neopauciflora Pax* (Pue)
Jatropha rufescens Brandegee* (Pue)
Jatropha rzedowskii Jiménez-Ramírez* (Oax, Pue)
Manihotoides pauciflora (Brandegee) Rogers et Appan* (Oax, Pue)
Pedilanthus olsson-sefferi Millsp.* (Oax)
Pedilanthus tehuacanus Brandegee* (Oax, Pue)

Fabaceae

Astragalus cenorrhynchus Barneby (Oax)
Astragalus pueblae M.E. Jones* (Pue)
Ateleia macvaughii Rudd* (Oax)
Brongniartia luisana Brandegee* (Oax, Pue)
Brongniartia mollicula Brandegee* (Oax)
Brongniartia vicioides M. Martens et Galeotti* (Pue)
Dalea botterii (Rydb.) Barneby var. *atrocyanea* (Rydb.) Barneby* (Pue)
Dalea piptostegia Barneby (Pue)
Dalea rubrolutea Barneby* (Oax)
Dalea tuberculina (Rydb.) F.J. Herm.* (Pue)
Hesperothamnus grandis Standl.* (Oax, Pue)
Indigofera konzattii Rose* (Oax, Pue)
Lonchocarpus oaxacensis Pittier* (Oax, Pue)
Trifolium nelsonii House* (Oax)

Fouquieriaceae

Fouquieria purpusii Brandegee* (Pue)

Hydrangeaceae

Deutzia occidentalis Standl.* (Pue)

Hydrophyllaceae

Nama spathulata Brandegee* (Pue)

Iridaceae

Tigridia purpusii Molseed (Pue)

Lamiaceae

- Salvia aspera* M. Martens et Galeotti* (Oax, Pue)
Salvia boegei Ramamoorthy* (Pue)
Salvia conzattii Fernald (Oax)
Salvia divinorum Epling et Jativa* (Pue)
Salvia incana M. Martens et Galeotti* (Oax, Pue)
Salvia inornata Epling* (Pue)
Salvia pannosa Fernald* (Oax, Pue)
Salvia ramosa Brandegee* (Oax, Pue)
Salvia sousae Ramamoorthy* (Pue)
Salvia tenoriana Ramamoorthy* (Pue)
Salvia umbraticola Epling* (Pue)
Salvia variana Epling* (Pue)
Scutellaria oaxacana Greenm. (Oax, Pue)
Scutellaria saxicola Brandegee* (Pue)
Stachys collina Brandegee* (Pue)
Stachys inclusa Epling* (Oax, Pue)

Lentibulariaceae

- Pinguicula mirandae* Zamudio et A. Salinas* (Oax)

Loranthaceae

- Struthanthus inornus* Standl.* (Oax)

Lythraceae

- Nesaea pringlei* Rose* (Pue)

Malvaceae

- Abutilon straminicarpum* Fryxell* (Oax)
Bakeridesia subcordata (Hochr.) Bates* (Oax)
Hibiscus longifolius Fryxell* (Oax, Pue)
Phymosia crenulata (Brandegee) Fryxell* (Pue)
Phymosia floribunda (Schltdl.) Fryxell (Pue)
Robinsonella chiangii Fryxell* (Oax, Pue)
Sida pueblensis Fryxell* (Pue)
Sidastrum tehuacanum (Brandegee) Fryxell* (Oax, Pue)

Melanthiaceae

- Schoenocaulon tenorioi* Frame (Oax, Pue)

Mimosaceae

- Acacia angustissima* (Mill.) Kuntze var. *oaxacana* B.L. Turner* (Oax, Pue)
Acacia purpusii Brandegee* (Oax, Pue)
Leucaena confertiflora Zárate var. *confertiflora** (Oax, Pue)
Mimosa brevispicata Britton* (Oax, Pue)
Mimosa hystricosa Brandegee* (Pue)
Mimosa luisana Brandegee* (Oax, Pue)

MAGNOLIOPHYTA DEL VALLE TEHUACÁN-CUICATLÁN

103

Mimosa mixtecana Brandegee* (Pue)

Mimosa pueblensis R. Grether* (Pue)

Zapoteca formosa (Kunth) H.M.Hern. subsp. *mollicula* (M. Martens et Galeotti) H.M. Hern.*
(Oax, Pue)

Nolinaceae

Beaucarnea gracilis Lem.* (Oax, Pue)

Beaucarnea purpusii Rose* (Oax, Pue)

Onagraceae

Gaura mollis Kunth (Pue)

Orchidaceae

Schiedeella diaphana (Lindl.) Burns-Balogh et Greenwood* (Oax, Pue)

Passifloraceae

Passiflora liebmannii Mart.* (Oax)

Piperaceae

Peperomia amatlensis DC.* (Pue)

Poaceae

Bouteloua distans Swallen* (Oax, Pue)

Festuca callosa (Piper) St. Yves* (Oax, Pue)

Polygalaceae

Polygala annectans S.F. Blake* (Pue)

Polygala cuspidulata S.F. Blake* (Oax, Pue)

Polygala lozani Rose (Pue)

Polygala tehuacana Brandegee (Pue)

Rafflesiaceae

Apodanthes pringlei S. Watson (Pue)

Rubiaceae

Chiococca pueblensis Lundell (Oax, Pue)

Rutaceae

Casimiroa calderoniae F. Chiang et Medrano* (Oax)

Megastigma galeottii Baill.* (Pue)

Sapindaceae

Thouinidium insigne (Brandegee) Radlk.* (Oax, Pue)

Scrophulariaceae

Lamourouzia smithii B.L. Rob. et Greenm.* (Oax, Pue)

Leucophyllum pringlei (Greenm.) Standl.* (Oax, Pue)

Mimulus treleasei A.L. Grant (Pue)

104

I. MÉNDEZ-LARIOS ET AL.

Solanaceae*Grabowskia geniculata* (Fernald) C.L. Hitchc. (Pue)*Physalis tehuacanensis* Waterf. (Pue)**Theaceae** *Ternstroemia hemsleyi* Hochr.* (Oax, Pue)**Thymelaeaceae***Daphnopsis purpusii* Brandegees* (Pue)**Urticaceae***Pouzolzia pringlei* Greenm.* (Oax, Pue)**Valerianaceae***Valeriana calcicola* Greenm. (Oax, Pue)**Verbenaceae***Stachytarpheta luisana* Standl.* (Pue)*Stachytarpheta nelsonii* B.L. Rob. et Greenm.* (Oax)**Viscaceae***Phoradendrom brevifolium* Oliver (Pue)

CAPÍTULO IV

PROPUESTA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LA ZONA NÚCLEO EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA TEHUACÁN-CUICATLÁN, MÉXICO

**(PROPOSAL FOR THE ESTABLISHMENT OF THE CORE ZONES IN THE
BIOSPHERE RESERVE OF TEHUACÁN-CUICATLÁN, MÉXICO)**

(Aceptado para su publicación en *Biodiversity and Conservation*)



Biodiversity and Conservation 00: 1–33, 2004.

© 2004 Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.

1 Proposal for the establishment of the core zones in the 2 Biosphere Reserve of Tehuacán-Cuicatlán, Mexico

3 ISIDRO MÉNDEZ-LARIOS¹, RAFAEL LIRA^{1,*}, HÉCTOR
4 GODÍNEZ-ALVAREZ¹, PATRICIA DÁVILA¹ and ENRIQUE ORTIZ²

5 ¹Unidad de Biotecnología y Prototipos (UBIPRO), FES Iztacala, U.N.A.M., Av. de los Barrios No. 1,
6 Los Reyes Iztacala, Tlaxtepanitla, Estado de México 54090, México; ²Departamento de Botánica,
7 Instituto de Biología, U.N.A.M., Apartado Postal 70-367, 04510 México, DF, México; * Author for
8 correspondence (e-mail: rlira@servidor.unam.mx)

9 Received 26 September 2003; accepted in revised form 10 October 2004

10 **Key words:** Arid tropical scrub, Biodiversity, Endemism, Human population, Species richness

11 **Abstract.** This work proposes the establishment of core zones in the Biosphere Reserve of
12 Tehuacán-Cuicatlán (BRTC), based on plant species richness and endemism. A total of 561 species
13 of the four most important plant families in the region (Asteraceae, Cactaceae, Leguminosae and
14 Poaceae) as well as 174 endemic species of these and other families were used in the analyses.
15 Distribution of these taxa was analyzed using two different iterative complementarity methods.
16 Significant correlations were found between patterns of species richness and endemic plants dis-
17 tribution in the study area. These results were combined with other analysis where two different
18 indices (species richness index and human population index) were used. The results suggest the
19 delimitation of four core zones within the Biosphere Reserve, covering a total area of 105,300 ha.
20 The core zones represent 21.8% of the area, and would protect 72.54% of the species from the
21 selected plant families and 67.8% of endemic species.

22

23 Introduction

24 The main aim of Biosphere Reserves (BRs) is the conservation of biological
25 diversity. Other activities such as the participation of local inhabitants and
26 scientific research for development are also integrated in the conservation
27 activities in order to completely protect existing biological resources (Halffter
28 1978, 1980, 1981, 1991; Halffter et al. 1980; Lusigi 1981; Lusigi and Robertson
29 1981). Nevertheless, to accomplish this successfully, it is necessary to divide
30 BRs in different zones for the definition and localization of different activities.
31 UNESCO (1996) proposed that all BRs should include three well-defined
32 zones. A core zone, where the ecosystem is strongly protected, which is
33 surrounded by a buffer zone, where non-destructive human activities are
34 permitted and supervised to prevent negative impacts in the core zone (IUCN
35 1987). Finally, around these zones, a transition area in which different activities
36 as agriculture and human settlements could be conducted.

37 As core zones are the most important areas for conservation in BRs, several
38 aspects should be taken into account to establish them, such as high levels of

2

39 species richness or endemism (Simberloff 1988; Brussard 1991; Rebelo and
40 Siegfried 1992; Lambeck 1997; Perrings and Lovett 1999; Turpie et al. 2000).
41 To identify these sites, different methods have been developed, like the poly-
42 criteria method (Margules and Usher 1981 ■Au: Please note that reference
43 Margules and Usher (1981) is not given in the reference list.■), in which pos-
44 sible regions for protection are organized hierarchically by evaluating certain
45 attributes like species richness, habitat richness, area, etc. More recently, with
46 the implementation of geographic information systems, methods have been
47 proposed which combine biological and environmental information in order to
48 identify discrepancies between species distribution and the level of protection
49 they could actually receive (Scott et al. 1993; Powell et al. 2000 ■Au: Please
50 note that references Scott et al. (1993) and Powell et al. (2000) are not given in
51 the reference list.■). Finally, heuristic methods have been proposed, based on
52 the complementarity principle and which have proven to be useful in the
53 selection and hierachization of areas to protect. These methods are also known
54 as iterative methods which permit the selection of a minimal area under pro-
55 tection while assuring the protection of all diversity under study (Kirkpatrick
56 1983; Margules et al. 1988; Pressey and Nicholls 1989; Rebelo and Siegfried
57 1992; Rebelo 1994; Lombard et al. 1995; Turpie 1995; Castro Praga et al. 1996;
58 Church et al. 1996; Hacker et al. 1998; Araújo and Williams 2000; Polasky
59 et al. 2001). Many of these methods consider geographic units or squares with
60 different size (Margules et al. 1988; Pressey and Nicholls 1989; Rebelo and
61 Siegfried 1992; Williams et al. 1996; Lombard et al. 1997, Gómez-Hinostrosa
62 and Hernández 2000). Independently of the method used to analyze the dis-
63 tribution of the organisms or the dimensions of the geographic units, it is very
64 important in biological conservation to consider the density of the human
65 population inhabiting the conserved zone. This because of the influence
66 humans could have in the destruction of the ecosystem.

67 The core zones of many BRs have been designed mainly qualitatively and
68 usually based on the distribution and abundance of one or some endemic or
69 rare species or species in danger of extinction. For instance, in the BR of
70 Mapimí, Mexico, the core zone was defined considering the area of distribution
71 of the Bolson tortoise (*Gopherus flavomarginatus* Legler), a threatened species.
72 Similarly, in the BR El Vizcaíno, Mexico, the core zone was defined trying to
73 protect the peninsular Pronghorn or antelope (*Antilocapra americana* Ord.)
74 (SEMARNAP 1995). Similarly, in a BR located in the Chinese Republic, the
75 core zone was identified based on statistic models and a Geographic Infor-
76 mation System which were used to predict presence and absence of the Red
77 crowned crane (*Grus japonensis* Müller) (Li et al. 1999).

78 The Biosphere Reserve of Tehuacán-Cuicatlán (BRTC) is located in the
79 Southeast of the State of Puebla and the Northwest of the State of Oaxaca, in
80 the Tehuacán-Cuicatlán Valley (Figure 1). Part of the valley was declared BR
81 in 1998 (Diano Oficial de la Federación 1998) and is currently considered one
82 of the more important Reserves of Mexico because of its high biodiversity
83 (Dávila et al. 2002). The Reserve contains ca. 2630 vascular plant species,

3

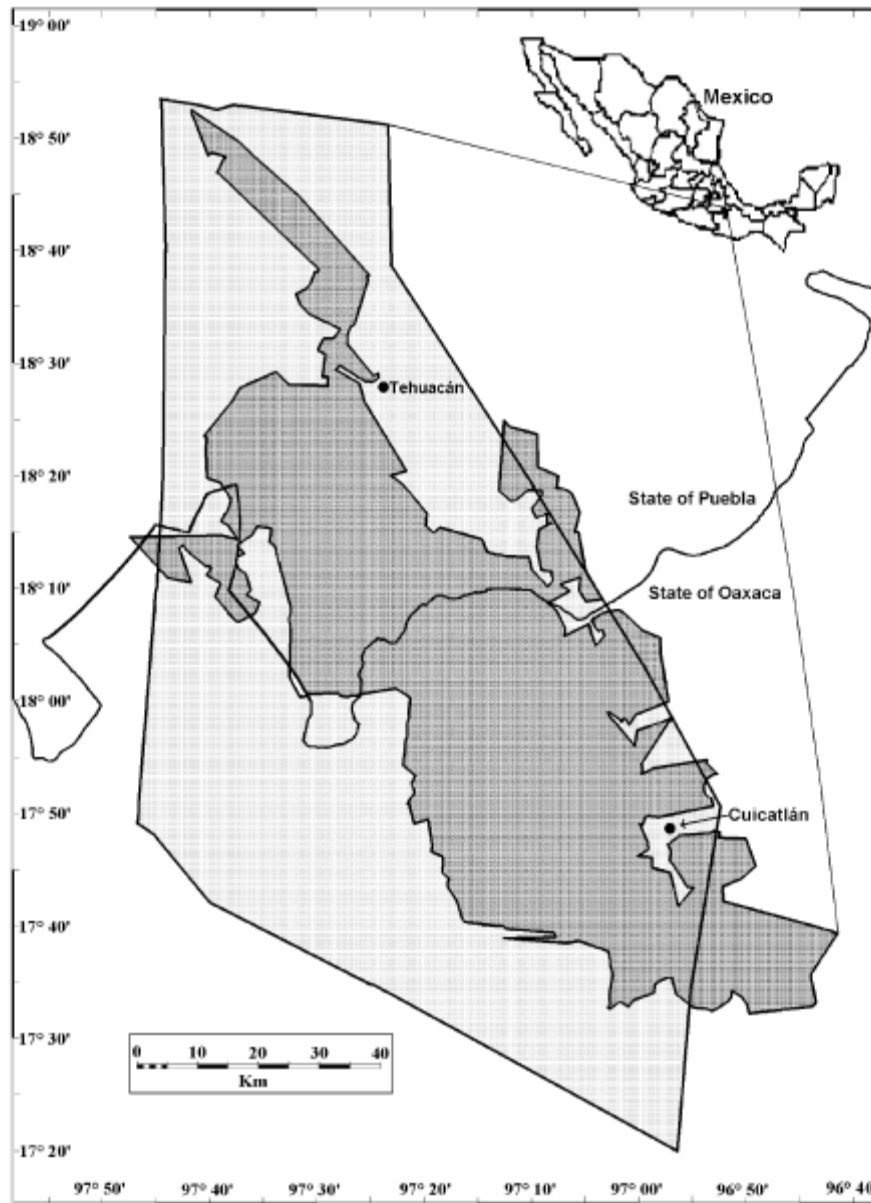


Figure 1. Study area, in the states of Puebla and Oaxaca, México. The dotted area corresponds with the Tehuacán-Cuicatlán Valley (Villaseñor et al. 1990; Dávila et al. 1995 ■Au: Please note that references Villaseñor et al. (1990) and Dávila et al. (1995) are not given in the reference list.■) and the striped region corresponds with the BRTC (Diario Oficial de la Federación 1998).

4

84 11% of which are endemic to the area (Méndez-Larios et al. 2004). Moreover,
85 ca. 38 species of mammals (Flannery 1967) and almost 100 species of birds
86 have been recorded (Arizmendi and Espinosa de los Monteros 1996).
87 Amphibians and reptiles are other well represented but less known groups in
88 the Reserve. However, Canseco (1996), in a study of a small glen in Cuicatlán,
89 reports 11 species of amphibians and 48 of reptiles. Despite the importance of
90 the Reserve for biological conservation, at present there is no zonification of
91 the area and there is no defined core zone. This work proposes the establish-
92 ment of such core zones considering the total species richness and endemism of
93 distinct plant families as well as human population density within the limits of
94 the Reserve. To accomplish this objective, complementarity methods and in-
95 dexes considering species richness and human population density were used.

96 Material and methods

97 *Number of species*

98 In this study, 566 species from four flowering plant families were chosen as
99 indicators for species richness: Asteraceae, Leguminosae, Poaceae, and Cact-
100 aceae. The three first families are representative of the species diversity within
101 the Reserve and, at the same time, they are the most important plant families of
102 Mexico due to their wide distribution and diversity (Dávila et al. 1993, 2002;
103 Rzedowski 1998). In fact, Rzedowski (1998) claims that species of Asteraceae,
104 Leguminosae and Poaceae are so uniformly distributed in Mexico, that they
105 are representative for the country's diversity. Asteraceae was represented by
106 214 species in the Reserve, Leguminosae by 156, Poaceae by 134 and the
107 Cactaceae by 62. Despite the fact that the Cactaceae family is not among the
108 most diverse plant families in the Valley, it was chosen because many cactus
109 species are dominant elements in the physiognomy of the Reserve in particular,
110 and in the arid zones of Mexico in general. In addition to their biological
111 importance, there are taxonomists in each of the groups who provide confident
112 identification, preventing redundancy of names and synonyms.

113 For this analysis, 174 endemic species with restricted distribution to the BR
114 were selected (Méndez-Larios et al. 2004). These species belong to 41 families,
115 Asteraceae with 28 species, Leguminosae 25, Cactaceae 18, Euphorbiaceae
116 and Lamiaceae 14, Crassulaceae 8, and Asclepiadaceae and Malvaceae 7
117 species.

118 Considering all plant elements representing both species richness and
119 endemism, a total of 740 species from 41 families were selected. Information
120 about the distribution of these species within the BRTC was mainly obtained
121 from the UBIPRO (Unit of Biotechnology and Prototypes) floristic database
122 and was complemented with a revision of the collection of the National Her-
123 barium of Mexico (MEXU), as well as literature review and field work. A total
124 of 2859 georeferenced records were considered in the analyses.

125 *Operative geographic units (OGUs)*

126 In order to find the appropriate dimensions of the grid or the OGUs to be used
127 in the biogeographic analysis of the BRTC, as determined by Murgía &
128 Villaseñor (2000), the following procedure was used. The polygon which forms
129 the Tehuacán-Cuicatlán Valley was digitalized (Villaseñor et al. 1990; Dávila et
130 al. 1995 ■Au: Please note that references Villaseñor et al. (1990) and Dávila et
131 al. (1995) are not given in the reference list.■) and the resulting map was posi-
132 tioned on top of the polygon which forms the BRTC, respecting the UTM
133 coordenates as presented in the corresponding decrete (Diario Oficial de la
134 Federación 1998). The resulting image was then used to create three final maps,
135 divided in squares of 3×3 , 5×5 and 7×7 min, respectively. With the 2859
136 records of the plant species from the four selected plant families and the endemic
137 species, the estimated species richness was calculated (Colwell and Coddington
138 1994) representing the 'real' richness of the region (Murgía and Villaseñor 2000)
139 which is necessary to calculate parameter E_s . The error E_s between the known
140 richness (observed richness) and the estimated richness allows the detection of
141 the square with the least error (Murgía and Villaseñor 2000). A value of
142 $E_s = 0.32$ was obtained for the 3×3 grid, $E_s = 0.30$ for the 5×5 grid and
143 $E_s = 0.36$ for the 7×7 grid. As such, the preferred grid was that of 5×5 min
144 as it presented the least error (E_s). As such, the study area was divided in 153
145 squares or OGUs, of which 89 correspond to the BR (Figure 2). All digital-
146 izations were performed using a Geographic Information System (ILWIS 1999).
147 For each OGU of 5×5 min, the human population density was calculated. The
148 estimated area of each OGU is 81 km^2 and with a list of coordenates and
149 number of inhabitants of all Mexican towns provided by the National Institute
150 of Geography and Informatics (INEGI 2000), it was possible to calculate the
151 number of inhabitants and corresponding human population density for each
152 OGU (by dividing the number of inhabitants by 81). Moreover, the proportion
153 of useful plants for each OGU was determined using the list of Casas et al.
154 (2001), in order to analyze the importance of useful plants.

155 *Analyses*

156 Two complementarity methods were chosen to analyze the distribution of the
157 740 species considered in this work. The first method was proposed by
158 Margules et al. (1988) and this method selects areas according to their species
159 richness. The second method was described by Rebelo (1994), which is based in
160 the selection of the areas according to the irrarity of species through an index
161 of endemism. Both methods have been widely used in recent studies to identify
162 key sites for the conservation of different vegetation elements in Mexico
163 (Villaseñor et al. 1998; Ibarra 1997; Lira et al. 2002; Dávila et al. 2004). For
164 this study, the corresponding matrices were created with the species in rows
165 and the OGUs in columns.

6

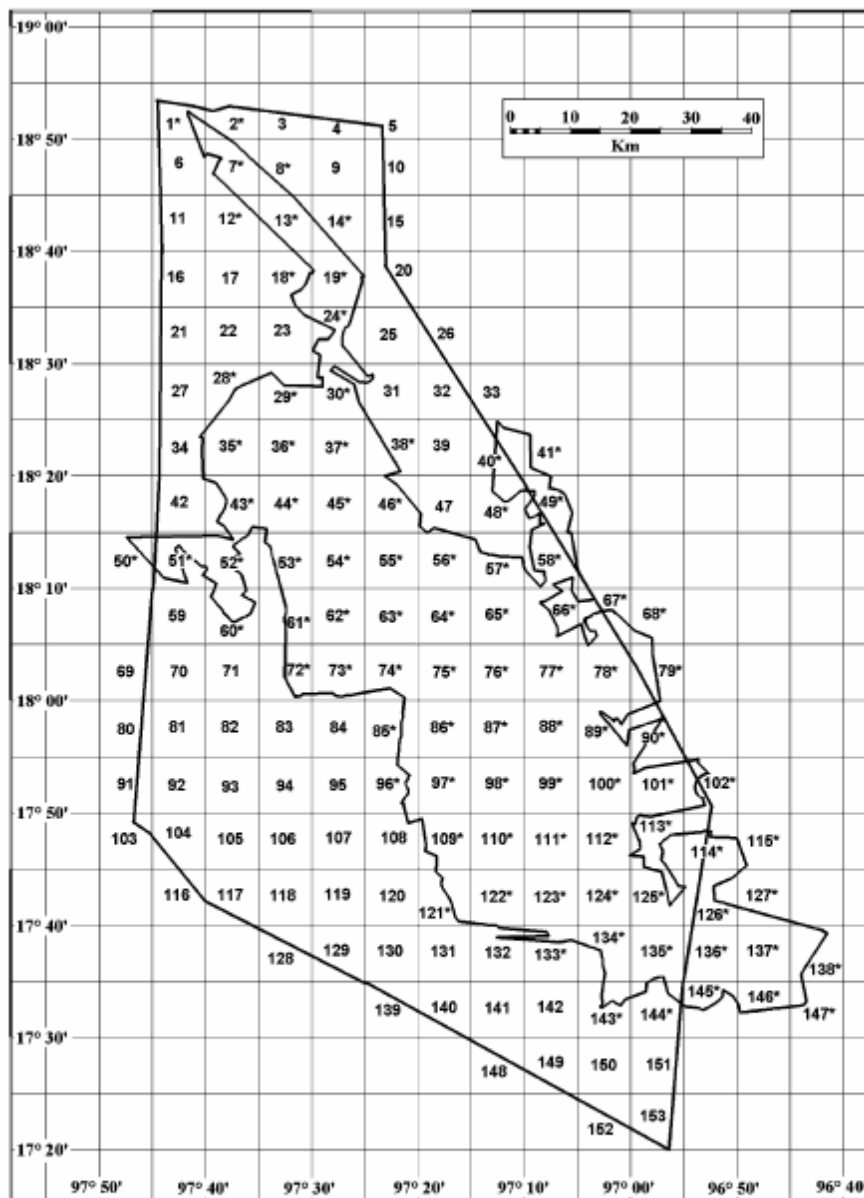


Figure 2. The BRTC and the region known as the Tehuacán-Cuicatlán Valley. There are 153 GUs of 5 × 5 geographic minutes in the whole valley and 89 OGUs (marked with *) correspond with the BRTC.

For the comparison between both methods with both groups of plants (species from the four selected plant families and endemic species), a graph was drawn with OGUs selected by the complementarity methods in the abscissa, in

169 descending order, and the accumulated percentages for each OGU in the
170 ordinate.

171 *Human population*

172 An additional important aspect for the identification of core zones in a BR, is
173 human population density. In the Tehuacán-Cuicatlán Valley, this is particu-
174 larly important as human settlements occur in 40%. This complicates the
175 determination of the possible core zones because it has been recommended that
176 they have the least possible population density (MAB, [http://www.
177 UNESCO.org/mab/nutshell.htm](http://www.unesco.org/mab/nutshell.htm)). Two indexes were used to optimize the re-
178 sults of the complementarity methods. The first index was a species richness
179 index, whereas the second one was a human population index.

180 1. Species richness index. A relative index value between 0 and 1, was as-
181 signed to each OGU, which was calculated as follows: $ir = r/R$, where ir
182 species richness index, r species richness of each OGU and R the maximum
183 species richness recorded, which was maintained constant through the whole
184 calculation. Species richness of the OGU with the highest richness was divided
185 by itself, resulting in $ir = 1$, whereas OGUs with lower species richness have
186 index values less than 1.

187 2. Human population index. A relative index value between 0 and 1 was
188 assigned to each OGU, calculating the equation $ip = P/p$, where ip human
189 population index, P minimum human population recorded, maintained con-
190 stant through the whole calculation, and p human population for each OGU.
191 The value of the least populated OGU was divided by itself, giving $ip = 1$,
192 whereas more populated OGUs had index values less than 1.

193 For each OGU, both index values were summed, identifying the OGUs with
194 major species richness and least human population density, two important
195 aspects for biological conservation.

196 **Results**

197 The analyses, based on the 566 species from Asteraceae, Leguminosae, Po-
198 aceae and Cactaceae, made with both complementarity methods, Rebelo
199 (1994) and Margules et al. (1988) showed that 54 of the 89 Reserve OGUs
200 are necessary for the conservation of 100% of the species (Table 1). Both
201 methods selected the same OGUs, although the values of complementarity
202 varied slightly. For instance, the OGU 54 occupies the first place in both
203 methods. However, OGU 125 occupies the second place with the species
204 rareness method and the fourth place with the species richness method.
205 Similarly, OGUs 37 and 72 occupied the third and fourth place with the
206 rareness method whereas the second and third place with the richness
207 method, respectively.

8

Table 1. Results of the iterative complementarity analyses for species rareness (Rebello 1994) and species richness (Margules et al. 1988), including all species from the four selected plant families of the Reserve.

	OGUs	Rareness (Rebello 1994)	Percentage	Accumulated percentage	OGUs	Richness (Margules et al. 1988)	Percentage	Accumulated percentage
1	54	145	25.84	25.84	54	145	25.84	25.84
2	125	53	9.44	38.14	37	80	14.26	40.10
3	37	69	12.29	46.16	72	46	8.19	48.30
4	72	45	8.02	55.61	125	41	7.30	55.61
5	111	26	4.63	60.24	111	26	4.63	60.24
6	112	20	3.56	63.81	112	20	3.56	63.81
7	67	18	3.2	67.02	67	18	3.20	67.02
8	98	17	3.03	70.05	98	17	3.03	70.05
9	53	14	2.49	72.54	53	14	2.495	72.54
10	123	13	2.3	74.86	123	13	2.317	74.86
11	78	10	1.78	76.64	61	10	1.78	76.64
12	62	9	1.6	78.25	78	9	1.6	78.25
13	96	9	1.6	79.85	96	9	1.6	79.85
14	45	8	1.42	81.28	45	7	1.24	81.10
15	49	7	1.24	82.17	62	7	1.24	82.35
16	100	6	1.06	83.24	100	7	1.24	83.60
17	57	5	0.89	84.49	49	6	1.06	84.67
18	46	5	0.89	85.38	46	5	0.891	85.56
19	56	5	0.89	86.27	57	5	0.891	86.45
20	8	6	1.06	87.34	8	5	0.891	87.34
21	75	4	0.71	88.05	75	4	0.71	88.05
22	74	4	0.71	88.77	73	4	0.71	88.77
23	135	4	0.71	89.48	135	4	0.71	89.48
24	52	4	0.71	90.19	58	4	0.71	90.19
25	43	5	0.89	91.08	43	4	0.71	90.90
26	101	3	0.53	91.62	77	3	0.53	91.44
27	113	3	0.53	92.15	113	3	0.53	91.97
28	122	3	0.53	92.69	122	3	0.53	92.51
29	124	3	0.53	93.22	124	3	0.53	93.04
30	64	2	0.35	93.58	64	2	0.35	93.40
31	66	2	0.35	93.93	66	2	0.35	93.76
32	76	2	0.35	94.29	76	2	0.35	94.11
33	85	2	0.35	94.65	85	2	0.35	94.47
34	77	2	0.35	95.00	30	2	0.35	94.83
35	36	2	0.35	95.36	36	2	0.35	95.18
36	51	2	0.35	95.72	51	2	0.35	95.54
37	55	2	0.35	96.07	55	2	0.35	95.90
38	79	2	0.35	96.43	79	2	0.35	96.25
39	143	2	0.35	96.79	101	2	0.35	96.61
40	110	2	0.35	97.14	110	2	0.35	96.96
41	126	2	0.35	97.50	126	2	0.35	97.32
42	134	2	0.35	97.86	134	2	0.35	97.68
43	30	1	0.17	98.03	143	2	0.35	98.03
44	1	1	0.17	98.21	1	1	0.17	98.21

Table 1. Continued.

OGUs	Rareness (Rebello 1994)	Percentage	Accumulated percentage	OGUs	Richness (Margules et al. 1988)	Percentage	Accumulated percentage	
45	13	1	0.17	98.39	13	1	0.17	98.39
46	19	1	0.17	98.57	19	1	0.17	98.57
47	24	1	0.17	98.75	24	1	0.17	98.75
48	28	1	0.17	98.93	28	1	0.17	98.93
49	61	1	0.17	99.10	52	1	0.17	99.10
50	63	1	0.17	99.28	63	1	0.17	99.28
51	86	1	0.17	99.46	86	1	0.17	99.46
52	87	1	0.17	99.64	87	1	0.17	99.64
53	89	1	0.17	99.82	89	1	0.17	99.82
54	99	1	0.17	100	99	1	0.17	100

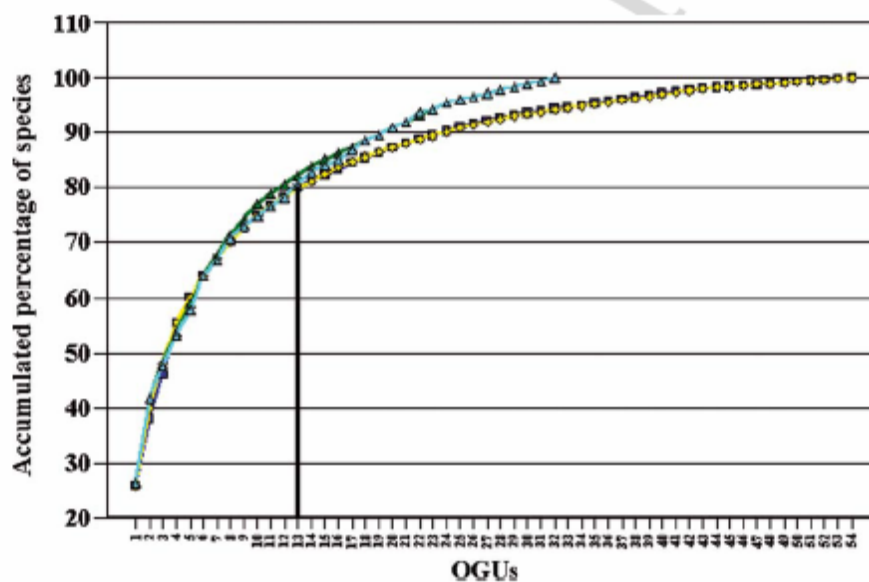


Figure 3. Accumulated percentage in the OGUs, for both iterative methods and plant groups used. (■) Species richness by Margules et al. (1988) for the four families; (◆) rareness by Rebello (1994) for the four; (▲) species richness by Margules et al. (1988) for endemic species, and (▲) rareness by Rebello (1994) for endemic species. The vertical line shows that with 13 OGUs obtained by any method and any plant group 80% of the species are conserved.

208 The results of the analyses with the 174 endemic species showed that only 32
 209 OGUs are needed to conserve 100% of these species (Table 2). Again, both
 210 methods selected almost the same squares (32 OGUs), and their complemen-
 211 tarity varied slightly. The only difference was that OGUs 45 and 77 were
 212 selected by the method of Margules et al. (1988), but not by the method of

10

Table 2. Results of the iterative complementarity analyses for species rareness (Rebello 1994) and species richness (Margules et al. 1988), with the endemic species of the Reserve.

	OGUs	Rareness (Rebello 1994)	Percentage	Accumulated percentage	OGUs	Richness (Margules et al. 1988)	Percentage	Accumulated percentage
1	54	46	26.44	26.44	54	46	26.44	26.44
2	37	27	15.52	41.95	37	27	15.52	41.95
3	75	10	5.75	47.70	45	11	6.32	48.28
4	125	10	5.75	53.45	72	10	5.75	54.02
5	72	8	4.60	58.05	125	9	5.17	59.20
6	67	10	5.75	63.79	67	8	4.60	63.79
7	55	5	2.87	66.67	75	7	4.02	67.82
8	135	7	4.02	70.69	28	6	3.45	71.26
9	65	4	2.30	72.99	57	5	2.87	74.14
10	62	3	1.72	74.71	100	5	2.87	77.01
11	134	3	1.72	76.44	19	3	1.72	78.74
12	53	3	1.72	78.16	55	3	1.72	80.46
13	89	4	2.30	80.46	65	3	1.72	82.18
14	28	4	2.30	82.76	134	3	1.72	83.91
15	8	2	1.15	83.91	8	2	1.15	85.06
16	13	2	1.15	85.06	13	2	1.15	86.21
17	100	3	1.72	86.78	52	2	1.15	87.36
18	44	3	1.72	88.51	53	2	1.15	88.51
19	98	2	1.15	89.66	62	2	1.15	89.66
20	124	2	1.15	90.80	89	2	1.15	90.80
21	30	2	1.15	91.95	98	2	1.15	91.95
22	52	3	1.72	93.68	101	2	1.15	93.10
23	29	1	0.57	94.25	124	2	1.15	94.25
24	57	2	1.15	95.40	135	2	1.15	95.40
25	58	1	0.57	95.98	29	1	0.57	95.98
26	24	1	0.57	96.55	30	1	0.57	96.55
27	101	1	0.57	97.13	46	1	0.57	97.13
28	113	1	0.57	97.70	58	1	0.57	97.70
29	136	1	0.57	98.28	77	1	0.57	98.28
30	19	1	0.57	98.85	97	1	0.57	98.85
31	46	1	0.57	99.43	113	1	0.57	99.43
32	97	1	0.57	100.00	136	1	0.57	100.00

Rebello (1994). On the other hand, OGU 24 and 44 were selected by Rebello (1994) and not by Margules et al. (1988).

Figure 3 illustrates the clear similarity between the results for both methods and groups of plants. In the BRTC, the areas with high species richness correspond with areas of endemism.

Discussion

The results of the different complementarity methods indicate alternative proposals for the identification of the core zones in the BRTC. The

221 similarity between the results of both methods and plant groups allows the
222 choice of any method and plant group described here. For instance,
223 choosing the species richness method (Margules et al. 1988), including the
224 566 species of the four selected plant families, the proposed core zone
225 would contain 54 OGUs. However, this result seems to be little feasible, as
226 this area covers 61.3% of the total area of the Reserve. Moreover, there is
227 an estimated human population of 234,625 inhabitants in this region of the
228 BRTC (INEGI 2000). The activities of this population within this core
229 zone would undoubtedly provoke strong pressures on the biological
230 diversity.

231 The alternative would be to choose the 13 first OGUs selected by any of the
232 used methods and any group of plants. The election of these OGUs can be
233 observed in Figure 3. The graph shows an almost lineal increase reaching 80%
234 of complementarity (indicated with a vertical line). This is followed by an
235 asymptotic line indicating more area needed with a minimal amount of species
236 being conserved. On the other hand, considering the high similarity between
237 the results of both methods and plant groups used, it was decided to use the
238 method of Margules et al. (1988) as it is easier than the method of Rebelo
239 (1994), together with the richness of the species from the four selected families.
240 The distribution of the 13 selected OGUs is shown in Figure 4 where four core
241 zones could be selected with an estimated area of 1053 km², representing a bit
242 more than one fourth of the total surface of the Reserve (4910 km²). This
243 option, however, presents two problems. First, there are 94 human settlements
244 in these core zones, with 23,388 inhabitants resulting in a population density of
245 22.2 inhab./km², which reduces the feasibility of this alternative. Second, 6 of
246 the 13 selected OGUs (53.8%) are situated in the periphery of the Reserve,
247 which makes them vulnerable as the most densely populated human settle-
248 ments are found outside the Reserve.

249 On the other hand, based on the values of the species richness index and
250 human population density, it is possible to propose other core zones in the
251 BRTC which is more consistent with the objectives of the BR. As presented in
252 Table 3, the OGUs 37, 54, 62, 64, 67, 72, 77, 87, 98, 99, 111, 112 and 125 have a
253 high species richness and low levels of human population (INEGI 2000).
254 Selecting these 13 OGUs (13 for comparison with the first proposal), 72.54% of
255 the floristic diversity in the four selected plant families could be protected as
256 well as 67.8% of the endemic species. In addition, in these core zones, there are
257 only 49 human settlements with 16,400 inhabitants, resulting in a human
258 population density of 15.1 inhab./km². The difference in human density with
259 the former proposal is 7 inhab./km². It is difficult to investigate whether this
260 difference is significant, but considering the fact that the least human presence
261 in the core zone is recommended (MAB, [http://www.UNESCO.org/mab/nut-
262 shell.htm](http://www.UNESCO.org/mab/nut-shell.htm)), this decrease on its own is an advantage. The geographic distribu-
263 tion of those 13 OGUs fitting the proposed core zone is presented in Figure 5.

264 On the other hand, Table 4 shows that some of the selected OGUs as part of
265 the core zones in this proposal for the BRTC are important for their species

12

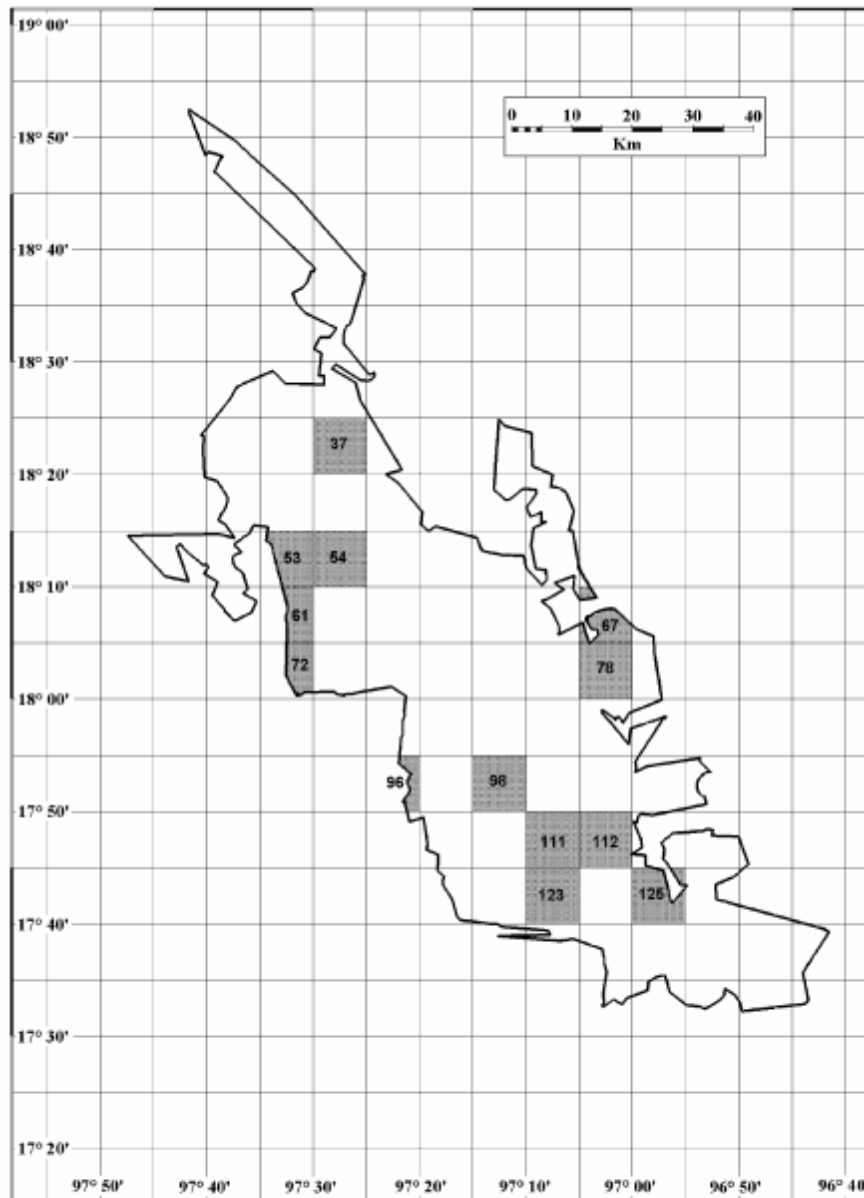


Figure 4. Core zones proposal using the 13 OGUs obtained with the richness method proposed by Margules et al. (1988) and the species from the four selected plant families.

richness, number of endemic species, useful plants (according to Casas et al. 2001) and rare species. This supports even more the proposal of four core zones (Figure 5).

13

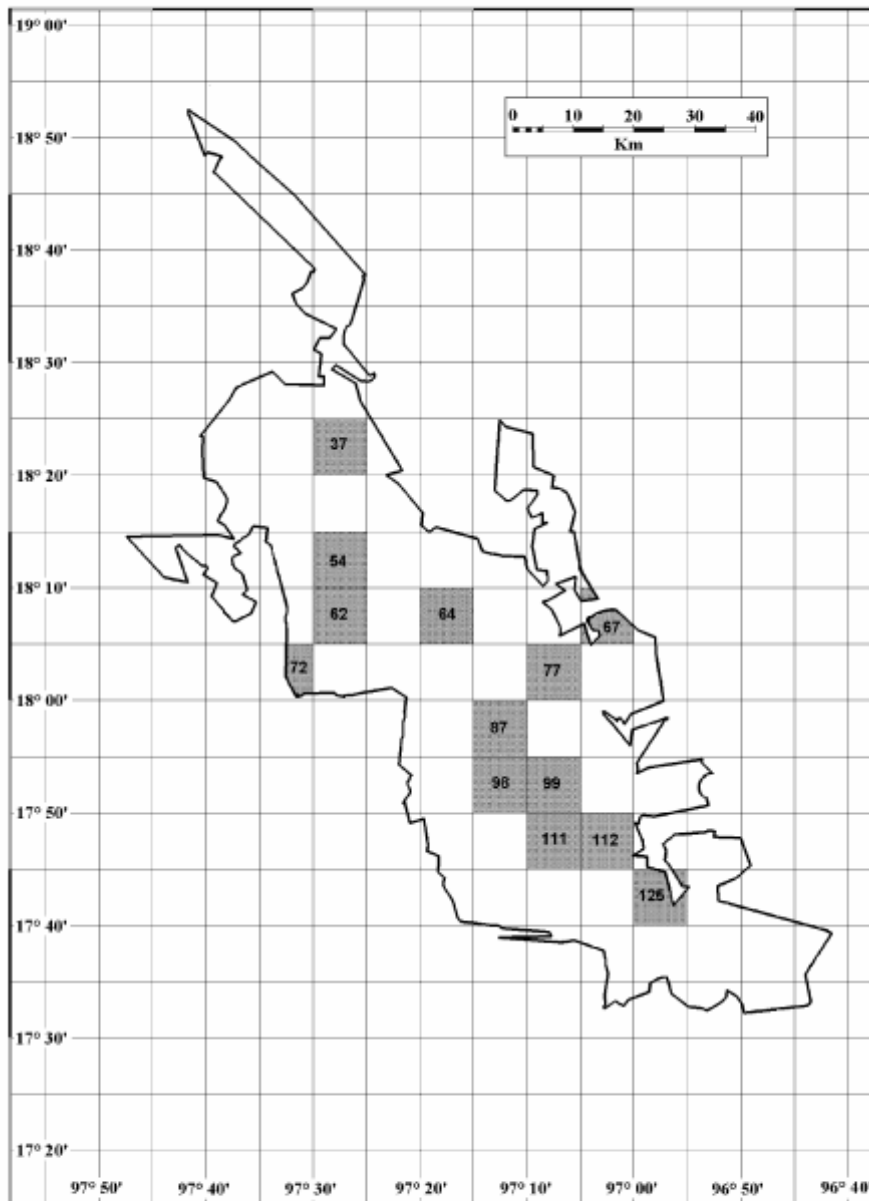


Figure 5. Core zones proposal using the 13 OGUs with major summatory values (summing species richness index and population density index), in which 72.5% of the species from the four selected plant families and 67.8% of the endemic species would be conserved.

14

Table 3. Summation of the species richness index and human population index for the core zone proposal of the BRTC.

	OGUs	Richness (Margules et al. 1988)	Species richness index	Inhabitants per OGU	Human population index	Summation of species richness index and human population index
1	54	145	1	3165	0.000315956	1.000315956
2	37	80	0.551724138	1411	0.000708717	0.552432855
3	72	46	0.317241379	163	0.006134969	0.323376349
4	125	41	0.282758621	769	0.00130039	0.284059011
5	111	26	0.179310345	578	0.001730104	0.181040449
6	112	20	0.137931034	1122	0.000891266	0.1388223
7	67	18	0.124137931	8482	0.000117897	0.124255828
8	98	17	0.117241379	686	0.001457726	0.118699105
9	53	14	0.096551724	1631	0.000613121	0.097164845
10	123	13	0.089655172	1856	0.000538793	0.090193966
11	61	10	0.068965517	1665	0.000600601	0.069566118
12	96	9	0.062068966	1299	0.000769823	0.062838788
13	78	9	0.062068966	1558	0.000641849	0.062710814
14	62	7	0.048275862	20	0.05	0.098275862
15	100	7	0.048275862	216	0.00462963	0.052905492
16	45	7	0.048275862	2468	0.000405186	0.048681048
17	49	6	0.04137931	12,302	8.1287605	0.041460598
18	57	5	0.034482759	488	0.00204918	0.036531939
19	8	5	0.034482759	9349	0.000106963	0.034589722
20	46	5	0.034482759	11,774	8.4932905	0.034567692
21	75	4	0.027586207	21	0.047619048	0.075205255
22	74	4	0.027586207	56	0.017857143	0.04544335
23	43	4	0.027586207	470	0.00212766	0.029713866
24	135	4	0.027586207	490	0.002040816	0.029627023
25	58	4	0.027586207	1286	0.000777605	0.028363812
26	77	3	0.020689655	1	1	1.020689655
27	122	3	0.020689655	883	0.001132503	0.021822158
28	124	3	0.020689655	1778	0.00056243	0.021252085
29	113	3	0.020689655	106,001	9.4338706	0.020699089
30	64	2	0.013793103	1	1	1.013793103
31	76	2	0.013793103	30	0.033333333	0.047126437
32	110	2	0.013793103	285	0.003508772	0.017301875
33	101	2	0.013793103	372	0.002688172	0.016481275
34	55	2	0.013793103	488	0.00204918	0.015842284
35	85	2	0.013793103	588	0.00170068	0.015493784
36	143	2	0.013793103	777	0.001287001	0.015080105
37	126	2	0.013793103	1232	0.000811688	0.014604792
38	36	2	0.013793103	1413	0.000707714	0.014500818
39	134	2	0.013793103	1682	0.00059453	0.014387634
40	30	2	0.013793103	1853	0.000539665	0.014332769
41	79	2	0.013793103	2359	0.000423908	0.014217012
42	51	2	0.013793103	2564	0.000390016	0.014183119
43	66	2	0.013793103	3686	0.000271297	0.0140644

Table 3. Continued.

44	87	1	0.006896552	1	1	1.006896552
45	99	1	0.006896552	1	1	1.006896552
46	86	1	0.006896552	27	0.037037037	0.043933589
47	63	1	0.006896552	50	0.02	0.026896552
48	28	1	0.006896552	346	0.002890173	0.009786725
49	19	1	0.006896552	556	0.001798561	0.008695113
50	52	1	0.006896552	817	0.00122399	0.008120542
51	13	1	0.006896552	826	0.001210654	0.008107205
52	89	1	0.006896552	1795	0.000557103	0.007453655
53	24	1	0.006896552	19,381	5.1596905	0.006948149
54	1	1	0.006896552	21,507	4.6496505	0.006943048

The 13 highest values are presented in black and the respective OGU can be found in the second column.

269 Conclusions

270 The proposed methodology for the identification of the core zones for the
 271 BRTC is probably more feasible than previous methods, which select core
 272 zones in a qualitative way and using only a limited number of species.

273 This investigation includes an innovating element: human population den-
 274 sity. This aspect has never been included in any previous study, representing an
 275 important deficiency in the definition of core zones, especially in the BRTC,
 276 where there is almost no area free of human activities. The final proposed core
 277 zone for the BRTC has a human population density of 15.1 inhab./km², in
 278 contrast with one of the first proposals, a core zone selected exclusively with
 279 the iterative complementarity methods, which has a population density of
 280 22.2 inhab./km². The population density difference of 7 inhab./km² between
 281 both proposals is probably significant although there is no statistical confir-
 282 mation of this. Moreover, only 3 (23%) of the 13 OGUs are situated along the
 283 borders of the Reserve, which probably means less pressure on the core zone
 284 from outside human populations, as one of the many human activities is ani-
 285 mal husbandry (mostly goats).

286 Core zone proportions in Mexican BRs are very diverse, varying from 10%
 287 in the BR La Michilía and 78% in the BR Sierra del Abra Tanchipa
 288 (SEMARNAP 1995). This study proposes a core zone of 105,300 ha, repre-
 289 senting 21% of the total surface of 481,050 ha. This proportion is smaller than
 290 the average core zones in Mexican BRs (35%). However, Rodrigues and
 291 Gaston (2001) suggest that the minimal core zone proportion within a single
 292 reserve is highly variable and depends on the species diversity and endemism.
 293 As the analyses in this work are based on both aspects, the proposed core zone
 294 proportion (21%) must be considered appropriate.

295 Other elements that fortify this proposal are that 72.54% of the species from
 296 the four selected plant families and 67.8% of the endemic species will be
 297 protected. Rzedowski (1998) confirms that these families strongly represent the

16

Table 4. Some important OGUs considered for the proposed core zones in the RBTC.

OGUs	Total number of species	Number of endemic species	Number of useful plants	Endemic and rare species
54	178	46	91	<i>Astragalus pueblae</i> M.E. Jones <i>Bakeridesia subcordata</i> (Hochr.) Bates <i>Deutzia occidentalis</i> Standl. <i>Euphorbia tricolor</i> Greenm. <i>Florestina simplicifolia</i> B.L. Turner <i>Hesperothamnus grandis</i> Standl. <i>Nama spathulata</i> Brandegee <i>Psacalium calvum</i> (Brandegee) Pippen <i>Salvia ramosa</i> Brandegee <i>Salvia tenoriana</i> Ramamoorthy
37	116	33	79	<i>Acourtia fragrans</i> Rzed. <i>Acourtia lobulata</i> (Bacig.) Reveal & R.M. King <i>Dyschoriste purpusii</i> Kobuski <i>Polygala cuspidulata</i> S.F. Blake
72	104	18	28	<i>Acourtia umbratilis</i> (B.L. Rob. & Greenm.) B.L. Turner. <i>Tetrachyron brandegei</i> (Greenm.) Wussow & Urbatsch <i>Antiphytum paniculatum</i> (Brand) I.M. Johns.
125	72	12	53	<i>Mammillaria pectinifera</i> (Stein) F.A.C. Weber <i>Jatropha rzedowskii</i> Jiménez-Ramírez <i>Leucaena confertiflora</i> Zárate var. <i>confertiflora</i>
112	67	20	29	<i>Acmella oppositifolia</i> (Lam.) R.K.Jansen var. <i>oppositifolia</i>
64	57	18	18	<i>Hofmeisteria malvifolia</i> (B.L. Rob. & Greenm.) B.L. Turner
62	48	18	12	<i>Ageratina adenophora</i> (Spreng.) King & H. Rob <i>Echeveria ehrenbergii</i> J.A. Purpus <i>Scutellaria saxicola</i> Brandegee
111	45	7	12	<i>Aristida divaricata</i> Willd. Ex Humb. & Bonpl. <i>Ternstroemia hemsleyi</i> Horbr
67	42	12	20	<i>Mammillaria crucigera</i> Mart. <i>Leptochloa uniuervia</i> (Presl) A. Huitche. & Chase
98	40	6	7	<i>Adenophyllum glandulosum</i> (Cav.) Strother <i>Odontrichum purpusii</i> (Greenm.) Rydb

These OGUs were selected based in their species richness, number of endemic species, useful plants and rare species.

flora of different regions in Mexico and in this way it is possible that the proposed core zone will protect approximately 72.54% of the total flora of the Reserve.

11 Acknowledgments

12 We would like to thank the authorities of the Herbario Nacional (MEXU) for
 13 allowing us to examine the collections from the Tehuacán-Cuicatlán Valley.
 14 We are also very grateful to Dr. José Luis Villaseñor (MEXU), Dr. Juan José
 15 Morrone (Facultad de Ciencias, UNAM), Luis Bojorquez (SEMARNAT) and
 16 Dr. Oswaldo Téllez for their valuable comments and suggestions to earlier
 17 versions of the paper. First author thanks to Consejo Nacional de Ciencia y
 18 Tecnología and Subdirección de Apoyo Técnico Complementario de la Co-
 19 ordinación Sectorial de Educación Secundaria, SEP, for the support through a
 20 doctoral scholarship. M. en C. Isabelle Blanckaert made the English transla-
 21 tion of the paper.

Appendix Checklist of families, genera and species used for analyze. Endemic species are marked with an asterisk (*). The OGU's of respective distribution are indicated in parentheses.

CLASS MAGNOLIOPSIDA

Acanthaceae

- **Dyschoriste purpusi* Kobuski (37)
- **Holographis pueblensis* T.F. Daniel (37, 44, 52, 62)
- **H. velutifolia* (House) T.F. Daniel (13, 35, 43, 44, 54, 64, 72)
- **Justicia paucifolia* T.F. Daniel (45, 52)

Amaranthaceae

- **Iresine discolor* Greenm. (30, 54, 62, 72, 101, 135, 136)
- **I. nitens* Standl. (44, 101)

Asclepiadaceae

- **Asclepias conzattii* Woodson (75)
- **Marsdenia parvifolia* Brandegee (44, 45)
- **Matelea atrocoronata* (Brandegee) Woodson (63)
- **M. inconspicua* (Brandegee) Woodson (75)
- **M. pueblensis* (Brandegee) Woodson (124)
- **Microdactylon cordatum* Brandegee (61)
- **Pherotrichis mixtecana* Brandegee (75)

Asteraceae

- Acmella oppositifolia* (Lam.) R.K.Jansen var. *oppositifolia* (112)
 - **Acourtia caltepecana* B.L. Turner (19, 72)
 - A. carpholepis* Sch. Bip. ex A. Gray (54, 61, 72,)
 - A. cordata* (Cerv.) B.L. Turner (37)
 - A. dugesii* (A. Gray) Reveal & King (61, 62, 100, 112)
 - A. erioloma* (S.F. Blake) Reveal & King (24)
 - **A. fragrans* Rzed. (37)
 - A. huajuapana* B.L. Turner var. *huajuapana* (28, 52)
 - **A. lobulata* (Bacig.) Reveal & King (37)
 - A. reticulata* (Lag. ex D. Don) Reveal & King (54, 98)
 - A. scapiformis* (Bacig.) B.L. Turner (45, 53, 63)
 - **A. umbratilis* (B.L. Rob. & Greenm.) B.L. Turner (112)
 - Adenophyllum glandulosum* (Cav.) Strother (98)
 - Ageratina adenophora* (Spreng.) King & H. Rob. (62)
 - A. arsenei* (Robinson) King & H. Rob. (87)
-

Appendix 1. Continued

-
- A. bustanenta* (DC.) King & H. Rob. (53)
A. calaminthifolia (Kunth) King & H. Rob. (45, 73)
A. espinosarum (A. Gray) King & H. Rob. (44, 54, 72)
A. hebes (Robinson) King & H. Rob. (44, 61, 72)
A. ligustrina (DC.) King & H. Rob. (111)
A. muelleri (Sch. Bip. ex Klatt) King & H. Rob. (123)
A. petiolaris (Moc. & Sessé ex DC.) King & H. Rob. (96)
A. tomentella (Schrad.) King & H. Rob. (8)
Ageratum tehuacanum King & H. Rob. (37, 43, 45, 54, 61, 64, 85, 86, 99, 101, 112)
Alloispermum integrifolium (DC.) H. Rob. (111)
Archibaccharis serratifolia (Kunth) S.F. Blake (87, 99, 123)
Artemisia ludoviciana Nutt. subsp. *ludoviciana* (54, 61)
Aster potosinus A. Gray (77)
A. subulatus Michx. (61, 64, 77, 78, 100)
Baccharis conferta Kunth (123)
B. mexicana Cuatrec. (53, 54, 72, 123)
B. pteronioides DC. (72)
B. salicifolia (Ruiz & Pav.) Pers. (45, 64, 67, 135)
B. serrifolia DC. (53, 55)
B. sordescens DC. (100)
Bidens bigelovii A. Gray (61)
**Bidens brandegeei* Sherff (63, 135)
B. chiapensis Brandegee (98, 111, 122, 123)
B. odorata Cav. (28, 62, 98, 110, 112, 122, 123, 125)
B. sharpii (Sherff) Melchert var. *sharpii* (99)
B. sharpii (Sherff) Melchert var. *tanzulapana* Melchert (54, 72, 99, 112)
Brickellia diffusa (Vahl) A. Gray (134)
B. laxiflora (Brandegee) B.L. Turner (63)
B. paniculata (Mill.) Robinson (62, 135)
**B. problematica* B.L. Turner (54, 62, 72, 73)
B. scoparia (DC.) A. Gray (111)
B. veronicifolia (Kunth) A. Gray var. *petrophila* (Robinson) Robinson (30, 43, 45)
Calea ternifolia Kunth var. *ternifolia* (43, 54)
Calyptocarpus vialis Less. (78)
Carminata alvarezii Rzed. & Calderón (37, 54, 62, 73, 100, 111)
Chaptalia pringlei E. Greene (28, 45, 53, 54, 72, 74, 98, 111, 122, 123)
C. transiliens Nesom (72, 85, 98)
Chromolaena collina (DC.) King & H. Rob. (100, 122)
C. odorata (L.) King & H. Rob. (126)
Chrysactinia mexicana A. Gray (28)
Cirsium faucium Petrak (72)
C. mexicanum DC. (61, 62, 64)
Conyza bonariensis (L.) Cronquist (72)
C. sophifolia Kunth (85, 101, 111)
**Coreopsis dayilae* Panero & Villaseñor (8)
C. mutica DC. var. *carosifolia* D.J. Crawford (72)
C. mutica DC. var. *subvillosa* DC. (19, 72, 111, 122, 123)
C. parvifolia S.F. Blake (13)
**C. oaxacensis* B.L. Turner (44, 72)
Cosmos bipinnatus Cav. (37)
C. crithmifolius Kunth (111)
-

Appendix 1. Continued

-
- Critonia eriocarpa* (B.L. Rob. & Greenm.) King & H. Rob. (99, 100)
C. morifolia (Mill.) King & H. Rob. (78)
 **Dahlia apiculata* (Sherff) Sorensen (98, 135)
D. coccinea Cav. (45, 53, 62, 72, 75, 112, 122)
D. merckii Lehm. (37, 49, 54, 56, 72, 74, 98, 122)
Desmanthodium ovatum Benth. (98, 111, 122, 123)
Digitacalia jatrophioides (Kunth) Pippen var. *pentaloba* B.L. Turner (110)
Dyssodia papposa (Vent.) Hitchc. (43, 54, 72, 112)
Erigeron karvinskianus DC. (29, 111, 123)
E. longipes DC. (72, 122)
 **Flaveria cronquistii* A. Powell (37, 58, 67)
F. pringlei Gand. (30, 37, 54)
 **F. ramosissima* Klatt (48, 57, 67, 89)
F. trinervia (Spreng.) C. Mohr (36, 66)
Florestina pedata (Cav.) Cass. (1)
 **F. purpurea* (Brandegee) Rydb. (54)
 **F. simplicifolia* B.L. Turner (54)
Flourensia glutinosa (B.L. Rob. & Greenm.) S.F. Blake (29, 43, 99)
Galinsoga parviflora Cav. (54, 122)
Gnaphalium purpurascens DC. (123)
G. semilanatum (DC.) McVaugh (72)
 **Gochnatia purpusii* Brandegee (28, 45, 135)
G. smithii B.L. Rob. & Greenm. (135)
Grindelia inuloides Willd. var. *glandulosa* (Greenm.) Steyerl. (123)
G. subdecurrens DC. (74, 111)
Gymnolaena oaxacana (Greenm.) Rydb. (37, 44, 48, 49, 58, 63, 100, 112, 134, 143)
Gymnosperma glutinosum (Spreng.) Less. (30, 43, 62, 112, 135)
Helenium mexicanum Kunth (111)
Heliomeris obscura (S.F. Blake) Cockerell (54)
Heliopsis buphthalmoides (Jacq.) Dunal (72)
Heterosperma pinnatum Cav. (54)
Heterotheca inuloides Cass. var. *inuloides* (135)
Hieracium abscissum Less. (75)
 **Hofmeisteria mahifolia* (B.L. Rob. & Greenm.) B.L. Turner (64, 100, 134)
Jefea pringlei (Greenm.) Strother (8, 19, 28, 29, 35, 43, 45, 52, 62, 63, 75, 85)
Koanophyllon gracilicaule (Sch. Bip. ex Robinson) King & H. Rob. (53)
K. solidaginoides (Kunth) King & H. Rob. (100, 143)
Krysteniopsis dibolli King & H. Rob. (72)
Lactuca intybacea Jacq. (112, 134)
Lagascea helianthifolia Kunth var. *helianthifolia* (123)
Melampodium divaricatum (Rich. ex Pers.) DC. (143)
M. longifolium Cerv. ex Cav. (28, 30, 37, 122)
 **M. pringlei* Robinson (72)
M. sericeum Lag. (98)
Montanoa leucantha (Lag. & Segura) S.F. Blake subsp. *arborescens* (DC.) V.A. Funk (45)
M. mollissima Brongn. ex Groenl. (30, 45, 53, 54, 76)
M. tomentosa Cerv. subsp. *tomentosa* (54)
M. tomentosa Cerv. subsp. *xanthifolia* (Sch. Bip.) V.A. Funk (43, 44, 45, 46, 49, 53, 54, 110)
Oaxacania mahifolia B.L. Rob. & Greenm. (134)
Odontotrichum amplifolium (DC.) Rydb. (74, 75, 98, 99, 111, 122)
O. paucicapitatum (B.L. Rob. & Greenm.) Rydb. (111, 123)
-

Appendix 1. Continued

- O. purpusii* (Greenm.) Rydb. (98)
Otopappus imbricatus (Sch. Bip.) S. F. Blake (51)
Parthenium bipinnatifidum (Ort.) Rollins (78)
P. hysterothorus L. (76)
P. tomentosum DC. var. *tomentosum* (30, 37, 43, 52, 53, 65, 67, 78, 85, 101, 112)
Pectis haenkeana (DC.) Sch. Bip. (37, 55, 65, 78, 79, 89, 112)
P. prostrata Cav. (126)
Perymenium asperifolium Sch. Bip. ex Klatt (58)
P. discolor Schrader (44, 52, 64, 75)
 **P. glandulosum* Brandegee (46, 55)
P. mendezii DC. var. *angustifolium* (Brandegee) Fay (37, 44, 45, 48, 51, 96)
 **P. ovatum* Brandegee (54)
Pinaropappus roseus (Less.) Less. var. *roseus* (24, 53, 55, 61, 64, 72, 110)
P. spathulatus Brandegee var. *spathulatus* (24)
Piptothrix areolaris (DC.) King & H. Rob. (111)
Piqueria trinervia Cav. (53, 72)
Pittocaulon praecox (Cav.) H. Rob. & Brettell (55, 61, 62, 72)
Pluchea salicifolia (Mill.) S.F. Blake var. *salicifolia* (43, 61)
P. symphytifolia (Mill.) Gillis (37, 53)
Porophyllum nutans B.L. Rob. & Greenm. (110)
P. punctatum (Mill.) S.F. Blake (113)
P. ruderale (Jacq.) Cass. subsp. *macrocephalum* (DC.) R.R. Johnson (49, 89, 110)
P. tagetooides (Kunth) DC. (54, 110)
Psacaliopsis purpusii (Greenm.) H. Rob. & Brettell (72, 75)
 **Psacaliium calvum* (Brandegee) Pippen (54)
P. paucicapitatum (B.L. Rob. & Greenm.) H. Rob. & Brettell (123)
P. peltatum (Kunth) Cass. var. *conzattii* (B.L. Rob. & Greenm.) Pippen (98)
 **P. purpusii* (Greenm.) H. Rob. & Brettell (75)
Pseudognaphalium attenuatum (DC.) Anderb. (8)
P. conoideum (Kunth) Anderb. (111)
Roldana ehrenbergiana (Klatt) H. Rob. & Brettell (54)
R. eriophylla (Greenm.) H. Rob. & Brettell (112)
R. hederoides (Greenm.) H. Rob. & Brettell (8)
Sabazia multiradiata (Seaton) Longpre (75)
S. sarmentosa Less. var. *sarmentosa* (72, 123)
 **Sanvitalia fruticosa* Hemsl. (30, 36, 37, 43, 78, 125)
S. procumbens Lam. (28, 43, 72, 112, 122)
Schkuhria anthemioidea (DC.) Coult. var. *anthemioidea* (72)
S. anthemioidea (DC.) Coult. var. *wisliczenii* (A. Gray) Heiser (54)
Sclerocarpus uniserialis (Hook.) Benth. & Hook. var. *frutescens* (Brandegee) Feddema (28, 43)
Senecio bracteatus Klatt (74, 123)
Simsia lagasciformis DC. (37)
S. sanguinea A. Gray (54, 72, 98)
Sonchus oleraceus L. (44, 49, 57, 99, 112, 143)
Stevia aschenborniana Sch. Bip. var. *aschenborniana* (54, 61, 72)
S. elatior Kunth (64, 75, 123)
S. jorullensis Kunth (111, 123)
S. lucida Lag. var. *bipontini* Robinson (28, 30, 37, 38, 41, 43, 48, 54, 58, 64, 72, 111)
S. lucida Lag. var. *oaxacana* (DC.) Grashoff (72)
S. lucida Lag. var. *robinsoniana* Grashoff (64, 111)
S. ovata Willd. var. *ovata* (8, 98)

Appendix 1. Continued

-
- S. ovata* Willd. var. *reglensis* (Benth.) Grashoff (72)
 **S. revoluta* Robinson (72)
S. salicifolia Cav. var. *collodes* (Greenm.) Robinson (45, 53, 62)
S. salicifolia Cav. var. *salicifolia* (8)
S. serrata Cav. var. *serrata* (99, 111)
S. tomentosa Kunth (62)
S. vigintisetata (DC.) King & H. Rob. (19, 43, 48, 61, 112)
Tagetes lucida Cav. (123)
T. tenuifolia Cav. (72)
Taraxacum officinale Wigg. (122)
 **Tetrachyron brandegei* (Greenm.) Wussow & Urb (8, 19, 43, 53, 54, 62, 122)
Thymophylla aurantiaca (Brandegge) Rydb. (8, 54, 72)
Tithonia rotundifolia (Mill.) S.F. Blake (125)
T. tubiformis (Jacq.) Cass. (37, 45, 112, 126)
Tridax coronopifolia (Kunth) Hemsl. (43, 53, 54, 57, 61, 72)
 **T. hispanica* Brandegge (72, 74)
T. mexicana A. Powell (54, 78, 126)
T. palmeri A. Gray var. *indivisa* Robinson & Suetón (8)
T. procumbens L. (113)
Trixis pringlei B.L. Rob. & Greenm. var. *pringlei* (37, 55, 56, 58, 76, 112)
Verbesina abscondita Klatt (58, 67, 112, 136)
V. crocata (Cav.) Less. (54)
V. encelioides (Cav.) Benth. & Hook. subsp. *exauriculata* (B.L. Rob. & Greenm.) Coleman (143)
V. gracilipes Robinson (30, 45, 46, 54, 98)
V. hispanica Brandegge (54)
 **V. mixtecana* Brandegge (54)
 **V. petrophila* Brandegge (37, 46, 62, 63, 136)
Vernonia karvinskiana DC. subsp. *karvinskiana* (86, 98, 111, 123, 125)
V. liatroides DC. subsp. *ehrenbergiana* (Sch. Bip.) S. Jones (54, 72, 98)
V. macvaughii S. Jones (53)
V. uniflora Sch. Bip. (28, 49, 53, 54, 111)
 **Viguiera davidae* Panero & Villaseñor (8)
V. cordata (Hook. & Arn.) D'Arcy (122, 143)
V. dentata (Cav.) Spreng. var. *canescens* (DC.) S.F. Blake (112)
V. dentata (Cav.) Spreng. var. *dentata* (37, 38, 43, 44, 46, 48, 49, 53, 58, 77, 78, 102, 112, 125, 136)
V. eriophora Greenm. subsp. *poblana* Panero & Schilling (54, 72)
V. grammatoglossa DC. (43, 45, 48, 49, 54, 58, 63, 72, 112)
V. insignis Miranda (46)
V. linearis (Cav.) Sch. Bip. (54, 61, 85)
V. pimatilobata (Sch. Bip.) S.F. Blake (36, 37, 43, 53, 54, 64, 65, 76, 77, 99, 112, 113, 136)
 **V. purpusii* Brandegge (72)
Wedelia acapulcensis Kunth var. *tehuantepecana* (B.L. Turner) Strother (78, 125)
Xanthium strumarium L. (65, 77)
Zaluzania montagnifolia (Sch. Bip.) Sch. Bip. (28, 37, 46, 48, 53, 54, 61, 72, 99, 122, 145)
Z. subcordata W.M. Sharp (8, 54, 72)
Zinnia peruviana (L.) L. (24, 37, 43, 45, 49, 53, 54, 58, 67, 125, 136)
 Boraginaceae
 **A. paniculatum* I.M. Johnst. (19, 52)
-

Appendix 1. Continued

Burseraeae

**Bursera arida* (Rose) Standl. (30, 35, 37, 45, 55, 58, 64, 67, 78)

Buxaceae

**Buxus mexicana* Brandege (53, 54, 62)

Cactaceae

**Cephalocereus columna-trajani* (Karw.) K. Schum. (37, 43, 45, 58, 100, 135)

Coryphantha pallida Britton & Rose (36, 37, 44, 56)

C. pycnantha (Mart.) Lem. var. *calipensis* (Bravo) L.U. Guzmán (58, 65, 66, 100)

C. retusa (Pfeiff.) Britton & Rose var. *melleospina* (Bravo) Bravo (37, 52, 53, 54)

Echinocactus platyacanthus Link & Otto f. *grandis* (Rose) Bravo (37, 52, 56)

Escontria chiotilla (F.A.C. Weber) Rose (37, 45, 48, 54, 58, 67, 125, 135)

**Ferocactus flavovirens* (Scheidw.) Britton & Rose (37, 48, 51)

F. haematacanthus (Salm-Dyck) Bravo (54)

**F. latispinus* (Haw.) Britton & Rose var. *spiralis* (Karw. ex Pfeiff.) N.P. Taylor (37, 58, 96, 99, 109)

**F. robustus* (Pfeiff.) Britton & Rose (53, 55)

Hyllocereus purpusii (Weing.) Britton & Rose (89)

H. undatus (Haw.) Britton & Rose (78)

Mammillaria carnea Zucc. ex Pfeiff. (30, 37, 43, 44, 49, 58, 66)

**M. crucigera* Mart. subsp. *c. rucigera* (67)

**M. dioxanthocentron* Backeb. subsp. *dioxanthocentron* (58, 78, 89, 98, 100, 102)

M. haageana Pfeiff. (28, 30, 37, 45, 49, 53, 66, 74, 111, 124)

**M. huitzilopochili* D.R. Hunt (125)

M. kraehenbuehlii (Krainz) Krainz (109, 111)

M. mystax Mart. (28, 35, 37)

**M. pectinifera* (Stein) F.A.C. Weberf. var. *pectinifera* (28, 35, 37)

M. pectinifera (Stein) F.A.C. Weberf. var. *solisoides* (Backeb.) Sánchez-Mej. (35, 37)

M. polyedra Mart. (124)

**M. sphaecelata* Mart. (28, 30, 37, 44, 45, 53, 54, 55, 62, 65, 98, 99)

**M. supertexta* Mart. ex Pfeiff. (62, 78, 125)

**M. tepexicensis* J. Meyrán (13)

M. varieaculeata F.G. Buchenau (46)

**M. viperina* J.A. Purpus (37)

Mitrocereus fuviceps (F.A.C. Weber ex K. Schum.) Backeb. ex Bravo (30, 37, 44, 45, 54, 99)

Myrtillocactus geometrizans (Mart.) Console (37, 44, 57, 58, 125, 135)

M. schenkii (J.A. Purpus) Britton & Rose (53, 54, 124)

**Neobuxbaumia macrocephala* (F.A.C. Weber) Dawson (37)

N. mezcalaensis (Bravo) Backeb. (28, 35, 43, 44)

N. tetetzo (F.A.C. Weber) Backeb. (37, 44)

Opuntia decumbens Salm-Dyck (37, 48, 49, 78, 89)

Opuntia depressa Rose (37, 44, 45, 58, 89, 99, 112, 135)

O. huajuapensis Bravo (1, 46, 96)

O. hyptiacantha F.A.C. Weber (53, 96)

O. kleiniae DC. (46, 47)

O. lasiacantha Pfeiff. (98, 113)

O. leptocaulis DC. (49)

**O. parviclada* S. Arias & S. Gama (45, 54, 56, 98, 113)

O. pilifera F.A.C. Weber (37, 45, 48, 53, 58)

O. pubescens J.C. Wendel (28, 48, 51, 58, 72, 88, 98)

O. rosea DC. (37)

O. streptacantha Lem. (49, 89)

Appendix 1. Continued

-
- **O. tehuacana* S. Arias & L.U. Guzmán (46, 58)
 - O. tehuantepecana* (Bravo) Bravo (78)
 - O. tomentosa* Salm-Dyck (98, 121, 124)
 - O. velutina* F.A.C. Weber (49, 51, 54, 58, 124)
 - **Pachycereus hollianus* (F.A.C. Weber) Buxb. (37, 44, 45, 58)
 - P. marginatus* (DC.) Britton & Rose (37, 58)
 - P. weberi* (J.M. Coulter) Backeb. (66, 67, 78, 125)
 - Peniocereus serpentinus* (Lag. & Rodríguez) N.P. Taylor (64)
 - **P. viperinus* (F.A.C. Weber) Buxb. (37, 45, 57)
 - Pilosocereus chrysacanthus* (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley (37, 45, 67, 135)
 - **Polaskia chende* (Rol.-Goss.) A.C. Gibson & K.E. Horak (54, 58)
 - P. chichipe* (Rol.-Goss.) Backeb. (44, 46, 53, 54, 56)
 - Selenicereus vagans* (Brandegee) Britton & Rose (58)
 - Stenocactus crispatus* (DC.) A.W. Hill (96, 109)
 - S. dumortieri* (Scheidw.) Buxb. (45)
 - S. pruinosus* (Otto) Buxb. (34, 67, 76, 77, 125)
 - S. stellatus* (Pfeiff.) Riccob. (37, 45, 48, 51, 58, 99, 125)
 - Caprifoliaceae
 - **Viburnum macdougallii* Matuda (111)
 - Convolvulaceae
 - **Ipomoea nana* Collett & Hemsl. (29)
 - **I. teotitlanica* McPherson (34, 125)
 - **Jacquemontia smithii* B.L. Rob. & Greenm. (37, 44, 57, 65, 66, 89)
 - Crassulaceae
 - **Echeveria derenbergii* J.A. Purpus
 - **E. laui* Moran & J. Meyrán (89)
 - **E. leucotricha* J.A. Purpus (62, 143)
 - **E. longissima* E. Walther var. *aztatensis* J. Meyrán (53)
 - **E. pilosa* J.A. Purpus (54, 62)
 - **E. pulvinata* Rose (57, 134)
 - **E. purpusorum* Berger (49)
 - **Thompsonella spathulata* Kimmach (112)
 - Euphorbiaceae
 - **Adelia rotundifolia* Lundell (73)
 - **Cnidoscolus egregius* Breckon (57, 65)
 - **C. tehuacanensis* Breckon (37, 45, 51, 58, 62, 64, 65, 72, 125, 126)
 - **Croton pulcher* Müll. Arg. (51, 58, 62,)
 - **Euphorbia gradyi* V.W. Steimm. & Ramírez-Roa (62, 64)
 - **Euphorbia ixtlana* M.J. Huft (49, 75)
 - **E. pueblensis* Brandegee (54)
 - **E. tricolor* Greenm. (54)
 - **Jatropha neopauçiflora* Pax (36, 45, 57)
 - **J. rufescens* Brandegee (54)
 - **J. rzedowskii* J. Jiménez Ram. (28, 64, 66, 112)
 - **Manihotoides pauciflora* (Brandegee) D.J. Rogers & Appan (37, 44, 45, 56, 57, 63, 64, 66, 67, 78, 110, 112, 113)
 - **Pedilanthus olsson-sefferi* Millsp. (125)
 - **P. tehuacanus* Brandegee (57, 63, 64)
 - Fouquieriaceae
 - **Fouquieria purpusii* Brandegee (49, 54, 56, 57, 63)
-

Appendix 1. Continued

Hydrangeaceae

**Deutzia occidentalis* Standl. (54)

Hydrophyllaceae

**Nama spathulatum* Brandegee (54)

Lamiaceae

**Sabia aspera* M. Martens & Galeotti (30, 37, 43, 45, 52, 53, 54, 62, 64, 72, 99, 112)

**S. boegei* Ramamoorthy (53)

**S. divinorum* Epling & Jativa (122)

**S. incana* M. Martens & Galeotti (45, 54, 72, 74)

**S. inornata* Epling (28, 75, 85)

**S. pannosa* Fernald (46, 54, 64, 72, 75, 111)

**S. ramosa* Brandegee (54)

**S. sousae* Ramamoorthy (53, 54, 61)

**S. tenoriana* Ramamoorthy (54)

**S. umbraticola* Epling (54)

**S. variana* Epling (54)

**Scutellaria saxicola* Brandegee (54)

**Stachys collina* Brandegee (54)

**S. inclusa* Epling (53, 61, 64)

Leguminosae

Acacia acatensis Benth. (54, 58, 64, 135, 136)

**A. angustissima* (Mill.) Kuntze var. *oaxacana* B.L. Turner (1, 37, 45, 55, 56, 57, 61, 64, 75, 96, 101, 112, 135)

A. angustissima (Mill.) Kuntze var. *texensis* (Torrey & A. Gray) Isely (37, 56, 57, 101, 112, 135)

A. bilimekii Macbr. (52, 54)

A. cochliacantha Humb. & Bonpl. ex Willd. (37, 49, 54, 72, 77, 78, 112, 135, 136)

A. compacta Rose (37, 58, 66, 101)

A. constricta Benth. (35, 36, 37, 43, 44, 45, 51, 53)

A. coulteri Benth. (54, 89, 126)

A. farnesiana (L.) Willd. (37, 72, 73, 99, 101)

A. mamifera Schldl. (53)

A. pennatula (Schldl. & Champ.) Benth. (101, 125)

A. pringlei Rose (66, 73, 135)

**A. purpusii* Brandegee (89, 101, 112)

A. sericea M. Martens & Galeotti (44, 55)

A. subangulata Rose (30, 35, 37, 45, 52, 54, 58, 62, 126, 135)

Aeschynomene compacta Rose (37, 43, 54, 58, 124, 125, 136)

A. purpusii Brandegee (44, 45, 53, 54, 55, 56, 57, 76, 113, 125)

**Astragalus pueblae* M.E. Jones (54)

Astragalus strigosus Kunth (53, 72, 86)

**Ateleia macvaughii* Rudd (35, 44, 45)

Bauhinia deserti (Britton & Rose) Lundell (28, 30, 35, 44, 45, 52, 53, 54, 55, 75, 85, 89, 110)

B. divaricata L. (67, 100, 113)

Brongniartia foliolosa Benth. (45, 61, 64, 72, 85)

**B. hisana* Brandegee (54)

B. lupinoides (Kunth) Standl. (67)

B. mollis Kunth (56, 72, 85, 101)

**B. mollicula* Brandegee (78, 135, 136)

B. oligosperma Baill. (37, 45, 46, 52, 64)

B. podalyrioides Kunth (74, 77)

Appendix 1. Continued

-
- **B. vicioides* M. Martens & Galeotti (54)
 **Caesalpinia melanadenia* (Rose) Standl. (37, 44, 45, 58, 76, 78, 89)
C. platyloba S. Watson (58)
C. velutina (Britton & Rose) Standl. (67)
Calia secundiflora (Ort.) Yakovlev (37, 45, 53, 55, 62, 74, 85, 96)
Calliandra eriophylla Benth. (101, 112, 126, 135)
C. grandiflora (L. Her.) Benth. (54, 61, 72, 85, 98, 111, 123)
Calliandropsis nervosus (Britton & Rose) H.M. Hern. (30, 37, 45, 51, 53, 76)
Canavalia villosa Benth. (64)
Cercidium praecox (Ruiz & Pav.) Harms (37, 43, 44, 55, 57, 58, 66, 77, 78, 135)
Chamaecrista greggii (A. Gray) Pollard ex A.H. Heller var. *macdougaliana* (Rose) Irwin Barneby (30, 37, 44, 45, 52, 64, 99, 112, 124, 135)
Clitoria ternata L. (113)
Cologania angustifolia Kunth (72)
C. broussonetti (Balb.) DC. (125)
C. grandiflora Rose (53, 54, 61, 72, 123)
Conzattia multiflora (Robinson) Standl. (30, 37, 40, 58, 64, 74, 135)
Coursetia caribaea (Jacq.) Lavin var. *trifoliolata* (Rydb.) Lavin (30, 52)
C. glandulosa A. Gray (78, 89, 112, 113)
Crotalaria acapulcensis Hook. & Arn. (101)
C. incana L. (37, 66, 72, 126)
C. longirostrata Hook. & Arn. (98)
C. mollicula Kunth (72, 123, 136)
C. nayaritensis Windler (111)
C. pumila Ort. (36, 54, 72)
C. sagittalis L. (98)
Dalea bicolor Humb. & Bonpl. ex Willd. (24, 28, 30, 43, 45, 52, 53, 54, 55, 61, 62, 64, 72, 85, 99, 125, 135)
 **D. botterii* (Rydb.) Barneby (35, 55, 62, 64, 72, 85)
D. caeciliae Harms. (45)
D. carthagenensis (Jacq.) J.F. Macbr. var. *capitulata* (Rydb.) Barneby (36, 54, 58, 72, 78)
D. doryenioides DC. (54, 55)
D. filiciformis B.L. Rob. & Greenm. (37, 45, 67)
D. foliolosa (Aiton) Barneby (53, 54, 61, 72, 112)
D. greggii A. Gray (46, 53, 62)
D. humilis G. Don (53, 72)
D. insignis Hemsl. (86)
D. leucosericea (Rydb.) Standl. & Steyerl. (54)
D. luisana S. Watson (46)
D. lutea Willd. var. *gigantea* (Rose) Barneby (45, 61, 72)
D. melantha Schauer (52, 54, 61, 64, 72)
 **D. rubrolutea* Barneby (46, 53)
 **D. tuberculina* (Rydb.) F.J. Herm. (62)
D. zimapanica Schauer (52, 96)
Desmanthus leptophyllus Kunth (112)
D. virgatus (L.) Willd. (112)
Desmodium angustifolium (Kunth) DC. (98, 101)
D. grahamii A. Gray (54, 72)
D. neomexicanum A. Gray (52, 54, 72)
D. nitidum M. Martens & Galeotti (58)
D. orbiculare Schldl. (28, 52, 53, 54, 55, 61, 64, 72, 99)
-

Appendix 1. Continued

- D. procumbens* (Mill.) Hitchc. (112)
D. sessilis Schldl. (53, 64, 72)
D. tortuosum (Sw.) DC. (101)
D. uncinatum (Jacq.) DC. (98)
Diphysa semioides Benth. (54, 61)
D. villosa Rydb. (54)
Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb. (49, 66, 135)
Erythrina petrea Brandege (54)
Eysenhardtia polystachya (Ort.) Sarg. (37, 43, 44, 45, 52, 54, 55, 72, 74, 75, 85, 98, 112)
Galactia brachystachys Benth. (45, 46, 52, 54, 61, 72, 85)
Gliricidia sepium (Jacq.) Steud. (77, 101)
Harpalyce formosa Moc. & Sessé ex DC. var. *formosa* (52, 62)
Havardia acatensis (Benth.) Britton & Rose (37, 48, 57, 58, 65, 66, 74, 101)
**Hesperothamnus grandis* Standl. (54)
H. pentaphyllus (Harms) Rydb. (28, 30, 53, 54, 55, 56, 64, 99, 135)
Hoffmannseggia humilis Hemsl. (28, 52, 53, 85, 121)
H. pueblana (Britton) Standl. (62)
Hybosema ehrenbergii (Schldl.) Harms (98, 110)
**Indigofera conzattii* Rose (43, 45, 49, 53, 54, 55, 112)
I. hartwegii Rydb. (98)
I. mucronata Spreng. (101, 112)
I. suffruticosa Miller (37, 53, 54, 58, 64, 67, 72, 98, 102, 112, 135, 136)
Inga eriocarpa Benth. (66)
**Leucaena confertiflora* Zárate (52, 61, 64)
L. diversifolia (Schldl.) Benth. subsp. *stenocarpa* (Urban) Zárate (45, 61)
L. esculenta (Moc. & Sessé ex DC.) Benth. subsp. *esculenta* (36, 37, 45, 52, 54, 55, 61, 99, 112)
L. lanceolata S. Watson (67)
L. leucocephala (Lam.) de Wit var. *glabrata* (Rose) Zárate (46, 77, 125)
**Lonchocarpus oaxacensis* Pittier (67, 102)
L. obovatus Benth. (52, 53)
Lysiloma acapulcense (Kunth) Benth. (55, 62, 72, 101)
L. divaricata (Jacq.) J.F. Macbr. (54, 58, 77, 101, 135, 143)
Macropitium atropurpureum (Sessé & Moc. ex DC.) Urban (43, 45, 52, 53, 54, 57, 58, 66, 72, 77, 143)
M. gibbosifolium (Ort.) A. Delgado (54)
Marina neglecta (Robinson) Barneby (100)
M. pueblensis (Brandege) Barneby (62)
Melilotus albus Desv. (53)
**Mimosa brevispicata* Britton (67, 136)
**M. hystricosa* Brandege (63, 72)
M. lacerata Rose (36, 51, 61, 62, 64)
M. lactiflua Delile ex Benth. var. *lactiflua* (46, 53, 54, 55, 58, 61, 62, 96, 125, 135, 136)
**M. luisana* Brandege (37, 44, 67, 89, 125)
**M. mixteca* Brandege (54)
M. mollis Benth. (96, 136)
M. polyantha Benth. (44, 48, 53, 54, 66, 76, 77, 89, 100, 101, 124, 125)
**M. pueblensis* R. Grether (51, 54, 55, 72, 96)
M. purpusii Brandege (37, 67, 73, 85)
M. rhodocarpa (Britton & Rose) R. Grether (54, 72, 75)
Nissolia microptera Poiret (24, 37, 45, 46, 52, 53, 54, 58, 78, 85, 112, 135)
N. pringlei Rose (28, 37, 46, 52, 135)

Appendix 1. Continued

- P. microcarpus* Mart. (58)
Piscidia grandiflora (J.D. Sm.) I.M. Johnst. var. *gentryi* Rudd (51, 52, 54, 61, 62, 100, 101, 125, 135)
Pithecellobium dulce (Roxb.) Benth. (100, 113, 136)
Prosopis laevigata (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnston (37, 53, 62, 66, 101, 135)
Rhynchosia discolor M. Martens & Galeotti var. *discolor* (28, 54, 61, 62, 111)
R. longeracemosa M. Martens & Galeotti (78)
R. minima (L.) DC. (54, 64)
R. pringlei Rose (519)
**Senna andrieuxii* (Benth.) Irwin
 Barneby (28, 35, 78, 135)
**S. apiculata* (M. Marenst. & Galeotti) Irwin & Barneby var. *apiculata* (36, 37, 44)
S. arida (Rose) Irwin & Barneby (52, 61)
S. atomaria (L.) Irwin & Barneby (67, 78, 89, 99, 101, 113, 134, 135)
**S. galeottiana* (M. Martens) Irwin & Barneby (24, 29, 30, 35, 43, 44, 52, 53, 54, 64, 72, 86)
S. guatemalensis J.D. Sm. var. *scopulorum* (Britton & Rose) Irwin & Barneby (45, 54, 85, 122)
S. holwayana (Rose) Irwin & Barneby var. *holwayana* (30, 37, 46, 49, 53, 54, 55, 58, 63, 64, 72, 100, 112, 126)
S. polyantha (Collad.) Irwin & Barneby (53, 54, 61, 72, 85)
S. unijuga (Rose) Irwin & Barneby (28, 30, 36, 44, 45, 51, 52, 54, 72, 85)
S. wislizenii (A. Gray) Irwin & Barneby var. *pringlei* (Rose) Irwin & Barneby (37, 43, 44, 52, 57, 58, 78, 89, 98, 101, 112)
Tephrosia cinerea (L.) Pers. (112)
T. vicoides Schldl. (89, 124)
Trifolium amabile Kunth (75)
**T. nelsonii* House (98)
Vigna luteola (Jacq.) Benth. (135)
V. speciosa (Kunth) Verdc. (66, 67, 78, 113, 135)
Zapoteca formosa (Kunth) H.M. Hern. subsp. *formosa* (58)
**Z. formosa* (Kunth) H.M. Hern. subsp. *mollicula* (M. Martens & Galeotti) H.M. Hern. (36, 37, 45, 89, 97, 112, 125, 136)
Z. media (M. Martens & Galeotti) H.M. Hern. (55)
Z. portoricensis (Jacq.) H.M. Hern. subsp. *pubicarpa* H.M. Hern. (36, 37, 45, 54, 58, 61, 67, 89, 97, 112, 125, 136)
 Lentibulariaceae
**Pinguicula mirandae* Zamudio & A. Salinas (99)
 Loranthaceae
**Struthanthus inornatus* Standl. (125)
 Lythraceae
**Nesaea pringlei* Rose (30)
 Malvaceae
**Abutilon straminicarpum* Fryxell (54, 55)
**Bakeridesia subcordata* (Hochr.) Bates (54)
**Hibiscus longifolius* Fryxell (30, 45, 52, 53, 55, 64, 74, 89, 112, 135)
**Phymosia crenulata* (Brandege) Fryxell (54)
**Robinsonella chiangii* Fryxell (54)
**Sida pueblensis* Fryxell (54)
**Sidastrum tehuacanum* (Brandege) Fryxell (46, 54, 62)
 Passifloraceae
**Passiflora liebmanni* Mart. (77)
 Polygalaceae
**Polygala annectans* Blake (28, 44)

28

*Appendix 1. Continued***P. cuspidulata* Blake (30, 45, 51, 61, 63, 67, 101, 112)

Rutaceae

Casimiroa calderoniae* F. Chiang & Medrano (34, 51, 52, 99)Helietta lucida* Brandegee (75)**Megastigma galeottii* Baill. (44, 45, 52)

Sapindaceae

**Thouinidium insigne* (Brandegee) Radlk. (58, 62, 66, 75)

Scrophulariaceae

Lamourouxia smithii* B.L. Rob. & Greenm. (113)Leucophyllum pringlei* (Greenm.) Standl. (35, 36, 37, 52, 53, 54, 55, 62, 75, 85)

Theaceae

**Ternstroemia hensleyi* Hochr. (67, 111)

Thymelaeaceae

**Daphnopsis purpusii* Brandegee (54)

Urticaceae

**Pouzolzia pringlei* Greenm. (56, 112)

Verbenaceae

Stachytarpheta luisana* Standl. (46)S. nelsonii* B.L. Rob. & Greenm. (135)

CLASS LILIOPSIDA

Agavaceae

Agave macroacantha* Zucc. (45, 58, 64, 67, 78, 112)A. stricta* Salm-Dyck (30, 37, 43, 55, 62)**A. titanota* Gentry (54, 64, 100)**A. triangularis* Jacobi (37, 52)**Yucca mixtecana* García-Mend. (53)

Anthericaceae

**Echeandia platyphylla* (Greenm.) Cruden (58, 64)

Araceae

**Anthurium nelsonii* Croat

Bromeliaceae

H. conzattiana* L.B. Sm. (30, 57, 64, 89)H. fragilis* B. Utley & Utley (49, 100)**H. galeottii* Mez (136)**H. lyman-smithii* B. Utley & Utley (65, 89)**Tillandsia califanii* Rauh (37)

Commelinaceae

Tradescantia monosperma* Brandegee (37, 54, 58, 101, 112)T. parvula* Brandegee (67)

Nolinaceae

Beaucarnea gracilis* Lem. (36, 37, 58, 112, 113)B. purpusii* Rose (51, 52)

Orchidaceae

**Schiedella diaphana* (Lindl.) Williams (49, 124)

Poaceae

Aegopogon tenellus* (Cav.) Trin. (54)Andropogon glomeratus* (Walt.) B.S.P. (37)**Aristida adscensionis* L. (36, 37, 49, 54, 77, 111, 114, 123, 125)**A. curvifolia* Fourn. (37, 54, 73)**A. divaricata* Willd. ex Humb. & Bonpl. (111)

Appendix 1. Continued

-
- A. glauca* (Nees) Walp. (37, 53)
A. laxa Cav. (37, 49)
A. schiedeana Trin. & Rupr. var. *major* Sánchez-Ken & Dávila (53, 54, 74, 96, 111, 123)
A. ternipes Cav. (54, 76, 125)
Bothriochloa barbinodis (Lag.) Herter (37, 54, 76, 85)
B. laguroides (DC.) Pilg. (49, 61)
B. saccharoides (Swallen) Rydb. (54)
B. springfieldis (Gould) Parodi (96)
Bouteloua aristidoides (Kunth) Griseb. (125)
B. barbata Lag. (37, 89, 125)
B. chondrosioides (Kunth) Benth. (57)
B. curtipendula (Michx.) G.S. Torrey (8, 36, 37, 54, 56, 57)
**B. distans* Swallen (37)
B. media (E. Fourn.) Gould & Kapadia (37, 49, 112)
B. radicata (E. Fourn.) Griffiths (36, 49)
B. repens (Kunth) Scribn. & Merr. (49, 54)
B. simplex Lag. (72)
B. triana (Trin.) Scribner (37, 54, 61, 74, 123, 136)
B. uniflora Vasey (54)
Brachypodium mexicanum (Roemer & Schultes) Link (85, 111)
Bromus anomalus Rupr. (54)
B. exaltatus Bernh. (54, 74)
Cathestecum brevifolium Swallen (37, 76)
C. prostratum Presl (57)
C. varium Swallen (36, 54, 125)
Cenchrus ciliaris L. (65, 112)
C. echinatus L. (37, 54, 96, 112, 125)
C. incertus M. Curtis (48, 125)
C. myosuroides Kunth (125)
C. pilosus Kunth (125)
Chloris aristata (Cerv.) Swallen (49)
C. chloridea (Presl) A. Hitchc. (125)
C. ciliata Swallen (125)
C. pluriflora (E. Fourn.) Clayton (37)
C. virgata Swallen (54, 67, 125)
Cottea pappophoroides Kunth (125)
Cynodon dactylon (L.) Pers. (37, 125)
Dactyloctenium aegyptium (L.) P. Beauv. (125)
Deschampsia straminea A. Hitchc. (52)
Digitaria bicornis (Lam.) Roemer & Schultes (125)
D. ciliaris (Retz.) Koeler (125)
D. insularis (L.) Mez. ex Ekman (67)
D. spicata (L.) Greene (57)
Echinochloa colonum (L.) Link (125)
E. crusgalli (L.) P. Beauv. (37)
Eleusine indica (L.) Gaertn. (125)
E. multiflora Hochst. ex J. Richter (54)
Erneapogon desvauxii P. Beauv. (36, 37, 54)
Eragrostis barlieri Daveau (36)
E. cilianensis (All.) Vign. (37, 48, 49, 54, 125)
-

Appendix 1. Continued

-
- E. ciliaris* (L.) R. Br. (125)
E. intermedia A. Hitchc. (85)
E. maypurensis (Kunth) Standl. (67, 89)
E. mexicana (Hornem.) Link (49, 54, 72, 74, 125)
E. pectinacea (Michx.) Nees (37, 125)
E. pilosa (L.) P. Beauv. (61, 125)
E. silveana Swallen (67)
E. swollenii A. Hitchc. (96)
E. tephrosanthos Schultes (125)
Erioneuron avenaceum (Kunth) Tateoka (37, 46, 54)
**Festuca callosa* (Piper) St. Yves (98, 111)
F. lugens (E. Fourn.) Hitchc. ex E. Hern. (111)
Heteropogon contortus (L.) P. Beauv. (36, 37, 49, 56, 125)
Lasiacis divaricata (L.) Hitchc. (78)
L. nigra Davidse (72, 125, 136, 143)
Leptochloa dubia (Kunth) Nees (54, 74, 111, 112)
L. mucronata (Michx.) Kunth (125)
L. univervia (Presl) A. Hitchc. & Chase (67)
Lolium perenne L. (52)
Lycurus phleoides Kunth (54, 72)
Metcalfia mexicana (Scribner) Conert (37, 46)
Microchloa kunthii Desv. (54, 123)
Muhlenbergia depauperata Scribner (96)
M. firma Beal (85)
M. implicata (Kunth) Kunth (54, 61)
M. microsperma (DC.) Kunth (54)
M. montana (Kunth) Hitchc. (85, 123)
M. pubescens (Kunth) Hitchc. (54, 61)
M. rigida (Kunth) Kunth (53, 54, 61, 72)
M. robusta (E. Fourn.) Hitchc. (74)
M. spiciformis Trin. (74)
M. tenuifolia (Kunth) Kunth (54, 55)
M. versicolor Swallen (37)
Nasella linearifolia (E. Fourn.) Pohl (74, 85)
N. tenuissima (Trin.) Barkworth (72)
Opizia stolonifera Presl (114, 125)
Oplismenus compositus (L.) P. Beauv. (72)
Panicum bulbosum Kunth (54)
P. hallii Vasey (37)
P. hirticaule Presl (67, 125)
P. laxiflorum Lam. (123)
P. obtusum Kunth (37)
Pappophorum pappiferum (Lam.) Kuntze (125)
Paspalum botteri (E. Fourn.) Chase (125)
P. conjugatum Berg. (67, 89, 125)
P. distichum L. (125)
P. langei (E. Fourn.) Nash (67)
P. lividum Trin. (125)
P. notatum Flugge (37, 125)
Piptochaetium angustifolium (Hitchc.) Valencia & Costas (53, 85)
-

Appendix 1. Continued

-
- P. fimbrianum* (Kunth) Hitchc. (54)
P. virescens (Kunth) Parodi (111)
Polypogon viridis (Gouan) Breistr. (53, 54, 136)
Pringleochloa stolonifera (E. Fourn.) Scribner (37)
Rhynchelytrum repens (Willd.) C.EHubb. (37, 49, 54, 112)
Schizachyrium sanguineum (Retz.) Alston (123)
Setaria adhaerans (Forssk.) Chiov. (37)
S. grisebachii Fourn. (37, 49, 54, 61, 112)
S. liebmannii Fourn. (125)
S. macrostachya Kunth (48, 776, 125)
S. parviflora (Poiret) Kerguélen (48, 61, 67, 74, 125, 126)
S. viridis (L.) P. Beauv. (54)
Setariopsis auriculata (E. Fourn.) Scribner (67, 125)
S. latiglumis (Vasey) Scribner (111)
Sorghum halepense (L.) Pers. (112)
Sporobolus airoides (G.S. Torrey) G.S. Torrey (57)
S. atrovirens (Kunth) Kunth (37, 54)
S. buckleyi Vasey (57)
S. indicus (L.) R. Br. (76)
S. pulvinatus Swallen (58, 65, 125)
S. pyramidatus (Lam.) Hitchc. (37)
Stipa eminens Cav. (54, 61, 72)
Tragus berteronianus Schultes (36, 49, 54, 111)
Trichloris puriflora (E. Fourn.) Clayton (37, 134)
Trisetum deyeuxioides (Kunth) Kunth (111)
Urochloa fasciculata (Sw.) Webster (125)
313 *U. meziana* (Hitchc.) Morrone & Zuhaga (36)
U. mollis (Sw.) Morrone (67)
U. reptans L. (125)
-

312

314 References

- 315 Araújo M.B. and Williams P.H. 2000. Selecting areas for species persistence using occurrence data.
316 *Biol. Conserv.* 96: 331–345.
317 Arizmendi M.C. and Espinosa de los Monteros A. 1996. Avifauna de los bosques de Cactáceas
318 columnares del Valle de Tehuacán, Puebla. *Acta Zool. Mexicana* 67: 25–46.
319 Brussard P.F. 1991. The role of ecology in biological conservation. *Ecol. Appl.* 1: 6–12.
320 Canseco L.M. 1996. Estudio preliminar de la herpetofauna en la Cañada de Cuicatlán y Cerro
321 Piedra Larga, Oaxaca. Bachelor Thesis, Universidad Autónoma de Puebla, México.
322 Casas A., Valiente-Banuet A., Viveros J.L., Caballero J., Cortés L., Dávila A.P., Lira R. and
323 Rodríguez I. 2001. Plant resources of the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico. *Econ. Bot.* 55:
324 129–166.
325 Castro Praga I.J., Moreno-Saiz C., Humphries C.J. and Williams P.H. 1996. Strengthening the
326 natural and national park system of Iberia to conserve vascular plant. *Bot. J. Linnean Soc.* 121:
327 189–206.
328 Church R.L., Stoms D.M. and Davis F.W. 1996. Reserve selection as a maximal covering location
329 problem. *Biol. Conserv.* 76: 105–112.
330 Colwell R.K. and Coddington J.A. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation.
331 *Philos. Trans. R. Soc. London B* 345: 101–118.

- 1 Dávila A.P., Arizmendi M.C., Valiente-Banuet A., Villaseñor J.L., Casas A. and Lira R. 2002. Biological diversity in the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico. *Biodiv. Conserv.* 11: 421–442.
- 1 Dávila A.P., Lira R. and Valdés-Reyna J. 2004. Endemic species of grasses in Mexico: a phyto-geographical approach. *Biodiv. Conserv.* 13: 1101–1121.
- 1 Dávila A.P., Villaseñor J.L., Medina R., Ramírez A., Salinas A., Sánchez-Ken J. and Tenorio P. 1993. Listados florísticos de México. X. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., 195 pp.
- 1 Diario Oficial de la Federación. 1998. Decreto por el que se declara área natural protegida con carácter de reserva de la biosfera, la región denominada Tehuacán-Cuicatlán, ubicada en los estados de Oaxaca y Puebla, Estados Unidos Mexicanos, Presidencia de la República, México, D.F., viernes 18 de septiembre de 1998, pp. 8–20.
- 1 Flannery K.V. 1967. Fauna and hunting patterns. In: Byers D.S. (ed.), *The Prehistory of the Tehuacan Valley*, Vol. I. Environment and Subsistence, University Press, Austin, Texas, pp. 132–177.
- 1 Gómez-Hinostrosa C. and Hernández H.M. 2000. Diversity, geographical distribution, and conservation of Cactaceae in the Mier y Noriega Region, Mexico. *Biodiv. Conserv.* 9: 403–418.
- 1 Hacker J.E., Cowlishaw G. and Williams P.H. 1998. Patterns of African primate diversity and their evaluation for the selection of conservation areas. *Biol. Conserv.* 84: 251–262.
- 1 Halffter G. 1978. Las reservas de la biosfera en el Estado de Durango: una nueva política de conservación y estudio de los recursos bióticos. In: Halffter G. (ed.), *Reservas de la Biosfera del Estado de Durango*. Publ. 4, Instituto de Ecología A.C., México, pp. 13–45.
- 1 Halffter G. 1980. Réserves de la biosphère et parcs nationaux: deux complémentaires de protection de la nature, impact. *Sci. Soc.* 30: 299–308.
- 1 Halffter G. 1981. The Mapimí Biosphere Reserve: Local participation in conservation and development. *Ambio* 10: 93–96.
- 1 Halffter G. 1991. El concepto de reserva de la biosfera. In: Xalapa A.C. (ed.), *Memorias del seminario sobre conservación biológica de México I*, Instituto de Ecología, Veracruz, México, pp. 1–25.
- 1 Halffter G., Reyes-Castillo P., Maury M.E., Gallina S. and Ecurra E. 1980. La conservación del germoplasma: Soluciones en México. *Folia Entomol. Mexicana* 46: 29–64.
- 1 Ibarra M.G. 1997. Biogeografía de los árboles nativos de la Península de Yucatán: Un enfoque para evaluar su grado de conservación. Tesis de doctorado, Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- 1 ILWIS (The Integrated Land and Water Information System) ver. 2.2.3. 1999. The International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC), Enschede, The Netherlands.
- 1 INEGI. 2000. Estados Unidos Mexicanos. XII censo general de población y vivienda 2000. Tabulados básicos y por entidad federativa. Bases de datos y tabuladores de la muestra censal, Aguascalientes, Ags. México.
- 1 IUCN. 1987. The IUCN position statement on translocation of living organisms: introductions, reintroductions and restocking. International Union for the Conservation of Nature, Gland, Switzerland.
- 1 Kirkpatrick J.B. 1983. An iterative method for establishing priorities for the selection of nature reserves: an example for Tasmania. *Biol. Conserv.* 25: 127–134.
- 1 Lambeck R.J. 1997. Focal species: a multi-species umbrella for nature conservation. *Conserv. Biol.* 11: 849–856.
- 1 Li W., Wang Z., Ma Z. and Tang H. 1999. Designing the core zone in a biosphere reserve based on suitable habitats: Yancheng Biosphere Reserve and the Red Crowned Crane (*Grus japonensis*). *Biol. Conserv.* 90: 167–173.
- 1 Lira R., Villaseñor J.L. and Ortiz E. 2002. A proposal for the conservation of the family Cucurbitaceae in Mexico. *Biodiv. Conserv.* 11: 1699–1720.
- 1 Lombard A.T., Cowling R.M., Presey R.L. and Mustart P.J. 1997. Reserve selection in a species-rich and fragmented landscape on the Agulhas Plain, South Africa. *Conserv. Biol.* 11: 1101–1116.

- 384 Lombard A.T., Nicholls A.O. and August P.V. 1995. Where should nature reserves be located in
385 South Africa: a snake's perspective. *Conserv. Biol.* 9: 363–372.
- 386 Lusigi W. 1981. New approaches to wildlife conservation in Kenya. *Ambio* 10: 87–92.
- 387 Lusigi W. and Robertson J. 1981. La conservación de la naturaleza. *El Correo UNESCO* 34: 28–29.
- 388 Margules C.R., Nicholls A.O. and Pressey R.L. 1988. Selecting networks of reserves to maximize
389 biological diversity. *Biol. Conserv.* 43: 63–76.
- 390 Méndez-Larios I., Ortiz E. and Villaseñor J.L. 2004. Las Magnoliophyta endémicas de la provincia
391 florística del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, México. *An. Inst. Biol. Univ. Nacional Autónoma*
392 *México, Ser. Bot.* 75: 1–22.
- 393 Murguía M. and Villaseñor J.L. 2000. Estimating the quality of the records used in quantitative
394 biogeography with presence-absence matrices. *Ann. Bot. Fenn.* 37: 289–296.
- 395 Perrings C. and Lovett J.C. 1999. Policies for biodiversity conservation: the case of Sub-Saharan
396 Africa. *Int. Affairs* 75: 281–305.
- 397 Polasfsky S., Csuti B., Vossler C.A. and Meyers S.M. 2001. A comparison of taxonomic dis-
398 tinctness versus richness as criteria for setting conservation priorities for North American birds.
399 *Biol. Conserv.* 97: 99–105.
- 400 Pressey R.L. and Nicholls A.O. 1989. Application of a numerical algorithm to the selection of
401 reserves in semi-arid New South Wales. *Biol. Conserv.* 50: 263–278.
- 402 Rebelo A.G. 1994. Iterative selection procedures: Centers of endemism and optimal placement of
403 reserves. *Strelitzia* 1: 231–257.
- 404 Rebelo A.G. and Siegfried W.R. 1992. Where should nature reserves be located in the Cape
405 Floristic Region, South Africa? Models for the spatial configuration of a reserve network aimed
406 at maximizing the protection of floral diversity. *Conserv. Biol.* 6: 243–252.
- 407 Rodrigues A. and Gaston K.J. 2001. How large do reserve networks need to be? *Ecol. Lett.* 4:
408 602–609.
- 409 Rzedowski J. 1998. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. In: Ramamoorthy
410 T.P., Bye R., Lot A. and Fa J. (eds), *Diversidad Biológica de México*, Instituto de Biología,
411 UNAM, México, D.F., pp. 129–145.
- 412 SEMARNAP. 1995. Reservas de la biosfera y otras áreas naturales protegidas de México, Instituto
413 Nacional de Ecología, Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca/Comisión
414 Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- 415 Simberloff D.S. 1988. The contribution of population and community biology to conservation
416 science. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 19: 473–511.
- 417 Turpie J.K. 1995. Prioritizing South African estuaries for conservation: a practical example using
418 waterbirds. *Biol. Conserv.* 74: 175–185.
- 419 Turpie J.K., Lynnath E.B. and Katua S.M. 2000. Biogeography and the selection of priority areas
420 for conservation of South African coastal fishes. *Biol. Conserv.* 92: 59–72.
- 421 UNESCO. 1996. Reservas de la biosfera: La estrategia de Sevilla y el marco estatutario de la red
422 mundial, UNESCO, París, pp. 1–20.
- 423 Villaseñor J.L., Ibarra M.G. and Ocaña D. 1998. Strategies for the conservation of Asteraceae in
424 Mexico. *Conserv. Biol.* 12: 1066–1075.
- 425 Williams P., Gibbons D., Margules C., Rebelo A., Humphries C. and Pressey R. 1996. A com-
426 parison of richness hotspots, rarity hotspots and complementary areas for conserving diversity
427 of British birds. *Conserv. Biol.* 10: 155–174.

428

429

430

431

CAPÍTULO V

HACIA LA IDENTIFICACIÓN DE LA ZONA NÚCLEO EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA TEHUACÁN-CUICATLÁN (MÉXICO), BASÁNDOSE EN EL ANÁLISIS DE PARSIMONIA DE ENDEMICIDAD DE LAS ESPECIES DE PLANTAS CON FLORES

**(TOWARD THE IDENTIFICATION OF A CORE ZONE IN THE TEHUACÁN-
CUICATLÁN BIOSPHERE RESERVE (MEXICO), BASED ON PARSIMONY
ANALYSIS OF ENDEMICITY OF FLOWERING PLANT SPECIES)**

(Publicado en *Interciencia* 30(5): 267-274. 2005)

TOWARD THE IDENTIFICATION OF A CORE ZONE IN THE TEHUACÁN-CUICATLÁN BIOSPHERE RESERVE, MEXICO, BASED ON PARSIMONY ANALYSIS OF ENDEMICITY OF FLOWERING PLANT SPECIES

ISIDRO MÉNDEZ-LARIOS, JOSÉ LUIS VILLASEÑOR, RAFAEL LIRA, JUAN J. MORRONE, PATRICIA DÁVILA and ENRIQUE ORTIZ

In Mexico, endemism is most important. Approximately 57% of its flowering plant species are restricted to its territory (Villaseñor, 2003). Higher percentages of endemism have only been found on certain islands, like Hawaii, Madagascar or New Guinea, or on the southern part of the African continent (Gentry, 1986; Akeroyd and Syngé, 1992). In particular, many Angiosperm families in Mexico possess a high degree of endemism. For this country, the known families of which more than half of their species are endemic are Asteraceae (Turner and Nesom, 1993; Villaseñor, 1993, 2003), Bromeliaceae (Espejo and López-Ferrari, 1998), Cactaceae (Guzmán *et al.*, 2003), Euphorbiaceae (Steinmann, 2002), Fabaceae (Sousa and Delgado, 1993), Lamiaceae (Ramamoorthy and Elliott, 1993) and Scrophulariaceae (Méndez-

Larios and Villaseñor, 2001). More examples can be found in Ramamoorthy *et al.* (1993) and Villaseñor (2003).

Sites with an attention-drawing concentration of endemic taxa, described by Rzedowski (1991) as "ecological islands", have been found throughout Mexico; for example, the Rio Balsas Valley or the Sierra Madre Occidental and Oriental, among others. The Tehuacán-Cuicatlán Valley, located on the southeast and northeast state limits of Puebla and Oaxaca, respectively, and recognized by Rzedowski (1978) as a Floristic Province, can be considered as an ecological island, given the high number of endemic species registered in its territory (Villaseñor *et al.*, 1990; Villaseñor, 1992; Dávila *et al.*, 1995; Méndez-Larios *et al.*, 2004). Moreover, the Tehuacán-Cuicatlán Valley is a region with a vast biological diversity (Dávila *et al.*, 2002a).

Pressey *et al.* (1994) introduced into conservation biology the concept of irreplaceability of regions. When a region consists only of common species with broad distributions, it has a low irreplaceability value. In contrast, areas containing species that are not found anywhere else have an irreplaceability value of 100%. As such, irreplaceable regions represent priority regions for conservation (Vane-Wright, 1996). This is the case of areas of endemism, which are defined by more or less congruent distribution patterns of two or more species (Platnick, 1991; Harold and Mooi, 1994; Morrone, 1994). As these areas contain exclusive species, they are irreplaceable and therefore highly important for conservation.

Morrone (1994) proposed the use of Parsimony Analysis of Endemicity (PAE) as a tool for the detection of areas of endemism.

KEYWORDS / Core Zone / Parsimony Analysis of Endemicity / Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve / Tehuacan /

Received: 06/11/2004. Modified: 04/06/2005. Accepted: 04/07/2005.

Isidro Méndez-Larios. M.S. in Plant Biology, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)). Graduate Student, Unidad de Biotecnología y Prototipos (UBIPRO), Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM, Mexico. Address: Av. De los Barrios N° 1, Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México. 54090 México. e-mail: imlarios@correo.unam.mx

José Luis Villaseñor. Ph.D. in Plant Systematics, The Claremont Graduate School, California, USA. Researcher, Botany Department, Instituto de Biología, UNAM. Address: Apartado Postal 70-367, 04510 México DF, México. e-mail: vrlos@ibiologia.unam.mx

Rafael Lira. Doctor in Biological Sciences, UNAM, Mexico. Professor, UBIPRO, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM, Mexico. e-mail: rlira@servidor.unam.mx

Juan J. Morrone. Doctor in Natural Sciences, Universidad Nacional de La Plata, Argentina. Professor, School of Sciences, UNAM, Mexico. e-mail: jjm@hp.ciencias.unam.mx

Patricia Dávila. Ph.D. in Plant Systematics, Iowa State University, USA. Researcher, UBIPRO, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM, Mexico. e-mail: pdavila@servidor.unam.mx

Enrique Ortiz. Biólogo, UNAM, México. Researcher, Botany Department, Instituto de Biología, UNAM, Mexico. e-mail: obe@minervaux2.ciencias.unam.mx

Its methodology is analogous to the cladistic methods used in phylogenetics and cladistic biogeography. It allows the classification of areas or localities (analogous to taxa) according to the taxa they share (analogous to characters), searching for the most parsimonious solution (Morrone and Crisci, 1995). Input data for PAE are matrices of areas vs taxa. The resulting cladograms represent hierarchic areas and the terminal dichotomies are assumed to represent areas with similar biota (Morrone and Crisci, 1995). PAE was originally developed in the field of paleobiogeography (Rosen, 1988). Morrone (1994) modified the technique to be used for the identification of endemism areas. He also proposed that the study area used for the identification of endemism zones might be divided into Operative Geographic Units (OGUs), not necessarily having the same dimensions or shape. This method permits the identification of areas of endemism based on the congruence of distribution patterns of at least two species taxonomically related with each other or not, depending on whether the viewpoint is phylogenetic or ecologic. PAE has been used in different studies around the world and with diverse biological groups (Myers, 1991; Morrone, 1994; Fernandes *et al.*, 1995; Cardoso and Oren, 1996; Posadas, 1996; Sfen-thourakis and Giokas, 1998; Watanabe, 1998; Glasby and Álvarez, 1999; Luna *et al.*, 1999; Morrone *et al.*, 1999; Ron, 2000; Bisconti *et al.*, 2001; Ippi and Flores, 2001; Morrone and Márquez, 2001; Cavieres *et al.*, 2002; Dávila *et al.*, 2002b).

In 1996, UNESCO declared that all Biosphere Reserves should include three well defined zones: a core zone, where the ecosystem is strictly protected, surrounded by a buffer zone, where non-destructive human activities are per-

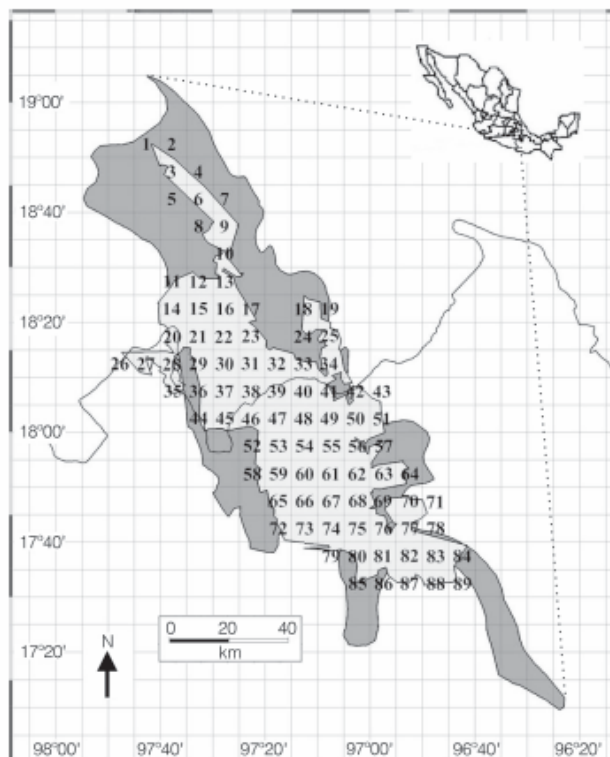


Figure 1. Geographic location of the Floristic Province of the Tehuacán-Cuicatlán Valley (dark zone) and the Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve (clear zone), divided into 89 OGUs.

mitted and monitored in order to prevent negative impacts on the core zone, and around both zones, a transition zone with supervised activities forming part of sustainable management plans (IUCN, 1987). The core zone is the most important part of the Biosphere Reserve for biological conservation. As such, when areas of endemism are identified inside the Reserve, they might be proposed as core zones, because of their content of unique species.

The Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve (TCBR) is situated in the southeastern Puebla state and the northeastern Oaxaca state, Mexico. The area was declared a Biosphere Reserve in 1998 (Diario Oficial, 1998) and belongs to a region with high biological diversity (Dávila *et al.*, 2002a). Approximately 1910 vascular plant species, typical of the southern xerophytic region of Mexico, have been found in the TCBR. Approximately 9.1% of these species are endemic to the Reserve

(Méndez-Larios *et al.*, 2004).

This paper aims to identify the areas of endemism inside the limits of the TCBR. At the same time, due to their irreplaceable value, their potential as priority zones for biological conservation as well as their selection as core zone(s) will be evaluated.

Materials and Methods

The TCBR is situated between 17°30' and 18°55'N and between 96°42' and 97°47'W (Figure 1). It has an area of 481050ha and 78.4% of its surface is covered with xerophilous vegetation, as it comprises a large part of the Floristic Province of the Tehuacán-Cuicatlán Valley (Rzedowski, 1978; Figure 1). The topography of the TCBR is diverse. Altitudes range between 600 and 3000m. In the west, the border is formed by the Sierra de Zongolica, which forms part of the

Sierra Madre Oriental, with altitudes of >3000m. In the southeast, the Sierra Mazateca with altitudes up to 2500 and 3000m and other mountain ranges belonging to the Mixteca Alta or Sierra Mixteca border the Mesa del Sur (Catalán, 2001). The climate is represented by three arid subgroups (B) according to the climate classification system of Köppen modified by García (1988): semi arid (BS1), arid (BS0) and dry arid (BW). It presents a typical summer rain season, with a temporal diminution of precipitation also known as phenomenon of intrasummer drought or dog days (Catalán, 2001). At present, the reserve beholds 279 human settlements with a population between 1 and 2407 inhabitants; 7 villages have more than 1000 inhabitants (INEGI, 2000). The main activities of the local people are agriculture, pasturing, salt extraction and mining.

The studied taxa consisted of 174 species (Appendix) of

TABLE I.
ENDEMIC SPECIES RICHNESS
FOR EACH OF THE 89 OGU'S
IN THE TEHUACÁN-CUICATLÁN
BIOSPHERE RESERVE

OGU	Number of species	OGU	Number of species
1 OGU-30	46	46 OGU-6	3
2 OGU-16	35	47 OGU-58	3
3 OGU-22	30	48 OGU-59	3
4 OGU-44	21	49 OGU-4	2
5 OGU-39	20	50 OGU-49	2
6 OGU-68	20	51 OGU-52	2
7 OGU-37	19	52 OGU-53	2
8 OGU-13	18	53 OGU-64	2
9 OGU-21	16	54 OGU-1	1
10 OGU-29	16	55 OGU-5	1
11 OGU-42	16	56 OGU-7	1
12 OGU-56	15	57 OGU-8	1
13 OGU-31	14	58 OGU-10	1
14 OGU-47	14	59 OGU-17	1
15 OGU-81	14	60 OGU-18	1
16 OGU-34	13	61 OGU-19	1
17 OGU-76	12	62 OGU-24	1
18 OGU-28	11	63 OGU-35	1
19 OGU-36	10	64 OGU-51	1
20 OGU-50	10	65 OGU-54	1
21 OGU-62	10	66 OGU-65	1
22 OGU-33	9	67 OGU-66	1
23 OGU-14	8	68 OGU-73	1
24 OGU-41	8	69 OGU-74	1
25 OGU-69	8	70 OGU-83	1
26 OGU-11	7	71 OGU-84	1
27 OGU-23	7	72 OGU-88	1
28 OGU-38	7	73 OGU-2	0
29 OGU-67	7	74 OGU-3	0
30 OGU-75	7	75 OGU-26	0
31 OGU-82	7	76 OGU-43	0
32 OGU-15	6	77 OGU-48	0
33 OGU-40	6	78 OGU-55	0
34 OGU-60	6	79 OGU-57	0
35 OGU-61	6	80 OGU-70	0
36 OGU-63	6	81 OGU-71	0
37 OGU-9	5	82 OGU-72	0
38 OGU-20	5	83 OGU-77	0
39 OGU-25	5	84 OGU-78	0
40 OGU-27	5	85 OGU-79	0
41 OGU-32	5	86 OGU-85	0
42 OGU-45	5	87 OGU-86	0
43 OGU-46	5	88 OGU-87	0
44 OGU-80	5	89 OGU-89	0
45 OGU-12	4		

flowering plants (Magnoliophyta), all endemic to the Floristic Province of the Tehuacán-Cuicatlán Valley (FPTCV; Figure 1) and recorded inside the TCBR (Méndez-Larios *et al.*, 2004).

The reserve was divided in 89 Operative Geographic Units (OGUs) with dimensions of 5×5' latitude and longitude (Figure 1). For each OGU, the number of endemic

species of the FPTCV within the reserve was determined. Only 53 OGU's were evaluated because 36 of the 89 lacked information or had just one species recorded (Table I). Using the 53 OGU's and the 174 species, a data matrix was constructed, codifying the presence of a species in a specific OGU with "1" and its absence with "0" (Appendix). To define the cladogram's root, an additional OGU containing zeros for all taxa was added. Data were analyzed with Nona (Goloboff, 1997), implemented in WinClada (Nixon, 2002), using the heuristic search option. Per random calculation sequence, 1000 repetitions were calculated, applying branch swapping. Based on the most parsimonious trees, a strict consensus tree was obtained, and its consistency index (CI) and retention index (RI) were calculated.

Results

The analysis resulted in 5810 equally parsimonious cladograms, with 403 steps, CI of 0.42 and RI of 0.35. Based on these cladograms, the strict consensus cladogram was 450 steps long, with CI of 0.38 and a RI of 0.21 (Figure 2). Two main areas of endemism may be defined, each consisting of eight OGU's. The first area of endemism includes OGU's 29, 31, 36, 37, 44, 45, 46 and 47, and is supported by three species: *Matelea inconspicua* (Brandege) Woodson, *Salvia umbraticola* Epling, and *Yucca mixtecana* García-Mend. (black dots in Figure 2). The second area of endemism includes OGU's 50, 56, 60, 62, 67, 68, 75 and 76, and is supported by two species: *Bidens brandegeei* Sherff and *Senna andrieuxii* (Benth.) Irwin & Barneby (black dots in Figure 2). Figure 2 also shows that, in addition to the former clades representing the two areas of endemism, six OGU's not re-

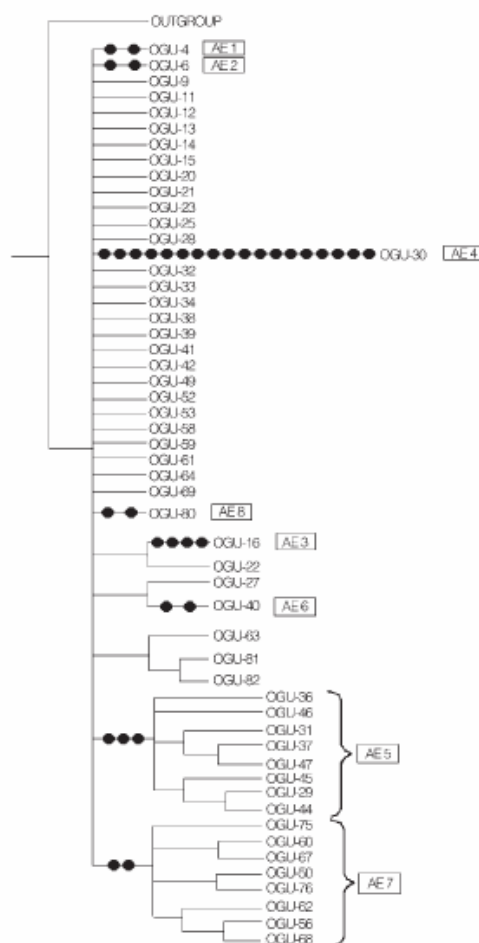


Figure 2. Strict consensus area-cladogram, illustrating the eight areas of endemism (AE) identified in the analysis. Black dots indicate the number of taxa sustaining each clade (see taxa in Table II).

lated with any other one also contain two or more endemic species: OGU's 4, 6, 16, 30, 40 and 80. These isolated OGU's are considered important because within their areas (~81km²) grow irreplaceable species with limited distributions. For example, OGU 30 has 18 species with distributions restricted only to it, whereas OGU 16 has four such species, and OGU's 4, 6, 40 and 80 each have two species.

Considering the former six OGU's as independent endemism areas, 22 of the 53 analyzed OGU's (41.5%) of the TCBR would constitute eight areas of endemism (AE). They

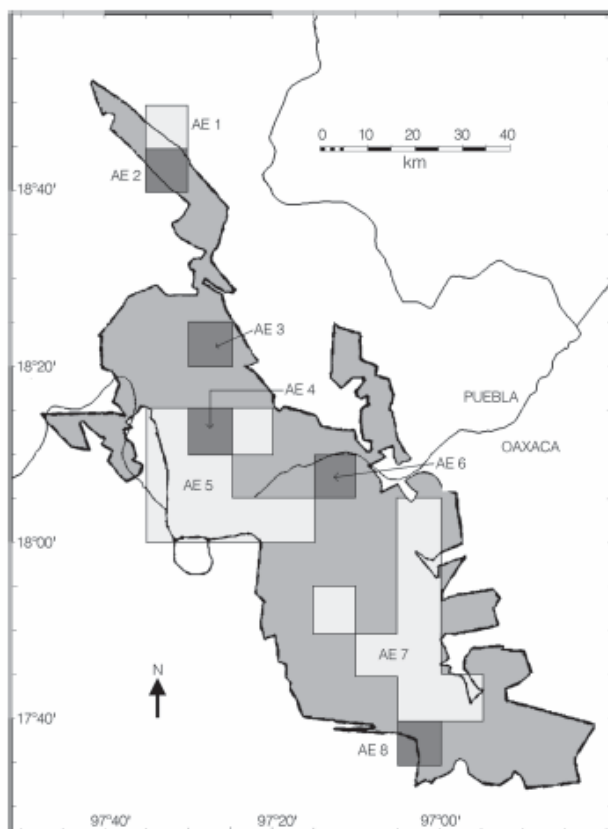


Figure 3. Geographic location of the eight areas of endemism (AE) identified by PAE in the Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve.

are indicated in Figure 2 as AE1 to AE8, and the species that characterize each of them are listed in Table II.

The families Asteraceae, Cactaceae, Lamiaceae, Euphorbiaceae and Fabaceae record the largest number of endemic species in the Reserve (Table III). The eight areas of endemism identified in this study, in addition to endemic species that characterize them (Table II), also include a large percentage of endemic taxa of these families. OGU 75 is outstanding because it has the only known populations of *Microdactylon cordatum* Brandegee, a monotypic genus endemic to the floristic province. Out of 20 OGUs that record ten or more endemic species (Table IV), 12 are included in the areas of endemism (Table II).

Discussion

Several authors agree that biogeographic areas should be de-

finied in terms of endemic taxa. For example, based on endemic floristic components, Takhtajan (1986) and Rzedowski (1978) defined regions and floristic provinces in the world and in Mexico, respectively. It has been suggested that an endemism zone should be a region comprising the congruent distribution of two or more monophyletic taxa (Humphries and Parenti, 1986; Harold and Mooi, 1994). Based on this idea, the area of endemism is the result of a historical process, not an ecological one; however, Morrone and Crisci (1995) claim that the origin of any biogeographic pattern is never exclusively historical or ecological, but rather a combination of both. The PAE analysis is not able to reconstruct the history of the studied

TABLE II
SPECIES THAT SUPPORT EACH OF THE EIGHT
AREAS OF ENDEMISM IN THE
TEHUACÁN-CUICATLÁN BIOSPHERE RESERVE*

Area of endemism	Species
AE 1 (4)	<i>Coreopsis oaxacensis</i> B.L. Turner <i>Viguiera purpusii</i> Brandegee
AE 2 (6)	<i>Mammillaria viperina</i> J.A. Purpus <i>Salvia pannosa</i> Fernald
AE 3 (16)	<i>Acourtia lobulata</i> (Bacig.) Reveal & R.M. King <i>Bursera arida</i> (Rose) Standl. <i>Neobuxbaumia macrocephala</i> (F.A.C. Weber) E.Y. Dawson <i>Polygala cuspidulata</i> S.F. Blake
AE 4 (30)	<i>Astragalus pueblae</i> M.E. Jones <i>Bakeridesia subcordata</i> (Hochr.) Bates <i>Beaucarnea gracilis</i> Lem. <i>Beaucarnea purpusii</i> Rose <i>Caesalpinia melanadenia</i> (Rose) Standl. <i>Cnidioscolus tehuacanensis</i> Breckon <i>Deutzia occidentalis</i> Standl. <i>Euphorbia tricolor</i> Greenm. <i>Florestina simplicifolia</i> B.L. Turner <i>Fouquieria purpusii</i> Brandegee <i>Hesperothamnus grandis</i> Standl. <i>Lonchocarpus oaxacensis</i> Pittier <i>Nama spathulata</i> Brandegee <i>Psacalium calvum</i> (Brandegee) Pippen <i>Salvia aspera</i> M. Martens & Galeotti <i>Salvia ramosa</i> Brandegee <i>Salvia tenoriana</i> Ramamoorthy <i>Zapoteca formosa</i> (Kunth) H.M.Hern. subsp. <i>mollicula</i> (M. Martens & Galeotti) H.M. Hern.
AE 5 (29, 31, 36, 37, 44, 45, 46, 47)	<i>Matelea inconspicua</i> (Brandegee) Woodson <i>Salvia umbraticola</i> Epling <i>Yucca mixtecana</i> García-Mend.
AE 6 (40)	<i>Mammillaria dixanthocentron</i> Backeb. subsp. <i>dixanthocentron</i> <i>Echeveria purpurorum</i> Berger
AE 7 (50, 56, 60, 62, 67, 68, 75, 76)	<i>Bidens brandegeei</i> Sherff <i>Senna andrieuxii</i> (Benth.) Irwin & Bameby
AE 8 (80)	<i>Anthurium nelsonii</i> Croat <i>Asclepias conzattii</i> Woodson

The eight areas are indicated AE 1 to 8 in Figure 2. The number of OGUs are indicated in brackets and correspond to those in Figure 1.

areas or to recognize their ecological associations, but it is a useful tool to detect congruent distribution patterns of the studied taxa and to mark the boundaries of the endemism areas.

Areas of endemism represent important sites for conservation where the presence of species with restricted distribution makes them unique and therefore irreplaceable, an important criterion in the definition of priority zones for conservation. The

obtained PAE results for the TCBR indicate at least eight areas of endemism, supported by the congruent distribution of two or more taxa (black dots in Figure 2; Table II). Their irreplaceability calls for their protection. In a Biosphere Reserve like Tehuacán-Cuicatlán, the best way to obtain strictly protected zones is the declaration of core zones.

Moreover, areas of endemism represent variations of abiotic factors. For example, the reserve's dominant climate is arid (B) which is found in the areas of endemism 3, 4, 5, 6 and 7. However, in the areas 1, 2 and 8 the climate is moist subtropical (C). Variations in annual precipitation are found as well. The areas of endemism 7 and 6 present an annual precipitation of 300-500mm, the areas 5 and 4 between 400 and 600mm, area 3 between 600 and 800mm, and areas 1, 2 and 8 from 600 up to 1000mm. Another important abiotic factor varying between areas of endemism is topography. Areas 7 and 6 are found mainly on altitudes between 600 and 800m, areas 8 and 3 between 800 and 1200m, areas 5 and 4 between 1600 and 2000m and, finally, the areas 1 and 2 are situated at heights over 2600m. These observations confirm the importance of the areas of endemism as they represent the reserves'

TABLE III
THE FIVE FAMILIES WITH HIGHER NUMBER OF ENDEMIC SPECIES IN THE TEHUACÁN-CUICATLÁN BIOSPHERE RESERVE AND NUMBER OF SPECIES RECORDED IN THE AREAS OF ENDEMICISM IDENTIFIED IN THIS STUDY

Family	Species in the Reserve	Species in the areas of endemism
Asteraceae	28	27 (96.4%)
Cactaceae	18	16 (88.8%)
Lamiaceae	14	14 (100%)
Euphorbiaceae	14	11 (78.6%)
Fabaceae	12	9 (75.0%)



Figure 4. Geographic location of the three core zones proposed for the Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve.

TABLE IV
GRID SQUARES (OGUs) WITH THE LARGEST NUMBER OF ENDEMIC SPECIES IN THE TEHUACÁN-CUICATLÁN BIOSPHERE RESERVE*

	OGU	Species
1	OGU 30	46
2	OGU 16	33
3	OGU 22	29
4	OGU 68	20
5	OGU 44	19
6	OGU 39	18
7	OGU 37	17
8	OGU 13	16
9	OGU 21	16
10	OGU 29	15
11	OGU 42	15
12	OGU 56	15
13	OGU 81	14
14	OGU 31	13
15	OGU 47	13
16	OGU 34	12
17	OGU 76	12
18	OGU 28	11
19	OGU 36	10
20	OGU 62	10

OGUs in black are those included in the identified areas of endemism.

endemic species richness as well as most of the variations of the abiotic factors.

In the TCBR, still no core zone has been defined and its implementation would secure the survival of endemic species, endangered by possible negative impacts caused by human activities (IUCN, 1987). The eight areas of endemism identified can be joined to form three main zones that could act as core zones in the Reserve (Figures 3 and 4). Core zone I would be formed by the inclusion of AE 1 and AE 2. Core zone II would include AE 3, AE 4, AE 5 and AE 6; although AE 3 is separated from the other areas, it may be joined to the others by including OGU 22 which, in addition to constitute a corridor, is the third top OGU by the number of endemic species scored in its territory (Table IV). Finally, joining AE 7 and AE 8 would constitute core zone III. In total, these three core zones represent 25.8% of the Reserve, and would be able to protect 148 endemic species (85.0% of the total). In addition, they would include 1300 species, which represents about 68.0% of the total floristic richness of the TCBR.

It is important to note that these results depend on the amount of collection and registration of herbarium specimens. Even though the reserves' surface area of approximately 5000ha has been studied floristically for more than 100 years and presently counts with a data base of more than 18000 registers, there are still certain regions which have not been explored into such detail.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors thank Mark E. Olson for critically reading this paper. The first author thanks the Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología and the Secretaría de Educación Pública of Mexico, for their support through a doctoral scholarship.

Taxa:

- Acanthaceae:** 1. *Dyschoriste purpusii* Kobuski, 2. *Holographis pueblensis* T.F. Daniel, 3. *H. velutifolia* (House) T.F. Daniel, 4. *Justicia pauciflora* T.F. Daniel
- Agavaceae:** 5. *Agave macroacantha* Zucc., 6. *A. stricta* Salm-Dyck, 7. *A. titanota* Gentry, 8. *A. triangularis* Jacobi, 9. *Yucca mixteca* García-Mend.
- Amaranthaceae:** 10. *Iresine discolor* Greenm., 11. *I. nitens* Standl.
- Anthericaceae:** 12. *Echeandia platyphylla* (Greenm.) Cruden
- Araceae:** 13. *Anthurium nelsonii* Croat
- Asclepiadaceae:** 14. *Asclepias conzattii* Woodson, 15. *Marsdenia parvifolia* Brandegee, 16. *Matelea atrocoronata* (Brandegee) Woodson, 17. *M. inconspicua* (Brandegee) Woodson, 18. *M. pueblensis* (Brandegee) Woodson, 19. *Microdactylon cordatum* Brandegee, 20. *Pherotrichis mixteca* Brandegee
- Asteraceae:** 21. *Acourtia caltepecana* B.L. Turner, 22. *A. fragrans* Rzed., 23. *A. lobulata* (B. Acta Bot. Mex. 15) acig.) Reveal & R.M. King, 24. *A. umbratilis* (B.L. Rob. & Greenm.) B.L. Turner, 25. *Bidens brandegeei* Sherff, 26. *Brickellia problematica* B.L. Turner, 27. *Coreopsis davila* Panero & Villaseñor, 28. *C. oaxacensis* B.L. Turner, 29. *Dahlia apiculata* (Sherff) Sorensen, 30. *Flaveria cronquistii* A.M. Powell, 31. *F. ramosissima* Klatt, 32. *Florestina purpurea* (Brandegee) Rydb., 33. *F. simplicifolia* B.L. Turner, 34. *Gochmatia purpusii* Brandegee, 35. *Hofmeisteria malvifolia* (B.L. Rob. & Greenm.) B.L. Turner, 36. *Melampodium pringlei* B.L. Rob., 37. *Perymenium glandulosum* Brandegee, 38. *P. ovatum* Brandegee, 39. *Psacalium calvum* (Brandegee) Pippen, 40. *P. purpusii* (Greenm.) H. Rob. & Brettell, 41. *Sanvitalia fruticosa* Hemsl., 42. *Stevia revoluta* B.L. Rob., 43. *Tetrachyon brandegei* (Greenm.) Wussow & Urbatsch, 44. *Tridax luisana* Brandegee, 45. *Verbesina mixteca* Brandegee, 46. *V. petrophila* Brandegee, 47. *Viguiera davila* Panero & Villaseñor, 48. *V. purpusii* Brandegee
- Boraginaceae:** 49. *Antiphytum paniculatum* (Brand) I.M. Johnst.
- Bromeliaceae:** 50. *Hechtia conzattiana* L.B. Sm., 51. *H. fragilis* K.B. Utley & J.F. Utley, 52. *H. galeottii* Mez, 53. *H. lyman-smithii* K.B. Utley & J.F. Utley, 54. *Tillandsia califanii* Rauh
- Burseraceae:** 55. *Bursera arida* (Rose) Standl.
- Buxaceae:** 56. *Buxus mexicana* Brandegee
- Cactaceae:** 57. *Cephalocereus columna-trajani* (Karw.) K. Schum., 58. *Ferocactus flavovirens* (Scheidw.) Britton & Rose, 59. *F. latispinus* (Haw.) Britton & Rose var. *spiralis* (Karw. ex Pfeiff.) N.P. Taylor, 60. *F. robustus* (Pfeiff.) Britton & Rose, 61. *Mammillaria crucigera* Mart. subsp. *crucigera*, 62. *M. dioxanthocentron* Backeb. subsp. *dioxanthocentron*, 63. *M. huitzilopochtli* D.R. Hunt, 64. *M. pectinifera* (Stein) F.A.C. Weber, 65. *M. sphacelata* Mart., 66. *M. supertexta* C. Mart. ex Pfeiff., 67. *M. tepexicensis* J. Meyrán, 68. *M. viperina* J.A. Purpus, 69. *Neobuxbaumia macrocephala* (F.A.C. Weber) E.Y. Dawson, 70. *Opuntia parviflora* S. Arias & S. Gama, 71. *O. tehuacana* S. Arias & L.U. Guzmán, 72. *Pachycereus hollianus* (F.A.C. Weber) Buxb., 73. *Peniocereus viperinus* (F.A.C. Weber) Buxb., 74. *Polaskia chende* (Rol.-Goss.) A.C. Gibson & K.E. Horak
- Caesalpinaceae:** 75. *Caesalpinia melanadenia* (Rose) Standl., 76. *Senna andrieuxii* (Benth.) Irwin & Bameby, 77. *S. apiculata* (M. Martens & Galeotti) Irwin & Bameby var. *apiculata*, 78. *S. galeottiana* (Martens) Irwin & Barneby
- Caprifoliaceae:** 79. *Viburnum macdougalii* Matuda
- Commelinaceae:** 80. *Tradescantia monosperma* Brandegee, 81. *T. parvula* Brandegee
- Convolvulaceae:** 82. *Ipomoea nana* Collete & Hemsl., 83. *I. teotitlanica* McPherson, 84. *Jacquemontia smithii* B.L. Rob. & Greenm.
- Crassulaceae:** 85. *Echeveria derenbergii* J.A. Purpus, 86. *E. laui* Moran & J. Meyrán, 87. *E. leucotricha* J.A. Purpus, 88. *E. longissima* E. Walthar var. *aztatlensis* J. Meyrán, 89. *E. pilosa* J.A. Purpus, 90. *E. pulvinata* Rose, 91. *E. purpusorum* Berger, 92. *Thompsonella spatulata* Kimmach
- Euphorbiaceae:** 93. *Adelia rotundifolia* Brandegee, 94. *Cnidioscolus egregius* Breckon, 95. *C. tehuacanensis* Breckon, 96. *Croton pulcher* Müll. Arg., 97. *Euphorbia gradyi* V.W. Steimm. & Ramírez-Roa, 98. *E. ixtlana* M.J. Huft., 99. *E. pueblensis* Brandegee, 100. *E. tricolor* Greenm., 101. *Jatropha neopauciflora* Pax, 102. *J. rufescens* Brandegee, 103. *J. rzadowskii* Jiménez-Ramírez, 104. *Manihotoides pauciflora* (Brandegee) Rogers & Appan, 105. *Pedilanthus olsson-sefferi* Millsp., 106. *P. tehuacanus* Brandegee
- Fabaceae:** 107. *Astragalus pueblae* M.E. Jones, 108. *Ateleia macvaughii* Rudd, 109. *Brongniartia luisana* Brandegee, 110. *B. mollicula* Brandegee, 111. *B. vicioides* M. Martens & Galeotti, 112. *Dalea botteri* (Rydb.) Barneby var. *atrocyanea* (Rydb.) Barneby, 113. *D. rubrolutea* Barneby, 114. *D. tuberculina* (Rydb.) F.J. Herm., 115. *Hesperothamnus grandis* Standl., 116. *Indigofera conzattii* Rose, 117. *Lonchocarpus oaxacensis* Pittier, 118. *Trifolium nelsonii* House
- Fouquieriaceae:** 119. *Fouquieria purpusii* Brandegee
- Hydrangeaceae:** 120. *Deutzia occidentalis* Standl.
- Hydrophyllaceae:** 121. *Nama spatulata* Brandegee
- Lamiaceae:** 122. *Salvia aspera* M. Martens & Galeotti, 123. *S. boegei* Ramamoorthy, 124. *S. divinum* Epling & Jativa, 125. *S. incana* M. Martens & Galeotti, 126. *S. inornata* Epling, 127. *S. pannosa* Fernald, 128. *S. ramosa* Brandegee, 129. *S. sousae* Ramamoorthy, 130. *S. tenoriana* Ramamoorthy, 131. *S. umbraticola* Epling, 132. *S. variana* Epling, 133. *Scutellaria saxicola* Brandegee, 134. *Stachys collina* Brandegee, 135. *Stachys inclusa* Epling
- Lentibulariaceae:** 136. *Pinguicula mirandae* Zamudio & A. Salinas
- Loranthaceae:** 137. *Struthanthus inornatus* Standl.
- Lythraceae:** 138. *Nesaea pringlei* Rose
- Malvaceae:** 139. *Abutilon straminicarpum* Fryxell, 140. *Bakeridesia subcordata* (Hochr.) Bates, 141. *Hibiscus longifolius* Fryxell, 142. *Phymosia crenulata* (Brandegee) Fryxell, 143. *Robinsonella chiangii* Fryxell, 144. *Sida pueblensis* Fryxell, 145. *Sidastrum tehuacanum* (Brandegee) Fryxell
- Mimosaceae:** 146. *Acacia angustissima* (Mill.) Kuntze var. *oaxacana* B.L. Turner, 147. *A. purpusii* Brandegee, 148. *Leucaena confertiflora* Zárate var. *confertiflora*, 149. *Mimosa brevispicata* Britton, 150. *M. hystrix* Brandegee, 151. *M. luisana* Brandegee, 152. *M. mixteca* Brandegee, 153. *M. pueblensis* R. Grether, 154. *Zapoteca formosa* (Kunth) H.M. Hern. subsp. *mollicula* (M. Martens & Galeotti) H.M. Hern.
- Nolinaceae:** 155. *Beaucarnea gracilis* Lem., 156. *B. purpusii* Rose
- Orchidaceae:** 157. *Schiedeella diaphana* (Lindl.) Burns-Balogh & Greenwood
- Passifloraceae:** 158. *Passiflora liebmannii* Mart.
- Piperaceae:** 159. *Peperomia amatensis* DC.
- Poaceae:** 160. *Bouteloua distans* Swallen, 161. *Festuca callosa* (Piper) St. Yves
- Polygalaceae:** 162. *Polygala annectans* S.F. Blake, 163. *P. cuspidata* S.F. Blake
- Rutaceae:** 164. *Casimiroa calderoniae* F. Chiang & Medrano, 165. *Helietta lucida* Brandegee, 166. *Megastigma galeottii* Bail.
- Sapindaceae:** 167. *Thouinidium insigne* (Brandegee) Radlk.
- Scrophulariaceae:** 168. *Lamourosia smithii* B.L. Rob. & Greenm., 169. *Leucophyllum pringlei* (Greenm.) Standl.
- Theaceae:** 170. *Ternstroemia hemsleyi* Hochr.
- Thymelaeaceae:** 171. *Daphnopsis purpusii* Brandegee
- Urticaceae:** 172. *Pouzolzia pringlei* Greenm.
- Verbenaceae:** 173. *Stachytarpheta luisana* Standl., 174. *Stachytarpheta nelsonii* B.L. Rob. & Greenm.

REFERENCES

- Akeroyd J, Syngé H (1992) Higher plant diversity. In Groombridge B (Ed.) *Global Biodiversity. Status of the Earth's living resources*. Chapman Hall, London, UK, pp. 64-87.
- Bisconti M, Landini W, Bianucci G, Cantalamessa G, Carnevale G, Regaini L, Valleri G (2001) Biogeographic relationships of the Galapagos terrestrial biota: parsimony analyses of endemicity based on reptiles, land birds and *Scalesia* land plants. *J. Biogeogr.* 28: 495-510.
- Cardoso JM, Oren DC (1996) Application of parsimony analysis of endemicity in Amazonian biogeography. An example with primates. *Biol. J. Linn. Soc.* 59: 427-437.
- Catalán F (2001) *Distribución espacio-temporal de la sequía en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán, Pue.-Oax., México*. Tesis. Universidad Nacional Autónoma de México. 63 pp.
- Cavieres LA, Arroyo MTK, Posadas P, Marticorena C, Matthei O, Rodríguez R, Squeo FA, Arancio G (2002) Identification of priority areas for conservation in an arid zone: application of parsimony analysis of endemicity in the vascular flora of the Antofagasta region, northern Chile. *Biodiv. Conserv.* 11: 1301-1311.
- Dávila AP, Medina LR, Ramírez RA, Salinas TA, Tenorio P (1995) Análisis de la flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán: endemismo y diversidad. In Linares E, Dávila AP, Chiang F, Bye R, Elias T (Eds.) *Conservación de plantas en peligro de extinción: diferentes enfoques*. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 33-41.
- Dávila AP, Arizmendi MC, Valiente-Banuet A, Villaseñor JL, Casas A, Lira R (2002a) Biological diversity in the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico. *Biodiv. Conserv.* 11: 421-442.
- Dávila AP, Arias S, Lira R, Villaseñor JL, Valiente-Banuet A (2002b) Phytogeography of the columnar cacti (tribe Pachycereeae) in México: A cladistic approach. In Fleming TH, Valiente-Banuet A (Eds) *Columnar cacti and their mutualists: Evolution, and Conservation*. The University of Arizona Press, Tucson, AZ, USA, pp. 25-41.
- Diario Oficial (1998) *Decreto por el que se declara área natural protegida con el carácter de reserva de la biosfera, la región denominada Tehuacán-Cuicatlán, ubicada en los estados de Oaxaca y Puebla*. Diario Oficial de la Federación, 18/09/1998. Presidencia de la República. México, pp. 8-20.
- Espejo SA, López-Ferrari FAR (1998) Current floristic and phytogeographic knowledge of Mexican Bromeliaceae. *Rev. Biol. Trop.* 46: 493-513.
- Fernandes MFB, Cardoso JM, Silva JS (1995) The monkeys of the islands of the Amazon estuary, Brasil: a biogeographic analysis. *Mammalia* 59: 213-221.
- García E (1988) *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana)*. Laríos. México, DF. 218 pp.
- Gentry AH (1986) Endemism in tropical versus temperate plant communities. In Soule ME (Ed.) *Conservation biology. The science of scarcity and diversity*. Sinauer, Sunderland, MA, USA, pp. 153-181.
- Glasby CJ, Alvarez B (1999) Distribution patterns and biogeographic analysis of Austral Polychaeta (Annelida). *J. Biogeogr.* 26: 507-533.
- Goloboff P (1997) *Nona* (Parsimony program for Windows 95/Windows NT). Published by the author. Tucumán, Argentina. www.cladistics.com/aboutNona.htm
- Guzmán U, Arias S, Dávila P (2003) *Catálogo de Cactáceas Mexicanas*. Universidad Nacional Autónoma de México y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 315 pp.
- Harold AS, Mooi RD (1994) Areas of endemism: definition and recognition criteria. *Systemat. Biol.* 43: 261-266.
- Humphries C, Parenti L (1986) *Cladistic biogeography*. Clarendon, Oxford, UK. 98 pp.
- INEGI (2000) *Estados Unidos Mexicanos. XII Censo General de Población y Vivienda 2000*. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Aguascalientes, México. www.emexico.gob.mx/wb2/eMex
- Ippi S, Flores VO (2001) Las tortugas neotropicales y sus áreas de endemismo. *Acta Zool. Mex.* 84: 49-63.
- IUCN (1987) *The IUCN position statement on translocation of living organisms: introductions, reintroductions and restocking*. International Union for the Conservation of Nature, Gland, Switzerland. www.iucn.org/themes/ssc/pubs/policy/trance.htm
- Luna I, Alcántara O, Espinosa D, Morrone JJ (1999) Historical relationships of the Mexican cloud forests: a preliminary vicariance model applying parsimony analysis of endemicity to vascular plant taxa. *J. Biogeogr.* 26: 1299-1305.
- Méndez-Laríos I, Villaseñor JL (2001) La familia Scrophulariaceae en México: diversidad y distribución. *Bol. Soc. Bot. Mex.* 69: 101-121.
- Méndez-Laríos I, Ortiz E, Villaseñor JL (2004) Las Magnoliophyta endémicas de la provincia florística del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, México. *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Auton. Mex., Ser. Botánica*. 75: 1-22.
- Morrone JJ (1994) On the identification of areas of endemism. *Systemat. Biol.* 43: 438-441.
- Morrone JJ, Crisci JV (1995) Historical biogeography: introduction to methods. *Annu. Rev. Ecol. Systemat.* 26: 373-401.
- Morrone JJ, Márquez J (2001) Halfiter's Mexican transition zone, beetle generalized tracks, and geographical homology. *J. Biogeogr.* 28: 635-650.
- Morrone JJ, Espinosa D, Aguilar C, Llorente J (1999) Preliminary classification of the Mexican biogeographic provinces: a parsimony analysis of endemicity based on plant, insect, and bird taxa. *Southwest. Naturalist* 44: 507-514.
- Myers AA (1991) How did Hawaii accumulate its biota? A test from the Amphipoda. *Global Ecol. Biogeogr. Lett.* 1: 24-29.
- Nixon KC (2002) *WinClada* ver. 1.00.08. Published by the author. Ithaca, New York, USA. www.cladistics.com/about_winc.htm
- Platnick N (1991) On areas of endemism. *Aust. Systemat. Bot.* 4: Preface.
- Posadas P (1996) Distributional patterns of vascular plants in Tierra del Fuego: a study applying parsimony analysis of endemicity (PAE). *Biogeographica* 72: 161-177.
- Pressey RL, Johnson IR, Wilson PD (1994) Shades of irreplaceability: towards a measure of the contribution of sites to a reservation goal. *Biodiv. Conserv.* 3: 242-262.
- Ramamoorthy TP, Elliott M (1993) Mexican Lamiaceae: diversity, distribution, endemism and evolution. In Ramamoorthy TP, Bye R, Lot A, Fa J (Eds.) *Biological Diversity of Mexico: origins and distribution*. Oxford University Press, New York, USA, pp. 513-539.
- Ramamoorthy TP, Bye R, Lot A, Fa J (1993) *Biological diversity of Mexico: origins and distribution*. Oxford University Press, New York, USA. 812 pp.
- Ron SR (2000) Biogeographic area relationships of lowland Neotropical rainforest based on raw distributions of vertebrate groups. *Biol. J. Linn. Soc.* 71: 379-402.
- Rosen BR (1988) From fossils to earth history: applied historical biogeography. In Myers A, Giller P (Eds.) *Analytical biogeography: an integrated approach to the study of animal and plant distributions*. Chapman Hall, London, UK, pp. 437-481.
- Rzedowski J (1978) *Vegetación de México*. Limusa, México. 432 pp.
- Rzedowski J (1991) El endemismo en la flora fanerogámica mexicana: Una apreciación analítica preliminar. *Acta Bot. Mex.* 15: 47-64.
- Sfenthourakis S, Giokas S (1998) A biogeographical analysis of greek Oniscidean endemism. *Isr. J. Zool.* 44: 273-282.
- Sousa M, Delgado A (1993) Mexican Leguminosae: phytogeography, endemism, and origins. In Ramamoorthy TP, Bye R, Lot A, Fa J (Eds.) *Biological Diversity of Mexico: origins and distribution*. Oxford University Press, New York, USA, pp. 459-511.
- Steinmann VW (2002) Diversidad y endemismo de la familia Euphorbiaceae en México. *Acta Bot. Mex.* 61: 61-93.
- Takhtajan A (1986) *Floristic regions of the world*. University of California Press, Berkeley, CA, USA. 522 pp.
- Turner BL, Nesom GL (1993) Biogeography, diversity, and endangered or threatened status of Mexican Asteraceae. In Ramamoorthy TP, Bye R, Lot A, Fa J (Eds.) *Biological Diversity of Mexico: origins and distribution*. Oxford University Press, New York, USA, pp. 559-575.
- UNESCO (1996) *Reservas de la Biosfera: La Estrategia de Sevilla y el Marco Estatutario de la Red Mundial*. UNESCO, Paris, France. 20 pp.
- Vane-Wright RI (1996) Identifying priorities for the conservation of biodiversity: systematic biological criteria within a socio-political framework. In Gaston KJ (Ed.) *Biodiversity: A biology of numbers and difference*. Blackwell, Oxford, UK, pp. 309-344.
- Villaseñor JL (1992) Los parques nacionales y otras áreas protegidas y su papel en la conservación de la riqueza florística. *Bol. Inst. Bot. Univ. Guadalajara* 1: 119-130.
- Villaseñor JL (1993) La familia Asteraceae en México. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat., Vol. Esp.* 44: 117-124.
- Villaseñor JL (2003) Diversidad y distribución de las Magnoliophyta de México. *Inter-ciencia* 28: 160-167.
- Villaseñor JL, Dávila P, Chiang F (1990) Fitogeografía del Valle de Tehuacán Cuicatlán. *Bol. Soc. Bot. Mex.* 50: 135-149.
- Watanabe K (1998) Parsimony analysis of the distribution pattern of Japanese primary freshwater fishes, and its application to the distribution of the bagrid catfishes. *Ichthyol. Res.* 45: 259-270.

CAPÍTULO VI

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El objetivo fundamental de este trabajo fue definir y proponer la ubicación de las zonas núcleo dentro de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, con base en el análisis de la distribución de grupos vegetales de importancia florística (Asteraceae, Leguminosae y Poaceae), fisonómica (Cactaceae) y de conservación (especies endémicas), así como también mediante el uso de varios métodos para llevar a cabo dichos análisis.

La decisión de utilizar a diversos grupos como indicadores de sitios para su posible conservación, representa un enfoque sustancialmente distinto al empleado más frecuentemente, en donde una o unas cuantas especies (por ejemplo las llamadas “especies sombrilla”, “especies indicadoras” y/o “especies carismáticas”) han sido elegidas para estos fines (Western, 1987; Landres *et al.*, 1988; Humphries *et al.*, 1995; Kerr, 1997; Kleiman y Mallinson, 1998; Caro y O’Doherty, 1999). En el caso de las familias Asteraceae, Leguminosae y Poaceae, esta decisión se basó primeramente en lo dicho por Rzedowski (1998), quien ha propuesto que la diversidad de dichas familias en el país es en una proporción tan constante que pueden tomarse como sustitutos de la diversidad total. Análisis de correlación entre las especies de las tres familias seleccionadas y el total de especies que prosperan en cada UGO de los reconocidos dentro la reserva de biosfera, revelaron resultados significativos para estos tres grupos (Asteraceae $r = 0.81$, $p < 0.00001$; Leguminosae $r = 0.91$, $p < 0.00001$; Poaceae $r^2 = 0.78$, $P < 0.00001$) y para la suma de todos ellos ($r = 0.96$, $p < 0.00001$). Estos datos sugieren que, para los fines de este trabajo, ha sido adecuada la elección de las especies de las tres familias como sustitutos de la diversidad florística.

El uso de sustitutos para la biodiversidad en la definición de zonas núcleo, no parece haber sido un método al que se haya recurrido hasta ahora. No obstante, se ha empleado con cierto éxito en definir patrones de biodiversidad

(Pearson y Cassola, 1992; Pearson y Carroll, 1998). Williams y Gaston (1994) probaron que la riqueza de familias de diferentes grupos taxonómicos, eran buenos indicadores para predecir la riqueza de especies. Lo probaron en las Islas Británicas, utilizando datos publicados de helechos y mariposas, para Australia con datos de paseriformes (aves) y para Norte América y Centro América con datos de murciélagos. En Australia, Andersen (1995) encontró una alta relación de riqueza entre géneros y especies de hormigas. Finalmente, Villaseñor *et al.*, (1998) utilizando la distribución de 371 géneros de Asteraceae en México, como sustitutos de la diversidad de especies, detectaron que 18 estados de los 32 que forman México, como importantes para la conservación de las especies de esta familia.

Es importante establecer, que los resultados obtenidos en este trabajo, bien pueden considerarse parciales, hasta que no se tengan otros obtenidos con diferentes grupos taxonómicos y en todo caso puedan contrastarse. Aunque es innegable que el uso de un alto número de especies o de otros grupos taxonómicos como sustitutos de la diversidad, ha mostrado ser de utilidad para detectar zonas de alta biodiversidad y que a su vez puedan ser propuestas para su conservación. Más aún, si se considera que en el Mundo son pocos los grupos taxonómicos cuya distribución es conocida. Además, Faith y Walker (1966) aseguran que las especies de organismos en una región determinada nunca serán observadas y contadas en su totalidad. Por lo tanto, el usar sustitutos de la biodiversidad se puede considerar un paso adecuado, como en el presente trabajo

En los casos de la familia Cactaceae y de las especies endémicas (170 especies de 41 familias), su importancia fisonómica y de conservación, respectivamente, no requiere de más argumentos que justifiquen su inclusión como grupos cruciales para la definición de zonas núcleo en una reserva de la biosfera. Así, es claro que las primeras forman parte importante de la mayoría de los paisajes que se encuentran en la reserva, mientras que las segundas

representan casi el 12 % de la flora conocida para la zona. Sin embargo, existen trabajos donde se han utilizado a las cactáceas para determinar patrones de distribución (Mourelle y Escurra, 1996) o para proponer áreas de conservación (Gómez-Hinostrosa y Hernández, 2000) o bien a las especies endémicas con los mismos fines (Kerr, 1997; Willis y Lombard, 1996).

Con respecto a las unidades geográficas, en varios trabajos de biogeografía y conservación, dichas unidades se han designado sin hacer mención de los criterios o argumentos para la selección del tamaño de estas unidades. Por ejemplo, Margules *et al.* (1988) consideran unidades naturales que fueron los humedales, Pressey y Nicholls (1989) usaron cuadrículas de 1^o por 1^o, Rebelo y Siegfried (1992), por su parte utilizaron rectángulos de 12 por 13 km (156 km²). Williams *et al.*, (1996) trabajaron con cuadrículas de 10 km por 10 km (100 Km²), que parece ser la escala estándar para las Islas Británicas. Por su parte, Lombard *et al.* (1997) usaron cuadrículas de 3 km por 3 km (9 km²). Aunque, Rebelo (1994) asegura que la escala de las unidades geográficas no es muy importante, ya que se pueden utilizar cuadrículas de distinto tamaño, regiones, campos agrícolas, distritos o áreas de distribución de plantas, etc., en este trabajo se trato de encontrar un tamaño adecuado para los UGOs que se fueran a utilizar, tomando como base los datos con los que se cuenta actualmente en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Además, se proporciona un argumento y una metodología que permite elegir el tamaño adecuado de los UGOs, siendo un procedimiento innovador.

El uso de varios métodos de análisis, cada uno de ellos con enfoques distintos, permitió dar respuesta a una serie de preguntas fundamentales en el contexto de la conservación, tales como ¿cuáles son las áreas con mayor riqueza de especies?, ¿en dónde se ubican las áreas de endemismo?, ¿hay coincidencia entre estas áreas?, entre otras. Por ejemplo, los métodos iterativos de complementariedad indican los lugares o UGOs donde se concentra la mayor riqueza de especies dentro de la reserva, Esto es importante desde el punto de

vista de la conservación ya que eligiendo esos lugares como zonas núcleo se permite tener en la menor área, la mayor diversidad o riqueza de especies. En una reserva de la biosfera esto es importante ya que no se puede conservar de manera estricta toda el área de la reserva, ya que en esta existen asentamientos humanos. Es claro entonces, que es importante tener áreas bien detectadas donde se concentra la riqueza de las especies y que puedan ser declaradas zonas núcleo.

Por otro lado, el análisis de parsimonia de endemidad muestra las áreas donde existe una distribución congruente de dos o más especies, que al ser estas especies endémicas, las áreas detectadas con este método se vuelven irremplazable. Por lo tanto, estas zonas, entre otras, pueden ser declaradas zonas núcleo y con ello evitar la extinción de especies de tanta importancia. En síntesis, la información consignada en este trabajo, sugiere que los métodos utilizados permitieron cumplir los objetivos establecidos, siendo innovadores en los estudios para proponer zonas núcleo de una reserva de la biosfera.

Si bien los resultados son concluyentes con los datos que en este momento cuenta la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, es indudable que aún son escasos para toda la zona. Por lo tanto, haría falta realizar colectas intensivas y extensivas para tener más datos que respalden o quizá modifiquen las propuestas aquí mencionadas. Dos ejemplos observados en exploraciones muy recientes, demuestran que existen zonas con vegetación abundante que prácticamente carecen de colectas. Uno es la Sierra de Monteflor ubicada en la parte sureste de la reserva, cuya vegetación esta dominada por bosque de coníferas. El otro ejemplo lo constituye El Puente Colosal cerca del poblado de Tepelmeme donde se encuentran selvas bajas y matorrales bien conservados. Sin embargo, en este momento se considera que estas propuestas son las mejores con los datos disponibles.

No obstante que la coincidencia de los resultados no es alta, el uso de los algoritmos de complementariedad y de parsimonia de endemidad, permiten basar los resultados sobre bases objetivas y de peso. Se tienen dos resultados con dos diferentes métodos de análisis, que sin embargo presentan ocho UGOs coincidentes; 16, 30, 37, 44, 60, 67, 68 y 76 (Fig. 6.1). Estas UGOs son de gran importancia ya que combinan tanto riqueza de especies como distribución congruente de las mismas (endémicas). Por ejemplo, están representadas ahí el 56.8% de las especies endémicas (99), el 65% de la riqueza de las especies (365). Además, están representados todos los tipos de vegetación encontrados en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán, con excepción del bosque Mesófilo de montaña.

Tomando en consideración lo mencionado en el párrafo anterior y otros aspectos, se propone de manera concreta a las zonas núcleo delimitadas por los métodos iterativos de complementariedad (superficie aproximada de 1,053 km²) como zonas núcleo para la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán. Sin embargo, a esta propuesta se le debe aumentar la UGO 75 ya que en ella se distribuye *Microdactylon cordatum* Brandegees, que es la especie del único género endémico, conocido hasta el momento en el valle (*Microdactylon* Brandegees), además de ser una UGO anexa a las UGOs 67, 68 y 76 (Fig.2.2). Esta decisión tiene como argumento principal a las ocho UGOs que coinciden con los dos métodos. Estas UGOs, en el caso del análisis de parsimonia de endemidad representan una superficie de 34.8% del total seleccionado y en el caso las zonas núcleo delimitadas por la complementariedad de 61.3%, es decir un porcentaje mucho mayor, casi del doble. Además, la densidad de población humana en las zonas núcleo de complementariedad es de 15.1 habitantes/km² y en cambio en las zonas núcleo delimitadas por el análisis de parsimonia de endemidad con una superficie aproximada de 1,863 km² y una población humana de 66,095 habitantes (INEGI, 2000), con una densidad de 35.4 habitantes/ km². Existen evidencias que una alta densidad humana, favorece entre otras cosas la extinción de las especies silvestres (Harcourt, 1986; Barnes, 1990; Hannah *et al.*, 1994; Kerr y Currie, 1995;

McNeely *et al.*, 1995; Bawa y Dayanandan, 1997; Hoare y Du Toit, 1999; Muchaal y Ngandjui, 1999 y Robinson *et al.*, 1999). Más aún, en la zona núcleo II delimitada por el análisis de parsimonia de endemidad, sobre las UGOs 31 y 46 pasa la autopista Cuacnolapan-Oaxaca (Fig. 6.3), que sin duda ha causado alteraciones en las poblaciones de organismos, desde su construcción y actualmente por la fragmentación de sus áreas de distribución (Burgman y Lindenmayer, 1998 y Granados-Sánchez *et al.*, 1999).

La lista de las 207 especies endémicas registradas para el Valle de Tehuacán-Cuicatlán y las 174 (84%) que se distribuyen dentro de los límites de la Reserva. Representan una aportación importante de este trabajo. Pocas reservas de biosfera o inclusive otras áreas naturales protegidas cuentan con un registro de su flora y por lo general no se conocen sus especies endémicas.

Finalmente, es importante mencionar que, sí bien el hombre tiene la necesidad imperiosa de hacer uso de los recursos naturales, se debe destacar que la conservación como ciencia tiene la obligación de establecer los límites en el caso de las áreas naturales protegidas, que permitan conservar la biodiversidad, establecer las normas para salvaguardar esa diversidad y desarrollar técnicas y procesos que permitan el uso sustentable de la misma. En el caso de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, inclusive antes de que fuera declarada una parte importante del valle como reserva de la biosfera, se habían realizado una gran cantidad de estudios encaminados a cumplir con estos objetivos, por parte de varias instituciones nacionales e internacionales. En los últimos años, sobre todo por la Universidad Nacional Autónoma de México y concretamente por la Unidad de Biotecnología y Prototipos (UBIPRO), cuenta con un proyecto general encaminado al cumplimiento de dichos objetivos en la Reserva de la Biosfera.

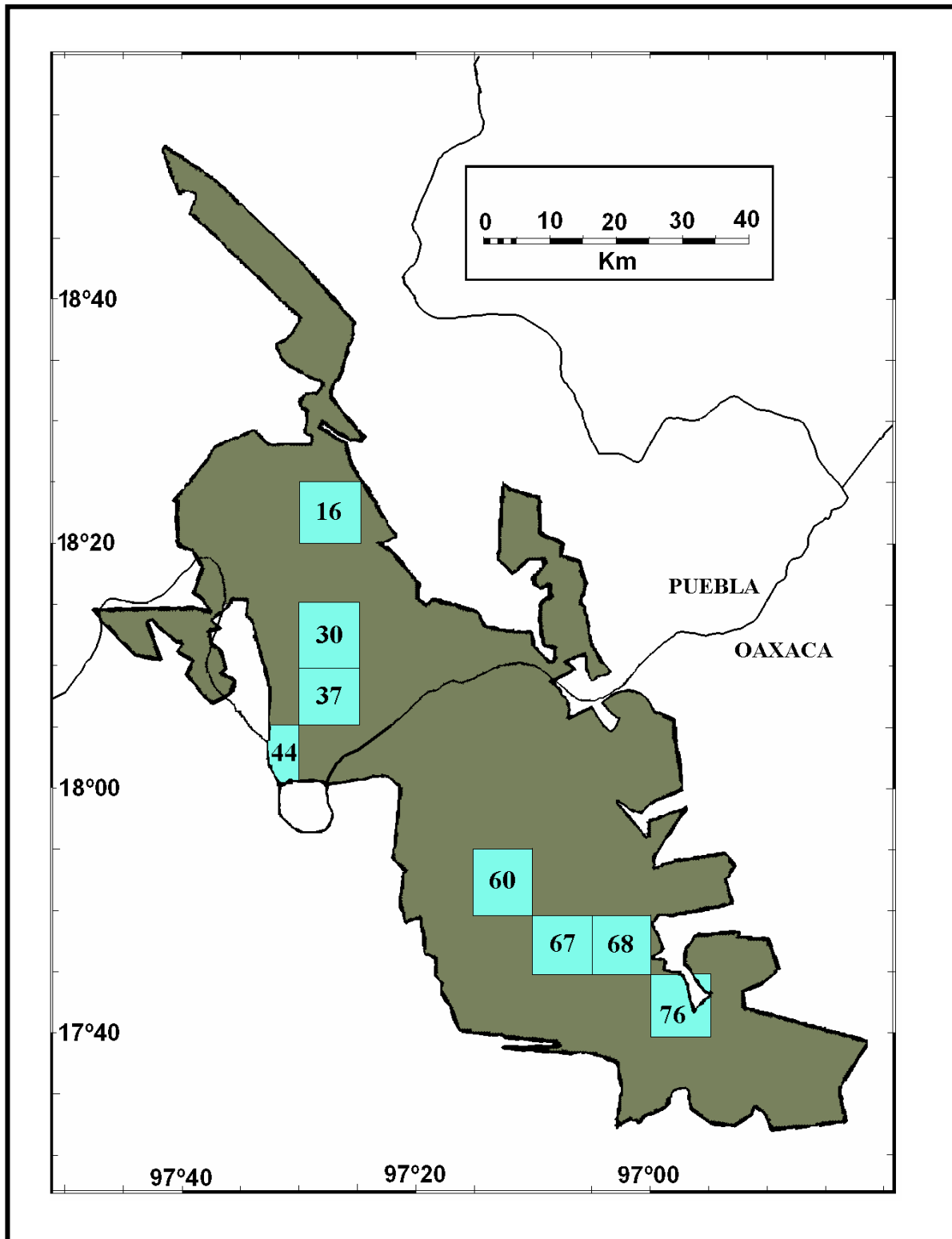


Fig. 6.1. UGOs que coinciden con ambos métodos utilizados (método iterativo de complementariedad y análisis de parsimonia de endemias).

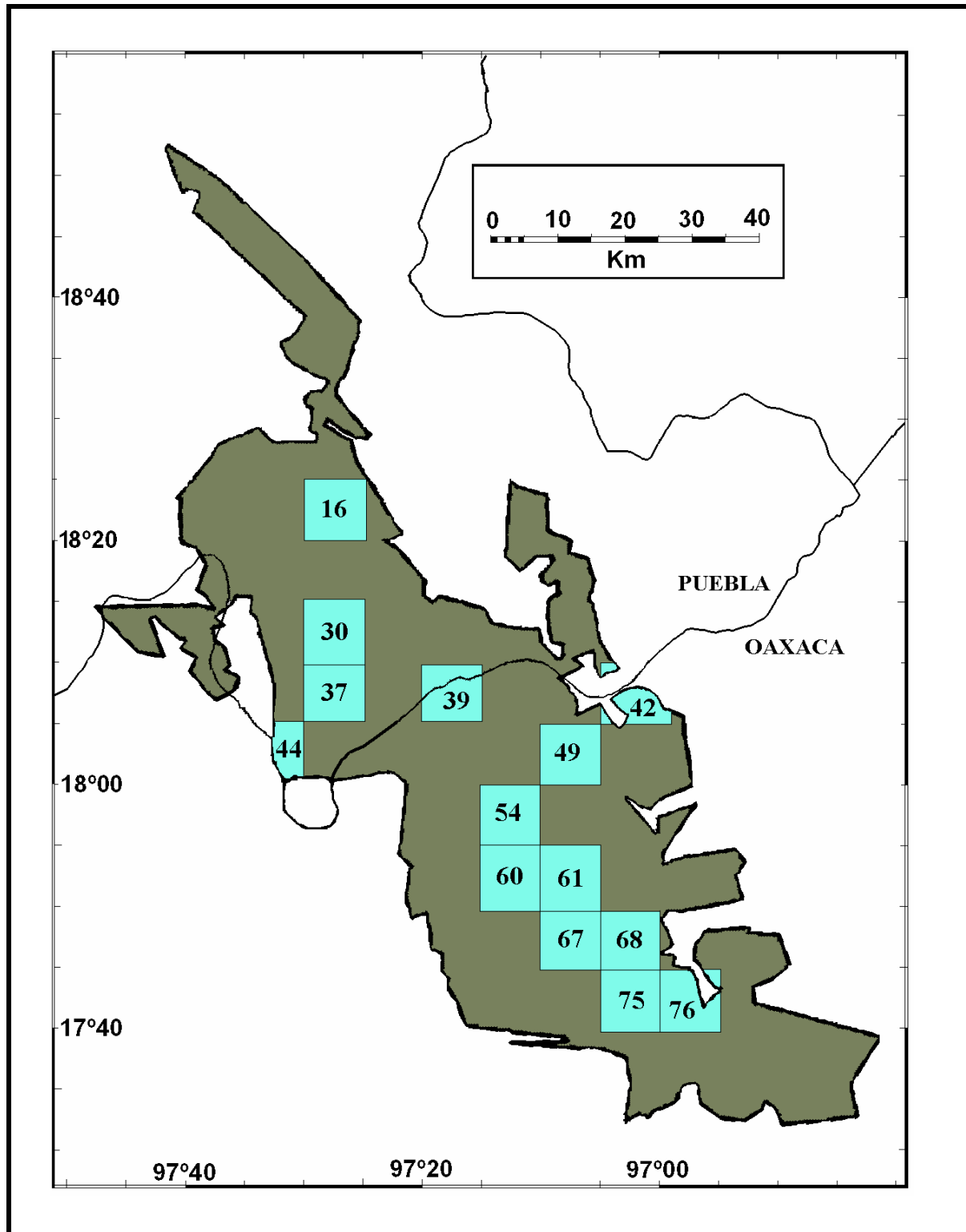


Fig. 6.2. UGOs seleccionados por los métodos iterativos de complementariedad y propuestos como zonas núcleo de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, más la UGO 75.

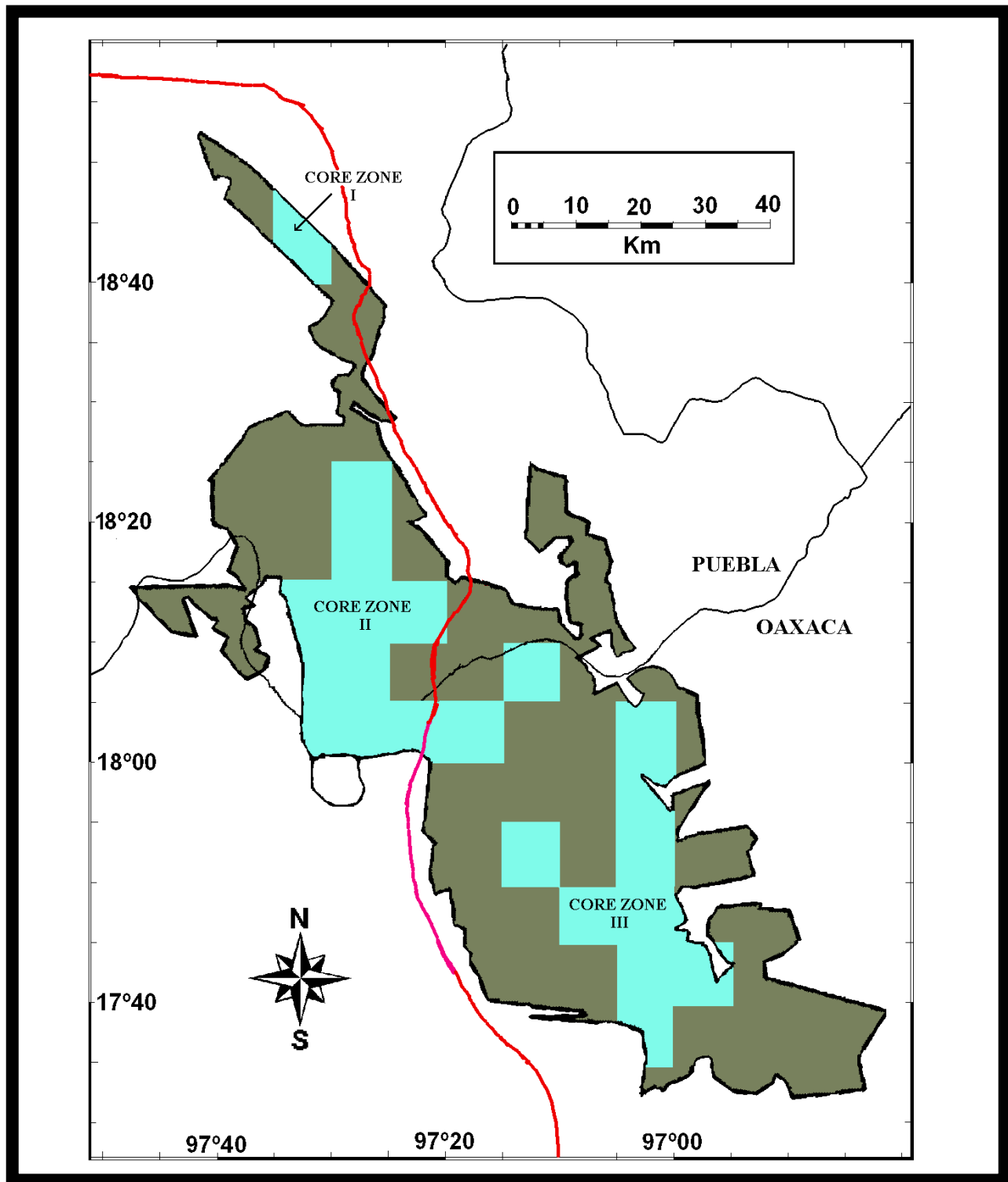


Fig. 6.3. La autopista Coacnolapan-Oaxaca atraviesa las UGOs 31 y 46 seleccionados por el análisis de parsimonia de endemidad.

LITERATURA CITADA

- Andersen, A. N. 1995. Measuring More of Diversity: Genus Richness as a Surrogate of Species Richness in Australian Ant Faunas. *Biological Conservation* 73: 39-43.
- Barnes, R. F. W. 1990. Deforestation trends in tropical Africa. *African Journal of Ecology* 28: 161-173.
- Bawa, K.S, y S. Dayanandan. 1997. Socioeconomic factors and tropical deforestation. *Nature* 386: 562-563.
- Burgman, M. A. y D. B. Lindenmayer. 1998. Conservation biology for the Australian environment. Surrey Beatty & Sons. New South Wales. Australia. 380 p.
- Caro, T. M. y G. O'Doherty. 1999. On the Usage of surrogate species in conservation Biology. *Conservation Biology* 13: 805-814.
- Faith, D. P. y P. A. Walter. 1996. Environmental diversity: on the best-possible use of surrogate data for assessing the relative biodiversity of sets of area. *Biodiversity and Conservation* 5: 399-415.
- Granados-Sánchez, D., G. F. López-Ríos y J. L. Gama-Flores. 1999. Fragmentación del hábitat y manejo de áreas protegidas. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 5: 5-14.
- Gómez-Hinostrosa C. y H. M. Hernández. 2000. Diversity, geographical distribution, and conservation of Cactaceae in the Mier y Noriega region, México. *Biodiversity and Conservation* 9: 403-418.
- Hannah, L., D. Lohse, C. Hutchinson, J. L. Carr y A. Lankerani. 1994. A preliminary inventory of human disturbance of world ecosystems. *Ambio* 23: 246-250.
- Harcourt A. H. 1986. Can Uganda's gorillas survive? A survey of the Bwindi forest reserve. *Biological Conservation* 19: 269-282.
- Hoare, R. E. y J. T. Du Toit. 1999. Coexistence between people and elephants in Africa savannas. *Conservation Biology* 13: 633-639.
- Humphries, C. J., P. H. Willians y R. I. Vane-Wright. 1995. Measuring biodiversity value for nonservation. *Annual Review of Ecology and Systematic* 26: 93-111.

- INEGI. 2000. Estados Unidos Mexicanos. XII censo general de población y vivienda. Tabulados básicos y por entidad federativa. Bases de datos y tabuladores de la muestra censal. Aguascalientes, Ags. México.
- Kerr, J. T. 1997. Species richness, endemism, and the choice of areas for conservation. *Conservation Biology* 11: 1094-1100.
- Kerr, J. T. y D. J. Currie. 1995. Effects of human activity on global extinction risk. *Conservation Biology* 9: 1528-1538.
- Kleiman, D. G. y J. J. C. Mallinson. 1998. Recovery and management committees for lion tamarins: Partnerships in conservation planning and implementation. *Conservation Biology* 12: 27-38.
- Landres, P. B., J. Verner y W. Thomas. 1988. Ecological uses of vertebrate indicator species: a Critique. *Conservation Biology* 2: 316-328.
- Lombard, A. T., R. M. Cowling, R. L. Pressey y P. J. Mustart. 1997. Reserve selection in a species-rich and fragmented landscape on the Agulhas Plain, South Africa. *Conservation Biology* 11: 1101-1116.
- Margules C. R., A. O. Nicholls y R. L. Pressey. 1988. Selecting networks of reserves to maximise biological diversity. *Biological Conservation* 43: 63-76.
- Mourelle, C. y E. Ezcurra. 1996. Species richness of Argentine cacti: A test of biogeographic hypotheses. *Journal of Vegetation Science* 7: 667-680.
- Muchaal, P. K. y G. Ngandjui. 1999. Impact of village hunting on wildlife populations in the western Dja Reserve, Cameroon. *Conservation Biology* 13: 385-396.
- Pearson, D. L. y S. S. Carroll. 1998. Global Patterns of Species Richness: Spatial models for Conservation Planning Using Bioindicator and Precipitation Data. *Conservation Biology* 12: 809-821.
- Pearson, D. L. y F. Cassola. 1992. World-Wide Species Richness Patterns of Tiger Beetles (Coleoptera: Cicindelidae): Indicator Taxon for Biodiversity and Conservation Studies. *Conservation Biology* 6: 376-391.

- Pressey, R. L. y A. O. Nicholls. 1989. Application of a numerical algorithm to the selection of reserves in semi-arid New South Wales. *Biological Conservation* 50: 263-278.
- Rebelo, A. G. 1994. Iterative selection procedures: centres of endemism and optimal placement of reserves. *Strelitzia* 1: 231-257.
- Rebelo, A. G. y W. R. Siegfried. 1992. Where should nature reserves be located in the Cape Floristic Region, South Africa? Models for the spatial configuration of a reserve network aimed at maximizing the protection of floral diversity. *Conservation Biology* 6: 243-252.
- Robinson, J. G., K. H. Redford y E. L. Bennett. 1999. Wildlife harvest in logged tropical forests. *Science* 284: 595-596.
- Rzedowski, J. 1998. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. En: *Diversidad biológica de México*. T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (compiladores). Instituto de Biología, UNAM. México, D. F. pags. 129-145.
- Villaseñor, J. L., G. Ibarra y D. Ocaña. 1998. Strategies for the Conservation of Asteraceae in México. *Conservation Biology* 12: 1066-1075.
- Western, D. 1987. Africa's elephants and rhinos: Flagships in crisis. *Tree* 2: 343-346.
- Williams, P. H. y K. J. Gaston. 1994. Measuring More of Biodiversity: can Higher-Taxon Richness Predict Wholesale Species Richness. *Biological Conservation* 67: 211-217.
- Williams, P., D. Gibbons, C. Margules, A. Rebelo, C. Humphries y R. Pressey. 1996. A Comparison of richness hotspots, rarity hotspots and complementary areas for conserving diversity of british birds. *Conservation Biology* 10: 155-174.
- Willis, C. K. y A. T. Lombard. 1996. Reserve systems for limestone endemic flora of the Cape lowland fynbos: Iterative versus linear programming. *Biological Conservation* 77: 53-62.