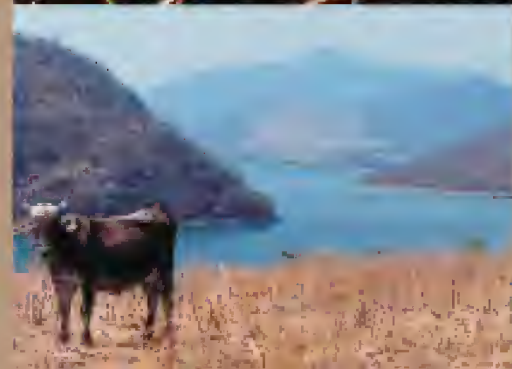
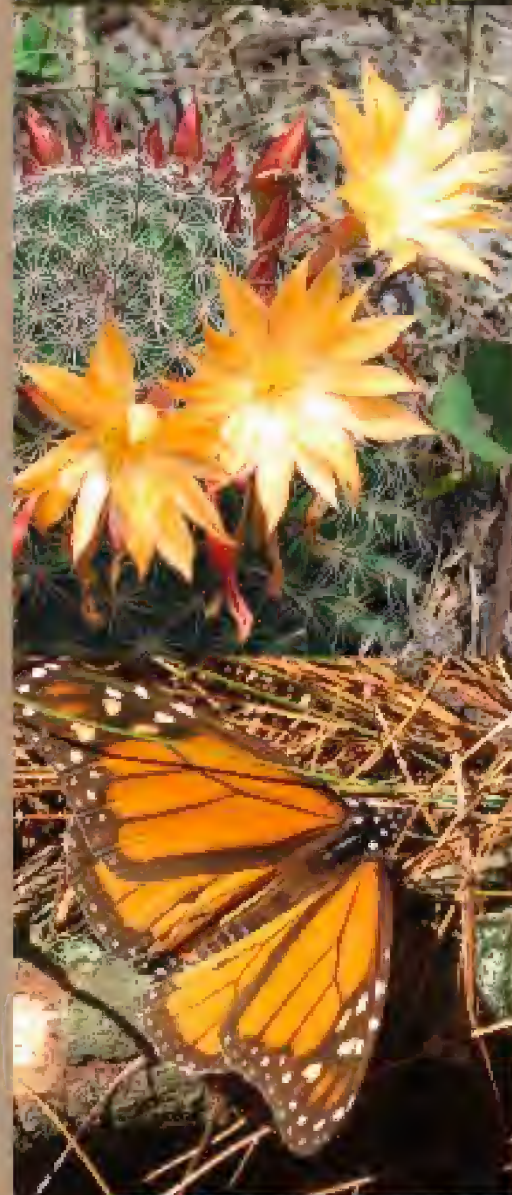




La biodiversidad en
MICHOACÁN
Estudio de Estado

SUMA CONABIO UMSNH



La biodiversidad en MICHOACÁN Estudio de Estado



Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad

Gobierno del Estado de Michoacán
Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

**Comisión Nacional para el Conocimiento
y Uso de la Biodiversidad**

Vicente Fox Quesada
Presidente

José Luis Luege Tamargo
Secretario Técnico

José Sarukhán Kermez
Coordinador Nacional

Ana Luisa Guzmán
Secretaria Ejecutiva

Hesiquio Benítez Díaz
Director de Enlace y Asuntos Internacionales

Jaime Eivin San Román Montiel
Estrategias Estatales de Biodiversidad

Gobierno del Estado de Michoacán

Lázaro Cárdenas Batel
Gobernador Constitucional

César Fernando Flores García
Secretario de Urbanismo y Medio Ambiente

Alejandro Torres García
Director de Ordenamiento y Gestión Ambiental

Neyra Sosa Gutiérrez
Departamento de Áreas Naturales Protegidas

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Jaime Hernández Díaz
Rector

Román Soria Baltasar
Secretario General

Silvia Figueroa Zamudio
Secretaria Académica

Tohtli L.E. Zubieta Rojas
Directora de la Facultad de Biología

Editora

Laura E. Villaseñor Gómez

Editor auxiliar

Oscar Adrián Leal Nares

Coordinadores

Jaime Eivin San Román Montiel

Neyra Sosa Guitiérrez

Corrección de Estilo

Ana María Sánchez Mora

Diseño

Carlos Villaseñor Zamorano

Cristina Patricia Ibáñez Rojas

Edición de mapas y cartografía

Oscar Adrián Leal Nares

Diseño de CD anexos

Cuauhtémoc G. Nepita Villanueva

Primera edición, 2005.

© Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad

Liga Periférico - Insurgentes Sur 4903

Parques del Pedregal, Tlalpan, 14010

México D. F.

© Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente
Escarcha 272

Fracc. Prados del Campestre, Morelia, 58290

Michoacán.

© Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Santiago Tapia 403

Col. Centro, Morelia, 58000, Michoacán.

ISBN: 970 900 028 4

D.R. Todos los derechos reservados conforme a la ley

Impreso y hecho en México

Printed and made in México

La biodiversidad en Michoacán: Estudio de Estado. Villaseñor G., L. E. (editora). 2005. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México.

El contenido de los capítulos es responsabilidad de los autores.

Michoacán es un estado con un marcado contraste ambiental y cultural. La confluencia entre dos grandes zonas biogeográficas y una variada topografía han dado como resultado la presencia de diferentes tipos de suelos y climas que en su conjunto sostienen una de las mayores diversidades biológicas de México.

Uno de los objetivos básicos de esta administración es elevar la calidad de vida de los michoacanos, para lo cual es imperativo revertir el deterioro ambiental mediante el uso sustentable de esa gran riqueza biológica. Esto hace necesario contar con información que permita diseñar estrategias de uso y conservación de las especies y sus hábitats, fomentar la implementación de prácticas agropecuarias y forestales sostenibles, así como ampliar la superficie de áreas naturales en Michoacán y mejorar los esquemas de manejo de las mismas, a través de la participación directa de los grupos sociales.

Usar y manejar los recursos naturales de manera sostenible implica tener un conocimiento cercano y puntual de ellos. El Estudio de Estado que presenta el gobierno del estado de Michoacán junto con la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad compila, por primera vez, la información que a lo largo de varias décadas se ha generado mediante proyectos de investigación de diferentes instituciones académicas.

El Estudio de Estado representa un esfuerzo para el diseño e implementación de la Estrategia de la Biodiversidad en Michoacán, que debe guiar las líneas y políticas a seguir para el manejo y conservación de nuestro valioso patrimonio natural.

Lázaro Cárdenas Batel
Gobernador Constitucional del Estado
de Michoacán de Ocampo

La presentación de «La biodiversidad en Michoacán: Estudio de Estado», representa un paso decisivo en la creación de una cultura de información elaborada por expertos sobre la importancia que tienen los ecosistemas y la biodiversidad que éstos contienen para la sociedad Michoacana, así como de la situación de su aprovechamiento, los invaluable servicios que los ecosistemas prestan a la sociedad, las amenazas a los ecosistemas y su conservación en el Estado. Por primera vez se logra compilar una síntesis actualizada de estos elementos que servirá para establecer una línea de base sobre las futuras acciones que el Estado realizará en torno a la Estrategia de Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad de Michoacán. Este primer paso marca un precedente en la historia de nuestro país al ser la primera publicación de su tipo para una entidad mexicana. La realización de esta obra requirió la participación de casi una centena de expertos que lograron integrar su vasta experiencia sobre la temática asociada a la biodiversidad en Michoacán.

Con la elaboración y publicación de esta magnífica obra, Michoacán contribuye de manera decisiva al cumplimiento de los compromisos que México adquiere al ser parte del Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB) dentro de las actividades del Plan de Acción Nacional para instrumentar la Estrategia Nacional de Biodiversidad.

Para la CONABIO, en su calidad de punto focal de nuestro país para el órgano asesor científico y tecnológico (SBSTTA) y del Mecanismo Facilitador de información (CHM), ambos del CDB, así como responsable del Sistema Nacional de Información de Biodiversidad (SNIB), es motivo de gran satisfacción haber colaborado con el Gobierno del Estado de Michoacán a través de la Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente (SUMA) para generar esta obra, así como especialmente con los investigadores de 17 instituciones académicas y de investigación, organizaciones no gubernamentales y dependencias de gobierno que liderados por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, quienes aseguraron la excelente calidad de la obra cuyo mérito está en la información ahora disponible.

Felicitemos al Gobierno del Estado de Michoacán de haber tomado una iniciativa pionera en el país en cuanto a definir su interés por el cuidado del capital natural del Estado. Agradecemos el compromiso de todos los participantes y los felicitamos por el logro obtenido. Conocer de una manera clara y sencilla la gran riqueza biológica del Estado, así como el gran potencial y las oportunidades de desarrollo que ésta ofrece para el beneficio del pueblo de Michoacán, mediante la promoción de su conservación y uso sostenible de manera organizada, constituye un excelente legado que deja memoria en esta publicación.

Será de gran beneficio que los hallazgos y conclusiones de esta publicación y sus anexos lleguen a todos los rincones del Estado para que autoridades, campesinos, ganaderos, obreros, académicos, comunidades locales, grupos indígenas y la sociedad en general, tengan a su disposición la mejor información disponible para tomar las decisiones más convenientes en beneficio de nuestra sociedad, la biodiversidad y el medio ambiente de Michoacán.

José Sarukhán Kermez
Coordinador Nacional
de la Comisión
Nacional para el Conocimiento
y Uso de la Biodiversidad

Agradecimientos

La Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo expresan su reconocimiento a todas las personas de las siguientes instituciones, que gentilmente proporcionaron información y su valioso tiempo para conformar este primer documento, el cual es un esfuerzo por conocer la situación actual de la riqueza biológica del Estado de Michoacán:

Facultad de Biología, Instituto de Investigaciones en Recursos Naturales, Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales, Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, Instituto de Investigaciones Químico Biológicas, Facultad de Agrobiología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Escuela de Tecnología de la Madera y Bibliotecas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Instituto de Geografía - Unidad Académica Morelia, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología y Centro de Investigaciones en Ecosistemas de la Universidad Nacional Autónoma de México; la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Autónoma de Nuevo León; el Centro de Ecología, A. C.; el Colegio de Michoacán; el Centro Regional Universitario Centro Occidente de la Universidad Autónoma de Chapingo; el Centro Interdisciplinario de Investigaciones para el Desarrollo Integral Regional del Instituto Politécnico Nacional; la Escuela Nacional de Antropología e Historia. Las organizaciones no gubernamentales, World Wildlife Fund y Centro de Estudios Sociales y Ecológicos, A. C. A las dependencias de gobierno federales: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Producción Sostenible del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, y Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. A las dependencias de gobierno estatales: Casa de las Artesanías, Comisión Forestal, Comisión de Pesca y la Secretaría de Desarrollo Agropecuario.

Al Dr. Jorge Soberón Mainero y al Maestro Guillermo Vargas Uribe, quienes siendo titulares de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y de la Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente, respectivamente, dieron un gran impulso a este proyecto.

En especial agradecemos el apoyo que nos brindaron durante sus gestiones, al Lic. Marco Antonio Aguilar Cortés, ExRector de la Universidad Michoacana y al Dr. Edmundo C. López Barbosa, ExDirector de la Facultad de Biología de la UMSNH. A la C. P. Irma Tzintzún Rascón, Jefa del Departamento de Convenios de la Tesorería de la USMNH, por su paciencia y asesoría administrativa.

A las personas que coordinaron la recopilación de la información de los capítulos: Laura E. Villaseñor Gómez (1 y 8), Víctor Hugo Garduño Monroy (2), José Odón García (3), Javier Ponce Saavedra (4), Dolores del C. Huacuz Elías (5 y 6), Roberto A. Lindig Cisneros (7) y Alfredo Figueroa López (9).

A Rodrigo Fernández Borja, Minerva Campos Sánchez y Daniel Díaz Rodríguez quienes iniciaron el proceso. A Patricia Koleff y Marcia Tambutti de la Comisión Nacional para el Conocimiento y el Uso de la Biodiversidad (CONABIO), quienes hicieron la revisión taxonómica y de los contenidos en general.

A Carlos Villaseñor Zamorano y Cristina Patricia Ibáñez Rojas de Tonalli TPG, por su infinita paciencia puesta en el diseño y formateo de la publicación. A Cuauhtémoc G. Nepita Villanueva, por el diseño del disco compacto que contiene los anexos de la obra.

Por último, agradecemos especialmente a Laura E. Villaseñor Gómez el laborioso y largo trabajo editorial realizado, ella fue la pieza clave para lograr la integración tan detallada y minuciosa de los contenidos en el marco conceptual y de análisis necesario para concluir la presente obra.

CONTENIDO

Capítulo 1. Introducción	15
Laura E. Villaseñor Gómez Hesiquio Benítez Díaz	
Capítulo 2. Descripción física y biótica	21
2.1 El relieve	21
Víctor Hugo Garduño Monroy	
2.2 Clima	25
Eduardo Antaramián Harutunián	
2.3 Los suelos	29
Arcelia Cabrera González • Juan Carlos González Cortés • Juan Manuel Ayala Gómez	
2.4 Los cuerpos de agua	32
Isabel Israde Alcántara	
2.5 Vegetación	38
Eleazar Carranza González	
Capítulo 3. Realidad socioeconómica contemporánea	47
Guillermo Vargas Uribe • José César Lenin Navarro Chávez José Odón García García • Claudia Contreras Barriga	
3.1 Características poblacionales	48
3.2 Características socioeconómicas	50
Capítulo 4. Biodiversidad	55
4.1 Monera	56
Juan Manuel Sánchez-Yáñez	
4.2 Análisis de la ficoflora cianobacteriana planctónica de tres lagos	58
Gerardo A. Ceballos-Corona • Reyna Alvarado-Villanueva María del Rosario Ortega-Murillo • Salma Judith López-Trejo	
4.3 Protista	60
Gerardo A. Ceballos-Corona	
4.4 Zooplancton	62
Sonia González Santoyo	
4.5 Hongos y líquenes	64
Marlene Gómez Peralta • Víctor Manuel Gómez Reyes	
4.6 Algas	68
María del Rosario Ortega-Murillo • Reyna Alvarado-Villanueva • Juan Diego Sánchez-Heredia	
4.7 Briofitas	69
Marlene Gómez Peralta	
4.8 Pteridofitas	70
Luz del Socorro Rodríguez Jiménez • Marlene Gómez Peralta	
4.9 Gimnospermas	71
Gerardo Rodríguez Lozano • Arturo Carrillo Sánchez	
4.10 Angiospermas	73
Eleazar Carranza González	

4.11	Especies arbóreas y arborescentes en estado crítico de conservación	76
	Xavier Madrigal-Sánchez • Lydia I. Guridi-Gómez	
4.12	Plantas acuáticas y subacuáticas	78
	Luz del Socorro Rodríguez Jiménez	
4.13	Malezas	80
	Ignacio García Ruiz	
4.14	Los invertebrados marinos	85
	Alma Lilia Fuentes Farías • María Doralisa Villarroel Melo • Francisco Alonso Solís-Marín	
4.15	Helminthos parásitos	88
	Ma. Teresa Álvarez Ramírez	
4.16	Insectos y arácnidos	90
	Javier Ponce Saavedra	
4.17	Peces	95
	Martina Medina Nava • Ma. Virginia Segura García Rodrigo Moncayo Estrada • Carlos Escalera Gallardo	
4.18	Anfibios y reptiles	99
	Dolores del Carmen Huacuz Elías	
4.19	Aves	101
	Laura E. Villaseñor Gómez	
4.20	Mamíferos	104
	Arturo Núñez Garduño	
4.21	Inventarios y colecciones de flora y fauna	106
	Laura E. Villaseñor Gómez • José Fernando Villaseñor Gómez	
	Capítulo 5. Uso de la biodiversidad y los recursos naturales	121
5.1	Vulnerabilidad y seguridad hídrica	121
	Patricia Ávila García	
5.2	El patrimonio forestal de Michoacán y su problemática	128
	Cuauhtémoc Sáenz Romero	
5.3	Aprovechamiento de recursos forestales no maderables en los bosques templados	131
	María del Pilar Angón Torres • Marlene Gómez Peralta Víctor Manuel Gómez Reyes • Martha Alicia Perales Rivas	
5.4	Uso Agrícola	133
	Salvador Aguirre Paleo • Ana Elizabeth Bárcenas Ortega	
5.5	Recursos genéticos frutícolas de Michoacán	137
	Jannette Sofía Bayuelo Jiménez	
5.6	Bioteología y plantas transgénicas	141
	Libertad Leal-Lozano • Neyra Katiushka Guerrero-González • Juan Manuel Sánchez-Yañez	
5.7	Uso ganadero	142
	J. Jesús Conejo Nava • M. Darío Méndez y Cazarín • Rafael Tzintzún Rascón • Daniel Val Arreola	
5.8	Pesca	147
	Carlos Escalera Gallardo • Rodrigo Moncayo Estrada Sonia González Santoyo • Alma Lilia Fuentes Farías	
5.9	Unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre	151
	María Concepción Huerta Zamacona	
5.10	Apropiación indígena de la naturaleza	153
	Pablo Alarcón Chaires	
5.11	Los recursos naturales como materia prima de uso artesanal	156
	Amalia Ramírez Garayzar • Eva María Garrido Izaguirre	
5.12	Fenómenos sociales, sustentabilidad, pobreza y migración	163
	Guadalupe Huacuz Elías	

Capítulo 6. Conservación de la biodiversidad	169
6.1 La conservación de la mariposa monarca en México Eduardo Rendón Salinas	169
6.2 La conservación de las tortugas marinas Javier J. Alvarado Díaz	174
6.3 Áreas naturales protegidas Laura E. Villaseñor Gómez • Javier Salvador Robles del Valle Laura A. Briseño Cázares • Alfredo Amador García	177
6.4 Las áreas potenciales para la conservación Laura E. Villaseñor Gómez	187
6.5 Restauración ecológica y rehabilitación de áreas Roberto Lindig Cisneros	194
6.7 Biotecnología Rafael Salgado Garciglia • José Mario Aguirre Ramírez • Neyra Katiushka Guerrero-González	195
Capítulo 7. Amenazas a la biodiversidad	203
7.1 Monitoreo de los cambios de cobertura del suelo en Michoacán Jean-François Mas Causel • Alejandro Velásquez Montes • Tania Fernández Vargas	204
7.2 Contaminación Ma. Silvia Aguilera Ríos • Otoniel Buenrostro Delgado	206
7.3 Agentes que podrían contaminar cuerpos de agua de la región norte de Michoacán, una primera aproximación Isabel Israde Alcántara	210
7.4 Sobreexplotación de la biodiversidad Dolores del C. Huacuz Elías María Concepción Huerta Zamacona	213
Capítulo 8. Educación y cultura ambiental	225
Consejo Estatal de Ecología	
8.1 Introducción	225
8.2 El marco legal de la educación ambiental en Michoacán	228
8.3 Situación de la educación escolarizada	228
8.4 La incorporación de la educación ambiental en los planes y programas escolares	230
8.5 Modalidad no formal	232
8.6 Comunicación e información ambiental	234
8.7 La investigación en educación ambiental	242
8.8 Conclusiones	243
Capítulo 9. Marco jurídico e institucional	247
María Concepción Huerta Zamacona • Laura Leticia Padilla Gil Alfredo Figueroa López • Jaime Eivin San Román Montiel	
9.1 Al nivel federal	247
9.2 Al nivel estatal	251
Glosario	255
Resúmenes curriculares de los autores	258

Lista de figuras

Capítulo 2. Descripción física y biótica

- 2.1 Provincias fisiográficas (Garduño *et al.*, 1999).
- 2.2 Provincias fisiográficas (Antaramián y Correa, 2003 En: SEP-UMSNH, 2003).
- 2.3 La circulación atmosférica en México y Michoacán (Mapa con base en imagen de satélite CONABIO, 2003).
- 2.4 Duración del día en latitudes extremas de Michoacán.
- 2.5 Mapa de isotermas.
- 2.6 Variación de la temperatura conforme la altitud en siete localidades de Michoacán.
- 2.7 Mapa de isoyetas.
- 2.8 Modelo digital de terreno (MDT) de Michoacán con imagen Landsat 4/3/2.
- 2.9 Esquema generalizado de los climas.
- 2.10 Clasificación de las unidades de suelo.
- 2.11 Subprovincias fisiográficas reportadas por el INEGI.
- 2.12 Lago de Cuitzeo.
- 2.13 Lago de Chapala.
- 2.14 Lago de Pátzcuaro.
- 2.15 Lago de Zirahuén.
- 2.16 La Alberca de Tacámbaro.
- 2.17 Lago de Camécuaro.
- 2.18 Salto de Tepuxtepec.
- 2.19 Puente Temazcalcingo, río Lerma.
- 2.20 Chamacuaro, río Lerma.
- 2.21 Salto de la hidroeléctrica Charapuato.
- 2.22 Desembocadura de los ríos Lerma y Duero hacia el Lago de Chapala.
- 2.23 Calidad del agua en el río Lerma (Israde-Alcántara, 2003).
- 2.24 Localidad de Hornitos.
- 2.25 Área de inundación en la región de Pueblo Nuevo, Guanajuato.
- 2.26 Localidad de Paso de Cobos.
- 2.27 Río Balsas.

Capítulo 3. Realidad socioeconómica contemporánea

- 3.1 Tasa de crecimiento media anual por municipio (1980-2000) (Elaborado a partir de INEGI, 1983, 1991 y 2001; Censo de Población y Vivienda 1980, 1990 y 2000).
- 3.2 Cambio en la densidad por municipio (1980-2000) (Elaborado a partir de INEGI, 1983, 1991 y 2001; Censo de Población y Vivienda 1980, 1990 y 2000).
- 3.3 Municipios mayoritariamente urbanos en 1980 con más del 50% de su población en localidades mayores de 2 500 habitantes (Elaborado a partir de INEGI, 1983; Censo de Población y Vivienda, 1980).
- 3.4 Municipios mayoritariamente urbanos en 2000, con más del 50% de su población en localidades mayores de 2 500 habitantes (Elaborado a partir de INEGI, 2001; Censo de Población y Vivienda, 2000).
- 3.5 Índice de marginación por municipio (1990) (Elaborado con base en Navarro *et al.*, 2002b).
- 3.6 Índice de marginación por municipio (2000) (Elaborado con base en Navarro *et al.*, 2002b).
- 3.7 Índice de desarrollo humano por municipio (2000) (Elaborado con base en Navarro *et al.*, 2000).
- 3.8 Coeficiente de Gini (distribución por ingreso) por municipio (2000) (Elaborado con base en Navarro, 2004).
- 3.9 Índices de consolidación económica, social y política (Elaborado con base en Navarro *et al.* 2002 a).
- 3.10 Índices de consolidación económica, social y política (ICESP) (1980-2000) (Elaborado con base en Navarro *et al.* 2002a).
- 3.11 Índice de consolidación económica social y política por municipio (1980) (Elaborado con base en Navarro *et al.*, 2002a).
- 3.12 Índice de consolidación económica social y política por municipio (2000) (Elaborado con base en Navarro *et al.*, 2002a).

Capítulo 5. Uso de la biodiversidad y los recursos naturales

- 5.1 Porcentaje de población urbana en ciudades mayores de 100 000 habitantes en los años 2000 y 2025 (Elaborada con base en INEGI, 2000; SEDESOL, 2003; CNA, 2004).
- 5.2 Población del país que habita en regiones cuya agua experimenta diferentes grados de contaminación, 2000 (fuentes: CNA, 2001b y 2002; INEGI, 2000).
- 5.3 Disponibilidad de agua *per cápita* en las subcuencas del Estado de Michoacán (fuente CNA 2002b).
- 5.4 Superficie sembrada por modalidad en el Estado de Michoacán.
- 5.5 Valor de la producción agrícola por modalidad en el Estado de Michoacán.

Capítulo 6. Conservación de la biodiversidad

- 6.1 La mariposa Monarca que hiberna en México migra en el otoño desde los sitios de reproducción de verano al oriente de las Montañas Rocallosas.
- 6.2 El ciclo anual migratorio de la mariposa Monarca en Norteamérica. Los adultos de la generación migratoria (rojo) llegan a vivir siete meses, mientras que los adultos de las generaciones reproductivas viven de cuatro a cinco semanas.
- 6.3 Áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad en Michoacán de acuerdo al enfoque florístico y de vegetación.
- 6.4 Áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad en Michoacán de acuerdo al enfoque faunístico.

Capítulo 7. Amenazas a la biodiversidad

- 7.1 Mapa de las principales coberturas en 1976.
- 7.2 Mapa de las principales coberturas en 2000.
- 7.3 Superficie en hectáreas de los principales tipos de vegetación y uso del suelo en 1976 y 2000.
- 7.4 Mapa de los principales procesos de cambio en la cobertura de la vegetación.
- 7.5 Resultados de las actividades de protección y conservación de las tortugas marinas, Laúd (*Dermochelis coriacea*), negra (*Chelonia agassizii*) y golfina (*Lepidochelys olivacea*) (fuente: Delegación Federal de SEMARNAT en Michoacán, Huerta-Zamacona com pers. 2004).

Lista de cuadros

Capítulo 1. Introducción

- 1.1 Número de registros realizados en el estado de Michoacán e incluidos en las bases de datos del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de México (SNIB-CONABIO).
- 1.2 Número de familias y especies registradas para el estado de Michoacán (Fuente: Bases de datos del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de México (SNIB-CONABIO).
- 1.3 Información general de las Colecciones biológicas de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- 1.4 Número de especies registradas para el estado de Michoacán (Fuentes diversas señaladas en el texto correspondiente).

Capítulo 2. Descripción física y biótica

- 2.1 Comparación de clasificaciones de provincias y dominios del Estado de Michoacán de los autores Raiz (1964), Garduño *et al.* (1999) y Antaramián-Correa (2003).
- 2.2 Vientos dominantes registrados en algunas estaciones meteorológicas de Michoacán.
- 2.3 Ejemplos de climas de cinco localidades de las provincias fisiográficas.
- 2.4 Suelos dominantes en las provincias fisiográficas michoacanas.
- 2.5 Correspondencia entre las clasificaciones de las provincias fisiográficas del INEGI (1985) y de Antaramián y Correa (2003).

Capítulo 3. Realidad socioeconómica contemporánea

- 3.1 Indicadores de la dinámica poblacional en el Estado de Michoacán.

Capítulo 4. Biodiversidad

- 4.1 Distribución de los grupos de protistas microalgales en lagos michoacanos.
- 4.2 Distribución de los grupos de protistas microalgales en presas michoacanas.
- 4.3 Distribución de los grupos de protistas microalgales marinos en la costa michoacana.
- 4.4 Distribución de los grupos de protistas microalgales animaloides en sistemas dulceacuicolas y marinos en el Estado de Michoacán.
- 4.5 Copépodos planctónicos de la Bahía de Maruata, Michoacán.
- 4.6 Listado de familias del icitoplancton de la zona costera (Maruata y Faro de Bucerías 1994/1995).
- 4.7 Listado de especies de moluscos pterópodos pelágicos del Pacífico mexicano.
- 4.8 Biomasa de zooplancton en aguas mexicanas.
- 4.9 Familias de angiospermas con mayor número de géneros y especies.
- 4.10 Géneros de angiospermas con mayor número de especies.
- 4.11 Especies más comunes de angiospermas.
- 4.12 Especies de familias de angiospermas con gran diversidad taxonómica.
- 4.13 Especies de angiospermas exclusivas de diferentes regiones.
- 4.14 Especies arbóreas y arbustivas en peligro de extinción en Michoacán (Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001).
- 4.15 Especies arbóreas y arborescentes amenazadas en Michoacán (Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001).
- 4.16 Especies arbóreas y arborescentes sujetas a protección especial en Michoacán (Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001).
- 4.17 Especies de plantas acuáticas representativas y su presencia en diferentes cuerpos de agua michoacanos.
- 4.18 Taxa de invertebrados marinos registrados en el Estado de Michoacán.
- 4.19 Clases de moluscos registrados en Michoacán.
- 4.20 Uso y estado de conservación de algunas especies de moluscos de importancia económica.
- 4.21 Clases de Crustáceos y especies registradas en el mundo (Según Rupert y Barnes 1995).
- 4.22 Crustáceos malacostracos registrados en Michoacán.
- 4.23 Equinodermos registrados en Michoacán.
- 4.24 Diversidad de especies conocidas de Helmintos parásitos en el Estado de Michoacán.
- 4.25 Relación de especies de insectos registrados en el Estado de Michoacán.
- 4.26 Relación de especies de arácnidos registrados en Michoacán.
- 4.27 Especies de anfibios de ocurrencia cuestionable en el Estado de Michoacán.
- 4.28 Especies de reptiles de ocurrencia cuestionable en el Estado de Michoacán.
- 4.29 Familias de aves registradas en el Estado de Michoacán.
- 4.30 Estacionalidad de las especies de aves registradas en el Estado de Michoacán.
- 4.31 Especies y familias de aves michoacanas con algún grado de endemismo.
- 4.32 Resumen de la riqueza de mamíferos en el Estado de Michoacán.
- 4.33 Especies de mamíferos de dudosa presencia en el Estado de Michoacán.
- 4.34 Especies de mamíferos de muy probable presencia en el Estado de Michoacán, pero que no han sido registrados.
- 4.35 Información general de las Colecciones biológicas de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Capítulo 5. Uso de la biodiversidad y los recursos naturales

- 5.1 Vulnerabilidad ecológica de las regiones hidrológicas administrativas de México (fuentes: CONABIO, 2000; CNA, 2004).
- 5.2 Matriz de vulnerabilidad socioambiental por el agua en México.
- 5.3 Panorama de la disponibilidad superficial y subterránea en Michoacán por cuenca hidrológica (fuente: CNA, 2002b).
- 5.4 Familias y especies de plantas con flores que se consumen y comercializan en comunidades rurales de las sierras altas de la cuenca de Cuitzeo, Michoacán.
- 5.5 Familias y especies de hongos que se consumen y comercializan en comunidades rurales de las sierras altas de la cuenca de Cuitzeo, Michoacán.
- 5.6 Familias y especies de animales vertebrados que se consumen y comercializan en comunidades rurales de las sierras altas de la cuenca de Cuitzeo, Michoacán.
- 5.7 Productos agrícolas michoacanos y lugar que ocupan a nivel nacional por su producción (INEGI 2002).
- 5.8 Superficie cosechada y valor de la producción de algunos cultivos en los años agrícolas 1995, 2001 y 2002.
- 5.9 Municipios michoacanos con información sobre los principales cultivos agrícolas.
- 5.10 Colecciones de campo de recursos genéticos frutícolas en México (fuente: Ramírez *et al.*, 2000).
- 5.11 Colecciones de campo de recursos genéticos frutícolas establecidas en campos experimentales del INIFAP.

- 5.12 Tenencia de la tierra y superficie que ocupan las UMAS en el Estado de Michoacán.
- 5.13 Especies permitidas para su manejo en las UMAS michoacanas.
- 5.14 Unidades de manejo cinegéticas con tasa de aprovechamiento autorizada en Michoacán (fuente: Delegación de SEMARNAT en Michoacán).
- 5.15 Aprovechamientos de palomas silvestres autorizados en Michoacán de 2001 a 2005 (fuente: Delegación de SEMARNAT en Michoacán).
- 5.16 Algunas fibras vegetales utilizadas en la actualidad en el Estado de Michoacán para la elaboración de artesanías.
- 5.17 Especies de plantas utilizadas en la elaboración de esculturas de pasta de caña en el Estado de Michoacán.
- 5.18 Especies utilizadas en la técnica de maque en el Estado de Michoacán.
- 5.19 Algunas especies de plantas y animales utilizadas actualmente en el teñido de textiles en el Estado de Michoacán.
- 5.20 Especies de plantas utilizadas en la elaboración de equipales en el Estado de Michoacán.
- 5.21 Especies vegetales utilizadas en la elaboración de artesanías en Michoacán enlistadas en la Norma Ecológica Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2001).

Capítulo 6. Conservación de la biodiversidad

- 6.1 Colonias de la hibernación conocidas en la región de la monarca.
- 6.2 Áreas naturales federales decretadas en el Estado de Michoacán.
- 6.3 Resumen descriptivo de los parques nacionales del Estado de Michoacán.
- 6.4 Resumen descriptivo de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca y los santuarios en el Estado de Michoacán.
- 6.5 Principales áreas de protección de recursos naturales en el Estado.
- 6.6 Áreas de protección de recursos naturales decretadas en Michoacán para la protección de cuencas hidrográficas que alimentan sistemas de irrigación.
- 6.7 Número de especies de vertebrados terrestres registrados en los parques nacionales del Estado de Michoacán.
- 6.8 Resumen de las áreas naturales estatales decretadas en Michoacán.
- 6.9 Zonas sujetas a conservación ecológica decretadas en Michoacán.
- 6.10 Parques urbanos ecológicos decretados en Michoacán.
- 6.11 Áreas importantes para la conservación de las aves (AICAS) en Michoacán.
- 6.12 Principales criterios definidos de acuerdo al enfoque abiótico para aplicarse a la identificación de APC.
- 6.13 Listado de las áreas prioritarias de acuerdo al enfoque florístico y de vegetación en Michoacán.
- 6.14 Equivalencia de las Áreas Prioritarias para la Conservación (APC) propuestas y las Áreas Naturales Protegidas (ANP) federales del Estado de Michoacán.

Capítulo 7. Amenazas a la biodiversidad

- 7.1 Superficie de los principales tipos de cobertura en 1976 y 2000 y tasas de cambio para el periodo 1976-2000.
- 7.2 Fuentes de generación y residuos sólidos municipales en Michoacán.
- 7.3 Cobertura del servicio de recolección en los municipios michoacanos analizados.
- 7.4 Producción total de residuos sólidos urbanos en los municipios de la cuenca de Cuitzeo (kg peso fresco).
- 7.5 Centros de Protección y Conservación de Tortugas Marinas en el Estado de Michoacán.
- 7.6 Relación de permisos cinegéticos y cintillos de cobro expedidos en la Delegación de la SEMARNAT en Michoacán a partir de la temporada 1998-1999.

Capítulo 8. Educación y cultura ambiental

- 8.1 Recomendaciones generadas en el Encuentro Michoacano sobre Ambiente (1995).
- 8.2 Principales problemas en la educación formal en el Estado de Michoacán.
- 8.3 Problemas ambientales que se abordan en los libros de educación primaria en México.
- 8.4 Problemas ambientales que se abordan en algunas asignaturas de educación secundaria en México.
- 8.5 Instituciones de educación media superior que ofrecen materias o bachilleratos enfocados a las ciencias biológicas y ambientales.
- 8.6 Enfoques predominantes sobre la dimensión ambiental en los planes de estudio de las instituciones de educación media superior en Michoacán.
- 8.7 Instituciones académicas y gubernamentales que realizan acciones de educación no formal en Michoacán.
- 8.8 Organizaciones sociales que realizan acciones de educación no formal en Michoacán.
- 8.9 Objetivos generales del Sistema de Ciencia y Tecnología del Estado de Michoacán.
- 8.10 Facultades e Institutos de Investigación de la UMSNH que trabajan aspectos relacionados con el ambiente.

Lista de recuadros

Capítulo 4. Biodiversidad

- 4.1 Bacterias promotoras de crecimiento vegetal (Juan Manuel Sánchez-Yáñez).
- 4.2 Los Tintínidos de la Provincia Nerítica de la costa del Estado de Michoacán (J. Gerardo Alejandro Ceballos-Corona).
- 4.3 Diversidad fúngica en comunidades micorrícicas de Michoacán (Yazmín Carreón Abud).
- 4.4 Hongos entomopatógenos del Estado de Michoacán (Miguel B. Nájera Rincón).
- 4.5 Hongos ambientales y de acervos bibliográficos del Estado de Michoacán (José M. Flores Flores y Ma. Teresa Álvarez Ramírez).
- 4.6 El género *Quercus* (Fagaceae) en el Estado de Michoacán (Miguel Ángel Bello González).
- 4.7 El género *Leucaena* (Fabaceae: Mimosoideae) en Michoacán (Sergio Zárate Pedroche).
- 4.8 El género *Ipomoea* L. (Convolvulaceae) en el Estado de Michoacán (Eleazar Carranza González).
- 4.9 Cactáceas de Michoacán (Javier Salvador Robles del Valle).
- 4.10 Principales especies arbóreas introducidas en la región de Morelia, Michoacán (Xavier Madrigal-Sánchez y Lydia I. Guridi-Gómez).
- 4.11 Los recursos humanos en la botánica michoacana (Sergio Zárate Pedroche).
- 4.12 Avances en el conocimiento de las familias Scarabaeidae, Melolonthidae y Trogidae (Insecta: Coleoptera) en el estado de Michoacán (Miguel B. Nájera Rincón).

- 4.13 Alacranes venenosos del Estado de Michoacán (Javier Ponce Saavedra).
- 4.14 Peces del Lago de Chapala (Rodrigo Moncayo Estrada y Carlos Escalera Gallardo).
- 4.15 Los Godeidos del Estado de Michoacán (Omar Domínguez Domínguez).

Capítulo 5. Uso de la biodiversidad y los recursos naturales

- 5.1 Escasez de agua en la Meseta Purépecha (Patricia Ávila García).
- 5.2 Operación del Programa Estatal de Prevención y Combate de Incendios Forestales (Comisión Forestal de Michoacán).
- 5.3 De campesinos a leñadores: efectos ambientales del ajuste estructural en Michoacán (Pablo Alarcón-Cháires).
- 5.4 El uso de hongos entomopatógenos nativos: una alternativa para el manejo sostenible de plagas de insectos (Miguel B. Nájera Rincón).
- 5.5 El potencial frutícola del mamey sapote en Michoacán (Jeannette Sofía Bayuelo Jiménez).
- 5.6 Procesos de domesticación de plantas en el Estado de Michoacán, el caso de *Leucaena* (Sergio Zárate Pedroche).
- 5.7 Problemática de la ganadería en el Estado de Michoacán (Darío Rivera Moctezuma).
- 5.8 Ganadería bovina de leche a pequeña escala y contaminación por estiércol (M. Darío Méndez y Cazarín, Rafael Tzintzún Rascón, Daniel Val Arreola y J. Jesús Conejo Nava).
- 5.9 Aspectos generales de la pesca en el Estado de Michoacán (Comisión de Pesca del Estado de Michoacán).
- 5.10 La pesca y el conocimiento popular (Tohtli L. E. Zubieta Rojas).
- 5.11 Conocimiento purépecha de la naturaleza (Pablo Alarcón Cháires).
- 5.12 Recuperación del cultivo del añil *Indigofera suffruticosa* (Flavio Barrera Herrera y Gonzalo Ramírez Anguiano).

Capítulo 6. Conservación de la biodiversidad

- 6.1 Programa Universitario de protección de la tortuga negra en Michoacán (Javier Alvarado Díaz, Alfredo Figueroa López y Carlos Delgado Trejo).
- 6.2 La riqueza de vertebrados terrestres en las Áreas Naturales Protegidas Federales (Laura E. Villaseñor Gómez).
- 6.3 Programa de conservación *ex situ* de Godeidos. (Omar Domínguez Domínguez).

Capítulo 7. Amenazas a la biodiversidad

- 7.1 Implicaciones socio-ecológicas de la carretera costera de Michoacán (Pablo Alarcón-Cháires)
- 7.2 Explotación del caracol púrpura (Alma Lilia Farías Fuentes).
- 7.3 Captura y explotación de *Ambystoma dumerilii* el achoque del Lago de Pátzcuaro (Dolores del C. Huacuz Elías).
- 7.4 Comercialización de aves canoras y de ornato en la ciudad de Morelia, Michoacán (Manuel A. Lemus Aguirre y Laura E. Villaseñor Gómez).
- 7.5 El impacto de la introducción de los plecos a la Presa El Infiernillo (Tohtli Zubieta Rojas, Francisco E. Velásquez Pallares, Sergio González Adame, Agustín Magallán Torres, Gabriel Moreno Carachure y Alfonso Gutiérrez Urbina).

Capítulo 8. Educación y cultura ambiental

- 8.1 El Centro de Estudios Sociales y Ecológicos (CESE A. C.) (Joaquín Esteva).
- 8.2 Diseño y producción de los libros de texto sobre medio ambiente para la educación básica en Michoacán (Gabriela Fernández Benvenuti).

Lista de anexos (archivos en disco compacto)

Capítulo 2. Descripción física y biótica

- 2.1 Climogramas de cinco localidades representativas de las provincias Fisiográficas de Michoacán.
- 2.2 Subprovincia fisiográfica y unidades de suelo a nivel municipal en el Estado de Michoacán (fuente: UMSNH).
- 2.3 Cuadro de superficies de unidades de suelo por municipio en Michoacán (fuente: UMSNH)

Capítulo 3. Realidad socio-económica contemporánea

- 3.1 Población total por municipio del Estado de Michoacán 1980-2000 (fuente: UMSNH)
- 3.2 Densidad poblacional por municipio del Estado de Michoacán 1980-2000 (fuente: UMSNH).
- 3.3 Población rural y urbana por municipio en el Estado de Michoacán 1980-2000 (fuente: UMSNH).
- 3.4 Índice de marginación por municipio del Estado de Michoacán 1990-2000 (fuente: UMSNH).
- 3.5 Índice de consolidación económica, social y política por municipio del Estado de Michoacán 1980-2000 (fuente: UMSNH).

Capítulo 4. Biodiversidad

- 4.1 Relación de proyectos financiados por la comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad en México (SNIB-CONABIO) que contienen registros realizados en el Estado de Michoacán.
- 4.2 Listado de especies de protistas de importancia económica del Estado de Michoacán (fuente: UMSNH).
- 4.3 Listado de especies de hongos macromicetos del Estado de Michoacán (fuente: UMSNH-CONABIO).
- 4.4 Listado de especies de líquenes del Estado de Michoacán (fuente: UMSNH).
- 4.5 Listado de especies de macroalgas del Estado de Michoacán (fuente: UMSNH).
- 4.6 Listado de especies de algas de importancia económica del Estado de Michoacán (fuente: UMSNH).
- 4.7 Listado de especies de briofitas del Estado de Michoacán (fuente: CONABIO).
- 4.8 Listado de especies de pteridofitas del Estado de Michoacán (fuente: CONABIO-UMSNH).
- 4.9 Listado de especies de gimnospermas del Estado de Michoacán (fuente: CONABIO-UMSNH).
- 4.10 Listado de especies de angiospermas del Estado de Michoacán (fuente: CONABIO).

- 4.11 Listado de especies arbóreas representativas del Estado de Michoacán (fuente: INECOL-BAJÍO).
- 4.12 Listado de especies arbóreas y arborescentes en estatus crítico de conservación en Michoacán, con base en la norma oficial mexicana NOM-059-ECOL-2001 (fuente: UMSNH).
- 4.13 Principales especies arbóreas introducidas en el municipio de Morelia, Michoacán (fuente: UMSNH).
- 4.14 Listado de especies de la familia Cactaceae del Estado de Michoacán (fuente: UMSNH).
- 4.15 Listado de especies de cnidarios del Estado de Michoacán (fuente: CONABIO).
- 4.16 Listado de especies de cnidarios del Estado de Michoacán (fuente: UMSNH).
- 4.17 Listado de especies de moluscos del Estado de Michoacán (fuente: UMSNH).
- 4.18 Listado de especies de crustáceos del Estado de Michoacán (fuente: CONABIO).
- 4.19 Listado de especies de crustáceos del Estado de Michoacán (fuente: UMSNH).
- 4.20 Listado de especies de equinodermos del Estado de Michoacán (fuente: UNAM).
- 4.21 Listado de especies de equinodermos del Estado de Michoacán (fuente: CONABIO).
- 4.22 Listado de especies de helmintos del Estado de Michoacán (fuente: CONABIO).
- 4.23 Listado de especies de helmintos macroparásitos del hombre y animales del Estado de Michoacán (fuente: UMSNH).
- 4.24 Listado de especies de anélidos del Estado de Michoacán (fuente: CONABIO).
- 4.25 Listado de especies de coleópteros del Estado de Michoacán (fuente: CONABIO).
- 4.26 Listado de especies de escarabajos lamellicórnneos del Estado de Michoacán (fuente: CENAPROS-INIFAP).
- 4.27 Listado de especies de himenópteros del Estado de Michoacán (fuente: CONABIO).
- 4.28 Listado de especies de mariposas del Estado de Michoacán (fuente: CONABIO).
- 4.29 Listado de especies de mariposas comunes del Estado de Michoacán (fuente: UMSNH).
- 4.30 Listado de especies de otros insectos del Estado de Michoacán (fuente: CONABIO).
- 4.31 Listado de especies de insectos comunes del Estado de Michoacán (fuente: UMSNH).
- 4.32 Listado de especies de arañas comunes del Estado de Michoacán (fuente: UMSNH).
- 4.33 Listado de especies de alacranes del Estado de Michoacán (fuente: UMSNH).
- 4.34 Listado de especies de peces del Estado de Michoacán (fuente: CONABIO).
- 4.35 Listado de especies de peces de agua dulce del Estado de Michoacán (fuente: UMSNH).
- 4.36 Listado de especies de anfibios del Estado de Michoacán (fuente: CONABIO).
- 4.37 Listado de especies de anfibios del Estado de Michoacán (fuente: UMSNH).
- 4.38 Listado de especies de reptiles del Estado de Michoacán (fuente: CONABIO).
- 4.39 Listado de especies de reptiles del Estado de Michoacán (fuente: UMSNH).
- 4.40 Listado de especies de aves del Estado de Michoacán (fuente: UMSNH).
- 4.41 Listado de especies de aves endémicas, semiendémicas y cuasiendémicas registradas en el Estado de Michoacán (fuente: UMSNH).
- 4.42 Especies de aves listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001.
- 4.43 Listado de especies de mamíferos del Estado de Michoacán (fuente: CONABIO).
- 4.44 Listado de especies de mamíferos del Estado de Michoacán (fuente: UMSNH).

Capítulo 5. Uso de la biodiversidad y los recursos naturales

- 5.1 Viveros productores de especies de plantas de afinidad templada en el Estado de Michoacán 2002 – 2004 (fuente: COFOM).
- 5.2 Viveros productores de especies de plantas de afinidad tropical en el Estado de Michoacán 2002 – 2004 (fuente: COFOM).
- 5.3 Recursos forestales no maderables de origen vegetal utilizados en las sierras altas de la cuenca de Cuitzeo (fuente: Angón y Gómez 2003).
- 5.4 Recursos forestales no maderables de origen animal utilizados en las sierras altas de la Cuencas de Cuitzeo y Zirahuen, en el Estado de Michoacán (fuente: Angón y Gómez 2003).
- 5.5 Recursos minerales utilizados en las sierras altas de las Cuencas de Cuitzeo y Zirahuén, en el Estado de Michoacán (fuente: Angón y Gómez 2003).
- 5.6 Producción de cultivos agrícolas perennes de riego y temporal en el Estado de Michoacán 1990-1991 (fuente: SAGARPA).
- 5.7 Principales cultivos y producción por municipio en el Estado de Michoacán 1992- 1995 (fuente: SEDAGRO).
- 5.8 Superficie sembrada de cultivos agrícolas perennes de riego y temporal en el Estado de Michoacán 1996-2002 (fuente: SAGARPA).
- 5.9 Volumen de producción de cultivos agrícolas perennes de riego y temporal en el Estado de Michoacán 1996-2002 (fuente: SAGARPA).
- 5.10 Superficie cosechada de cultivos agrícolas perennes de riego y temporal en el Estado de Michoacán 1996-2002 (fuente: SAGARPA).
- 5.11 Valor de la producción de cultivos agrícolas perennes de riego y temporal en el Estado de Michoacán 1996-2002 (fuente: SAGARPA).
- 5.12 Rendimiento de cultivos agrícolas perennes de riego y temporal en el Estado de Michoacán 1996- 2002 (fuente: SAGARPA).
- 5.13 Superficie siniestrada de cultivos agrícolas perennes de riego y temporal en el Estado de Michoacán 1996-2002 (fuente: SAGARPA).
- 5.14 Uso actual del suelo por municipio del Estado de Michoacán (fuente: SAGARPA).
- 5.15 Pesquerías en aguas continentales del Estado de Michoacán (fuente: COMPESCA).
- 5.16 Serie histórica de la producción de especies en aguas continentales en el Estado de Michoacán 1991-2002 (fuente: COMPESCA).
- 5.17 Serie histórica de la producción de especies marinas en el Estado de Michoacán 1991-2002 (fuente: COMPESCA).
- 5.18 Unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre registradas en el Estado de Michoacán (fuente: SEMARNAT, Delegación Michoacán).
- 5.19 Especies registradas en UMAS de 42 municipios del Estado de Michoacán (fuente: SEMARNAT, Delegación Michoacán).
- 5.20 Materias primas de origen vegetal utilizadas en la elaboración de artesanías en el Estado de Michoacán (fuente: Ramírez y Garrido, datos inéditos).
- 5.21 Especies vegetales utilizadas en la elaboración de artesanías en el Estado de Michoacán (fuente: CONABIO).

Capítulo 6. Conservación de la biodiversidad

- 6.1 Listado de las especies de anfibios registradas para las Áreas Naturales Protegidas Federales de Michoacán (fuente: UMSNH).
- 6.2 Listado de las especies de reptiles registrados para las Áreas Naturales Protegidas Federales de Michoacán (fuente: UMSNH).
- 6.3 Listado de las especies de aves registradas para las Áreas Naturales Protegidas Federales de Michoacán (fuente: UMSNH).
- 6.4 Listado de las especies de mamíferos registradas para las Áreas Naturales Protegidas Federales de Michoacán (fuente: UMSNH).

Capítulo 7. Amenazas a la biodiversidad

- 7.1 Número de incendios y superficie afectada por municipio (1993-2003).
- 7.2 Principales causas de incendios en Michoacán.

CAPÍTULO 1

Introducción

La diversidad biológica o biodiversidad es el término utilizado para referirnos a toda la variedad de vida en la Tierra. La biodiversidad actualmente, es el resultado de miles de millones de años de evolución, modificada por procesos naturales, e influenciada cada vez más, por las actividades humanas. La biodiversidad es la red de la vida, de la cual somos parte integral y de la que depende enteramente nuestro bienestar y supervivencia (CDB 2005).

A menudo la biodiversidad se entiende en términos del número de las diferentes especies de plantas, animales, hongos y microorganismos existentes. Sin embargo, la diversidad biológica también incluye las diferencias genéticas entre las especies, la variedad de los ecosistemas y los ambientes que cubren el planeta, como los desiertos, los bosques, las selvas, los pastizales, los humedales, los mares, lagos y ríos, y los paisajes agrícolas y pecuarios. En cada ecosistema, además, existen criaturas vivientes, incluyendo a los humanos, las cuales forman comunidades que interactúan entre ellas y con el aire, el agua, y el suelo que les rodea (CDB 2005).

El término biodiversidad se ha utilizado como foco conceptual para las políticas y prácticas en respuesta a uno de los temas más fuertes que subyacen en el estado de la diversidad biológica: la extinción de especies, la pérdida de los ecosistemas y los servicios que proveen. Aunque el uso de las expresiones *diversidad biológica* o *biodiversidad* es reciente, los estudiosos de la vida ya han señalado desde décadas atrás la importancia del concepto.

Desafortunadamente, la degradación y la pérdida de la diversidad biológica no reconoce precedentes (CONABIO, 2000; Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Nunca antes en la historia de la vida se habían encontrado tantas especies en riesgo de extinción en un tiempo tan corto, especialmente durante las últimas décadas. Tampoco se había visto que factores, como el crecimiento de la población humana y los avances de la tecnología, pusieran en riesgo a la biodiversidad. Esta lamentable situación se ve exacerbada por la distribución desigual de las riquezas en el mundo y la aplastante pobreza en que viven muchos de los países tropicales que cuentan con la mayor biodiversidad (Primack, 1993).

Si bien es posible identificar causas inmediatas de pérdida de la biodiversidad como la pérdida de hábitat, las especies invasoras, la contaminación, la sobreexplotación y las catástrofes naturales. Muchas de estas encuentran su origen en causas más profundas que se encuentran íntimamente relacionadas al modelo de desarrollo, entre ellas podemos mencionar:

1) la aceleración insostenible de la población y del consumo de los recursos naturales; 2) un espectro cada vez más reducido de productos agrícolas, forestales y pesqueros comercializados; 3) los sistemas y políticas económicas que no atribuyen su debido valor al medio ambiente y a sus recursos; 4) una desigual distribución de la propiedad, la gestión y el flujo de los beneficios del uso y la conservación de los recursos biológicos; 5) la insuficiencia de conocimientos y fallas de la aplicación de los mismos; y, 6) los sistemas jurídicos e institucionales que promueven una explotación no sostenible (WRI, IUCN, PNUMA, 1992).

Estos temas que supuestamente tendrían que ser de la especialidad de biólogos, ecólogos y geógrafos, cada vez son más del interés y se convierten en un punto álgido de preocupación, no sólo de los expertos en aspectos sociales y económicos, y de los políticos y legisladores que toman decisiones, sino también de los diferentes sectores de la sociedad (CONABIO-INE, 1998).

La diversidad de especies, ecosistemas y hábitat influye sobre la productividad y los servicios que brindan los mismos ecosistemas. A medida que cambia la variedad de las especies en un ecosistema, la capacidad de absorber la contaminación, conservar la fertilidad del suelo y los microclimas, sanear las aguas y ofrecer otros servicios

invaluables, también varía. La importancia de la biodiversidad es evidente en la actividad agraria y pecuaria. Los ganaderos y agricultores se basan en la diversidad genética de los cultivos y los animales. Los componentes de la biodiversidad son importantes también para la salud humana; en una época casi todos los medicamentos provenían de plantas y animales, y aún hoy día siguen siendo vitales. Larga es la lista de beneficios y servicios que brinda la biodiversidad para describirlos aquí. De manera concreta, la diversidad biológica guarda una relación tan estrecha con los requerimientos de la vida humana, que su conservación debería considerarse justamente como un elemento de la seguridad nacional (WRI, IUCN, PNUMA, 1992).

En los últimos años se han llevado a cabo numerosas investigaciones sobre la situación mundial y las necesidades humanas, además de que se han realizado diversos esfuerzos internacionales sobre el nexo inseparable entre la conservación y el desarrollo. Uno de los primeros fue la reunión mundial sobre el medio ambiente y desarrollo en Estocolmo, Suecia en 1972, como parte de la Conferencia sobre el Medio Humano. En 1983, la ONU estableció la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo, la cual dio como fruto un informe denominado *Nuestro Futuro Común* o Informe Brundtland, en el que se describen las amenazas de un desarrollo no sustentable (Comisión Brundtland, 1987).

Precisamente fue la Comisión Brundtland, la que estableció el vínculo conceptual entre la biodiversidad y el desarrollo sustentable, reflejándose en un proceso de pensamiento y dialogo internacional que llevó a la ONU a planificar la Conferencia sobre Medio Ambiente y el Desarrollo, la cual se desarrolló en la histórica Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro, Brasil, del 3 al 14 de junio de 1992 (CBD 2005). Asistieron a esta reunión los jefes de Estado de 179 países, además de un gran número de personas de los diferentes sectores de la sociedad de muchos países. Entre las declaraciones de principios y acuerdos internacionales que se formularon en la Cumbre de la Tierra, destacan la Agenda 21, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y el Convenio sobre la Diversidad Biológica. Este último, es el primer acuerdo mundial que integra todos los aspectos de la diversidad biológica en tres objetivos: la conservación de la biodiversidad; el uso sostenido de los componentes de la diversidad biológica; y

el reparto justo y equitativo de los beneficios derivados del uso de los recursos genéticos.

El gobierno mexicano firmó el Convenio y lo ratificó en 1993, siendo el doceavo país en hacerlo. Con ello se declaró partícipe y responsable de la conservación de su vasta biodiversidad, condición que lo hace un país Megadiverso, así como la de otros países, también se comprometió a incorporar los objetivos del Convenio en la legislación nacional y a reenfocar sus políticas. Particularmente, en el artículo 6 del Convenio se establece que cada país o parte deberá desarrollar estrategias, planes y programas, como instrumentos para enfrentar los compromisos derivados del acuerdo, en atención a éstos se elaboró el documento *La diversidad biológica de México: Estudio de país* (CONABIO, 1998), en donde se describe la situación que prevalece en los recursos biológicos y cuyos elementos constituyeron la base para la elaboración de la *Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México* (CONABIO, 2000).

Como parte del Plan de Acción Nacional para poder llevar a cabo los objetivos y las líneas estratégicas de la Estrategia Nacional sobre Biodiversidad en el ámbito local, se ha iniciado un proceso en diferentes Estados del país. Eventualmente, cada entidad contará con dos herramientas importantes para el conocimiento y planeación de la conservación y uso sustentable de su biodiversidad en un esquema complementario con los esfuerzos en el ámbito Federal: El Estudio de Estado y La Estrategia de Biodiversidad.

El presente documento representa la línea de base sobre el conocimiento y estatus de la Biodiversidad en el Estado de Michoacán. Es un esfuerzo sin precedentes del sector académico y gubernamental del Estado de Michoacán que inició en octubre de 2002 con la conformación de un Comité para el seguimiento de la Estrategia Estatal de Biodiversidad de Michoacán. El 18 de octubre de 2002 en el foro "Hacia la Estrategia para la Conservación y el Uso Sustentable de la Biodiversidad en Michoacán" se dio inicio de manera oficial a los trabajos de la Estrategia con la iniciativa y apoyo del Gobernador del Estado de Michoacán, Lázaro Cárdenas Batel. A este evento asistieron representantes de la academia, la sociedad civil, y representantes del Congreso Estatal así como, el Presidente de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y el Secretario Ejecutivo de la CONABIO.

Cuadro 1.1 Número de registros realizados en el estado de Michoacán incluidos en las bases de datos del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de México (SNIB-CONABIO).

Grupos biológicos	No. registros
Plantas vasculares	43 743
Briofitas	2 943
Artrópodos	170 334
Cnidarios	155
Equinodermos	9
Porifera	2
Peces	1 272
Mamíferos	8 844
Hongos	457
Helmintos	272
Anfibios y Reptiles	3 062
Anélidos y Helmintos	345
Total	231 438

Cuadro 1.2 Número de familias y especies registradas para el estado de Michoacán (Fuente: Bases de datos del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de México SNIB-CONABIO).

Grupos biológicos	No. familias	No. especies
Hongos macromicetes y mixomicetes	75	111
Briofitas (musgos)	54	279
Pteridofitas (helechos)	21	168
Gimnospermas (plantas sin flores)	5	43*
Angiospermas (plantas con flores)	179	4 341
Porifera (esponjas)	2	2
Cnidarios (medusas, corales, hidras)	16	31
Crustáceos (cangrejos)	36	66
Equinodermos (estrellas, pepino, erizos de mar)	4	5
Helmintos (gusanos)	68	83
Anélidos (gusanos anillados)	19	35
Insectos (Coleopteros-escarabajos)	6	139
Insectos (Hymenopteros-avispa, moscardones)	11	56
Insectos (Lepidopteros comunes-mariposas)	4	343
Otros insectos (Colembolla, Heteroptera y Megaloptera)	10	26
Peces	26	107
Anfibios	8	48
Reptiles	20	137
Mamíferos	24	163
Total	567	6 183

* Se incluyen 21 especies introducidas.

Así se formó un grupo de trabajo dedicado exclusivamente a la coordinación y diseño del Estudio de Estado mismo que logró conjuntar a casi una centena de participantes de las principales instituciones dedicadas al conocimiento de la biodiversidad en Michoacán.

La presente obra tiene la intención de mostrar una fotografía de la situación de la biodiversidad del Estado, con el fin de que la sociedad identifique los principales problemas y se definan las acciones prioritarias a fin de promover la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad michoacana, fomentando no solo una cultura sensible a la naturaleza, sino incluso, oportunidades para mejorar el nivel de vida de la sociedad michoacana. Este esfuerzo sin precedentes, será actualizado en el futuro mostrando los efectos de las acciones de la sociedad y sus efectos sobre la biodiversidad.

La información que se encuentra en la presente edición proviene de diversas fuentes. Una de ellas la constituye el acervo de conocimiento de los investigadores que colaboraron en este Estudio de Estado. Con la finalidad de dar a conocer al lector las disciplinas, actividades principales e instituciones a las que pertenecen los autores de la presente obra, se ha incluido un directorio de estos.

Así, cualquier persona que desee ampliar sus conocimientos sobre alguno de los aspectos que aquí se abordan, podrá contactar al especialista en cuestión.

Por otro lado, aunque la información sobre la diversidad en Michoacán de los grupos de organismos inferiores, hongos, plantas, animales vertebrados y algunos invertebrados se presenta en el texto de una manera descriptiva, también se pueden encontrar listados completos de las especies registradas en el estado a manera de anexos en formato digital en el disco compacto que acompaña la edición.

Los listados de especies provienen de diferentes fuentes y han sido preparados por un buen número de investigadores. La mayor parte de los datos se ha generado principalmente en dos instituciones: las bases de datos del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de México de la Comisión Nacional para el Conocimiento y el uso de la Biodiversidad (SNIB-CONABIO) y de las colecciones científicas e información sistematizada por investigadores de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

La información facilitada por la CONABIO proviene de 105 proyectos de investigación que han generado datos

Cuadro 1.3 Información general de las Colecciones biológicas de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Colección	Curadores	Cobertura geográfica	Número de ejemplares	Especies / Familias representadas	Formato Base de datos	Personal Académico Asociado
Herbario	José Magaña y Xavier Madrigal	Michoacán y estados circundantes	10 000	5 000 / 250	Excell	2
Algas y plancton	Gerardo Ceballos y Rosario Ortega	Michoacán, Guerrero y Jalisco	1 500	450 / 50	No	4
Invertebrados (no insectos)	Ezequiel González y María Villarroel	Michoacán, Guerrero, Colima, Oaxaca, Golfo de México y Golfo de California	7 000	S/I	DBase	2
Insectos	Sócrates Cisneros+, Javier Ponce y Carlos Tena	Michoacán	1 500	1 152 / 145	Access	5
Arácnidos	Miguel Ángel Torres, Ma. Luisa García y Javier Ponce	Michoacán	2 000	116 / 25	Excell	5
Peces	Javier Alvarado, Esteban González, Martina Medina y Virginia Segura	Costa y cuencas del Lerma y del Balsas, en Michoacán	3 700	70 / 45	Access	3
Aves	Francisco Méndez y Laura Villaseñor	Michoacán principalmente	11 000	392 / 69	Biótica ver. 4.1	2
Mamíferos	Arturo Núñez	Michoacán y estados adyacentes	3 028	116 / 26	Excell	1

S/I sin información

sobre varios grupos vivientes: anélidos (5), anfibios (2), angiospermas (42), aves (6), briofitas (3), cnidarios (1), coleópteros (5), crustáceos (8), equinodermos (1), esponjas (1), gimnospermas (15), helmintos (5), hongos (4), himenópteros (2), lepidópteros (10) y otros insectos (3), mamíferos (9), peces (5), reptiles (3) y pteridofitas (6). Los números indicados entre paréntesis son los proyectos en los que se encuentra información de cada grupo. Los proyectos aportan un total de 231 438 registros, los cuales fueron utilizados en la preparación de los listados que se encuentran como anexos en el disco compacto que acompaña la edición y que se citan en el texto descriptivo de cada grupo (cuadro 1.1). Los datos generales de cada uno de los proyectos se encuentran en el anexo 4.1. La información de SNIB-CONABIO aporta un total de 6 183 especies de 567 familias de los grupos que se presentan en el cuadro 1.2.

Por otra parte, la información sistematizada por parte de los investigadores de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana tiene como base la existencia de ocho colecciones científicas que se encuentran depositadas en las instalaciones de Ciudad Universitaria en Morelia, Michoacán (cuadro 1.3). También se ha tomado en cuenta información proveniente de bases de datos, datos inéditos y en proceso de publicación de los mismos investigadores de la Facultad de Biología y de otros investigadores de instituciones como la Colección Nacional de Equinodermos del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM; el Instituto Nacional de Ecología, A. C. (INECOL) y del Centro Nacional de Investigación para la Producción Sostenible (CENAPROS) (cuadro 1.4).

De manera que la integración de la información citada en la presente obra comprende 9 509 especies conocidas para el estado de Michoacán basada en 138 728 registros generados por investigadores de instituciones estatales; dichos listados se encuentran en formato digital en el disco compacto que acompaña la edición para constituir la recopilación más amplia de información actualizada sobre la Biodiversidad de Michoacán.

Para la elaboración de la presente obra contamos con la participación de 95 autores de 15 instituciones, organismos gubernamentales y no gubernamentales. El mayor número de los autores pertenece a la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 65 docentes e investigadores de 10 de sus dependencias colaboraron con el documento. Otras siete instituciones académicas y de investigación del Estado de Michoacán y de nivel nacional también participaron a través de 15 de sus investigadores. Tres autores pertenecen a dos organismos

no gubernamentales, ocho a dependencias de gobierno estatales y federales, mientras que cuatro son autores independientes (cuadro 1.5).

Se presentan los resúmenes curriculares y los datos generales de los autores en la parte final del documento con la finalidad de que se conozcan sus áreas de investigación y su experiencia profesional, lo cual es el sustento de la calidad de los contenidos de la presente obra.

Cuadro 1.4 Número de especies registradas para el estado de Michoacán (Fuentes diversas señaladas en el texto correspondiente).

Grupos biológicos	No. familias	No. especies
Ficoflora cianobacteriana	26	46
Tintinidos	--	66
Protistas de importancia económica	26	46
Zooplankton (Copépodos)	--	28
Hongos macromicetos ¹	75	669
Hongos micromicetos	25	45
Líquenes	29	200
Algas de importancia económica	28	78
Macroalgas	30	82
Briofitas ¹	54	279
Pteridofitas ¹	23	208
Gimnospermas	5	24
Angiospermas	185	4 420
Cactaceae ²	1	88
Porifera	2	2
Cnidarios ¹	17	42
Moluscos	74	282
Crustáceos malacostracos	9	45
Crustáceos ³	36	66
Equinodermos ⁴	20	41
Helmintos parásitos del hombre y vertebrados superiores	64	133
Anélidos ³	19	35
Insectos	--	1 153
Arácnidos	--	241
Peces	80	351
Anfibios	9	40
Reptiles	18	146
Aves	71	539
Mamíferos	23	160
Total		9 509

Notas: 1, información fusionada de la UMSNH con datos de SNIB-CONABIO; 2, sólo se suman 55 especies de cactáceas, que no están incluidas en la cifra citada para angiospermas; 3, información de SNIB-CONABIO; 4, información de la Colección Nacional de Equinodermos del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.

Cuadro 1.5 Instituciones académicas y de investigación, organizaciones no gubernamentales, dependencias de gobierno y autores independientes que colaboraron en la elaboración de la presente obra.

INSTITUCIONES ACADÉMICAS Y DE INVESTIGACIÓN	
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo	
Facultad de Biología	42
Instituto de Investigaciones en Recursos Naturales	6
Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales	4
Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales	3
Instituto de Investigaciones Metalúrgicas	2
Instituto de Investigaciones Químico Biológicas	2
Facultad de Agrobiología	2
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia	2
Escuela de Tecnología de la Madera	1
Bibliotecas	1
Universidad Nacional Autónoma de México	
Instituto de Geografía, Unidad Morelia	2
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología	1
Centro de Investigaciones en Ecosistemas	1
Universidad Nacional Autónoma de Nuevo León	
Facultad de Ciencias Biológicas	1
Centro de Ecología, A. C.	2
Colegio de Michoacán	1
Universidad Autónoma de Chapingo	
Centro Regional Universitario Centro Occidente (CRUCO)	2
Instituto Politécnico Nacional	
Centro Interdisciplinario de Investigaciones para el Desarrollo Integral Regional	4
Escuela Nacional de Antropología e Historia	1
ORGANIZACIONES NO GUBERNAMENTALES	
World Wildlife Fund	1
Centro de Estudios Sociales y Ecológicos, A.C.	2
DEPENDENCIAS DE GOBIERNO	
Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad	2
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales	
Instituto Nacional de Ecología	1
Delegación Michoacán	1
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias	
Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Producción Sostenible	2
Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente	1
Casa de las Artesanías, Gobierno del Estado de Michoacán	1
AUTORES INDEPENDIENTES	4

Referencias

- CDB 2005. Convention on Biological Diversity. Second Global Biodiversity Outlook: Draft Executive Summary. UNEP/CBD/SBSTTA/11/6. 5 Octubre 2005.
- Comisión Brundtland, Nuestro Futuro Común. 1987. Alianza Editorial, Madrid.
- CONABIO, 1998. La diversidad biológica de México: Estudio de País, 1998. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- CONABIO-INE. 1998. Aspectos económicos sobre la diversidad de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/Instituto Nacional de Ecología, México. 203 pp.
- CONABIO. 2000. Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 103 pp.
- Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis. World Resources Institute, Washington, DC.

CAPÍTULO 2

Descripción física y biótica

2.1 El relieve

Víctor Hugo Garduño Monroy

Las formas de cualquier área de la Tierra tienen que ver con los factores geológicos y climáticos presentes. Así, el relieve de Michoacán está íntimamente ligado a los aspectos *litológicos*, la tectónica de placas y los aspectos climáticos, todos los cuales configuran la morfología del Estado.

La composición geológica y las formas que tienen un papel importante en el labrado de los diferentes relieves del Estado se pueden separar genéricamente en tres tipos de relieve fisiográfico: *a)* el ligado a la Sierra Madre del Sur; *b)* el labrado en las costas del Pacífico; *c)* el relacionado con el Cinturón Volcánico Transmexicano. Sin embargo, dentro de ellos podemos separar por sus formas a otras provincias fisiográficas, que seguramente han permitido que se desarrollen suelos, vegetación y fauna particulares. Por ejemplo, en la Sierra Madre del Sur se distinguen la depresión de Tepalcatepec y la estructura de Tzitzio, ambas con características propias de flora y fauna. En el presente trabajo se realizará un análisis de lo publicado a la fecha, concluyendo con una descripción fisiográfica del Estado.

Raiz (1964) considera que el Estado se encuentra enclavado dentro de la provincia fisiográfica de la Sierra Madre del Sur, la cual se subdivide en Depresión del Balsas y Talud del Sur, y la Mesa Neovolcánica, que se ubica en el norte de la entidad.

Posteriormente Serrato-Rodríguez e Israde-Alcántara (1989), basándose en una división morfoestructural, dividieron al Estado como sigue: *a)* Provincia de la Sierra Madre del Sur; *b)* Provincia de Tzitzio; *c)* Provincia de la Depresión de Apatzingán; *d)* Provincia del **Corredor Tarasco**.

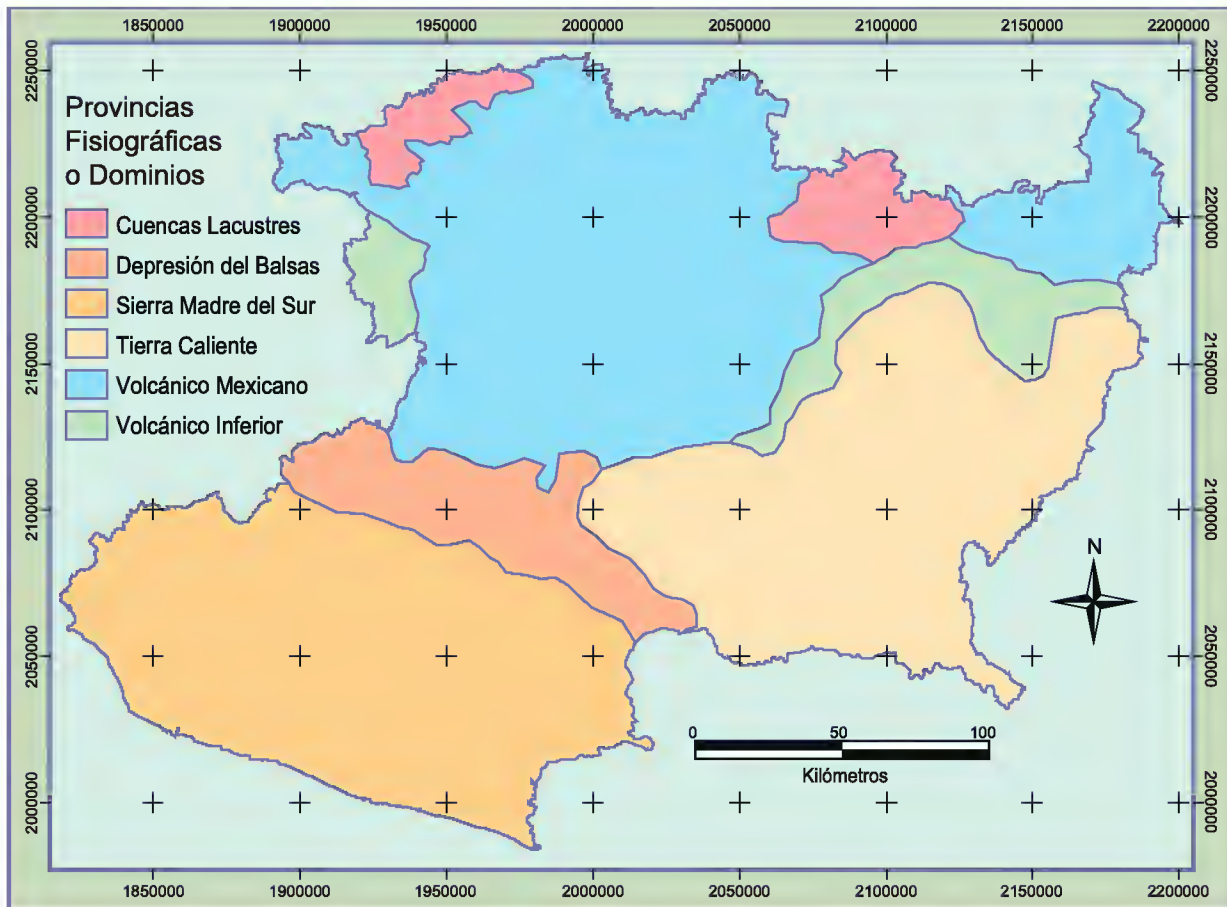


Figura 2.1 Provincias fisiográficas.
(Garduño *et al.*, 1999).

En 1999, Garduño y colaboradores publicaron la Carta Geológica de Michoacán (escala 1:250 000) con una división en los siguientes dominios morfoestructurales:

- Dominio de la Sierra Madre del Sur
- Dominio de la Depresión del Balsas
- Dominio de Tierra Caliente
- Dominio del Complejo Volcánico Inferior
- Dominio del Cinturón Volcánico Mexicano
- Dominio de Cuencas Lacustres

Considerando que en ese último trabajo se realizó un análisis con datos más recientes para la descripción de las provincias fisiográficas del Estado, para la presente contribución nos basaremos en los dominios propuestos por dichos autores (figura 2.1).

En 2003 se publica el Atlas Geográfico de Michoacán, donde se propone una división de la entidad desde el punto de vista fisiográfico (Antaramián y Correa, 2003

En: SEP-UMSNH, 2003) en cinco provincias: a) Planicie Costera del Pacífico; b) Sierra Madre del Sur; c) Depresión del Balsas-Tepalcatepec; d) Cinturón Volcánico Transversal; e) Altiplano (figura 2.2). En el mismo atlas se presenta, pero desde el punto de vista morfoestructural, la subdivisión del Estado en seis dominios (Garduño *et al.*, 2003 En: SEP-UMSNH, 2003). Con la finalidad de establecer una comparación de la nomenclatura y las divisiones en provincias y dominios, se ha elaborado el cuadro 2.1, en el cual se resumen las propuestas de diferentes autores para la clasificación física de la entidad.

Como se puede apreciar, las diferentes divisiones reflejan el grado de detalle de los estudios; por ejemplo, en el caso de la Sierra Madre del Sur es obvio que el grado de conocimiento y los métodos de estudio han llevado a proponer una clasificación más detallada de esta zona (Raiz vs. Garduño *et al.*). El Cinturón Volcánico Mexicano es considerado en los tres casos, sólo separando la región lacustre de aquella con mayor predominio de aparatos *monogenéticos*. Por otra parte, la región fisiográfica de Llanura Costera que proponen Antaramián y Correa no se incluye en la comparación, ya que Garduño y colaboradores consideran que es una porción tan reducida que realmente no se trata de una planicie, sino que es parte de las estribaciones de la Sierra Madre del Sur (Garduño, com. pers.).

2.1.1 Dominio de la Sierra Madre del Sur

Se trata de elevaciones bastante labradas por los procesos geológicos y por el clima, donde las secuencias vulcanosedimentarias del Triásico al Cretácico y los cuerpos magmáticos del Terciario han configurado una sierra con fuertes *controles estructurales* de dirección NO-SE y eventuales NE-SO. Su límite NE lo constituye la depresión del Balsas (o de Tepalcatepec).

La porción más alta la conforman las rocas del Triásico y del Cretácico, que están afectadas por el metamorfismo de los cuerpos graníticos del Terciario; son estas elevaciones las que controlan el paso de los efectos del Pacífico modificando la temperatura y la humedad. Al

Cuadro 2.1. Comparación de clasificaciones de provincias y dominios del Estado de Michoacán de los autores Raiz (1964), Garduño *et al.* (1999) y Antaramián-Correa (2003).

Raiz (1964)	Carta Geológica de Michoacán Garduño <i>et al.</i> (1999)	Atlas Geográfico del estado de Michoacán Antaramián-Correa (2003)
Sierra Madre del Sur	Sierra Madre del Sur	Sierra Madre del Sur
	Depresión del Balsas	Depresión del Balsas-Tepalcatepec
	Tierra Caliente	Sistema Volcánico Transversal
	Complejo Volcánico Inferior	
	Cinturón Volcánico Mexicano	
Mesa Neovolcánica	Cuencas Lacustres Altiplano	Altiplano

sur, la dinámica del Pacífico se ha encargado de labrar sus costas y exponer parte de la Sierra a sus ambientes climáticos, los cuales siempre son controlados por su relieve. Las sierras de Coalcomán y de Tumbiscatío son conocidas por sus altos relieves y por estar constituidas de unidades de arcos volcánicos, los que forman parte del Dominio Pacífico o terreno Guerrero. Con ello se observa que el Estado surge de una margen activa donde las placas Paleopacífica y de Cocos revelan una actividad vulcanotectónica asociada al relieve. En tiempos cretácicos las rocas fueron de un ambiente donde los arcos volcánicos del Pacífico se unieron a los mares de El Tetis (plataformas de carbonatos).

Las rocas del Jurásico-Cretácico y el magmatismo Terciario controlan patrones de la sierra NO-SE, seguramente gobernados por lo que se ha denominado la falla Chapala Oaxaca.

2.1.2 Dominio de la Depresión del Balsas

Se trata de una depresión labrada sobre una gran estructura geológica denominada Chapala Oaxaca, la cual está asociada a todos los procesos de **fragmentación** del sur de México ocurridos desde el Mioceno medio. La depresión del Tepalcatepec se configuró a partir de **rocas vulcanosedimentarias** de la Sierra Madre del Sur y sobre un arco volcánico continental del Terciario; con una dirección NO-SE, constituye por una parte el límite surponiente del **Corredor Tarasco**, y configuró las depresiones que alojaron a las secuencias litológicas continentales del desgaste de las formaciones mesozoicas. Desde inicios del Cuaternario es un recipiente de los productos erosionados de los aparatos volcánicos del Corredor Tarasco, destacando los **flujos de detritos** del colapso oriental del volcán Tancitaro.

En su sector sureste se localiza la Presa de Infiernillo, cuyos tres brazos parecen configurar la unión de un punto triple con estructuras de dirección NO-SE (depresión del Balsas), NE-SO (**fallamiento** del Cinturón Volcánico Transmexicano) y N-S. La sismicidad actual revela que esta zona se encuentra muy activa. En el sector de Tepalcatepec sobresalen las estructuras del volcán Tomatlán y las fallas NO-SE y NE-SO, en cuya intersección se genera magmatismo actualmente.

2.1.3 Dominio de Tierra Caliente

Diseñada por el río Balsas, se caracteriza por tres aspectos importantes: hacia el occidente por una morfología en rocas de un **arco volcánico** del Terciario; hacia el norte por la estructura de Tzitzio, donde se han conjugado fallas laterales y pliegues, permitiendo aflorar a las rocas de los arcos volcánicos y plataformas del Jurásico-Cretácico, las cuales fueron cubiertas por las

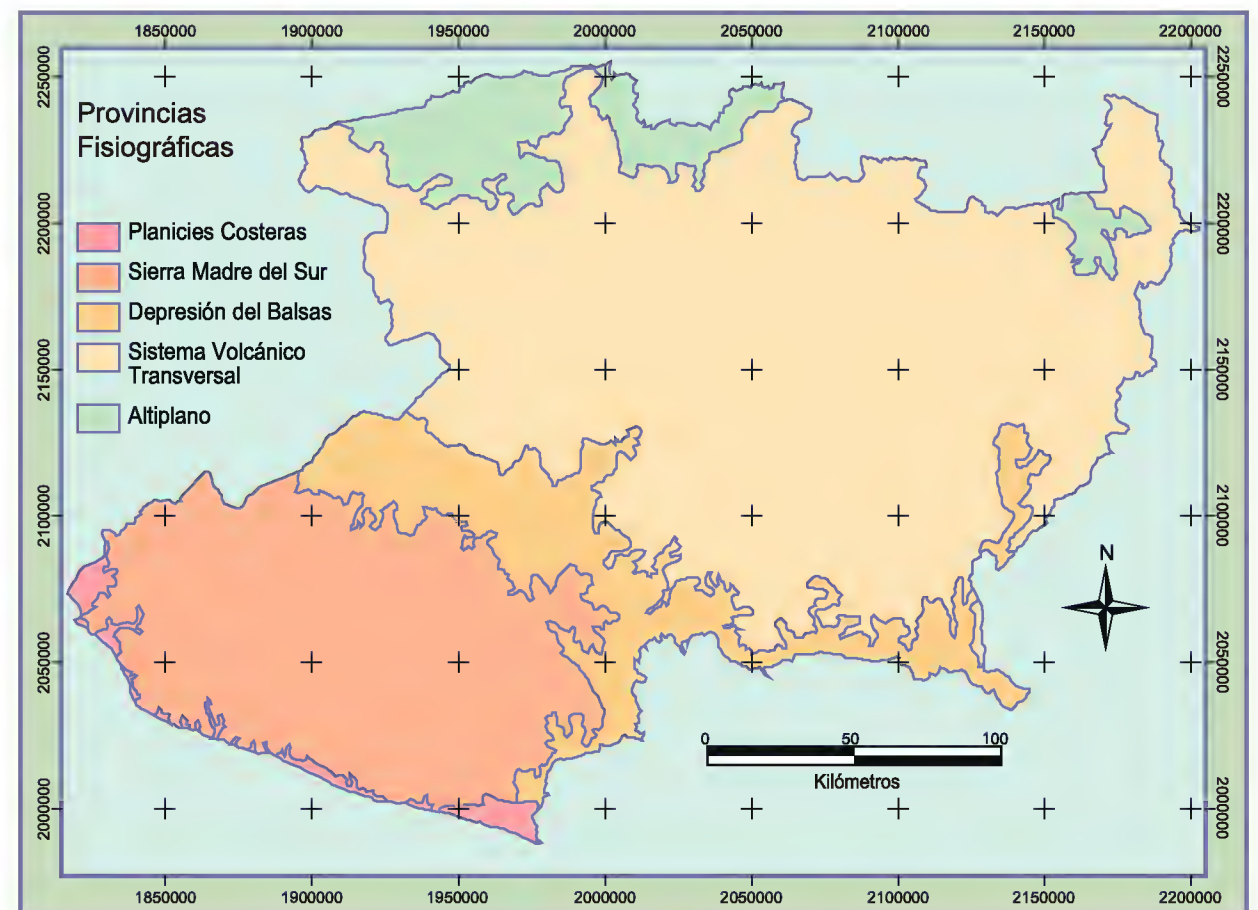


Figura 2.2 Provincias fisiográficas.
(Antaramián y Correa, 2003 En: SEP-UMSNH, 2003).

grandes unidades continentales de **capas rojas** que han dado a la región un paisaje típico de la Tierra Caliente; al poniente y al sur se han combinado los arcos del Jurásico-Cretácico que permitieron la unión del Paleopacífico (arcos volcánicos marinos), el mar de El Tetis (**plataformas calcáreas**) y los arcos volcánicos del Terciario.

La estructura de Tzitzio tiene una dirección NNO-SSE y está labrada principalmente en depósitos de capas rojas, donde un conglomerado bastante bien cementado configura toda la estructura. Hacia el sur, la **megaestructura** o pliegue falla de Tzitzio se enmascara por el aumento de las capas rojas en la superficie, pero sobre todo por el cambio de facies de las unidades de conglomerados bien cementados. En la región de Tuzantla-El Limón, las capas rojas labraron el paisaje más apegado a la Tierra Caliente. Hacia Huetamo-La Eréndira los grandes relieves están dados por las plataformas calcáreas, que junto con las capas rojas diseñan los **anticlinales** y **sinclinales** de la región.

2.1.4 Dominio del Complejo Volcánico Inferior

En este sector se ha incluido la Sierra de Mil Cumbres, que se encuentra ocupada por rocas magmáticas del Oligoceno-**Mioceno**; su parte norte está delimitada por la falla de Morelia-Acambay, la cual da inicio hacia el norte a las depresiones lacustres y al magmatismo del Cinturón Volcánico Mexicano. Sus rasgos evidencian una fuerte erosión, pero destaca la estructura de Tzitzio, formada por un pliegue falla de

dirección NNO-SSE. En esta sierra se encuentran alojadas las **calderas** de Atécuaro, en la zona de Morelia y La Escalera, las cuales generan las mesas de Santa María y los bloques basculados del sector de Tzitzio. Es importante resaltar que otros rasgos sobresalientes son las estructuras NE-SO, que generan desniveles de más de 200 metros y son las responsables del **basculamiento** de bloques hacia el norte. Hacia la región de Agostitlán, la Sierra de Mil Cumbres está ocupada por una serie de domos del **Plioceno** y otras estructuras circulares relacionadas con flujos piroclásticos.

2.1.5 Dominio del Cinturón Volcánico Mexicano

El vulcanismo de este dominio es el que más impacto ha causado en las formas del Estado de Michoacán. Más de mil conos monogenéticos configuran la Meseta Purépecha, donde sobresalen el Tancítaro y la caldera de Los Azufres, con una elevación de más de 3 000 metros, además del volcán Patamba, que junto con los dos ya mencionados conforman el **vulcanismo poligenético** del Estado. A continuación sobresalen los volcanes semiescudo, como el de El Águila y el Quinceo-Las Tetillas, con diámetros en su base de más de 10 kilómetros. Son volcanes menores los de ceniza tipo **estromboliano** y **vulcaniano** y los volcanes de lava del Pleistoceno-Holoceno. La mayoría de estos aparatos se desarrollan sobre fracturas NE-SO y E-O, las cuales al reactivarse los desplazan con una componente normal importante. Su composición varía, pero se mantiene entre andesitas y basaltos; no obstante, en la caldera de Los Azufres se desarrollan edificios riolíticos y dacíticos durante el Cuaternario.

En la región de Zamora se desarrollaron edificios volcánicos tipo semiescudo que comparten su espacio con las depresiones lacustres ligadas al río Balsas. Hacia el SO de esta región la depresión de Cotija (NO-SE) separa el Cinturón Volcánico Mexicano de la Sierra Madre Occidental.

Hacia el oriente del Estado se desarrollaron dos tipos de vulcanismo: por un lado un **vulcanismo monogenético** que obedece nuevamente a fracturas NO-SE (Ciudad Hidalgo) y NE-SO (Angangué). Por otro lado, en la región entre Zitácuaro y Zirahuato se

desarrolla una serie de domos que vienen a concentrarse al oriente de Zitácuaro; en este lugar un conjunto de domos con pendientes pronunciadas han generado erupciones volcánicas de flujos de ceniza y bloque, avalanchas y **flujos de detritos**. Estos últimos han modificado el paisaje, desde el muy accidentado de las rocas metamórficas, hasta grandes planicies.

2.1.6 Dominio de Cuencas Lacustres

La parte central del Estado de Michoacán se encuentra localizada en una serie de depresiones que conviven con el vulcanismo del Cuaternario y que son parte de la cuenca del río Balsas, pero que tuvieron su origen en el Mioceno. Con una dirección de poniente a oriente se distingue la depresión de Chapala, la cual tiene un **control estructural** E-O que a veces toma direcciones NO-SE (Los Negritos); al sur, esta depresión está delimitada por la falla de Pajacuarán. Otra depresión se localiza en la región de Zacapu, la cual parece estar aislada de Cuitzeo y Pátzcuaro por el vulcanismo del Cinturón Volcánico Mexicano y por las sierras con patrones estructurales E-O.

El Lago de Cuitzeo, labrado por fallas ENE-OSO y bloques inclinados hacia el sur, constituye la zona lacustre más importante del Estado; dentro de ésta se ha registrado la acumulación de más de 200 metros de sedimentos fluviolacustres y volcánicos. Su límite sur lo constituye la Sierra de Mil Cumbres a través de la falla Morelia-Acambay. El límite norte de esta depresión (o **graben**) lo constituye la Sierra de Moroleón-Santa Ana Maya. Los lagos de Pátzcuaro y Zirahuén constituyen también una depresión lacustre circundada por el vulcanismo monogenético y el **fallamiento** E-O. En estas depresiones se han acumulado a lo largo del Pleistoceno-Holoceno más de 50 metros de sedimentos fluviolacustres, los cuales han registrado los efectos antropogénicos, climáticos y geológicos que han prevalecido en la zona.

Michoacán ha sido labrado en rocas magmáticas de diferentes periodos geológicos, y la intensa actividad tectónica y el clima han moldeado los escenarios actuales de la entidad. La riqueza en recursos es el resultado de la convivencia con eventos naturales excepcionales; conforme se adquiera una mayor comprensión de estos procesos, podremos desarrollar una perspectiva más clara para asegurar un mejor uso y conservación de los recursos naturales.

2.2 Clima

Eduardo Antaramián Harutunián

Michoacán se encuentra aproximadamente a tres grados al sur del Trópico de Cáncer, con las siguientes coordenadas extremas: la más meridional en la desembocadura del río Balsas, de 17°55' latitud norte, y la más septentrional en el río Lerma, frontera con el Estado de Guanajuato, de 20°23'N, por lo que su variación en latitud es de unos 2°28'; esta pequeña amplitud latitudinal es un factor que influye poco en la variación climática, a diferencia de la gran variación altitudinal, que da como resultado los diferentes climas de la entidad, desde el nivel del mar, hasta el punto más alto que es el volcán de Tancítaro con 3 840 metros. Michoacán tiene una línea costera adyacente al océano Pacífico con una extensión de 208 kilómetros.

2.2.1 Circulación atmosférica

Michoacán se encuentra en la zona tropical del hemisferio norte; esta ubicación, sumada a la distribución de tierras y mares, así como su accidentada topografía, definen lo variado de su clima. El océano Pacífico ejerce gran influencia en la entrada de humedad; la proveniente del Golfo de México, en comparación, es mucho menor. Los cuerpos de agua extensos, como el Lago de Chapala (1 112 km²), el Lago de Cuitzeo (310 km²), la Presa de Infiernillo (420 km²), el Lago de Pátzcuaro y otros, son una importante fuente de humedad y crean microclimas en sus alrededores.

Por la circulación general de la atmósfera, el Estado de Michoacán se encuentra en la zona de vientos **alisios** que soplan con una dirección ENE y recogen humedad del Golfo de México. En cuanto a la circulación regional, se presentan **ciclones tropicales** que afectan al Estado y cuya temporada abarca del 15 de mayo al 30 de noviembre (figura 2.3). De las cuatro regiones matrices de **huracanes** que influyen en la República Mexicana, la del Golfo de Tehuantepec, que sigue una trayectoria más o menos paralela a la costa del océano Pacífico, es la que afecta a Michoacán.

Durante el invierno se presentan invasiones de masas de aire frío polar continental modificado (cP) procedentes de Estados Unidos y Canadá, conocidas localmente como 'nortes'. También en invierno la **corriente de chorro** se desplaza hacia el sur, observándose en el Estado un cinturón de nubes altas con dirección generalmente de oeste a este.

Las lluvias más abundantes se presentan en verano y otoño, causadas por la invasión de masas de aire cálido



Figura 2.3 La circulación atmosférica en México y Michoacán. (Mapa con base en la imagen de satélite, CONABIO, 2003).

y húmedo procedentes de los mares adyacentes, esencialmente del Pacífico; éstas son de carácter **monzónico**. En los años en que se presenta el fenómeno conocido como "**El Niño**" (un calentamiento anómalo en el Pacífico sur) se observa un aumento de la lluvia invernal en Michoacán.

2.2.2 Insolación

La **insolación** depende de dos factores: a) la duración del día, que depende a su vez de la latitud y del día del año; b) la nubosidad durante el día, que reduce las horas de insolación y es variable e impredecible. En Michoacán, las ciudades (más de 5 000 habitantes) que representan los extremos en duración del día son La Piedad (latitud 20°20.5'), que tiene el día más corto, con una duración de 10 horas y 54 minutos en el solsticio de invierno, y Lázaro Cárdenas, con el día más largo, cuya duración es de 13 horas y 12 minutos en los solsticio de verano (figura 2.4).

2.2.3 Isotermas

Las isothermas, o sea las líneas que unen puntos con igual temperatura, tienen una estrecha relación con las curvas de nivel y siguen una orientación semejante a la de la Sierra Madre del Sur y al Sistema Volcánico Transversal (figura 2.5).

Como ya se mencionó, la altitud es el factor principal que determina el régimen térmico. El **gradiente** vertical troposférico de la temperatura es de 6.4°C/km, con el que podemos estimar la temperatura media anual aproximada de cualquier localidad del Estado a partir de

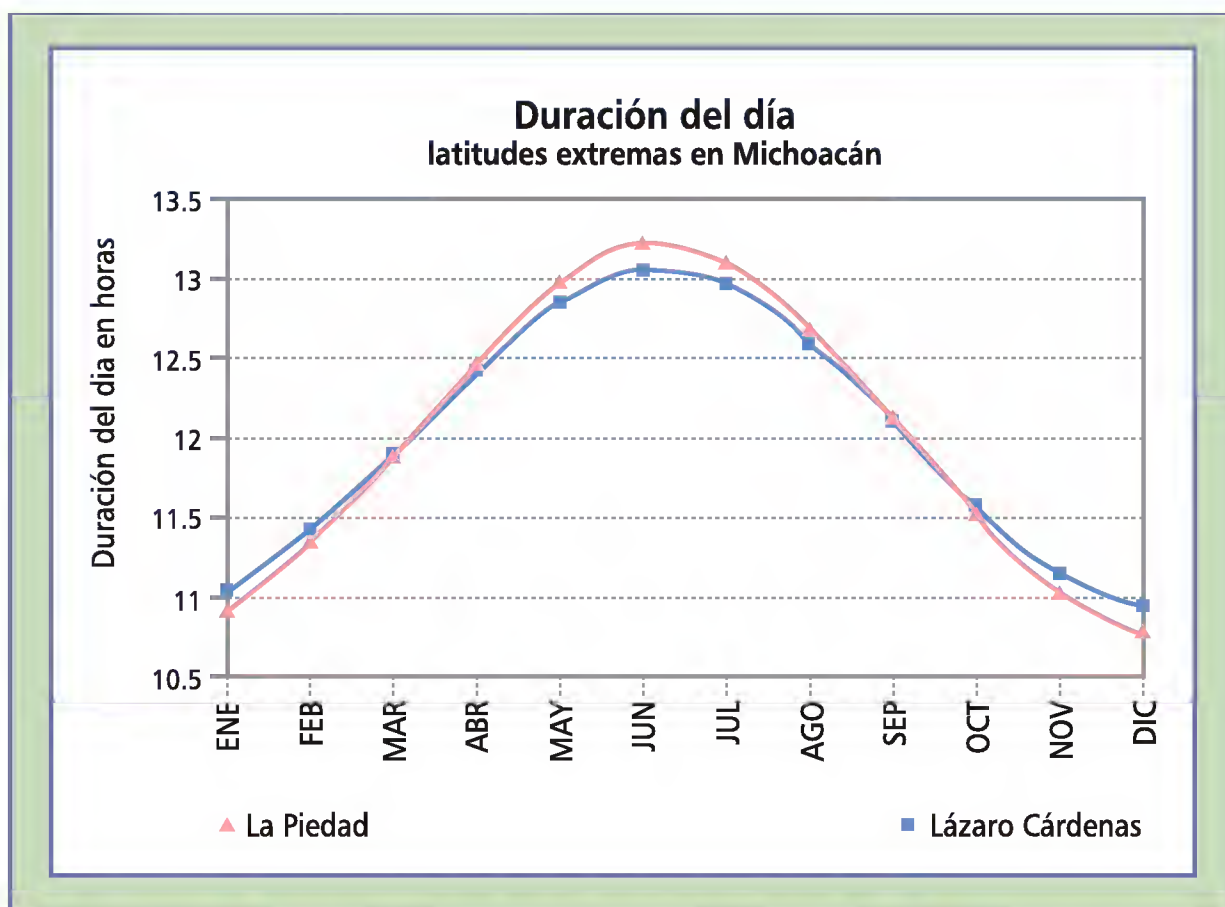


Figura 2.4 Duración del día en latitudes extremas de Michoacán.

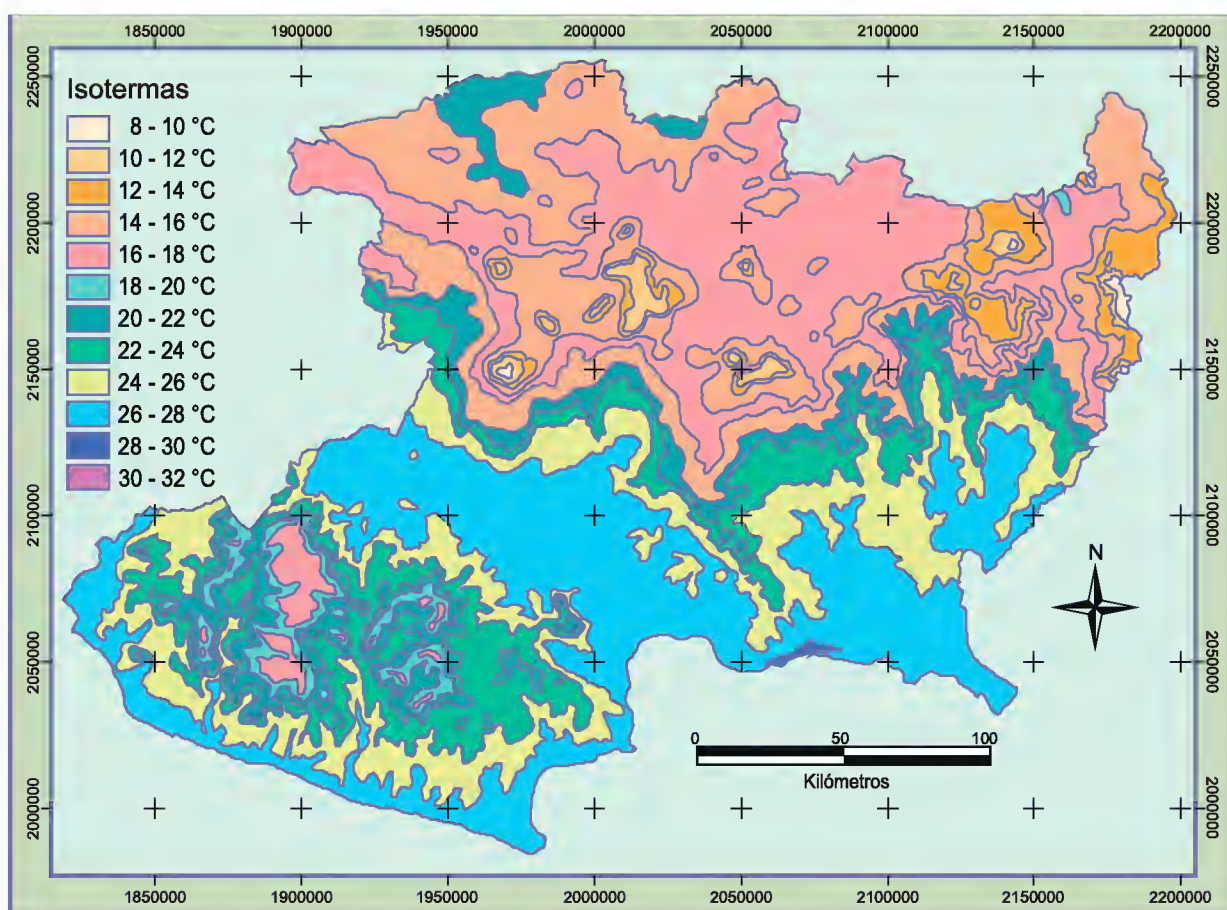


Figura 2.5 Mapa de isotermas.

las diferencias altitudinales. Tomando como base la temperatura media anual de Morelia, que es de 17.6°C, y su altura, de 1 910 metros, se puede estimar las temperaturas medias de otras localidades. Por ejemplo, Parácuaro se ubica a una altura de 589 metros; si aplicamos el gradiente vertical troposférico partiendo de la temperatura de Morelia y la diferencia en altitudes, obtenemos una temperatura de 26.1°C, en tanto que su temperatura media reportada es de 26.4°C.

Las condiciones locales también pueden hacer variar los valores estimados; por ejemplo, es de esperarse que en la costa el valor sea ligeramente menor que el calculado, debido al efecto moderador de la temperatura por la presencia del mar.

De acuerdo al régimen térmico, para el Estado de Michoacán se reconocen las siguientes zonas generales: a) tropical, en altitudes menores de 1 300 metros; b) templada subtropical, 'Ca' de la clasificación climática de Köppen, de 1 300 a 1 800 metros; c) templada 'Cb' en las alturas mayores de 1 800 metros.

En la entidad las temperaturas medias anuales varían considerablemente debido a los fuertes desniveles en altitud (figura 2.6). La presencia de la Sierra Madre del Sur influye de manera importante sobre la temperatura. Al subir el aire en la vertiente de exposición sur (*barlovento*) sufre un enfriamiento (10°C/km); una vez que se satura y empieza la condensación de nubes, se libera el calor latente y el gradiente baja a unos 6°C/km. En el lado de *sotavento*, la vertiente que ve al norte, el gradiente es de aire no saturado, por lo que se calienta, y se presentan temperaturas mayores en la depresión del Tepalcatepec (figura 2.5).

2.2.4 Vientos

Por su posición geográfica, a Michoacán llegan los vientos *alisios* con dirección noreste, aunque debido a características locales, como su ubicación adyacente al océano Pacífico, en la mayoría de las estaciones del año los vientos dominantes provienen del sur, sureste o suroeste. Son pocas las estaciones meteorológicas que registran la velocidad y la dirección del viento, por lo que sería difícil tener un mapa que mostrara el esquema general de los vientos del Estado de Michoacán; sólo se cuenta con algunos datos como los del cuadro 2.2.

2.2.5 Distribución de la precipitación

Las principales causas de la precipitación son la invasión de masas de tipo *monzónico* de aire cálido y húmedo procedentes del mar, y los *ciclones tropicales*. Las lluvias se presentan en verano y otoño en casi todo el Estado, aunque existen pocas zonas que reciben precipitación todo el año; los meses de invierno son generalmente secos y las pocas lluvias son causadas por

los frentes fríos. La lluvia media anual en el Estado es de 961 milímetros, que equivale a un volumen de 57 760 millones de metros cúbicos.

Los regímenes pluviométricos en el Estado de Michoacán son los siguientes: a) lluvia todo el año en las partes más altas del Sistema Volcánico Transversal (2% de la superficie); b) lluvia en verano en casi todo el Estado (87%); c) lluvia escasa todo el año en la depresión de los ríos Tepalcatepec y Balsas (11%).

La precipitación mínima se presenta en la depresión del río Tepalcatepec, debido al fenómeno de sombra orográfica que ejerce la Sierra Madre del Sur. Las lluvias se descargan en la ladera orientada hacia el mar (barlovento), mientras que un pequeño porcentaje de agua (con un volumen que no supera los 600 milímetros al año) llega a la vertiente del interior (sotavento). La precipitación máxima (hasta 1 600 milímetros anuales) se encuentra en los alrededores de Uruapan, debido a que las masas de aire procedentes del mar penetran por el corte que labró el río Balsas, y al subir por las laderas del Sistema Volcánico Transversal llevan humedad (figura 2.7).

En una imagen tridimensional se puede observar la configuración de los sistemas montañosos, así como los principales cuerpos de agua del Estado. La figura 2.8 se elaboró a partir del modelo digital de terreno del INEGI y de una imagen Landsat de falso color.

2.2.6 Tipos de climas

Los climas presentes en el Estado son, de acuerdo a la clasificación de Köppen:

- Aw (tropical lluvioso, con lluvias predominantes en verano) en el suroeste.
- BS (seco estepario) en la depresión del río Tepalcatepec.
- Cw (templado con lluvias en verano) en el norte del Estado.
- Cf (templado con lluvias todo el año) en las partes más altas del Sistema Volcánico Transversal.

Todos los climas son de tipo Ganges «g», lo que significa que la temperatura más alta se presenta antes del solsticio de verano; según se ha registrado en casi todas las estaciones meteorológicas del Estado, esta temperatura se alcanza en el mes de mayo. La distribución de los climas puede verse en la figura 2.9.

Para dar una idea de los diferentes climas de Michoacán, se incluyen cinco **climogramas** que representan los climas de las provincias fisiográficas; este tipo de gráficos permite visualizar el patrón de la temperatura y la precipitación en un ciclo anual, según el análisis de datos tomados en estaciones meteorológicas (anexo 2.1). A manera de ejemplo, se incluyen los tipos de clima para algunas localidades de las cinco provincias (cuadro 2.3). La información fue proporcionada por la Secretaría de Agricultura y

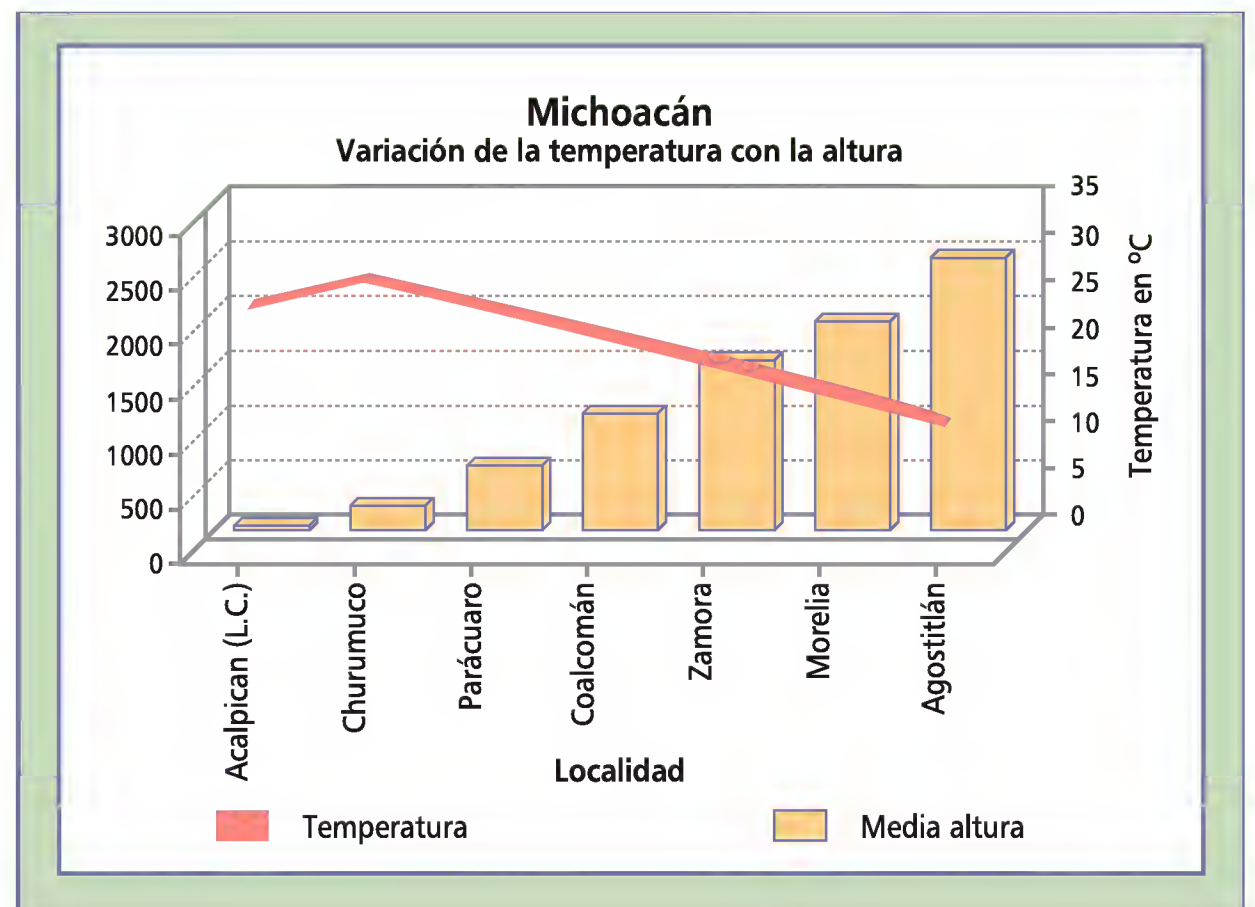


Figura 2.6 Variación de la temperatura conforme a la altitud en siete localidades de Michoacán.

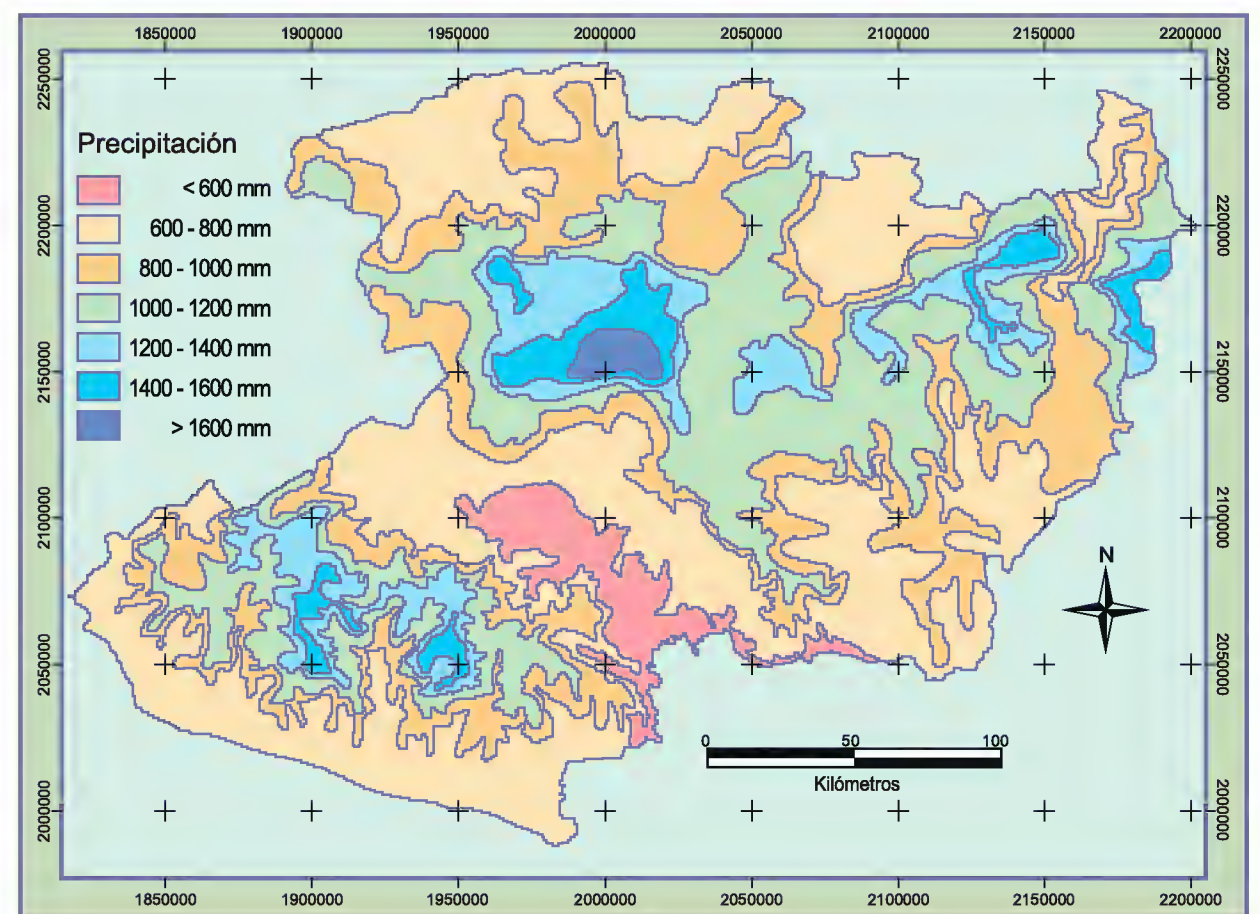


Figura 2.7 Mapa de isoyetas.

Cuadro 2.2 Vientos dominantes registrados en algunas estaciones meteorológicas de Michoacán.		
Localidad	Dirección*	Velocidad máxima (km/h)
Apatzingán	SE	2-15
Arteaga	S	15-25
La Piedad	SE	2-15
Morelia	SO	2-15
Uruapan	S	2-15
Zamora	SO	15-25
Zitácuaro	SO	15-25

* La dirección del viento se especifica conforme la dirección en que llega.

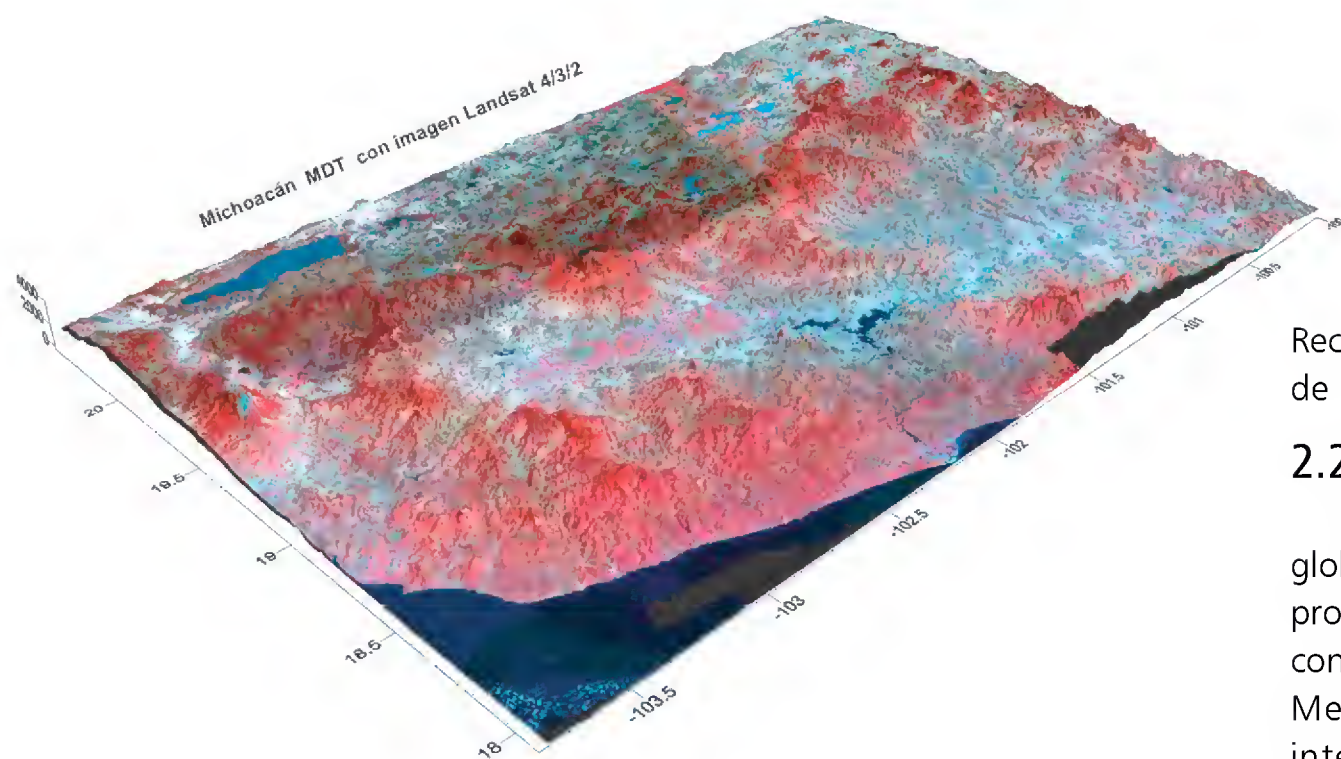


Figura 2.8 Modelo digital de terreno (MDT) con imagen Landsat 4/3/2.

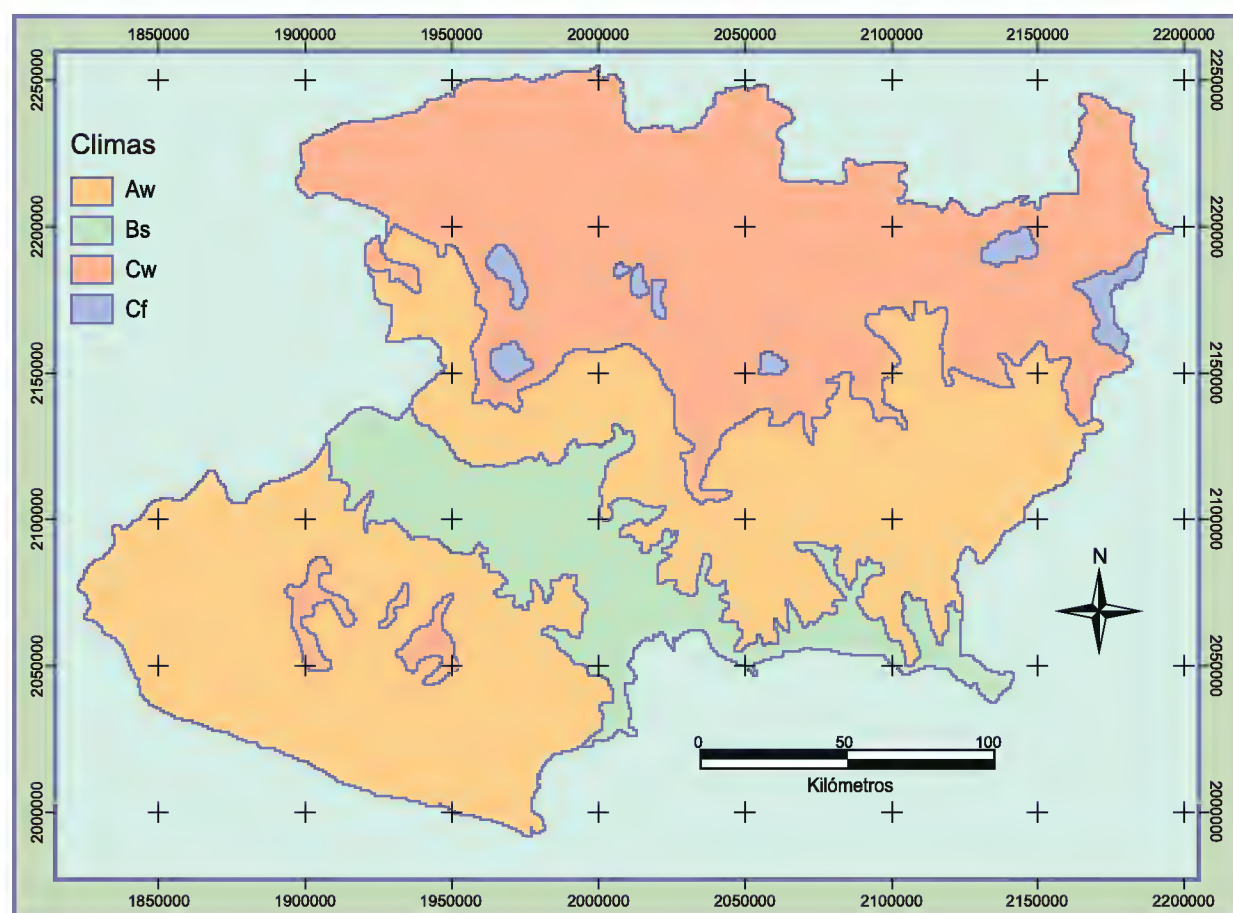


Figura 2.9 Esquema generalizado de los climas.

Recursos Hidráulicos (SARH) y se procesó con el Sistema de Información Climática para Michoacán (SICM).

2.2.7 Información meteorológica en la red

En los últimos años se ha extendido el uso de la red global que permite consultar el estado del tiempo y su pronóstico a corto plazo para cualquier lugar de la Tierra, con información actualizada y reciente. Para la República Mexicana se pueden consultar algunas páginas internacionales, como la de CNN: <http://cnn.com/WEATHER/>, y dos nacionales: la del Servicio Meteorológico Nacional <http://smn.cna.gob.mx>, que presenta imágenes de satélite que se obtienen cada hora y también incluye un boletín con las condiciones atmosféricas y el pronóstico por regiones y ciudades, y la de Comisión Federal de Electricidad www.cfe.gob.mx, que trae información meteorológica, incluyendo un mapa interpretado de las condiciones atmosféricas a las 10:00 horas, así como un mapa del pronóstico de lluvias y del tiempo para las próximas 24 horas.

2.2.8 Cambios climáticos

En la Tierra ocurren a través del tiempo cambios climáticos que podemos clasificar en cíclicos y no-cíclicos, y que se reflejan a menor escala, en particular en Michoacán. Los cíclicos se presentan en períodos más o menos variables, como los causados por las manchas solares (promedio de 11 años), cuya relación con el clima no queda aún bien definida. Otro es el fenómeno de "El Niño", el cual es un calentamiento anómalo del Pacífico en la costa de Sudamérica (frecuencia de 3 a 11 años) que repercute en cambios globales del clima; debido a este fenómeno, en Michoacán se ha observado un aumento de la lluvia invernal (Antaramián, 1993).

El cambio no-cíclico más importante que se está presentando en la actualidad es el calentamiento global, y consiste en un pequeño pero casi constante aumento de la temperatura media (del orden de medio grado centígrado) en la Tierra. La causa principal del calentamiento es el uso de combustibles fósiles, que ha causado un aumento del 30% del volumen de bióxido de carbono (de 260 ppm antes de la Era Industrial a 360 ppm en la actualidad), aunque otros cambios antropogénicos también están contribuyendo, como la reducción de la superficie de los cuerpos de agua y de la cobertura vegetal, lo que produce climas más extremos. Por ejemplo, en la ciudad de Morelia la temperatura media se ha mantenido constante en los últimos 60 años, pero la máxima ha subido y la mínima ha bajado.

2.3 Los suelos

Arcelia Cabrera González
 Juan Carlos González Cortés
 Juan Manuel Ayala Gómez

Debido a la variada riqueza en aspectos físicos y biológicos de Michoacán, se han desarrollado en el Estado 14 de las 18 unidades de suelos reportadas para la República Mexicana (Ortiz y García, 1993), de las cuales siete son las más importantes por la superficie que ocupan (leptosol, regosol, luvisol, acrisol, andosol, vertisol y feozem), y las restantes ocurren en menor proporción (cambisol, fluvisol, planosol, gleysol, solonchack, castañozem e histosol) (figura 2.10).

En este trabajo se relacionan los suelos de Michoacán con las provincias fisiográficas del Estado (cuadro 2.4), y se presenta información respecto a las unidades de suelo por municipio (González y Cabrera, 2003) (anexos 2.2 y 2.3). La división en provincias y subprovincias se basó en la clasificación presentada en la Síntesis Geográfica del Estado de Michoacán (INEGI, 1985) (figura 2.11) por ser esta clasificación fisiográfica la que muestra la relación más estrecha con la distribución de los suelos de la entidad. En el cuadro 2.5 se establece la correspondencia de provincias entre dos clasificaciones, con la finalidad de ubicar al lector en el manejo de los términos sinónimos utilizados en diferentes obras.

2.3.1 Costas del Sur

En esta subprovincia se presentan sierras bajas de origen sedimentario, ígneo y metamórfico, y algunos valles y llanuras de origen aluvial. La formación del suelo está asociada a la composición química de la roca (granito, granodiorita, andesita, caliza y conglomerados), al clima cálido subhúmedo y a la topografía conformada por geformas cerriles y algunas partes planas.

Los suelos dominantes son luvisol, regosol, leptosol y feozem. Los luvisoles se localizan en la zona de transición entre la Sierra Madre del Sur y la zona costera, con una topografía accidentada e influenciada por un clima semicálido. En las zonas moderadamente accidentadas son comunes los suelos de feozem y leptosol, básicamente

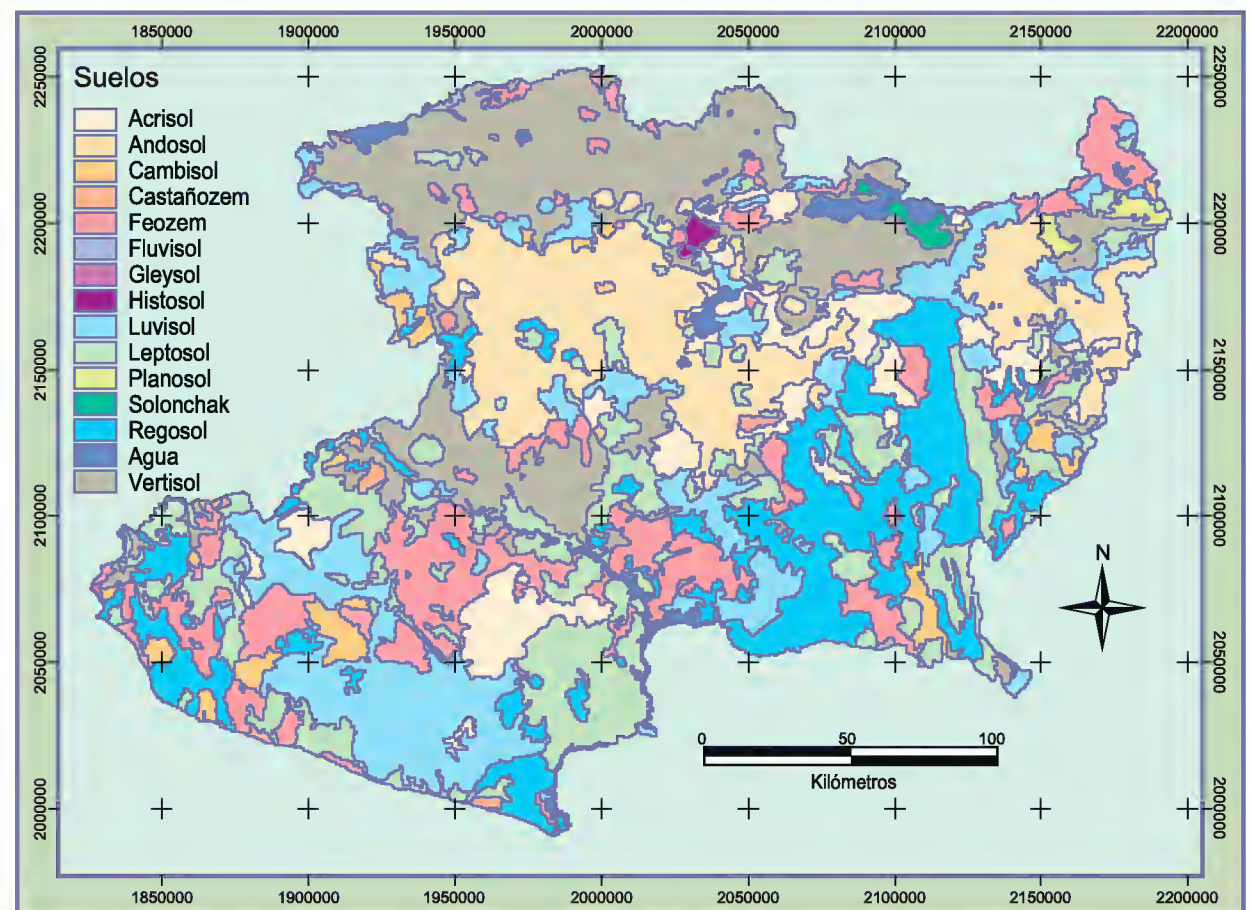


Figura 2.10 Clasificación de las unidades de suelo.

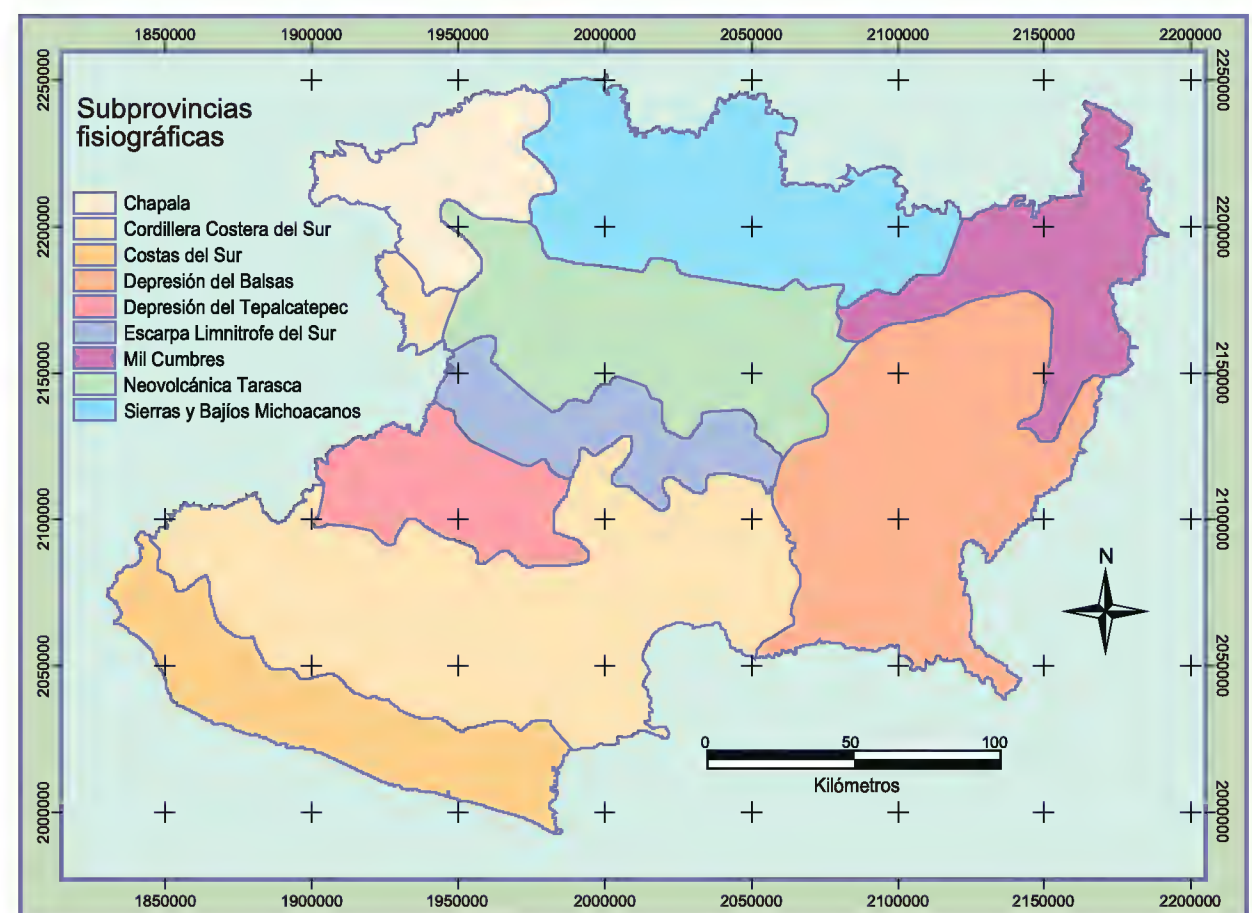


Figura 2.11 Subprovincias fisiográficas reportadas por el INEGI.

Cuadro 2.3 Ejemplos de climas en cinco localidades de las provincias fisiográficas.

Provincia	Clima	Localidad	Altitud (m)
Altiplano	Cw	Morelia	1 910
Planicies Costeras	Aw	Acalpican-Lázaro Cárdenas	20
Depresión del Balsas	BS	Apatzingán	500
Sierra Madre del Sur	Aw	Coalcomán	1 076
Sistema Volcánico Transversal	Cw	Pátzcuaro	2 132

por la presencia de barrancas y afloramientos rocosos. Los regosoles y algunos leptosoles ocupan partes planas con clima cálido subhúmedo y origen aluvial, prevaleciendo el intemperismo físico y con ello la formación de partículas del tamaño de las arenas.

2.3.2 Cordillera Costera del Sur

Es un conjunto de sierras escarpadas próximas al litoral, formadas por calizas, calizas-lutitas e ígneas intrusivas y extrusivas en el oeste, y por rocas metamórficas al este y centro de la subprovincia (granitos, granodioritas, andesitas, dacitas, tobas ácidas, esquistos y pizarras). En esta subprovincia los climas son cálidos, secos y templados.

Existe una mezcla de unidades de suelo en proporciones importantes, lo que coincide con un mayor grado de humedad que, aunado a una mayor cobertura vegetal, permite la formación y conservación de los suelos. Resaltan los luvisoles, leptosoles, feozem y acrisoles. Dicha variedad es una consecuencia de la *litología*, el contraste de climas y la topografía.

Los luvisoles y acrisoles ocupan la parte alta de la cordillera debido a las condiciones húmedas; los leptosoles predominan en las zonas donde las condiciones climáticas son más áridas y por ende el intemperismo es menor.

2.3.3 Depresión del Tepalcatepec

Es un extenso valle intermontano con clima seco semicálido y cálido, por lo que el intemperismo es lento. A pesar del tipo de clima presente, la región goza de grandes existencias hídricas, ya que recibe los afluentes de la Cordillera Costera del Sur y de la Neovolcánica Tarasca, en donde las rocas volcánicas almacenan aguas freáticas produciendo manantiales que alimentan el río Tepalcatepec. Predominan los vertisoles, cuya formación se debe tanto al material subyacente (aluviones producto de la erosión de los basaltos, andesitas, tobas y granitos de la subprovincia Neovolcánica Tarasca), como a lo plano de la topografía; ahí la humedad de los escurrimientos provenientes de la parte norte permite la evolución de las partículas hasta el estado arcilloso, a

Cuadro 2.4 Suelos dominantes en las provincias fisiográficas michoacanas.

Provincias fisiográficas	Subprovincias	Suelos dominantes
Sierra Madre del Sur	A. Costas del Sur	Luvisol, regosol, leptosol, feozem
	B. Cordillera Costera del Sur	Luvisol, feozem, leptosol
	C. Depresión del Tepalcatepec	Vertisol
	D. Depresión del Balsas	Leptosol y regosol
Eje Neovolcánico	E. Escarpa Limítrofe del Sur	Andosol y luvisol
	F. Neovolcánica Tarasca	Andosol
	G. Mil Cumbres	Andosol
	H. Sierras y Bajíos Michoacanos	Vertisol
	I. Chapala	Vertisol

Cuadro 2.5 Correspondencia entre las clasificaciones de las provincias fisiográficas del INEGI (1985) y de Antaramián y Correa (2003).

INEGI (1985)	Antaramián y Correa (2003)
Costas del Sur	Sierra Madre del Sur y Llanura Costera
Cordillera Costera del Sur	Sierra Madre del Sur, Depresión del Balsas - Tepalcatepec y Sistema Volcánico Transversal
Depresión del Tepalcatepec	Depresión del Balsas - Tepalcatepec
Depresión del Balsas	Sistema Volcánico Transversal y Depresión del Balsas -Tepalcatepec
Escarpa Limítrofe del Sur	Sistema Volcánico Transversal
Neovolcánica Tarasca	Sistema Volcánico Transversal
Mil Cumbres	Sistema Volcánico Transversal y Altiplanicie
Sierras y Bajíos Michoacanos	Sistema Volcánico Transversal y Altiplanicie
Chapala	Altiplanicie y Sistema Volcánico Transversal

pesar de los climas cálidos y secos que imperan en la zona. Ocupando una menor superficie se encuentran suelos de tipo leptosol, feozem, regosol y castañozem.

2.3.4 Depresión del Balsas

Desde el punto de vista litológico, ésta es una zona bastante compleja con *rocas ígneas*, sedimentarias y metamórficas. El clima cálido subhúmedo al norte y seco al sur imposibilita la formación de arcillas, por lo que sus suelos son de escaso desarrollo; así, los regosoles y leptosoles se presentan en áreas de relieve irregular y pendientes escarpadas. En menor proporción se encuentran otros tipos de suelo, tales como andosol, feozem, luvisol y acrisol. Los leptosoles tienen una distribución muy diversa, aunque generalmente se ubican en cerros; su perfil es poco desarrollado, lo que puede explicarse por la presencia de materiales parentales altamente resistentes, topografía accidentada o superficies geomorfológicas tan jóvenes que limitan el desarrollo del suelo. Lo más conveniente para el uso de estos suelos es el desarrollo natural de su flora y fauna.

El material parental de los regosoles es el factor más importante para su desarrollo; generalmente se originan de rocas ígneas resistentes (como la granodiorita y el granito, que contienen grandes cantidades de cuarzo y feldespatos) que a falta de humedad se intemperizan lentamente presentando estratos arenosos con partículas de finas a gruesas, hasta gravas y piedras angulares, lo que pone de manifiesto su incipiente grado de desarrollo.

2.3.5 Escarpa Limítrofe del Sur

La *litología* está conformada por basalto, brechas, tobas volcánicas, andesitas y dacitas. Los climas presentes en esta subprovincia son el cálido, el semicálido, el seco y el templado. Existe una gran heterogeneidad en los suelos debido a los cambios topográficos y climáticos que corresponden a una zona de transición. Como suelos zonales se encuentran el luvisol y el acrisol; son abundantes los andosoles como producto de las cenizas volcánicas de la zona de transición con la subprovincia Neovolcánica Tarasca; los vertisoles ocupan las tierras planas; los leptosoles provienen de los depósitos aluviales dejados al descubierto, formados en su mayor parte por gravas; y los feozemse localizan en cañadas y zonas de abundante vegetación.

2.3.6 Neovolcánica Tarasca

La característica más importante de esta sierra es su vulcanismo reciente, que ha determinado la formación de los suelos. El clima es templado y el relieve

accidentado, conformado por sierras, mesetas y lomeríos. Los suelos más importantes de la región son los andosoles; éstos son suelos jóvenes derivados de cenizas volcánicas, que revisten una importancia económica para la región, ya que sustentan extensas plantaciones de aguacate, bosque de pino y bosque de pino-encino. Su vocación es eminentemente forestal, aunque muchos son utilizados para la agricultura de temporal, con el consecuente deterioro. En menor proporción se encuentran luvisol, vertisol, acrisol, leptosol, regosol y cambisol.

2.3.7 Mil Cumbres

Es una región muy accidentada con una diversidad de geoformas, muy parecida a la Sierra Madre Occidental, pero con una mayor variedad de suelos, la que se puede atribuir a la conjugación de factores relacionados con la geomorfología, la litología y el clima. El material que da origen a los suelos tiene una mayor antigüedad geológica que la subprovincia anterior; este material parental está constituido por rocas volcánicas clásticas, tobas ácidas, andesitas, dacitas, metamórficas (esquistos) y *capas rojas*. El clima es templado húmedo y semifrío. Los suelos mejor representados son los andosoles y en menor proporción luvisol, feozem, vertisol, leptosol, planosol, acrisol y cambisol.

2.3.8 Sierras y Bajíos Michoacanos

Esta subprovincia, producto de un vulcanismo relativamente reciente, está conformada geológicamente por basaltos, tobas, brechas, andesitas, riolitas y sedimentos fluviolacustres y aluviales. El clima es templado subhúmedo con alternancia de temporadas de humedad y sequía bien definidas. Predominan los suelos vertisoles, que le confieren a la región un alto potencial agrícola (González y Cabrera, 2003); su presencia se debe a las características planas del terreno y a la humedad, condiciones propicias para la formación de arcillas. En superficies de menor extensión se encuentran feozem, luvisol, andosol, acrisol, solonchack, histosol y fluvisol.

2.3.9 Chapala

La parte este de la ciénega de Chapala corresponde al Estado de Michoacán; la subprovincia está constituida por llanos y sierras volcánicas conformados por sedimentos aluviales y rocas ígneas extrusivas. Dominan los vertisoles, que en algunos casos presentan problemas de salinidad o sodicidad, y su distribución coincide con los lugares de mayor actividad agropecuaria del Estado, por lo que la vegetación natural se halla muy alterada o eliminada en su mayor parte. En menor proporción se encuentran los luvisoles, los andosoles y los leptosoles.

2.4 Los cuerpos de agua

Isabel Israde Alcántara

En el Estado de Michoacán se encuentran dos de las tres cuencas hidrológicas húmedas más importantes del país: el sistema fluvial Lerma-Chapala-Santiago y el río Balsas, áreas que sustentan una alta densidad de población humana. El clima favorable ha permitido de manera natural el mantenimiento de ríos y lagos, particularmente en la zona norte de Michoacán, donde el paisaje está dominado por fosas tectónicas que interactúan con los volcanes del Cinturón Volcánico Mexicano.

Los lagos, los ríos y sus presas han permitido el desarrollo de las actividades agrícolas y pecuarias además de las industriales, y son fuente de supervivencia para las numerosas poblaciones situadas en su entorno. En particular, la del Lerma es la cuenca más importante debido a que en ella se concentra un gran desarrollo socioeconómico del país. La mayoría de los cuerpos de agua de la región están directamente asociados a dos ríos principales y sus afluentes, el Lerma y el Balsas, que corresponden a dos de las 310 cuencas hidrológicas del país, las cuales reciben los mismos nombres. Ambos ríos corren a lo largo de antiguas **zonas de debilidad** de la corteza terrestre.

Los ríos del norte de Michoacán y la naturaleza volcánica de su substrato mantienen sitios de represamiento naturales y artificiales.

Los cuerpos de agua con que cuenta el Estado de Michoacán se pueden dividir para su estudio en los siguientes grupos: 1) lagos tectónicos; 2) lagos vulcano-tectónicos; 3) lagos cratéricos; 4) ríos; 5) cuerpos de agua artificiales.

2.4.1 Lagos tectónicos

Muchos de los **lagos tectónicos** se formaron durante el **Mioceno** tardío-**Plioceno** temprano en **depresiones tectónicas** o volcánicas. El estilo tectónico y el vulcanismo de la zona norte de Michoacán tienen una relación muy estrecha con la **evolución geodinámica** de Norteamérica, en particular con el margen continental pacífico del oeste de México, en donde convergen tres **placas tectónicas**: Rivera, Cocos y Norteamérica. A estos lagos se les llama tectónicos porque sus cuencas se crearon a través de procesos de deformación, en este caso de un **fallamiento** de tipo normal que generó depresiones (**grabens** o **semigrabens** con bloques basculados) por rotación de bloques (Pasquarè *et al.*, 1991).

En el norte del Estado se encuentran los tres cuerpos de agua de origen tectónico más importantes: de oriente a poniente, el Lago de Cuitzeo, la actual ciénega de Zacapu y el Lago de Chapala, todos ellos formando parte de la cuenca del río Balsas y manteniendo una relación muy estrecha durante el desarrollo de las culturas precolombinas.

Cabe mencionar que los actuales lagos son sólo remanentes de lagos más extensos y profundos cuyos depósitos se observan en los márgenes del río Lerma.

Basándose en la observación del curso del río Lerma, Waitz (1943) señaló la posibilidad de la existencia de antiguos lagos en el valle de Toluca-Ixtlahuaca, en las depresiones de Solís-Tepuxtepec y en el valle de Acámbaro-San Cristóbal. Además señaló que del Mioceno al Plioceno probablemente se formó «*un extensísimo lago intercontinental o lagos escalonados, del cual sería un remanente el Lago de Chapala*». Otros lagos someros han casi desaparecido después de la década de los 1970, como el Lago de Colesio.

Los lagos antiguos y los actuales se desarrollaron bajo el régimen de fallamiento NE-SO y E-O, que forma parte del sistema de fallas Chapala-Tula. En estos vasos se han logrado acumular cientos de metros cúbicos de sedimentos, como lo evidencian los estudios geofísicos (Arredondo, 1983). Según los fechamientos obtenidos en las lavas que subyacen, tanto los lagos de Chapala y Cuitzeo como los depósitos lacustres más antiguos se formaron durante el Mioceno superior, es decir hace entre 6 y 8 millones de años (Israde-Alcántara y Garduño, 1999), mientras que la Laguna de Zacapu inició su vida en el Plioceno inferior, hace 3 millones de años.

• Lago de Cuitzeo y Laguna de Zacapu

Estos cuerpos de agua son muy susceptibles a la alteración, ya que son **vasos planos** y extensos en donde se produce una mayor evaporación. Desde el punto de vista morfológico, en las amplias cuencas lacustres de oriente a poniente se observa un descenso en altitud, comenzando en el Lago de Cuitzeo, que se encuentra a una altura de 1 980 msnm y con un área aproximada de 300 km², hasta el Lago de Chapala, ubicado aproximadamente a 1 550 msnm, que es el más extenso (1 109 km²).

En el presente, el Lago de Cuitzeo sólo muestra una parte del gran lago que existió en el Plioceno-Holoceno; el cuerpo de agua se ha desplazado hacia el norte y su profundidad no excede los 10 metros. Los depósitos del antiguo y profundo Lago de Cuitzeo se observan claramente en la región de Charo (Israde-Alcántara, 1995).

Para algunos autores, como De Buen (1943), estos cuerpos de agua formaron un único y extenso lago; sin embargo, por sus **relaciones estratigráficas** y su geometría, se considera que más bien eran una serie de cuerpos de agua que se conectaban o aislaban de acuerdo a los procesos tectónicos y volcánicos. Por ejemplo, la ciénega de Zacapu debió estar conectada con la depresión de Cuitzeo, pero a partir del levantamiento y **basculamiento** de ésta hacia el sureste, se originó la Laguna de Zacapu (Moncayo *et al.*, 2001) (figura 2.12).

De las inmediaciones de Villa Morelos a Cuitzeo se encuentran vestigios de este sistema de lagos conectados, los cuales se presentan como una cadena de charcas que

dan testimonio de antiguos cuerpos de agua de cierta permanencia, además de los 3 metros de sedimentos lacustres que se observan en el valle de Chucándiro-Huaniqueo (Unidad El Gato) (Nanetti, 1995; Greggio, 1995). El análisis de las fotografías aéreas de la zona sugiere que si no se hubieran producido las fallas y *subsistencia* ni la formación de volcanes que se presentaron en la región, los antiguos lagos del valle de Villa Morelos y la depresión de Cuitzeo estarían en la actualidad comunicados a través de ríos y zonas bajas de inundación.

Otro aspecto que sustenta la antigua unión entre los lagos de Zacapu y Cuitzeo es la presencia del pez *Hubbsina turneri* (cherehuita), que se originó en el Lago de Cuitzeo para después poblar la Laguna de Zacapu, en lo que pudo ser uno de los sistemas de los antiguos protolagos de la zona inundada de Cuitzeo-Zacapu (Moncayo *et al.*, 2001).

• Lago de Chapala

Otro *lago tectónico* es el Lago de Chapala, en donde desemboca el río Lerma. Delgado (1992) sostiene que la cuenca de Chapala se formó por procesos de *tectónica tensional* en los últimos 6.7 millones de años, mientras que Rosas y colaboradores (1997) le han asignado una edad de 7 millones de años (figura 2.13).

Los sedimentos lacustres del antiguo Lago de Chapala se encuentran actualmente levantados y se pueden observar a 4 kilómetros al norte del lago, lo que sugiere que del *Mioceno* superior al *Plioceno* el lago fue más amplio. Por último, cabe mencionar que entre el Lago de Chapala y el de Cuitzeo existieron pequeños espejos de agua que se establecieron a lo largo del sistema de fallas este-oeste hace aproximadamente 4 millones de años.

2.4.2 Lagos vulcano-tectónicos

• Lagos de Pátzcuaro y Zirahuén

El *vulcanismo monogenético* del *Corredor Tarasco* generó una serie de aparatos que, acompañados de coladas de lava y depósitos de materiales no compactados, además del *fallamiento* y la actividad sísmica, han ocasionado el entrapamiento de aguas, configurando la base morfológica de este tipo de lagos.

Los cuerpos de agua de origen vulcano-tectónico más importantes en el Estado de Michoacán son el Lago de Pátzcuaro (2 035 msnm) y el Lago Zirahuén (2 120 msnm). Aunque no cuenta con afluentes que lo alimenten, dos fuentes principales de abastecimiento han mantenido el nivel de las aguas del Lago de Pátzcuaro: los manantiales del borde sur y del interior del lago, y las lluvias. En el entorno del Lago de Pátzcuaro se desarrolló el centro de la cultura purépecha; se tienen evidencias de asentamientos de hace 3 000 años (Watts y Bradbury, 1982). En la parte central del lago se observan los volcanes que conforman las islas de Janitzio y Tecuena (figura 2.14).

El Lago de Zirahuén forma parte de la región hidrológica del río Balsas (Cruz, 1995; Bernal-Brooks, 1998). Se encuentra, al igual que todos los lagos michoacanos, dentro del Cinturón Volcánico Transmexicano, rodeado por numerosos *conos cineríticos* y de lava. Tiene una altitud promedio de 2 075 msnm y una superficie de 9.3 km² (Ruíz, 2002). A diferencia de los *lagos tectónicos*, éste presenta pendientes más abruptas, alcanzando una profundidad máxima de 42 metros. Se encuentran en el sustrato del Lago de Zirahuén cenizas volcánicas emitidas por dos volcanes de reciente formación: el Jorullo en 1759, y el Parícutín en 1943 (Davies, 2000) (figura 2.15).

Los lagos de Cuitzeo y Chapala son los más antiguos; Zacapu los sigue en antigüedad, mientras que Pátzcuaro se encuentra en proceso de envejecimiento y Zirahuén es el cuerpo de agua más joven.

Los múltiples efectos de las actividades humanas se han reflejado en el nivel del agua de los lagos y en la declinación de las poblaciones y la desaparición de organismos. Algunos lagos, como el de Cuitzeo, se han drenado con fines de uso agrícola; esto ha provocado un importante descenso de su nivel e incluso la desecación, como en el caso de la ciénega de Zacapu (Camacho, 1998).

• Lagos de represamiento volcánico

La Presa de Chincua puede ser integrada en esta clasificación; se localiza en el municipio de Senguio, a una altitud de 2 458 msnm, y forma parte de la región hidrológica 12 (RH-12) del río Lerma.

2.4.3 Lagos cratéricos

Los lagos cratéricos se han formado dentro de depresiones en las cimas de volcanes. En el Estado de Michoacán contamos con diferentes lagos cratéricos, siendo los más importantes La Alberca de Zacapu, La Alberca de Teremendo y La Alberca de Tacámbaro, que cuenta con más de 40 metros de profundidad (figura 2.16). Cerca del límite norte de Michoacán en el Estado de Guanajuato, aledaños a la población de Valle de Santiago, se encuentran los lagos cratéricos conocidos como Las Siete Luminarias.

Existen en el Estado numerosos lagos cratéricos que funcionan como represamientos artificiales, muchos de ellos temporales, aunque hay otros permanentes y de origen natural. Precisamente el Lago de Camécuaro es un lago natural que se ubica en el municipio de Tangancícuaro, en una superficie aproximada de 1.5 hectáreas y con una profundidad máxima de 5 a 6 metros; se mantiene gracias a la existencia de manantiales superficiales y subacuáticos, siendo muy distintiva la presencia de ahuehuetes o sabinos en su ribera (figura 2.17).



Figura 2.12 Lago de Cuitzeo.



Figura 2.13 Lago de Chapala.



Figura 2.14 Lago de Pátzcuaro.



Figura 2.15. Lago de Zirahuén.

2.4.4 Ríos

A continuación se presenta una descripción general de los dos afluentes principales que atraviesan el Estado de Michoacán: el río Lerma y el río Balsas.

• Río Lerma

Este río nace en la Sierra Madre Oriental y desemboca en el Lago de Chapala, atravesando los Estados de México, Querétaro, Guanajuato, Michoacán y Jalisco, siendo sus mayores afluentes los ríos La Laja, Turbio, Angulo y Duero. Se origina en la región de Chignahuapan, en el Estado de México, donde se ha entubado parte de sus manantiales para suministrar agua a la ciudad capital; su canal atraviesa en sentido SSE-NNO la zona de Toluca hasta la zona de Ixtlahuaca-Atlacomulco. Conforme el río avanza hacia el oeste, el promedio de precipitación también descende; la máxima precipitación que recibe el río se presenta de junio a septiembre, alcanzando casi 800 milímetros por año en promedio.

El Lerma se ha dividido en Alto, Medio y Bajo Lerma por sus diferencias altitudinales, producidas por un escalonamiento tectónico hacia el poniente. Sus límites y configuración están asociados a dos segmentos de fallas regionales, la falla Taxco-Querétaro y la falla Tula-Chapala. Los cambios de dirección en el cauce del río son efecto de su intersección con volcanes o bien con fallas con direcciones NE-SO y E-O.

Para el estudio del río Lerma se han generado otras propuestas de regionalización, como la fundamentada en la distribución del pez godeido *Hubbsina turneri* (cherehuita). El Alto Lerma se ubica desde la región de Toluca hasta el límite de la subcuenca del Río Grande de Morelia; en el Medio Lerma se incluyen las subcuencas del Río Grande de Morelia, el río Angulo, Pátzcuaro y Zirahuén; y el Bajo Lerma se integra con la subcuenca del río Duero y la zona baja de la ciénega de Chapala (Moncayo *et al.*, 2001).

A partir de imágenes satelitales y fotografías aéreas, se observa que el río Lerma entre Ixtlahuaca y la Piedad atraviesa grandes planicies fluvio-lacustres limitadas por conos **monogénéticos**, **volcanes tipo escudo** y sierras. El río cambia su curso hacia el oeste para entrar al sistema de fosas tectónicas E-O y NO-SE de Acambay hasta Temazcalcingo, donde atraviesa mesetas andesítico-basálticas a una cota de 2 450 metros, conformando el cañón Bondarejé. Las aguas de las presas de Tepuxtepec y de Solís son utilizadas en la irrigación de las tierras de los valles de Contepec y Maravatío. En esta zona se presenta el primer desnivel del Lerma, que baja algunos centenares de metros, por ejemplo el salto de Tuxtepec que conforma la cortina de la presa Tuxtepec, río Lerma (figura 2.18) o bien el puente de Temazcalcingo en el cañón de Bondarejé, río Lerma (figura 2.19).

Al sur de Salvatierra algunos sectores del río Lerma se han constituido en parques de recreación, como es el caso de la localidad de Chamacuaro, Guanajuato (figura 2.20).

Entre las ciudades de Acámbaro y La Piedad, el cauce del río Lerma conforma una "U" invertida que riega la más importante región agrícola del país. Al oriente del valle de La Piedad comienzan a aflorar nuevamente depósitos lacustres asociados con antiguos cuerpos de agua. El río Lerma tiene su segundo descenso abrupto en una barranca de 150 metros en la planta hidroeléctrica de Charapuato, localizada entre La Piedad y Yurécuaro (figura 2.21), para finalmente descender hacia el Lago de Chapala (figura 2.22).

El río Lerma ha sido fuente de recursos desde tiempos históricos; sin embargo, el incremento de la población a lo largo de su cauce (más de 18 poblaciones, cada una con más de 50 000 habitantes), junto con el asociado uso agrícola, así como las descargas pecuarias y de uso doméstico, y la presencia de grandes corredores industriales de Toluca, Querétaro, Irapuato y Salamanca (que congregan más de 6 400 industrias), han afectado a escala local y regional la salud de la población humana, así como a la diversidad y abundancia de la flora y la fauna nativas.

Entre las principales fuentes de contaminantes en el Estado de Michoacán se encuentran las descargas de La Piedad, que junto con las generadas en la región colindante de Guanajuato presentan las más altas concentraciones de metales, por efecto de la acumulación de cromo, zinc y plomo en los sedimentos ricos en materia orgánica provenientes de la ganadería porcina (Hansen *et al.*, 2001). En este mismo sitio, los contaminantes inorgánicos provenientes de descargas industriales son abundantes, entre ellos el tolueno, la gasolina, los fenoles y los bifenilos policlorados.

Como resultado del substrato volcánico, que produce suelos de alta fertilidad, se han conformado distritos de riego, entre los que destacan los de Zamora-Maravatío, Morelia-Queréndaro, Zacapu y la ciénega de Chapala, los cuales reducen de manera importante la recarga hacia el río Lerma. Se ha demostrado que el decremento en el nivel del Lago de Chapala da lugar a la acumulación de metales pesados (Hansen *et al.*, 2001); esto también puede suceder en las épocas de estiaje en sectores del río Lerma que mantienen un nivel mínimo de agua. Un reciente estudio basado en las algas que habitan el río Lerma permitió caracterizar la calidad de sus aguas; dicha investigación preliminar lleva a la conclusión de que el sistema mantiene una calidad entre mala y pésima (Israde-Alcántara, 2003) (figura 2.23).

En el Estado se han construido a lo largo del río Lerma numerosos bordos y represas que se utilizan para el riego, y en ocasiones para contener



Figura 2.16 La Alberca de Tacámbaro.



Figura 2.17 Lago de Camécuaro
(fotografía de Alan Cogan).



Figura 2.18 Salto de Tepuxtepec.



Figura 2.19 Puente Temazcalcingo, río Lerma.



Figura 2.20 Chamacuaro, río Lerma.



Figura 2.21 Salto de la hidroeléctrica Charapuato.



Figura 2.22 Desembocadura de los ríos Lerma y Duero hacia el Lago de Chapala.

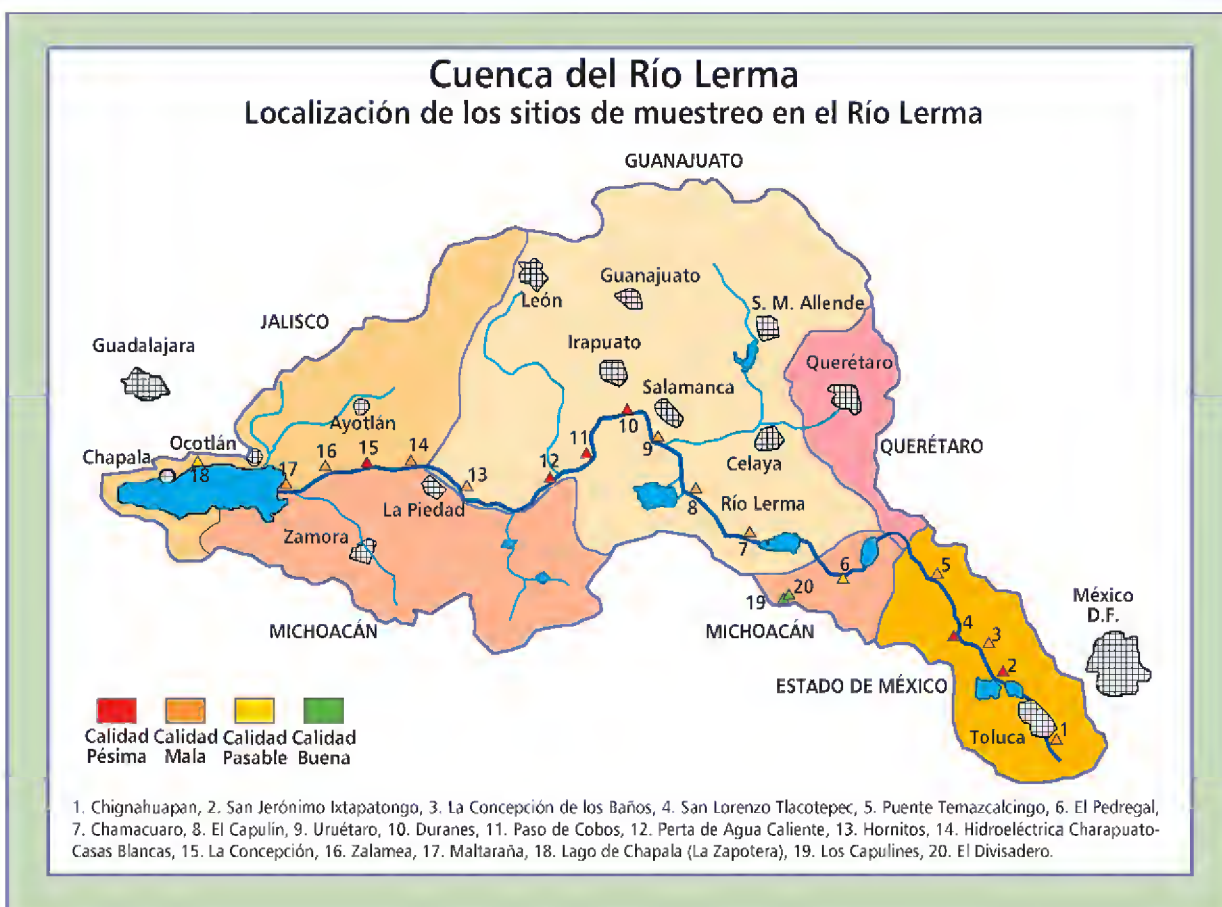


Figura 2.23 Calidad del agua en el río Lerma (Israde-Alcántara, 2003).

inundaciones. Algunos de los desbordamientos históricos del río y sus afluentes se han producido en 1967, 1971, 1973, 1976, 1998 y 2003 (Aparicio, 2001). En el año 2003, las profusas lluvias inundaron numerosas poblaciones en los márgenes del río Lerma, llegando las presas a sus límites máximos de almacenamiento, por ejemplo en la localidad de Hornitos al oriente de La Piedad (figuras 2.24 a 2.26).

• Río Balsas

El río Balsas nace en el Estado de Puebla y atraviesa parte de Guerrero, Michoacán y Jalisco; en particular en Michoacán se localiza en la región centro-sur, y conforma la cuenca hidrológica más grande del Estado, en una zona de clima tropical subhúmedo con precipitación entre 1 200 y 1 600 milímetros. El río Balsas cuenta con numerosos tributarios, siendo los más importantes el río Cutzamala, el río Tacámbaro y el río Tepalcatepec; en este último y en sus afluentes se han construido para la generación de energía las presas de El Cóbano, Teatán, Zumpimito y Salto Escondido (Correa y Ayala, 2003) (figura 2.27). El río Balsas, a semejanza del Lerma, forma



Figura 2.24 Localidad de Hornitos.



Figura 2.25 Área de inundación en la región de Pueblo Nuevo, Guanajuato.



Figura 2.26 Localidad de Paso de Cobos.



Figura 2.27 Río Balsas.

parte de un límite tectónico de gran importancia para entender la evolución geológica del país.

El río Balsas corre en dirección noroeste-sureste y está limitado al norte por los aparatos volcánicos *pliocuaternarios* del Cinturón Volcánico Mexicano, mientras que al oriente y al sur lo limita la Sierra Madre del Sur. Atraviesa una serie de planicies, donde se han acumulado en el transcurso del Cenozoico grandes espesores de materiales detríticos (aluviales), conformando una depresión con alturas en torno a los 200 msnm. A diferencia del río Lerma, el curso del río Balsas tiene variaciones importantes en la velocidad de su cauce debido a las formas del terreno, que son resultado de las diferentes *litologías* que atraviesa en su curso.

Las condiciones del sistema fluvial del río Balsas han favorecido la construcción de presas. En la parte sureste, entre los límites de Michoacán y Guerrero, se encuentra la Presa de Infiernillo, uno de los confinamientos de agua dulce más grandes de México, y más al sur, la Presa La Villita.

Las mismas condiciones favorables del sistema fluvial, la cercanía con los ricos yacimientos de hierro de Las Truchas y su localización estratégica para los desplazamientos marítimos, dieron lugar a la construcción del conocido puerto industrial Lázaro Cárdenas en la década de los 1960. Éste es uno de los puertos de la costa pacífica con gran potencial de desarrollo; cuenta con un canal navegable y varias terminales para almacenar productos de la industria metalúrgica, fertilizantes, granos, y derivados del petróleo y aceite.

De acuerdo con los registros históricos, se sabe que la Compañía de Navegación y Mejoras del Valle y Río Balsas México mantuvo en operación el transporte fluvial de 1909 a 1921 en el trecho del río Balsas entre Michoacán y Guerrero.

Al sur del río Balsas se localiza un sistema de más de 53 ríos y arroyos que drenan principalmente a través de *rocas ígneas intrusivas* y metamórficas, y *rocas carbonáticas* que se adicionaron al continente durante el Mesozoico (Triásico a Cretácico). Todos estos ríos desembocan al mar a lo largo de una angosta planicie costera de alrededor de 100 metros.

2.5 Vegetación

Eleazar Carranza González

A pesar de que no existen trabajos detallados y enfocados específicamente a la descripción de la vegetación que cubre Michoacán, se han realizado algunos con el fin de dar una visión amplia del recurso; en unos se ha incluido la totalidad del Estado, y en otros sólo pequeñas porciones de su territorio. De carácter general para la entidad se cuenta básicamente con los trabajos de Correa (1979), el INEGI (1985), Guevara (1981 y 1989), Madrigal (1997) y Rzedowski (2003), y de índole regional o local los de Rzedowski (1967), Correa (1979), el INEGI (1985), Guerrero (1985), Martínez *et al.* (1987), Rzedowski y Calderón de R. (1987), Soto (1987), García (1990), Madrigal (1992, 1994), Rojas y Novelo (1995), Pérez-Cálix (1996), Fernández *et al.* (1998), García (2002), García *et al.* (2002), Cornejo-Tenorio *et al.* (2003) y Carranza (2004), que en conjunto han sido la base para la descripción que aquí se presenta, tanto al nivel de tipos de comunidades, como para diversas regiones del Estado.

En los estudios revisados destaca la casi total ausencia de investigaciones sobre la porción austral, tanto en la sierra como en la costa, y es pertinente señalar que algunos otros incluyen en sus áreas de estudio regiones comprendidas fuera de Michoacán.

Aunque la cubierta vegetal del Estado de Michoacán está conformada por una gran cantidad de plantas, destacan las formas arbóreas, que en muchos casos caracterizan la fisonomía del lugar. A pesar de que no todas las especies arbóreas son elementos dominantes en las asociaciones vegetales, sí contribuyen de manera importante a la estructura y composición de las mismas. Se ha incluido un listado con 555 especies de árboles y arbustos que se ha encontrado ocasionalmente como árboles; dicho listado cuenta también con información sobre los tipos de vegetación en los que se ha registrado cada especie (anexo 4.7).

En general, se maneja más de una docena de tipos de **comunidades vegetales** para el Estado, y a pesar de que las propuestas difieren ligeramente en sus nomenclaturas, todas agrupan de manera similar las manifestaciones **fisonómicas** de la cubierta vegetal. En una altísima proporción, estas comunidades se encuentran muy alteradas en sus condiciones **prístinas**, ya que han sufrido grandes modificaciones, con la presencia de zonas agrícolas, áreas urbanas o extensiones importantes de **vegetación secundaria**. En algunas

regiones, las comunidades vegetales originales han desaparecido totalmente, por lo que es importante implementar medios para rescatar y conservar lo que queda del recurso en la entidad. Se describe a continuación las comunidades vegetales de acuerdo con la última revisión sobre la vegetación realizada por Rzedowski (2003) en el Estado.

2.5.1 Bosque de coníferas

Son comunidades siempre verdes, dominadas por árboles del grupo de las coníferas. En el Estado sobresalen por su mayor extensión los bosques de pino, oyamel y cedro blanco, con una pequeña representación de bosque de táscate. Se desarrollan en zonas altas y templadas, encontrándose en la Sierra Madre del Sur y en gran parte de las sierras del Eje Volcánico, hacia el norte de la entidad.

• Bosque de pino

Son comunidades no muy extensas que se localizan en algunas de las porciones más altas del Estado, o en las zonas transicionales con las comunidades tropicales. Sus elementos, comúnmente llamados pinos, alcanzan alturas de entre 10 y 25 metros. Prosperan en áreas con climas de tipo templado, templado húmedo, templado subhúmedo, templado frío, templado semifrío, templado semicálido, semicálido y cálido subhúmedo, donde la precipitación media anual varía de unos 650 a más de 1 100 milímetros. Crecen en altitudes de hasta 3 850 metros en algunas zonas de la porción septentrional del Estado, siendo común en las partes más altas *Pinus hartwegii*, y en menor altitud *P. montezumae* y *P. pseudostrobus*, además de *P. leiophylla*, *P. teocote*, *P. devoniana*, *P. douglasiana*, *P. lawsonii*, mientras que en las partes transicionales más bajas, más o menos de 1 400 a 1 600 metros de altitud, sobresalen *P. oocarpa* y *P. pringlei*. En la zona templada austral michoacana se distingue la presencia de *P. herrerae*.

Como parte de estas comunidades es común encontrar árboles de otros géneros. Cuando son masas puras de pino, uno de los más frecuentes es el madroño (*Arbutus*), pero la mayoría de las veces integran asociaciones importantes con diferentes especies de encinos (*Quercus*). A estas últimas manifestaciones fisonómicas se les ha denominado bosque de pino-encino o bosque de encino-pino, dependiendo del género dominante. La industria forestal en el Estado se basa en

el uso de diferentes especies de pino y en la extracción de resina; la segunda actividad coloca a Michoacán como uno de los primeros productores al nivel nacional.

• Bosque de oyamel

Los abietales o bosques de oyamel son comunidades dominadas por *Abies religiosa*, que cuando mejor se desarrollan alcanzan alturas hasta de 40 metros o más. Generalmente se presentan en lugares donde prevalecen condiciones de elevada humedad a lo largo del año, con climas templados a semifríos y una precipitación media anual superior a 1 000 milímetros. Se les localiza entre los 2 700 y 3 500 metros de altitud, encontrándose hacia las partes de menor altitud la variedad *emarginata* del oyamel. Las áreas donde está bien representado el bosque de oyamel son la porción nororiental de Michoacán (donde tiene sus áreas de hibernación la mariposa monarca, *Danaus plexippus*); las zonas de Mil Cumbres, Villa Madero y en el cerro Tancítaro, así como algunos puntos de la Sierra de Coalcomán.

Aunque este bosque frecuentemente forma masas puras, también forma asociaciones con pinos (*Pinus* spp.), encinos (*Quercus* spp.), aile (*Alnus acuminata*), madroños (*Arbutus* spp.), huejote (*Salix paradoxa*), cedro blanco (*Cupressus lusitanica*) y cucharillo (*Clethra mexicana*), entre otras especies de árboles.

Además de la belleza del bosque, que es motivo de aprovechamiento recreativo, la madera de oyamel es fuente de pulpa para papel, y se utiliza en la industria maderera y para otros fines, como el artesanal tejamanil; también se le aprecia como árbol de navidad.

• Bosque de cedro blanco

Son agrupaciones vegetales dominadas por *Cupressus lusitanica* (cedro blanco), que se asocian a veces con pinos como *P. pseudostrobus*, o con encinos (*Quercus* spp.). Alcanzan en promedio alturas de entre 15 y 20 metros en lugares donde los climas son templados, templado subhúmedos o templado semifríos, con precipitación promedio mayor de 1 000 milímetros anuales. Se les ubica en altitudes alrededor de los 3 000 metros, en la zona de Angangueo y Tlalpujahuá en el noreste del Estado, y escasamente en las partes altas de la Sierra de Coalcomán en las inmediaciones del poblado de Dos Aguas. Además de ser una planta ornamental, la madera de cedro es utilizada para la fabricación de muebles.

En algunas localidades del noreste del Estado y en el cerro Tancítaro, junto a los bosques de oyamel, se desarrolla una comunidad muy peculiar de otra conífera del género *Juniperus*. Se trata de un matorral denso, de alrededor de 2.5 metros de alto, que al parecer es un **estado sucesional** del bosque de oyamel, y está formado por *J. monticola* f. *monticola*, acompañado por otras plantas, como *Ribes affine* o *Baccharis conferta*. También en pequeñas áreas del noreste y en la Sierra de Coalcomán, pero a menor altitud, se presentan comunidades de *Juniperus deppeana* y *J. flaccida*, elementos que toman un porte arbóreo bajo y que no forman masas densas; con frecuencia se encuentra entremezclado con los bosques de encino o pino.

2.2.2 Bosque de encino

En este tipo de agrupaciones los encinos (*Quercus* spp.) son los elementos dominantes. Conforman comunidades densas o más o menos abiertas, alcanzando alturas de 5 a 30 metros dependiendo del lugar en que se hayan desarrollado; son **caducifolios** en su mayoría, aunque por temporadas muy cortas. Ocupan climas de tipo templado húmedo, templado subhúmedo, templado semicálido, cálido, cálido subhúmedo, cálido húmedo, semicálido y seco, donde la precipitación promedio anual oscila entre 600 y 1 200 milímetros. Los encinares se desarrollan mejor entre los 1 000 y 2 500 msnm, aunque frecuentemente se encuentran desde los 300 hasta cerca de los 3 000 metros, y por lo general constituyen la transición entre comunidades templadas y tropicales. Se distribuyen en las dos grandes zonas montañosas del Estado, llegando hasta las serranías de menor altitud de ambas.

En las partes más altas de su distribución se registra principalmente *Q. laurina*, conviviendo en muchas ocasiones con varias especies de pinos (*Pinus* spp.) y con el oyamel (*Abies religiosa*). En porciones de menor altitud, pero arriba de los 1 800 metros, son comunes *Q. rugosa*, *Q. castanea*, *Q. crassifolia*, *Q. crassipes*, *Q. candicans* y *Q. obtusata*, mientras que a menores elevaciones predominan *Q. magnoliifolia*, *Q. glaucoides*, *Q. urbanii* y *Q. resinosa* en la porción septentrional, y *Q. salicifolia*, *Q. glauscecens* y *Q. elliptica* en la austral. En esta última destaca, pero en las partes menos húmedas, *Q. deserticola*, a diferencia de *Q. scytophylla* y *Q. conspersa*, que viven en ambientes de mayor humedad.

Estas comunidades además de formar asociaciones importantes con el género *Pinus*, también lo hacen en menor proporción con *Abies religiosa*. De igual manera, es común observar en el encinar árboles acompañantes como tejocote o manzanillo (*Crataegus mexicana*), tepozán (*Buddleia cordata*), madroños (*Arbutus* spp.), aile (*Alnus jorullensis*), capulín (*Prunus serotina* ssp. *capuli*), variador o guardalagua (*Cornus disciflora*) y flor de tila (*Ternstroemia lineata* ssp. *lineata*), entre otros.

A la mayoría de las especies de encinos se les utiliza como leña, carbón y postes, en muebles, pisos, artesanías, algunas para la industria de celulosa y papel, y de otras se aprovechan los frutos como forraje, principalmente para ganado porcino.

2.2.3 Bosque mesófilo de montaña

Es la comunidad que contiene mayor riqueza florística en el Estado, y se caracteriza por tener dos o más especies codominantes en cada sitio y un buen número de plantas **epífitas** y algunas trepadoras. Siempre verde por la humedad relativamente elevada que impera a lo largo del año, se le encuentra en lugares con climas templado, templado subhúmedo, templado húmedo y semicálido subhúmedo, y con una precipitación promedio anual desde 1 000 hasta 1 500 milímetros. Su ubicación en profundas barrancas lo protege de la **insolación** y los vientos, lo cual le permite retener su humedad característica. Este tipo de bosque se encuentra por lo regular en pequeños manchones distribuidos entre 1 500 y 2 600 metros de altitud, donde se reúnen las condiciones microclimáticas y físico-ambientales necesarias, que se encuentran principalmente a lo largo de las vertientes que miran al Pacífico, en los dos sistemas montañosos del Estado.

De los árboles que forman parte de esta comunidad, se puede mencionar los siguientes: moralillo (*Carpinus caroliniana*), sirimo (*tila mexicana*), jaboncillo o cucharillo (*Clethra mexicana*), variador o guardalagua (*Cornus disciflora*), trompillo o flor de tila (*Ternstroemia lineata* ssp. *lineata*), palo blanco o capulín virgen (*Cleyera integrifolia*), güicho (*Clusia salvinii*), jaboncillo (*Symplocos citrea*), mameicillo (*Saurauia serrata*), nixtamalillo (*Dendropanax arboreus*), mato negro (*Meliosma dentata*), laya (*Ilex brandegeana*), palo prieto (*I. toluicana*), venenillo (*Prunus brachybotrya*), mataiza (*Prunus rhamnoides*), changungo (*Styrax argenteus*) y trueno (*Zinowiewia concinna*).

Además, se da la presencia frecuente de algunas especies de *Pinus* y de *Quercus*. La madera de varias especies de esta comunidad se utiliza para la fabricación de artesanías o para construcciones rústicas.

2.2.4 Bosque tropical caducifolio

Esta comunidad está constituida por árboles regularmente de 5 a 12 metros, aunque algunas veces alcanzan los 15 metros de altura, con una apariencia de densa a más o menos abierta. La mayoría de las especies son caducifolias durante la época de sequía, lo que ocasiona un marcado contraste fisonómico a lo largo del año. Es muy rica en cuanto a su composición florística, y comúnmente se presentan plantas **epífitas** y algunos bejucos. Se distribuye en zonas con climas de tipo cálido subhúmedo, seco semicálido, seco cálido y seco muy cálido, donde la precipitación anual varía entre 500 y 1 000 milímetros. Se localiza desde el nivel del mar hasta un poco más de 2 000 metros de altitud, principalmente en la zona caliente formada por la depresión del Balsas en el centro del Estado, y en las partes bajas de la Sierra Madre del Sur. También se presenta como **relictos** en reducidas zonas semisecas y templadas del norte, que forman parte del extremo austral de la Altiplanicie Mexicana, en donde se ha sustituido en buena parte por el matorral subtropical y extensas áreas agrícolas.

En el aspecto florístico se presentan variaciones marcadas entre las diferentes regiones; algunas de las especies arbóreas características de esta comunidad son las siguientes: copales o papelillos (*Bursera* spp.), cuachalalate (*Amphypteringium adstringens*), chupandía, chucumpú o congupo (*Cyrtocarpa procera*), pochote (*Ceiba aesculifolia*), tepehuaje o tepemezquite (*Lysiloma acapulcense*), cuitaz (*L. divaricatum*), iguanero (*Caesalpinia eriostachys*), espino o guaricho (*C. cacalaco*), clavellina (*Pseudobombax ellipticum*), cueramu o xolocuahuatl (*Cordia elaeagnoides*), cazahuate o palo bobo (*Ipomoea murucoides*), suelda con suelda (*Agonandra racemosa*), campincerán (*Dalbergia congestiflora*), caulote o cuahulote (*Guazuma ulmifolia*), hinchahuevo o chupiri colorado (*Pseudosmodingium perniciosum*), sacalozúchitl (*Plumeria rubra*), guaje (*Leucaena leucocephala*), pánicua (*Cochlospermum vitifolium*), azinchete o espino prieto (*Pithecellobium acatlense*), pitayos (*Stenocereus* spp.) y nopales (*Opuntia* spp.). En las áreas donde se presenta esta comunidad es

común la práctica agrícola y la ganadería extensiva, así como la extracción de madera con diferentes fines.

2.5.5 Matorral subtropical

Comunidad de árboles de entre 5 y 10 metros de altura, que en su gran mayoría pierden las hojas durante la época seca del año. Considerada como una etapa sucesional estable del bosque tropical **caducifolio**, prospera en climas templado, templado subhúmedo, semicálido, semicálido subhúmedo y cálido subhúmedo, donde la precipitación promedio al año varía entre 500 y 950 milímetros. La altitud donde se establece va de un poco más de 1 700 a casi 2 300 metros, y se distribuye en la porción centro-norte del Estado, generalmente hacia las partes con un relieve menos accidentado.

Algunos de los árboles característicos de este tipo de vegetación son los siguientes: copales y papelillos (*Bursera* spp.), parotilla o palo blanco (*Albizia plurijuga*), cuáquil (*Celtis caudata*), cazahuate o palo bobo (*Ipomoea murucoides*), huizache (*Acacia farnesiana*), tepame (*A. pennatula*), zapote blanco (*Casimiroa edulis*), nogalillo o cueteramba (*Cedrela dugesii*), pochote (*Ceiba aesculifolia*), capulín blanco o tumín (*Ehretia latifolia*), acibuche u olivo (*Forestiera phillyreoides*), palo dulce o paloduz (*Eysendhartia polystachya*), granjeno (*Condalia velutina*), chupiri (*Euphorbia calyculata*), papelillo (*E. fulva*), entre otros. Es muy común encontrar en esta comunidad prácticas de pastoreo de ganado bovino, caprino y equino, así como la extracción de algunas especies para leña y fabricación de artesanías, y el uso de otras como cercas vivas.

2.5.6 Bosque espinoso

Es una comunidad de apariencia algo similar al bosque tropical caducifolio, sólo que el bosque espinoso se encuentra conformado por árboles de menor estatura (4 a 7 metros), en lugares de clima más seco, donde la precipitación oscila alrededor de los 500 milímetros anuales. Se distribuye en las partes bajas de la zona caliente en la depresión del Balsas, en torno a los 400 metros de altitud, sobre suelos aluviales del valle del río Tepalcatepec. Abundan las especies con espinas, principalmente leguminosas: palo de Brasil (*Haematoxylon brasiletto*), cascalote (*Caesalpinia coriaria*), mezquite (*Prosopis laevigata*), quiebrafierro (*C. platyloba*), cahuinga o palo verde (*Cercidium*

praecox), pinzán o guamúchil (*Pithecellobium dulce*), cucharillo (*Acacia cochliacantha*), cuindora (*A. macilenta*), huizaches (*Mimosa arenosa*, *M. rosei*), además de guayacán (*Guaiacum coulteri*), cirián (*Crescentia alata*), corongoro (*Zizyphus amolle*) y linalóe (*Bursera aloexylon*).

Cerca de la costa en la Sierra Madre del Sur, colindando con el Estado de Colima, se encuentra otra comunidad de este tipo, donde también son comunes el chirimo (*Cordia spinosa*), el cuachalalate (*Amphipterygium glaucum*), el timuchi (*Pithecellobium lanceolatum*) y el guajolotito (*Ruprechtia fusca*). Con frecuencia se practica la agricultura en pequeñas áreas donde se encuentra esta vegetación, así como la ganadería extensiva, la apicultura y la extracción de madera con diversos usos.

Es probable que el mezquite (*Prosopis laevigata*) haya constituido en el pasado un bosque espinoso asentado sobre suelos más o menos planos, principalmente en el norte y noroeste del Estado. Sin embargo, en la actualidad se han mermado en gran medida sus poblaciones debido al desmonte con fines agrícolas, por lo que resulta difícil reconocerlo en Michoacán como un tipo de vegetación aparte.

2.5.7 Bosque tropical subcaducifolio

Comunidad arbórea generalmente densa, cuyos elementos fluctúan entre 15 y 30 metros o más de altura y en la que un alto porcentaje de ellos queda sin hojas en la temporada seca del año. Generalmente se localiza en lugares de clima cálido subhúmedo, con precipitación promedio anual entre 950 y 1 300 milímetros, sobre todo en barrancas o sitios protegidos, pero cuando hay suficiente humedad en el suelo también se establecen en lugares abiertos. Por lo regular se encuentra rodeado del bosque tropical **caducifolio** o de encinares en las partes más altas, registrándose casi desde el nivel del mar hasta más de 1 300 metros de altitud. Se distribuye principalmente en la zona cercana al litoral y en cañadas de la vertiente pacífica de la Sierra Madre del Sur, con algunos manchones esporádicos en la depresión del Balsas.

Entre los árboles más comunes se puede mencionar los siguientes: parota (*Enterolobium cyclocarpum*), uje, mojo o capomo (*Brosimum alicastrum*), culebro o gateado (*Astronium graveolens*), ceiba o pochota (*Ceiba pentandra*), palo mulato (*Bursera simaruba*) cuirinda (*Licania arborea*), palo yugo o cinco hojas (*Tabebuia*

rosea), palo María (*Calophyllum brasiliense*), cueramu (*Cordia alliodora*), verdecillo (*Tabebuia chrisantha*), primavera (*T. donnell-smithii*), cóbano (*Swietenia humilis*), habillo (*Hura polyandra*), chico o chicozapote (*Manilkara zapota*), amates o ziranda (*Ficus mexicana*, *F. padifolia*, *F. cotinifolia*), zangalícu o granadillo (*Dalbergia granadillo*), capiri (*Syderoxylon capiri*), cedro rojo (*Cedrella odorata*), chicle (*Bumelia persimilis*) y otros.

En estas comunidades se encuentra la mayoría de los árboles llamados de «maderas finas», apreciadas por su belleza en el veteadado y su durabilidad. También hay especies de valor ornamental, de uso forrajero por el ganado o que son comestibles para el hombre.

2.5.8 Vegetación acuática y subacuática

Son comunidades vegetales ligadas a la presencia de cuerpos de agua, por lo que varían enormemente de un lugar a otro y se les puede encontrar en muchas regiones del territorio michoacano, desde las zonas más bajas y cálidas hasta las montañosas y templadas, donde se presente algún cuerpo acuático que determine su establecimiento. Los tipos más representativos en el Estado son los siguientes.

• Tular y carrizal

Estas comunidades se restringen a los cuerpos de agua someros o cenagosos, así como a los márgenes de aquellos que tienen mayor profundidad. Se presentan como plantas arraigadas con hojas largas y angostas o a veces ausentes, que alcanzan tallas de 1 a 3 metros de altura y por lo general pertenecen al grupo de las monocotiledóneas. Los tulares de los lagos de Pátzcuaro y Cuitzeo están dominados por especies de chuspata o tule (*Typha domingensis*) y de otro tule o patsimu (*Scirpus validus*, *S. americanus*, *Cyperus niger* y *C. laevigatus*), mientras que a los carrizales los conforman especies de carrizos de los géneros *Arundo* y *Phragmites* principalmente. Además de estas plantas que definen la **fisonomía** de los tulares y carrizales, están presentes otras especies, algunas de las cuales pertenecen a los géneros *Eleocharis*, *Berula*, *Sgittaria*, *Suaeda* e *Hydrocotyle*.

Las extensiones mayores de estas comunidades se distribuyen en el norte del Estado, aunque se pueden encontrar tulares de *Typha domingensis* en la zona cercana al litoral, con influencia de agua salobre. Los climas donde se asientan son el templado, el semicálido

y el cálido, desde prácticamente el nivel del mar en la costa, o entre 1 800 y 2 050 metros en la parte continental. Se utilizan algunas de sus especies en la fabricación de artesanías y cestería; para la realización de variados artículos de pesca, muebles, puertas y cercas, se utiliza la especie de carrizo *Phragmites australis*.

• Bosque de galería

Comunidad que se establece a lo largo de corrientes de agua permanentes o con la capa freática superficial, cuya composición florística y estructural está bien definida. Por las condiciones de humedad que requiere, se le encuentra en muchas partes del Estado, y en general este bosque está conformado por árboles en su mayoría **caducifolios**, pertenecientes a las siguientes especies: *Taxodium mucronatum* (sabino o ahuehuete), *Salix bonplandiana* (sauce), *Fraxinus uhdei* (fresno), en muchas ocasiones acompañados en las partes templadas de *Alnus* spp. (ailes), y en las áreas cálidas, como la depresión del Balsas y cerca de la costa, es común *Astianthus viminalis* (ahuejote o kirínchicua), *Salix humboldtiana* (sauce), así como varias especies de *Ficus* (amates), o *Celtis iguanaea* (granjeno).

Estas asociaciones son importantes porque protegen el suelo de la erosión, principalmente cuando hay fuertes avenidas; también son refugio de fauna silvestre, principalmente en áreas cálidas, donde el bosque de galería es lo único que permanece verde en la temporada seca. Se le da diferentes usos a la madera del ahuehuete, fresno y aile.

• Manglar

Esta comunidad arbórea, de aspecto denso y bajo, se establece en zonas pantanosas con agua salobre, como esteros, lagunas o pequeñas ensenadas, donde el oleaje es mínimo. Se le encuentra exclusivamente en la zona costera junto al litoral, en clima cálido subhúmedo, y la constituyen especies de árboles conocidos como mangles. El más común es el mangle rojo, colorado o candelón (*Rhizophora mangle*), con raíces zancudas enmarañadas que típicamente sobresalen del nivel del agua, cuya presencia a veces es exclusiva aunque en ocasiones se acompaña del mangle blanco (*Laguncularia racemosa*). En otro lugares, por lo general más someros, el mangle prieto o salado (*Avicennia germinans*) suele formar masas puras. Otros

elementos presentes son el botoncillo (*Conocarpus erectus*) y el manzanillo (*Hippomane mancinella*).

La madera de estos árboles es utilizada en las construcciones rústicas por su gran resistencia a la humedad, y la corteza del mangle rojo contiene taninos de uso industrial.

2.5.9 Otros tipos de vegetación

Escasamente representadas en el Estado, pero formando también parte del paisaje en algunos sitios, se encuentran otras **comunidades vegetales** de menor extensión. Entre otras que se pudieran mencionar, destaca la presencia de las tres siguientes.

• Palmar

Son comunidades vegetales donde los elementos dominantes son las palmas. En el Estado de Michoacán se pueden encontrar dos tipos de palmares. En la zona costera, sobre suelos planos y arenosos con clima cálido o cálido subhúmedo se localizan palmares de cayaco o coquito de aceite (*Orbignya guacuyule*), que alcanzan alturas de hasta 30 metros y frecuentemente se mezclan con individuos propios del bosque tropical subcaducifolio (*Brosimum alicastrum*, *Tabebuia rosea*, *Sideroxylon capiri*, entre otros).

El segundo tipo de palmar está conformado por la palma real (*Sabal pumos*), que se encuentra en la región de Ario de Rosales y La Huacana. Es una comunidad menos densa y más baja que la de cayaco; sus elementos alcanzan tallas que apenas superan los 10 metros. Se ubica en climas templado semicálido, semicálido, cálido y seco, en altitudes de 700 a 1 300 metros, donde sus poblaciones se ven favorecidas por el disturbio humano, por lo que se encuentran con frecuencia otras especies como acompañantes (*Quercus* spp., *Ficus* spp., *Bursera* spp., *Cochlospermum vitifolium*, *Guazuma ulmifolia* y otras).

Las hojas y los tallos son muy utilizados en la construcción de enramadas y demás construcciones rústicas; los frutos son comestibles y forrajeros, y las hojas de la palma real se utilizan en la fabricación de sombreros y a veces en festividades religiosas.

• Pastizal

Comunidad constituida por gramíneas o zacates de baja estatura, que se localizan en pequeñas extensiones debido en gran parte a que corresponden a asociaciones secundarias. Se les encuentra

principalmente en el norte del Estado y en la zona costera. Los pastizales se distribuyen en climas templado, semicálido y cálido subhúmedo, desde el nivel del mar hasta arriba de los 2 000 metros. Algunas de las especies que los conforman pertenecen a los géneros *Bouteloua*, *Aristida*, *Muhlenbergia* y *Digitaria*. Los pastizales de los terrenos inundables y salinos de los alrededores del Lago de Cuitzeo están dominados por *Distichlis spicata*, un pasto endurecido por sus alto contenido de sales, pero que puede ser consumido por el ganado.

En la cima de algunas de las más altas prominencias del Estado se encuentra un tipo de pastizal caracterizado por pastos altos y amacollados, denominado zacatal. El más conocido en Michoacán es el que se encuentra en el cerro Tancítaro. En esta comunidad destaca, por arriba de los 3 000 m de altitud, la presencia de gramíneas que crecen en amplias macollas, de especies como *Aegopogon cenchróides*, *Bromus exaltatus*, *Festuca amplisima*, *Muhlenbergia macroura*, *Poa annua*, *Trisetum virlettii* y otras. En general, los diferentes pastizales del Estado son utilizados para el pastoreo de ganado bovino y equino, principalmente.

• Vegetación de dunas costeras (o playas costeras)

Es una comunidad muy heterogénea debido a la influencia marina y a los terrenos arenosos donde se asienta; ubicada en el litoral, prácticamente sobre el nivel del mar y en un clima cálido subhúmedo. Está conformada principalmente en una primera etapa, la más cercana al mar, por especies rastreras como *Ipomoea pes-caprae* (pata de cabra, bejuco de mar o hierba de la raya), hierbas de hojas carnosas como *Sesuvium portulacastrum* y *Pectis arenaria*, y gramíneas como *Distichlis spicata*, y *Canavalia maritima* (patito) y *Okenia hypogaea* (cachaz), entre otras. Hacia las partes más alejadas del efecto de la brisa marina, se encuentran elementos arbustivos generalmente espinosos, como el cucharillo (*Acacia cochliacantha*), el mezquite (*Prosopis juliflora*), el timuchi (*Pithecellobium lanceolatum*), el ojo de venado (*Caesalpinia bonduc*), y otros que ayudan de manera destacada a la retención de la arena de las dunas. Algunas especies de estas comunidades tienen importancia como plantas forrajeras o en la medicina tradicional.

Referencias

- Antaramián H., E. 1993. Precipitación invernal y El Niño. Memorias VI Congreso Nacional de Meteorología. México. Pp. 172-177.
- Antaramián H., E. y G. Correa P. 2003. Fisiografía. Pp. 42-46. En: SEP-UMSNH 2003. Secretaría de Educación Pública en Michoacán y Universidad Michoacán de San Nicolás de Hidalgo. Atlas Geográfico de Michoacán. Segunda Edición. Editora EDDISA, México. 308 pp.
- Aparicio J. 2001. Hydrology of the Lerma-Chapala Watershed. En: Hansen A.M y M. Van Afferden (Edits.). The Lerma Chapala Watershed. Evaluation and Management. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York. 386 pp.
- Arredondo, J. 1983. Levantamiento gravimétrico en la zona central de la Laguna de Cuitzeo Mich. Informe 29/83 G.P.G. Comisión Federal de Electricidad (Inédito). 11pp.
- Bernal-Brooks, F.W. 1998. The lakes of Michoacan (Mexico): a brief history and alternative point of view. *Freshwater forum*. Vol. 10. Pp. 21-34.
- Camacho P., G. 1998. Proyectos hidráulicos en las lagunas del Alto Lerma (1880-1942). Pp: 229-279. En: Suárez-Cortez, B. E. (Coord.) Historia de los usos del agua en México; oligarquías, empresas y ayuntamientos (18840-1940). Comisión Nacional del Agua. Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Biblioteca del Agua. Ciudad de México.
- Carranza G., E. 2004. Análisis taxonómico y fitogeográfico del género *Ipomoea* L. (Convolvulaceae) en la Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes, México. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro. Querétaro, Qro. 247 pp.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2003). *México: Imagen desde el espacio*. Conabio, México. Mosaico 2002 de imágenes Modis sin nubes del satélite Terra, bandas 1,4,3 (RGB), resolución espacial 250 metros, sobre un modelo digital de terreno, con división política.
- Correa P., G. (Edit.) 1979. Atlas geográfico del estado de Michoacán. EDDISA. 79 pp. + anexo cartográfico.
- Correa P., G. y Ayala, J. M. 2003. Hidrografía e hidrología de Michoacán. En: SEP-UMSNH 2003. Secretaría de Educación Pública en Michoacán y Universidad Michoacán de San Nicolás de Hidalgo. Atlas Geográfico de Michoacán. Segunda Edición. Editora EDDISA, México. 308 pp.
- Cruz A., O. J. 1995. Balance hídrico en la cuenca del Lago de Zirahuén, Michoacán, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich. 78 pp. + anexos.
- Davies, S. J. 2000. Environmental change in the west central Mexican highlands over the last 1,000 years: evidence from lake sediments. Tesis Doctoral. University of Edinburg. Pp. 33-65, 117-166.
- De Buen, F. 1943. Los lagos michoacanos. I. caracteres generales. El Lago de Zirahuén. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, Vol. 4, Pp. 211-232.
- Delgado G., H. 1992. A review of Tectonics of the Western Trans-Mexican Volcanic Belt. En: Subduction volcanism and tectonics of western Mexican Volcanic Belt. Edited by Ken'Ichiro Aoky. Pp. 80-103.
- Fernández N., R., C. Rodríguez J., M. L. Arreguín S. y A. Rodríguez J. 1998. Vegetación. En: Listado florístico de la cuenca del río Balsas. México. Polibotánica 9: 8-14
- García B., A. 2002. Caracterización ecológica de la vegetación en sitios bajo aprovechamiento forestal en la Sierra de Coalcomán, Michoacán, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich. 61 pp.
- García L., C. 1990. Flora vascular acuática y semiacuática del Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. Tesis profesional. Escuela de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich. 103 pp.
- García, R.I., V. J. Nava, R. Flores, B. Cházaro, N. Machuca y N. del Río. 2002. Flora del Parque Nacional Pico Tancítaro, Michoacán. Ser. Fuentes para el conocimiento natural de Michoacán. Gob. del Estado. Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (IPN). Comisión Nacional para el uso y Conocimiento de la Biodiversidad. Pp. 16-18.
- Garduño-Monroy, V.H., P. Corona-Chávez, I. Israde-Alcántara, L. Mennella, E. Arreygue, B. Bigioggero y S. Chiesa. 1999. Carta geológica de Michoacán 1:250,000. 111 pp.
- Garduño-Monroy V.H., P. Corona-Chávez e I. Israde-Alcántara. 2003. Geología. Pp. 37-41. En: SEP-UMSNH 2003. Secretaría de Educación Pública en Michoacán y Universidad Michoacán de San Nicolás de Hidalgo. Atlas Geográfico de Michoacán. Segunda Edición. Editora EDDISA, México. 308 pp.
- González C., J.C. y A. Cabrera G. 2003. Clasificación de los municipios del estado de Michoacán con base en el potencial de uso de sus suelos. *Biológicas* No. 5, UMSNH. México Pp. 139-147.
- Greggio, L. 1995. Estudio geologico e morfometrico dell'area del lago di Cuitzeo, Messico centrale. Tesis de Licenciatura. Università degli Studi di Milano, 183 pp.
- Guerrero, B. 1985. Reconocimiento botánico de Aquila, Michoacán (México). Tesis profesional. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Escuela de Biología. Morelia, Mich. 90 pp.
- Guevara F., F. 1981. Vegetación. En: Guías botánicas de excursiones en México. V Congreso Mexicano de Botánica. Morelia, Mich. 202 pp.
- Guevara F., F. 1989. Vegetación. En: Historia General de Michoacán. Gobierno del estado de Michoacán. Instituto Michoacano de Cultura. Morelia, Mich. 1: 37-53.

- Hansen A. y M. Van Afferden. 2001. Toxic substances. Cap. 4. En: A. M. Hansen y M. Van Afferden (Edits.). The Lerma Chapala Watershed. Evaluation and Management. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York. 386 pp.
- INEGI. 1985. Carta estatal de vegetación y uso actual. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Secretaría de Programación y Presupuesto. México, D. F.
- INEGI. 1985. Síntesis geográfica del estado de Michoacán. Dirección General de Cartografía. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Secretaría de Programación y Presupuesto. México. 316 pp. + anexo cartográfico.
- Israde-Alcántara, I. 1995. Bacini lacustri dal settore centrale dall'arco vulcanico messicano. Stratigrafia ed evoluzione vulcanotettonica basata sulle diatomee. Tesis Doctoral. Università degli Studi di Milano. 254 pp.
- Israde-Alcántara I., 2003. Uso de los índices biológicos de diatomeas y macroinvertebrados para la evaluación y el seguimiento anual de la calidad biológica del Río Lerma. Informe. INE. Instituto Nacional de Ecología. 82 pp.
- Israde-Alcántara, I. y Garduño M., V.H. 1999. Lacustrine record in a volcanic intra-arc setting: the evolution of the Late Neogene Cuitzeo Basin System (Central Western Mexico). Special Issue. Ancient and Recent lacustrine systems in convergent margins. En: L. Cabrera y A. Sáez (Edits.). Paleogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. Vol. 151 N° 1-3. Pp. 209-227.
- Madrigal S., X. 1992. Los bosques michoacanos: su conocimiento y conservación. En: Los recursos vegetales de Michoacán. I Muestra. Centro de Investigación y Desarrollo del Estado de Michoacán. Instituto Nacional de Investigaciones forestales y agropecuarias-SARH. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich. Pp. 65-74.
- Madrigal S., X. 1994. Características ecológicas generales de la región forestal oriental del estado de Michoacán, México. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Biología. Morelia, Mich. Pp. 36-52.
- Madrigal S., X. 1997. Ubicación fisiográfica de la vegetación en Michoacán, México. Ciencia Nicolaita 15: 65-75.
- Martínez E., G. Ibarra, A. Hernández y F. Lorea. 1987. Contribución al conocimiento de la flora y vegetación de la región de Los Azufres, Michoacán. Trace 12: 22-37.
- Moncayo E., R. Israde-Alcántara, I. y Garduño-Monroy, V. H. 2001. La cherehuita *Hubbsina turneri* De Buen (1941) (Pisces: Goodeidae). Origen, distribución y su uso en la regionalización de la cuenca del río Lerma. Hidrobiológica. 11(1): 1-18.
- Nanetti L. 1995. Studio Geologico-Strutturale della zona del Lago di Cuitzeo. Messico Centrale. Tesis de Licenciatura. Università degli Studi di Milano. 136 pp.
- Ortiz C., A. y J.L. García. 1993. Los suelos de México. Proyecto de actualización del mapa mundial de suelos. FAO-Colegio de Posgraduados (Inédito).
- Pasquarè, G., L. Ferrari, Garduño-Monroy, V. H., A. Tibaldi y Vezzoli. 1991. Geology of the Central Sector of the Mexican Volcanic Belt, states of Guanajuato and Michoacán. *Geology Society of America. Map and Chart series*. MCH 072. 22 pp.
- Pérez-Cálix, E. 1996. Flora y vegetación de la cuenca del Lago de Zirahuén, Michoacán, México. Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes. Fasc. Complem. 13. 73 pp.
- Raiz E., 1964. Map of physiographic provinces of Mexico.
- Rojas, J. y A. Novelo. 1995. Flora y vegetación del Lago de Cuitzeo, Michoacán, México. Acta Bot. Mex. 31: 1-17.
- Rosas E., J., Ferrari L., López M., M. y Urrutia F., J. 1997. Stratigraphy and tectonics of the Guadalajara region and Triple junction area, Western Mexico. *International Geology review*. Vol. 39, Pp. 125-140.
- Ruíz S., G. 2002. Variaciones morfométricas del Lago de Zirahuén, Michoacán, México. Tesis de Maestría. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich.
- Rzedowski, J. 1967. Nota sobre *Sabal pumos* (Palmae). An. Esc. nac. Cienc. biol., Méx. 14: 19-24.
- Rzedowski, J. 2003. Flora y vegetación silvestres. Pp. 63-66. En: SEP-UMSNH 2003. Secretaría de Educación Pública en Michoacán y Universidad Michoacán de San Nicolás de Hidalgo. Atlas Geográfico de Michoacán. Segunda Edición. Editora EDDISA, México. 308 pp.
- Rzedowski, J. y G. Calderón de Rzedowski. 1987. El bosque tropical caducifolio de la región mexicana del Bajío. Trace 12: 12-21.
- SEP-UMSNH 2003. Atlas geográfico de Michoacán. Secretaría de Educación Pública en Michoacán y Universidad Michoacán de San Nicolás de Hidalgo. Segunda Edición. Editora EDDISA, México. 308 pp.
- Serrato-Rodríguez, J. e I. Israde-Alcántara. 1989. Interpretación morfoestructural y breve análisis geológico del plano altimétrico del estado de Michoacán. Instituto de Investigaciones Metalúrgicas. Rev. UMSNH, Bol. 12, Pp. 10-13.
- Soto, J.C. 1987. Las plantas medicinales y su uso tradicional en la cuenca del río Balsas; estados de Michoacán y Guerrero, México. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 231 pp.
- Waitz, P. 1943. Reseña geológica de la cuenca del Lerma. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística*. Tomo 58. Pp. 123-138.
- Watts, W. y J.P. Bradbury. 1982. Palaeocological studies at Lake Patzcuaro on the west-central Mexican plateau and at Chalco in the basin of Mexico. *Quaternary Research*. Vol. 17, Pp. 56-70.

CAPÍTULO 3

Realidad socioeconómica contemporánea

*Guillermo Vargas Uribe
José César Lenin Navarro Chávez
José Odón García García
Claudia Contreras Barriga*

El país ha registrado cambios territoriales que han conformado la actual división política de la República, y con ello también se ha determinado geográficamente el uso de los recursos naturales. En el Estado de Michoacán se han planteado políticas para el aprovechamiento de los recursos humanos, económicos y naturales, pero la planeación inadecuada se ha reflejado en un desarrollo poco equitativo y heterogéneo de los centros de población, un desequilibrio en el **crecimiento económico** y un uso inadecuado de los recursos. Dicha problemática y la búsqueda de soluciones vienen adquiriendo cada vez mayor relevancia tanto en los círculos gubernamentales, como en los privados y los académicos.

Se presenta en este capítulo una caracterización del comportamiento de la población en el periodo de 1980 a 2000, a partir de varios **indicadores** (poblacionales y socioeconómicos) en el contexto de la división política territorial. También se presenta la cartografía para ubicar espacialmente el análisis de los indicadores, donde se destacan las zonas de rezago del sur y la costa, así como las de mayor desarrollo, que son el centro-norte y el noroeste de la entidad.

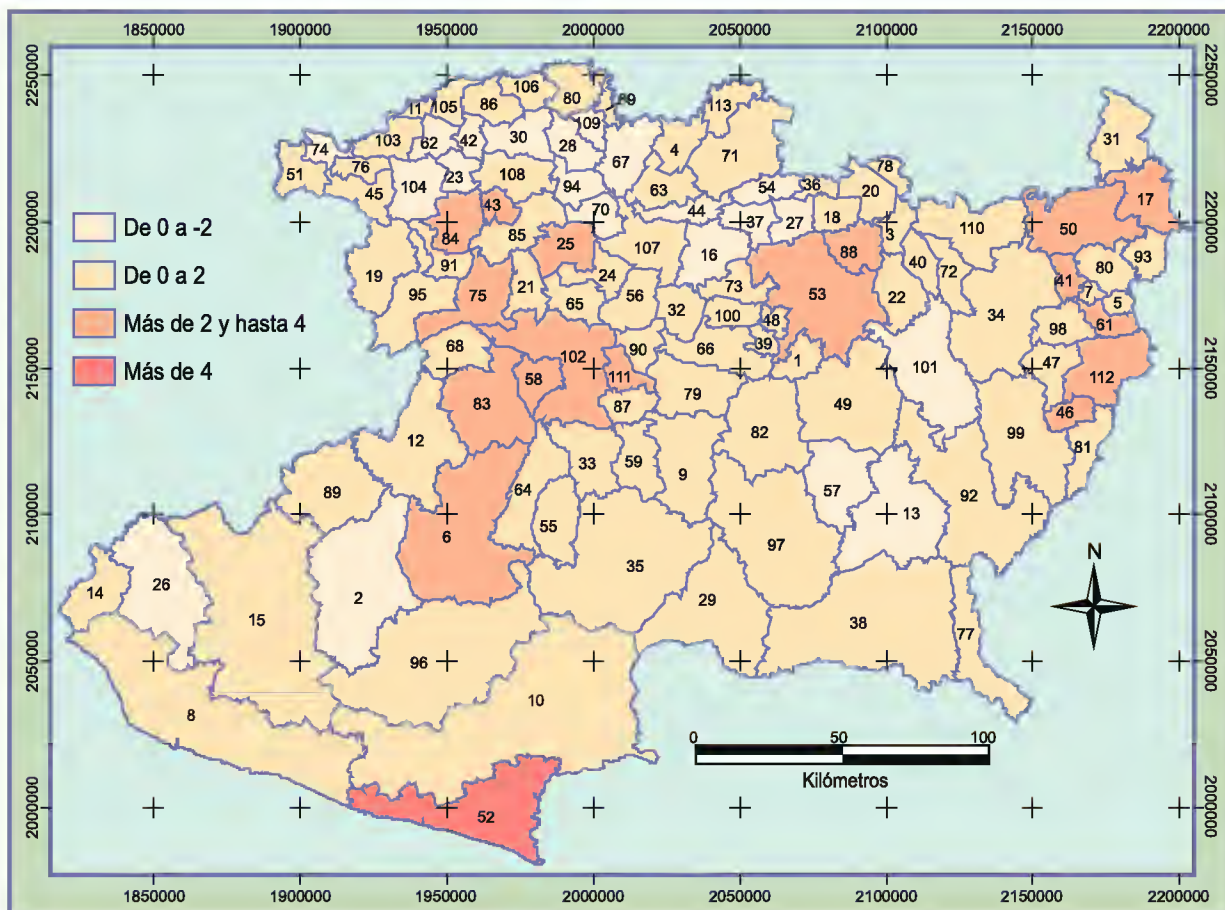


Figura 3.1 Tasa de crecimiento media anual por municipio (1980-2000).
(Elaborado a partir de INEGI 1983, 1991 y 2001; Censo de Población y Vivienda, 1980, 1990 y 2000).

3.1 Características poblacionales

Con la revisión de varios indicadores, como población total, tasa media anual de crecimiento demográfico y *población urbana*, se pretende describir el comportamiento de la población humana en el territorio michoacano. La población en el Estado ha crecido de una manera constante en los últimos 20 años. En 1980 había un total de 2 868 191 pobladores, con una *tasa de crecimiento* de 2.15%; esta cifra llegó a 3 548 199 en 1990; para el periodo 1990-1995 la tasa disminuyó a 1.56%; para el año 2000 la tasa registrada fue de 0.55% (INEGI, 1983, 1991 y 2001) (cuadro 3.1) (anexo 3.1).

Los municipios con mayor crecimiento poblacional son Lázaro Cárdenas (tasa media anual de 6.17% en el periodo de 1980-2000), Irimbo (3.0%), Uruapan (2.99%), Ziracuaretiro (2.99%), Morelia (2.86%), Ocampo (2.40%), Apatzingán (2.23%), Tarímbaro (2.19%), Los Reyes (2.03%) y Pátzcuaro (2.03). Algunos de estos municipios, como Pátzcuaro, Morelia, Uruapan y Apatzingán, cuentan con las principales ciudades, las de mayor desarrollo y patrimonio histórico en Michoacán (SEP-UMSNH, 2003; Vargas, 1995) (figura 3.1). Éstos se ubican principalmente en el centro-norte del Estado, con excepción de Lázaro Cárdenas (costa) y Apatzingán (Tierra Caliente). Los municipios que tienen tasas decrecientes, incluso negativas, son Churintzio (-1.83%), Tlazazalca (-1.40%), Zináparo (-1.38%), Jiménez (-1.34%), Huaniqueo (-0.95%), Chinicuila (-0.80%), Ecuandureo (-0.02%), Chucándiro (-0.61%), Tzitzio (-0.53%) y Nocupétaro (-0.08%). Los tres últimos han presentado esta tendencia desde hace más de 20 años (Vargas, 1995) (figura 3.1).

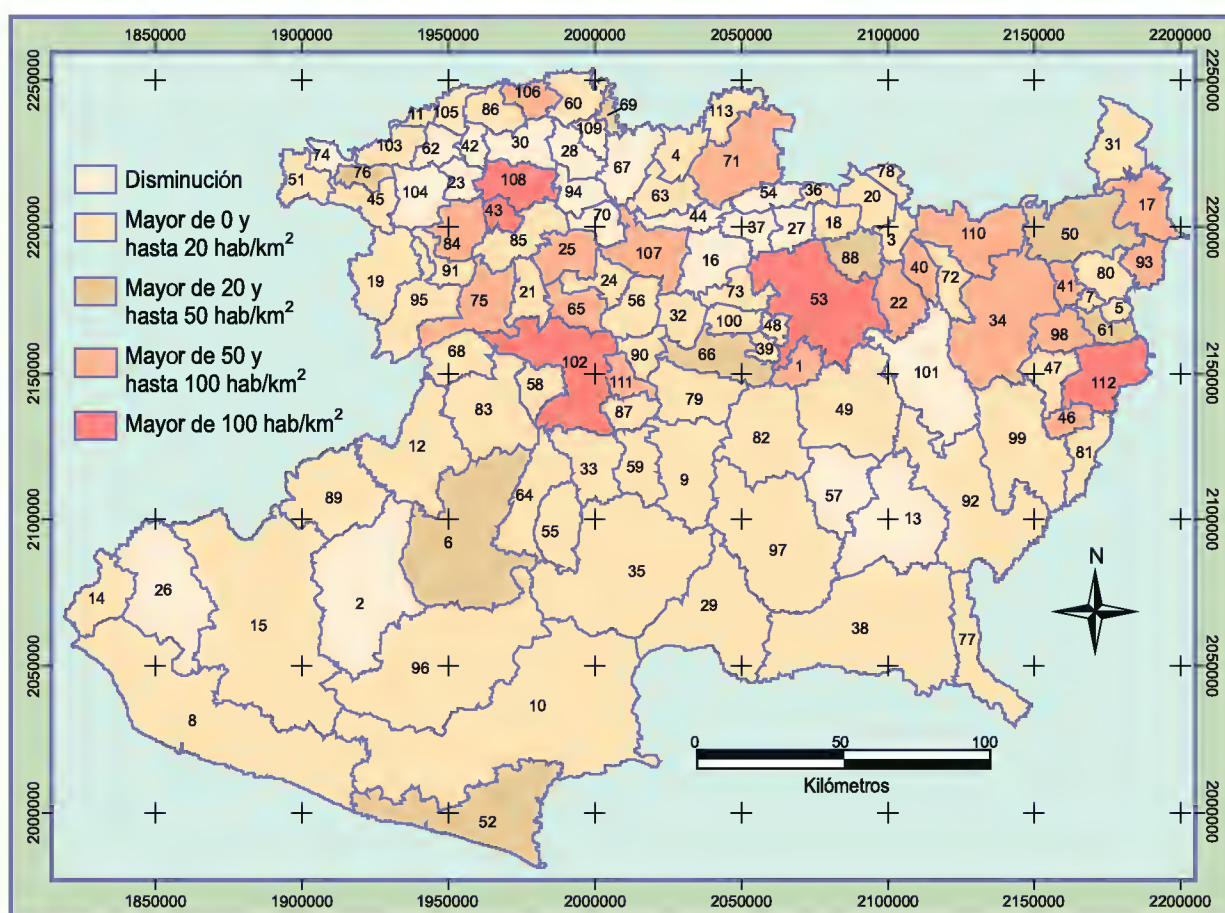


Figura 3.2 Cambio en la densidad por municipio (1980-2000).
(Elaborado a partir de INEGI 1983, 1991 y 2001; Censo de Población y Vivienda, 1980, 1990 y 2000).

Cuadro 3.1. Indicadores de la dinámica poblacional en el Estado de Michoacán.

Concepto/Año	1980	1990	1995	2000
Población total (habitantes)	2 868 191	3 548 199	3 870 604	3 979 177
Densidad de población (habitantes por kilómetro cuadrado)	47.9	59.3	64.7	66.5
Población Urbana (% respecto a la población total)	53.3%	61.5%	63.7%	65.4%
Población Rural (% respecto a la población total)	46.7%	38.5%	36.3%	34.6%
Tasa de Crecimiento Media Anual (%)		2.15%	1.56%	0.55%

Fuente: Censo de Población y Vivienda, 1983, 1991 y 2001.

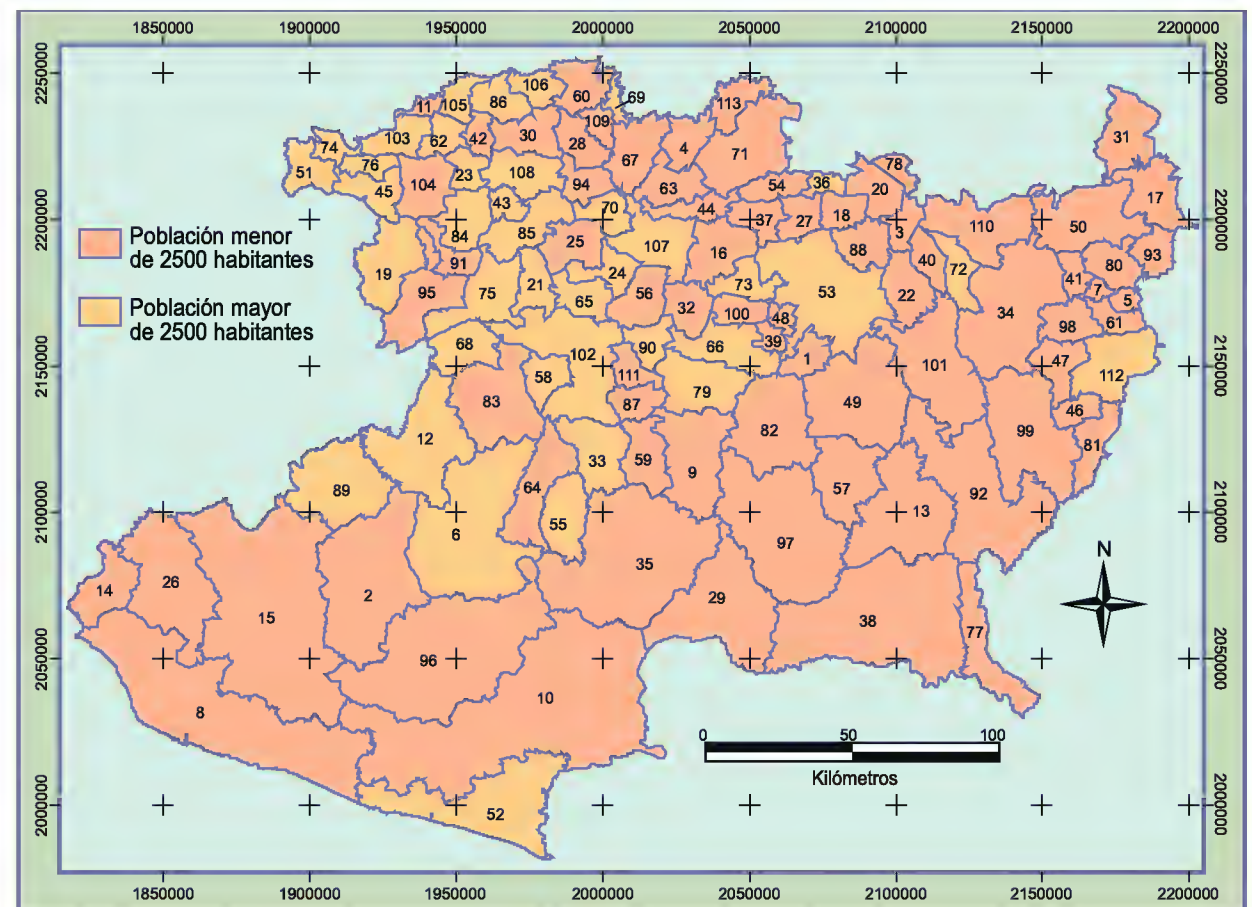


Figura 3.3 Municipios mayoritariamente urbanos en 1980, con más del 50% de su población en localidades mayores de 2 500 habitantes.

(Elaborado a partir de INEGI 1983; *Censo de Población y Vivienda*, 1980).

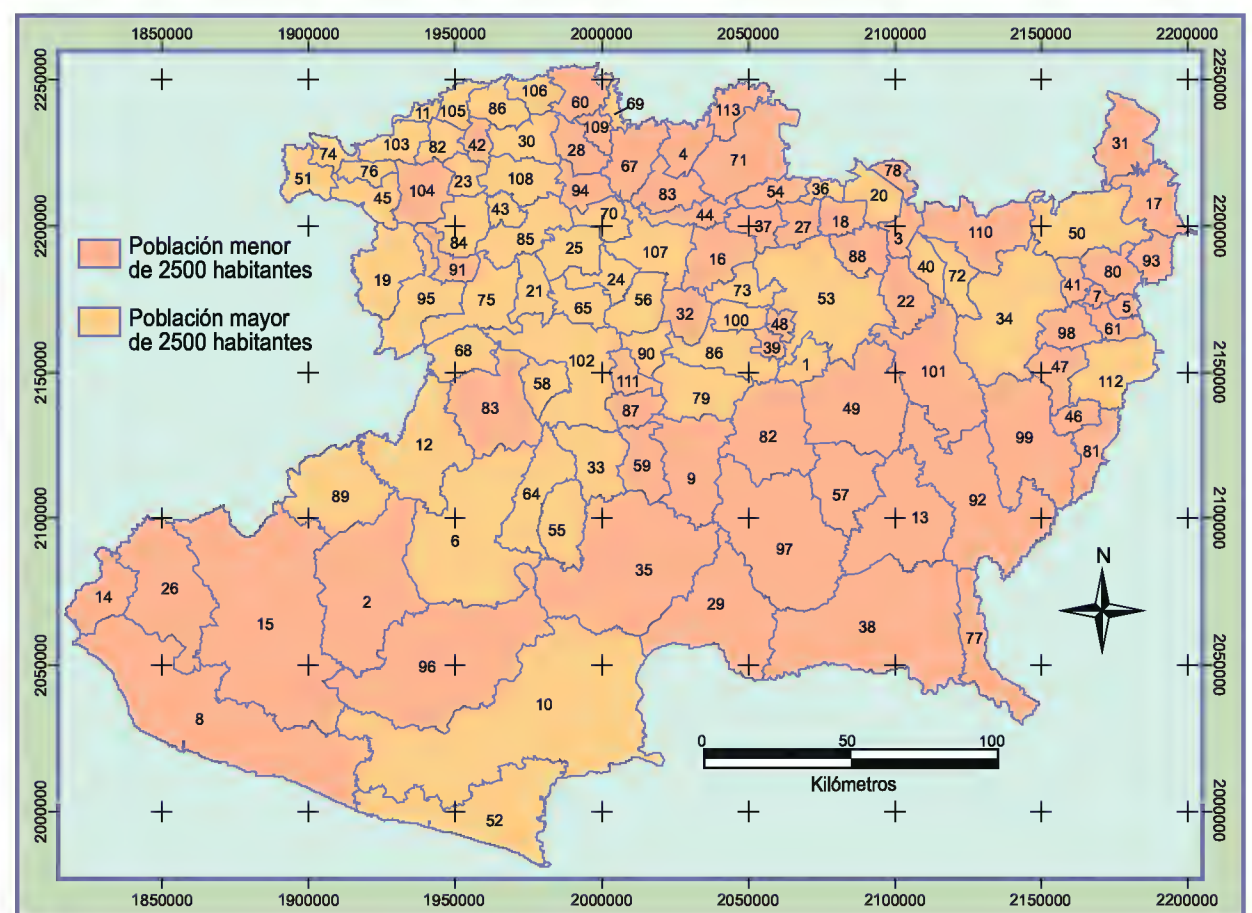


Figura 3.4 Municipios mayoritariamente urbanos en 2000, con más del 50% de su población en localidades mayores de 2 500 habitantes.

(Elaborado a partir de INEGI 2001, *Censo de Población y Vivienda*, 2000).

Las zonas con mayor *densidad de población* se ubican en el norte de Michoacán, en los municipios de Jacona (201.78 habitantes/km²), Morelia (199.79), Uruapan (142.38), Zamora (108.84) y Zitácuaro (106.88) (figura 2.14). Nuevamente, en los últimos 20 años, en los municipios de Chucándiro (-6.85), Tzitzio (-1.39) y Nocupétaro (-0.27) se han registrado cifras negativas (anexo 3.2). Es importante destacar la relación de tasas negativas y bajas densidades de población en lugares cercanos a los municipios urbanos importantes, lo cual muestra una migración interestatal, como en los casos de las zonas aledañas a Zamora, Morelia, Zacapu y Apatzingán (figura 3.2).

Entre 1980 y 1990, la población urbana en los municipios del Estado (con base en el criterio del INEGI, población mayor de 2 500 habitantes) registró un fuerte crecimiento, con su correspondiente disminución en la población rural; sin embargo, entre 1990 y 2000 el aumento fue menor. Conforme a la población total en el Estado en 1980, la urbana representaba el 53.3%, y en 1990 llegó a 61.5%; en los siguientes cinco años alcanzó el 63.7%, y para el año 2000 el 65.4% (cuadro 3.1 y figuras 3.3 y 3.4) (anexo 3.3).

En los municipios mayoritariamente urbanos se han registrado procesos como terciarización de la economía, disminución en los niveles de *marginación* y una mayor *consolidación* en los rubros económicos, sociales y políticos, propios de la *urbanización* (Navarro et al., 2001; Navarro et al., 2002^a). Con este comportamiento, los típicos centros urbanos son Morelia, Zacapu, Maravatío y Zamora, aunque están en proceso otros, como Queréndaro, Huandacareo, Jacona, Tepalcatepec, Buenavista y Quiroga.

Las zonas más urbanizadas se están concentrando en el centro y noroeste del Estado. Se puede mencionar también la costa, pero ahí la *población urbana* resalta únicamente por el municipio de Lázaro Cárdenas, ya que la mayoría de los municipios aledaños a éste tienen características preponderantemente rurales (figura 3.4).

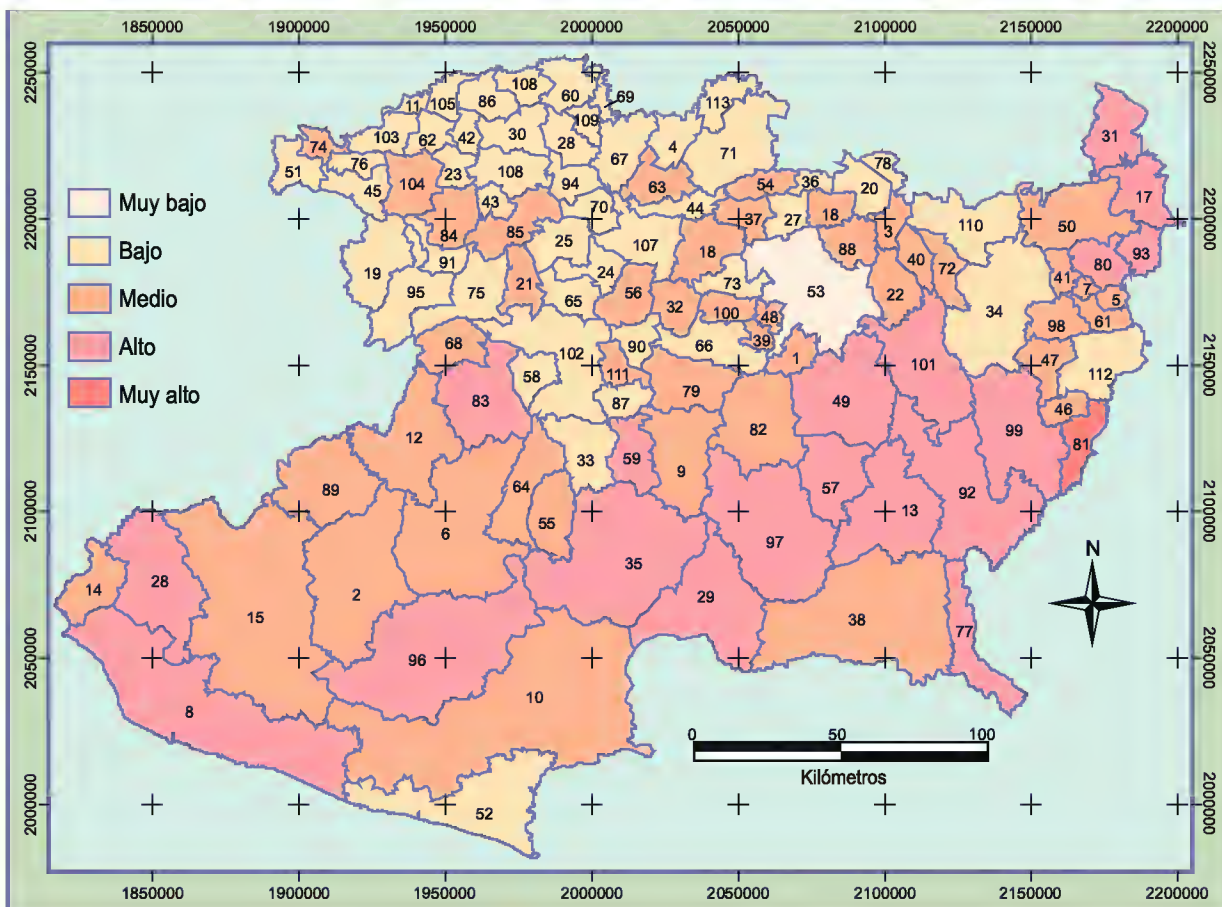


Figura 3.5 Índice de marginación por municipio (1990).
(Elaborado con base en Navarro et al., 2002^b).

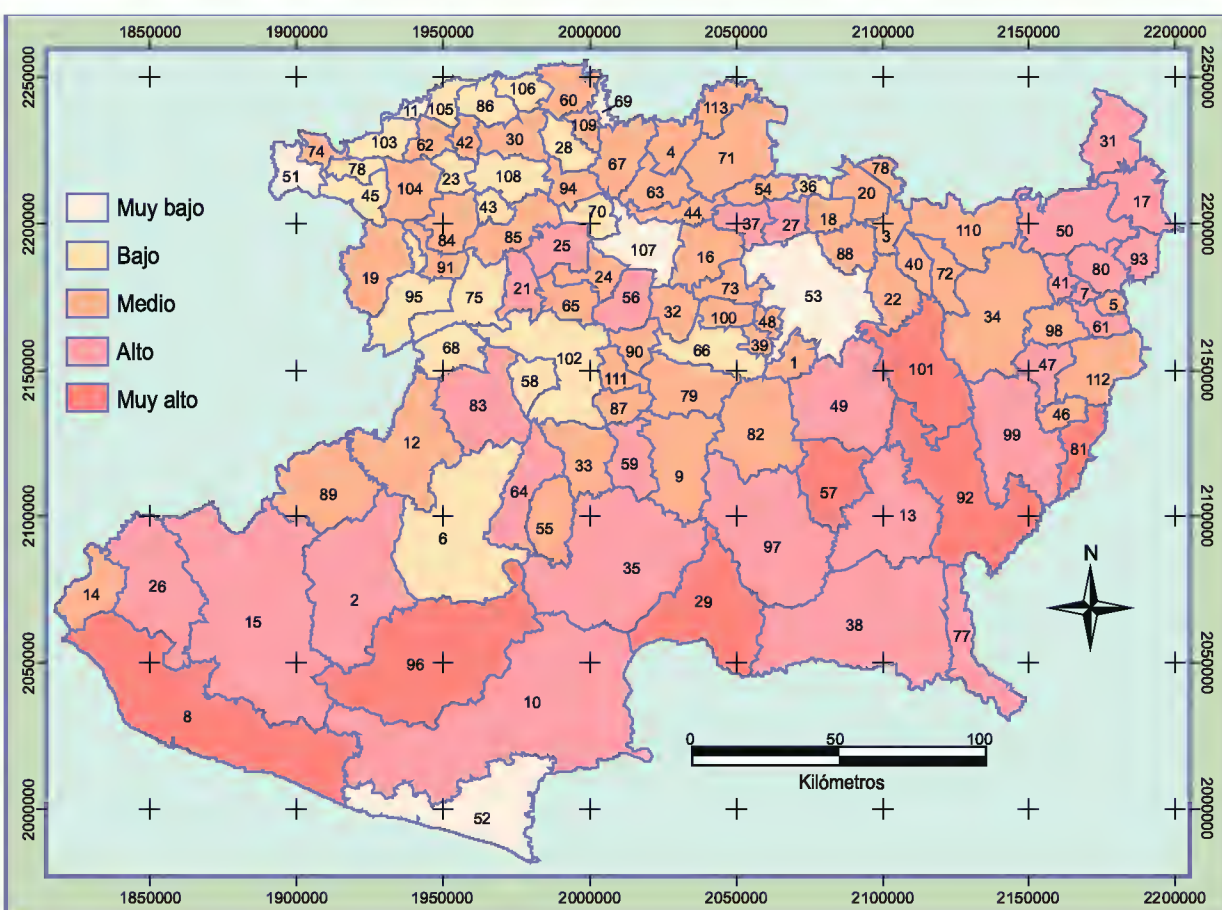


Figura 3.6 Índice de marginación por municipio (2000).
(Elaborado con base en Navarro et al., 2002^b).

3.2 Características socioeconómicas

A continuación se analizan índices e *indicadores* que describen las características sociales y económicas de la población del Estado en las últimas dos décadas.

3.2.1 Índice de marginación

Desde 1970 se han realizado estudios que miden la *marginación* social al nivel estatal y municipal; dicha información ha sido publicada por la Coordinación General del Plan Nacional de Zonas Deprimidas y Grupos Marginados (COPLAMAR), el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y el Consejo Nacional de Población (CONAPO), a partir de metodologías avaladas por organismos internacionales.

Las variables utilizadas para la elaboración del índice de marginación comprenden los siguientes temas: ingresos, educación, salud, vivienda y empleo (Navarro y Vargas, 1997). La revisión de este índice se hace para los años 1990 y 2000, ya que los rangos son homogéneos (INEGI, 1990 y 2001; SEGOB, 2000).

En los últimos 30 años, los Estados con mayor grado de marginación han sido Chiapas, Guerrero y Oaxaca. En 1970 Michoacán se ubicaba en el lugar 13; diez años más tarde llegó al 10, para 1990 se ubicó en el 12, y en el año 2000 volvió al décimo lugar. En la última década del siglo pasado, de los 113 municipios había solamente uno en el rango de 'muy alta marginación'; en el año 2000 este número aumentó a 7. En cuanto a los municipios con 'alta marginación', en 1990 había 19, mientras que en el año 2000 la cantidad se incrementó a 28 (Navarro et al., 2002^b).

En las regiones de Tierra Caliente y en la costa es donde se encuentran los municipios más marginados; las situaciones más preocupantes están en Susupuato, Nocupétaro, Tzitzio, Tiquicheo y Chucándiro, Aquila, Tumbiscatío y Chinicuila que, de acuerdo al análisis del índice, han permanecido en los últimos 30 años entre los rangos de alta marginación (figuras 3.5 y 3.6).

En la zona centro y noroeste del Estado se encuentran los municipios con mayores tasas de crecimiento poblacional, más densamente poblados y

mayoritariamente urbanos; en éstos, los grados de marginación son más bajos. Los municipios son Morelia, La Piedad, Marcos Castellanos, Zacapu y Lázaro Cárdenas; este último es el único que tiene bajo grado de marginación. Con lo anterior se manifiesta una relación directa entre el constante aumento de la población de los municipios y el bajo grado de marginación (figuras 3.1 a 3.6) (anexo 3.4).

3.2.2 Índice de desarrollo humano

El índice de *desarrollo humano* (IDH) es un parámetro establecido internacionalmente en 1990 por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), y con el que se conocen las condiciones generales de vida promedio de la población. El índice se basa en el *producto interno bruto per cápita*, la esperanza de vida y el nivel de alfabetización (Navarro, 2000; Navarro *et al.*, 2000; PNUD, 1998).

Los municipios del centro y del noroeste, además de algunos del sureste, son los que presentan el mayor desarrollo humano; Morelia es el de más alto nivel, mientras que Quiroga y Tiquicheo tienen los menores niveles. El análisis se hizo sólo para el año 2000 (figura 3.7).

3.2.3 Coeficiente de Gini (distribución del ingreso)

El coeficiente de Gini sirve para medir el reparto equitativo o inequitativo de algún fenómeno respecto a cierta variable, en este caso al ingreso. Se encontró que la mayor *distribución del ingreso* está en la franja noroeste y centro del Estado, en centros urbanos como Morelia, Zamora, La Piedad, Los Reyes, Uruapan, Apatzingán y Lázaro Cárdenas.

Los municipios con menores ingresos, aunque con distribución muy dispersa en el mapa, son Morelos, Huaniqueo, Chucándiro, Chinicuila, Tzitzio y Susupuato. Por otro lado, en el sur del Estado hay un nivel medio en la distribución de la riqueza (figura 3.8).

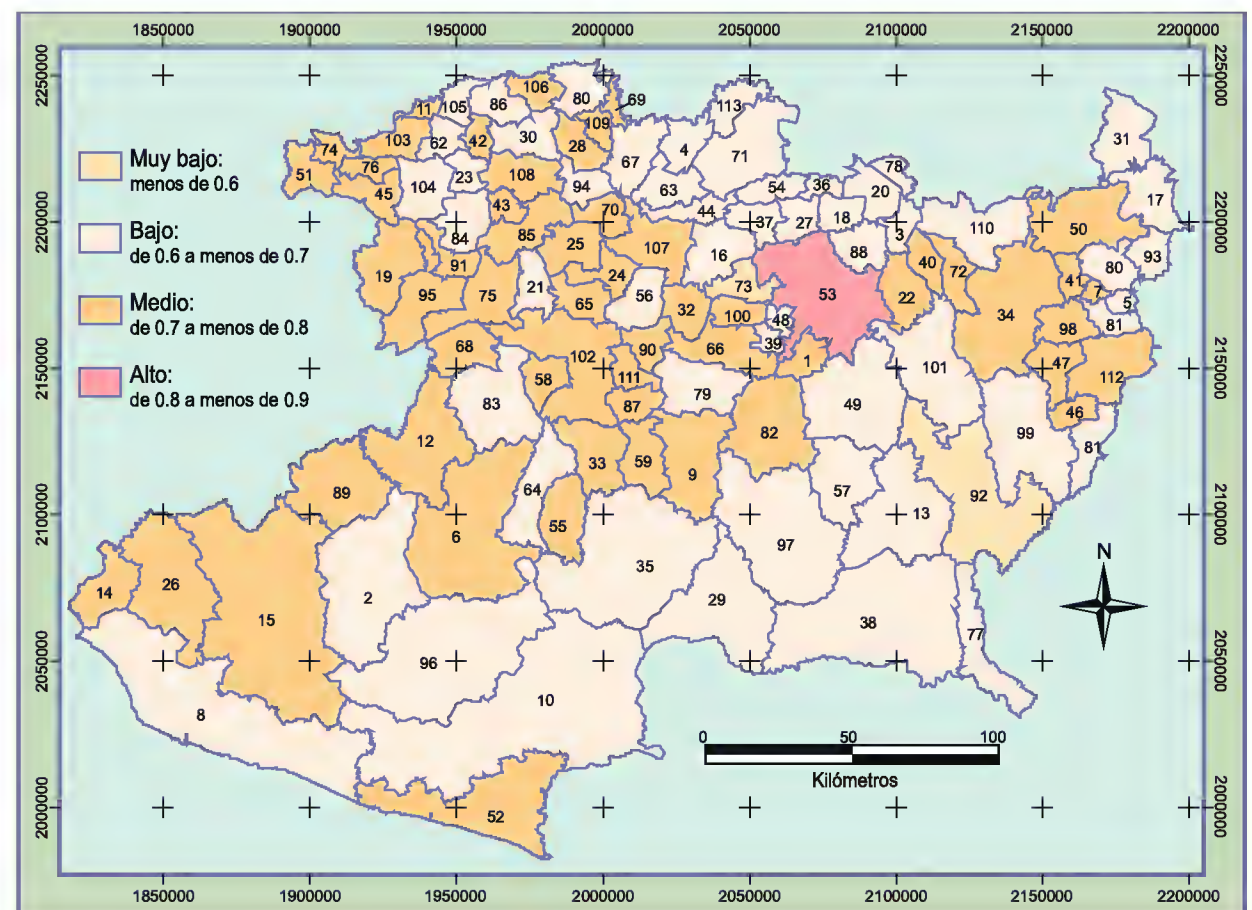


Figura 3.7 Índice de desarrollo humano por municipio (2000).

(Elaborado con base en Navarro *et al.*, 2000).

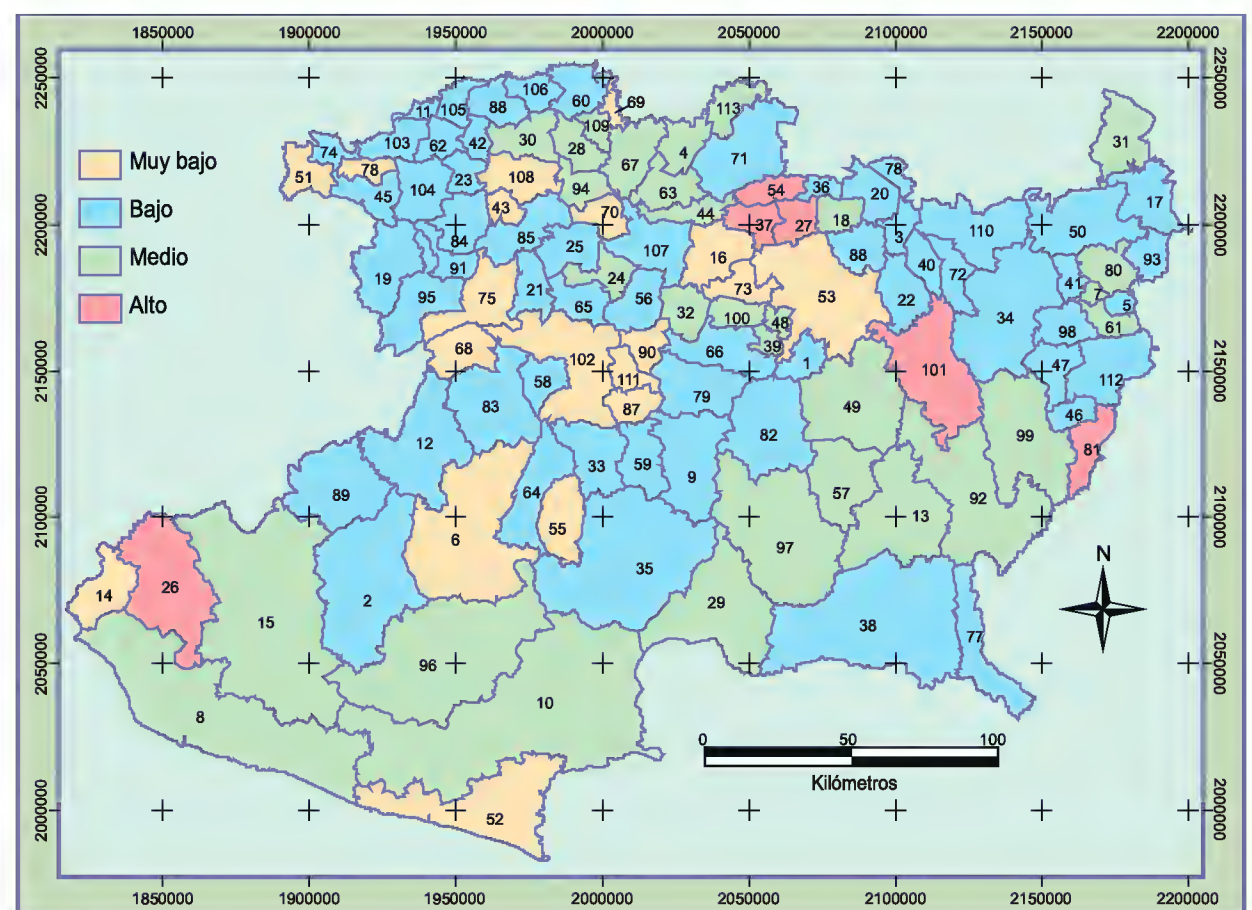


Figura 3.8 Coeficiente de Gini (distribución del ingreso) por municipio (2000).

(Elaborado con base en Navarro, 2004)

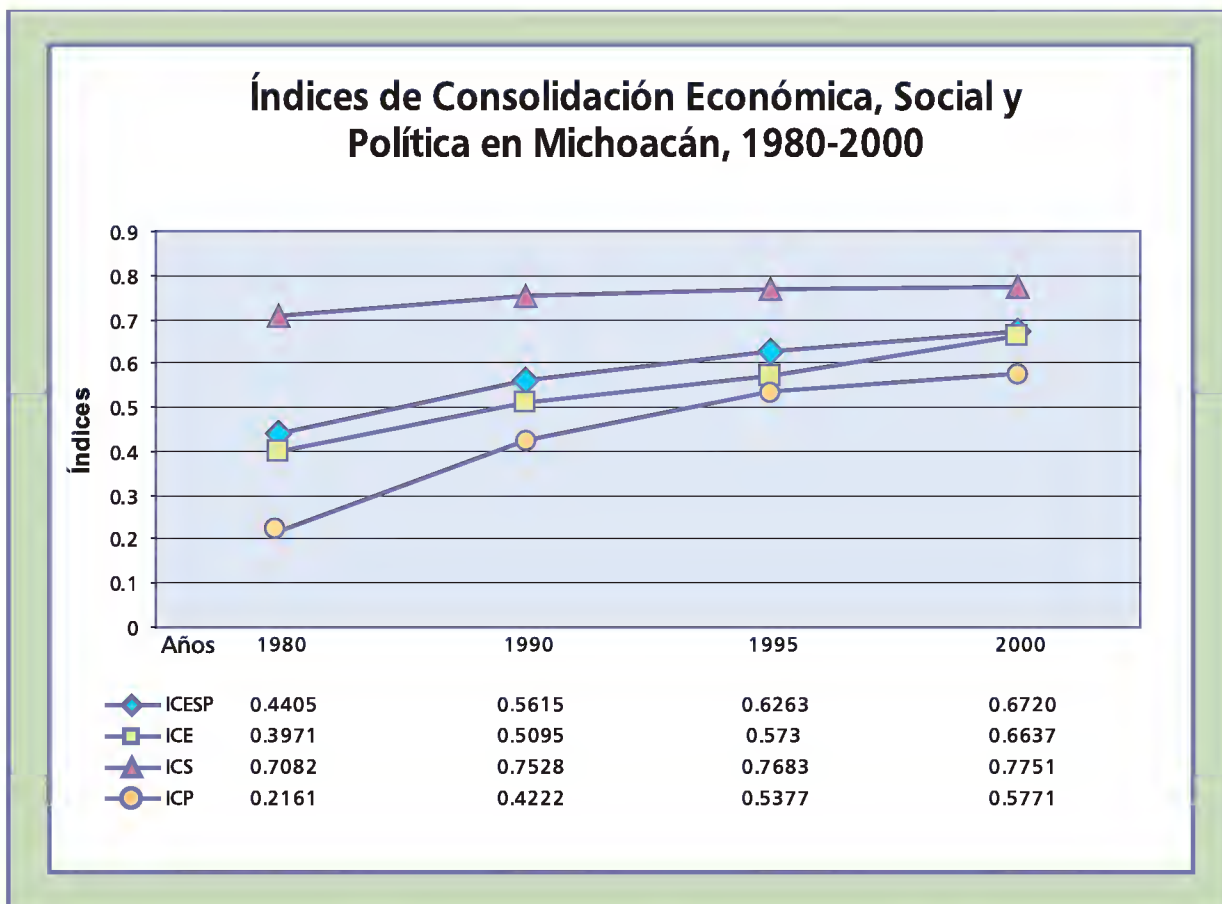


Figura 3.9 Índices de consolidación económica, social y política.
(Elaborado con base en Navarro et al., 2002^a).

3.2.4 El índice de consolidación económica, social y política (ICESP)

Este proceso se analiza a partir de una propuesta metodológica que conjunta varios *indicadores* y forma el denominado índice de *consolidación* económica, social y política (ICESP), que a su vez se conforma a partir de tres índices: a) índice de consolidación económica (ICE); b) *índice de consolidación social* (ICS); c) índice de consolidación política (ICP) (Rivera et al., 1997; Rivera y Vargas, 2001). El ICESP considera tres dimensiones: la económica (PIB municipal, población económicamente activa (PEA) no agropecuaria y población total); la social (ingreso, mortalidad, *población urbana*, población alfabeta); y la política (niveles de votación y total de votos) (INEGI, 1983, 1991, 1996 y 2001).

En el periodo de 1980-2000 el ICESP ha marcado un comportamiento creciente, a partir de que el ICE, el ICS y el ICP tuvieron el mismo comportamiento, aunque con diferente magnitud en los tres casos. A partir de 1980, el índice de consolidación social superaba con mucho al económico y al político; es decir, mientras que el ICS en ese año era de 0.70, el económico apenas alcanzaba 0.40 y el político estaba a un mínimo nivel, en 0.21 (figura 3.9).

El panorama en el país, con un partido político prácticamente único, sin alternancia y con mínimas opciones de competitividad electoral, daba como resultado un sistema político poco democrático y participativo, y como lo ha señalado una gran cantidad de analistas, fue por muchos años un lastre para emprender la consolidación política, social y económica de México.

Para 1980, el ICESP arrojó niveles bajos en 51 municipios michoacanos (0.2-0.4), localizados fundamentalmente en las regiones oriente y sureste. También se identifican grupos importantes de municipios con índice bajo en el llamado "Bajío seco" en el norte y noroeste de Michoacán y en la "costa-sierra". Los 62 municipios restantes se clasifican con un ICESP medio (0.4-0.6). No se identificaron municipios con índices muy bajo, alto, ni muy alto. La diferencia del ICESP entre el municipio más consolidado (Quiroga, 0.57) y el de menor consolidación (Tiquicheo, 0.26), fue de 0.31 (figuras 3.10 y 3.11).

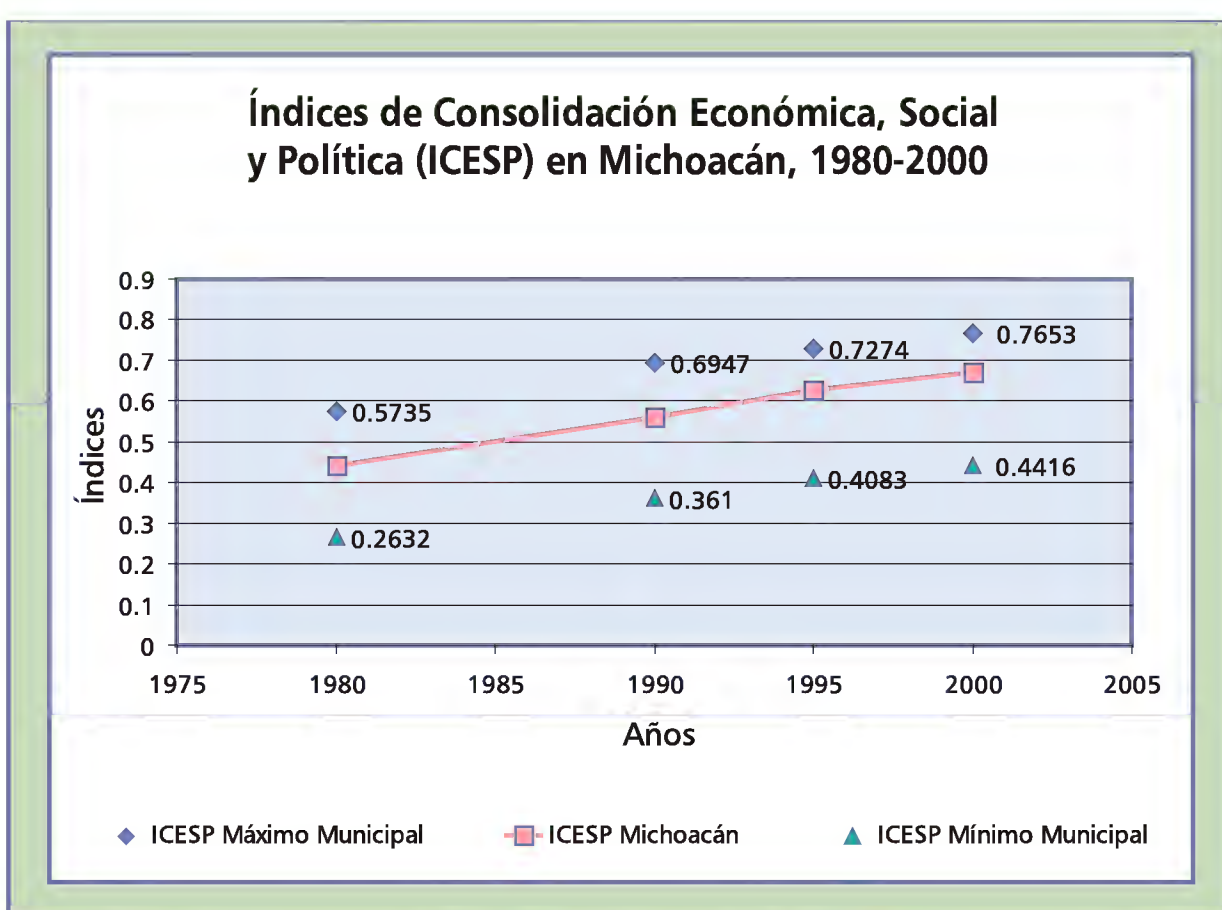


Figura 3.10 Índices de consolidación económica, social y política (ICESP) (1980-2000).
(Elaborado con base en Navarro et al., 2002^a).

En 1990, la situación de México había sufrido cambios importantes en el aspecto político. Sin duda, los

acontecimientos políticos nacionales de 1988 modificaron la situación y contribuyeron a la consolidación política. De acuerdo al ICESP de 1990, el incremento más significativo lo encontramos precisamente en lo político; el ICP casi se había duplicado con respecto a la década anterior, llegando a 0.39, en tanto que el ICE se incrementó a 0.51 y el ICS a 0.75. Esta tendencia de avance rápido del ICP frente a un crecimiento moderado del ICE y un lento incremento del ICS hacen que, por su efecto combinado, el ICESP tenga una tendencia muy similar al ICE (figura 3.9).

Para 1990 se identifican siete municipios con un ICESP bajo; éstos se localizan de manera dispersa en el territorio, pero preferentemente en las regiones menos desarrolladas señaladas anteriormente; los municipios son Carácuaro, Aquila, Tzitzio, Chinicuilá, Penjamillo, Epitacio Huerta y Morelos. En ese año, 97 municipios alcanzaban ya un ICESP medio. Es importante destacar que entre 1980 y 1990 nueve municipios lograron llegar al nivel alto (0.6-0.8); estos municipios cuentan con un centro urbano que concentra a la gran mayoría de la población y, por lo tanto, las actividades industriales y comerciales más importantes. Dichos municipios, en orden descendente de **consolidación**, son Uruapan, Morelia, Sahuayo, Zamora, Lázaro Cárdenas, Jacona, Zacapu, Quiroga y Pátzcuaro.

Para 1990 no se identificaron municipios con índices muy bajos ni muy altos, mientras que la diferencia del ICESP entre el municipio más consolidado (Uruapan, 0.70) y el de menor consolidación (Carácuaro, 0.36) fue de 0.33, ligeramente superior que la observada en 1980.

Para el año 2000 se encontró que el ICESP continuó creciendo moderadamente; el ICE registró un repunte significativo al llegar a 0.663, mientras que el ICP presentó un ligero aumento y el ICS marcó un claro estancamiento. En el año 2000 no se identificaron municipios con niveles bajos de consolidación. Algo que se hace evidente en el análisis de este último quinquenio es que en el norte del Estado se encuentra el mayor número de municipios con un ICESP alto. Los municipios con mayor desarrollo urbano que registraron los índices altos de consolidación son Morelia, Zacapu, Uruapan, Pátzcuaro, Zamora e Hidalgo, mientras que los de menores niveles de consolidación fueron Chucándiro, Chinicuilá y Susupuato (figura 3.12) (anexo 3.5).

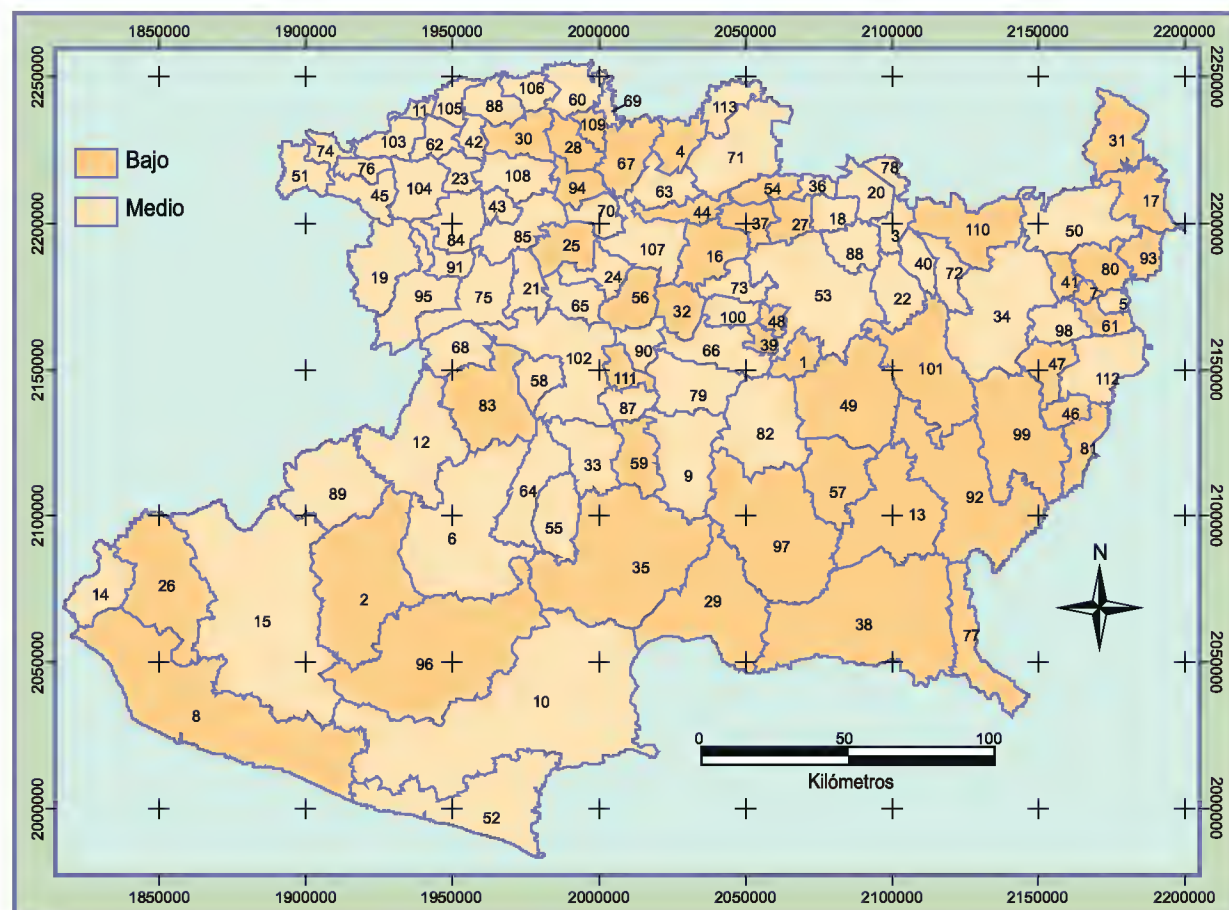


Figura 3.11 Índice de consolidación económica, social y política por municipio (1980).

(Elaborado con base en Navarro et al., 2002^a).

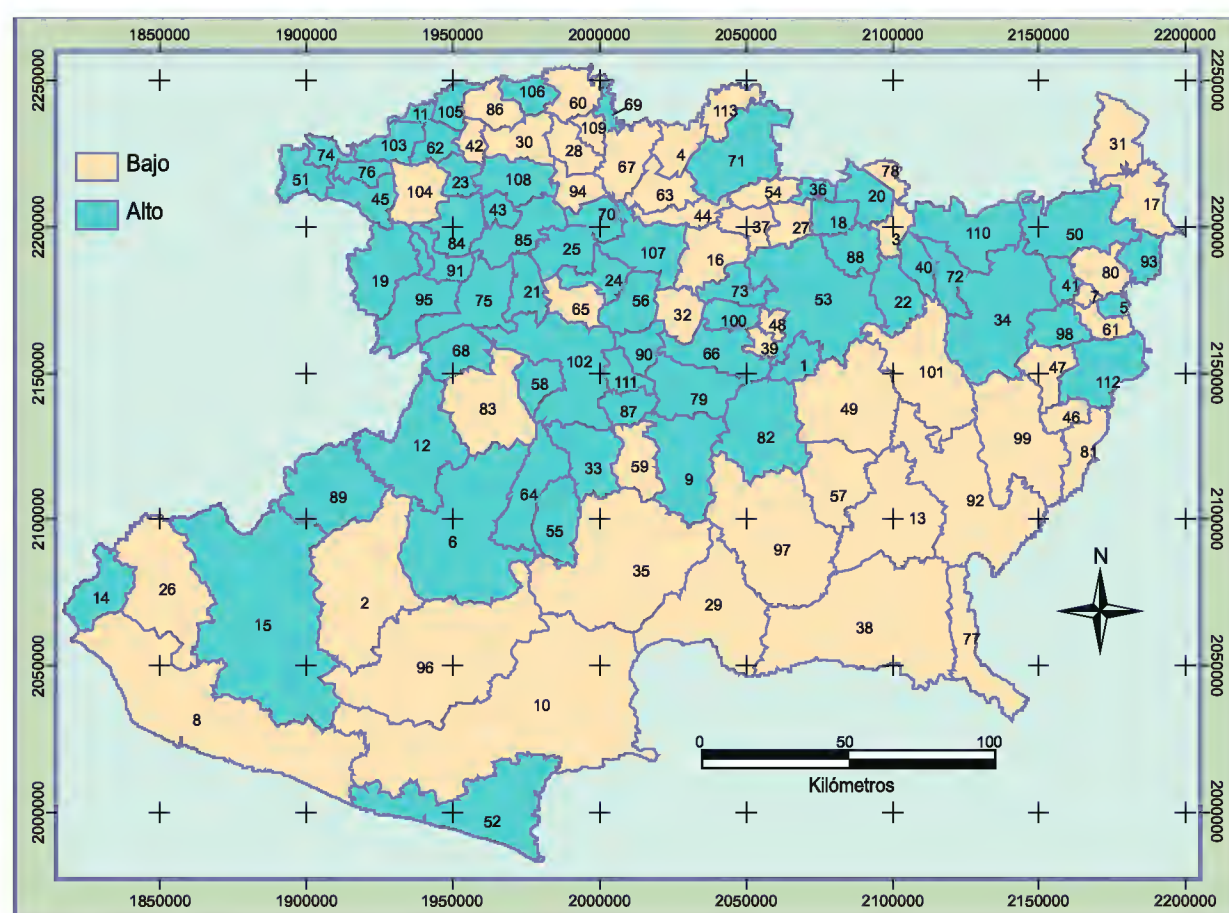


Figura 3.12 Índice de consolidación económica, social y política por municipio (2000).

(Elaborado con base en Navarro et al., 2002^a).

Referencias

- INEGI. 1983. Michoacán: X Censo general de población y vivienda 1980. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, Ags. México. Vol. 1 y 2.
- INEGI. 1990. Michoacán: Cuaderno de información para la planeación. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, Ags. México. Pp. 29-89.
- INEGI. 1991. Michoacán: XI Censo general de población y vivienda 1990. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, Ags. México. 4v. 2362 pp.
- INEGI. 1996. Michoacán: Conteo de población y vivienda 1995. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, Ags. México. 2v. 1008 pp.
- INEGI. 2001. Michoacán de Ocampo: XII Censo general de población y vivienda 2000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, Ags. México. 7v. 4582 pp.
- Navarro C., J.C.L. 2000. El índice de desarrollo humano en el estado de Michoacán. Archivos de trabajo (Excel), Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich.
- Navarro C., J.C.L. 2004. Archivos de trabajo, Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich.
- Navarro C., J.C.L. y G. Vargas U. 1997. La marginación por regiones en el estado de Michoacán. *En*: C. Tapia y G. Vargas (Coords.). 1997. Desarrollo urbano regional y ciudades medias en México. Centro de Investigación y Desarrollo del Estado de Michoacán y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich. Pp. 285-320.
- Navarro C., J.C.L., Z. Infante y P. Hernández. 2000. El desarrollo humano en Michoacán 1980-1995: una referencia metodológica de la ONU. *Ciencia Nicolaita. Revista de la Coordinación de la Investigación Científica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.* No. 25. Diciembre del 2000. Morelia, Mich. Pp. 13-26.
- Navarro C., J.C.L., G. Vargas U. y J.O. García G. 2001. La marginación en el estado de Michoacán, 1970-1995. *En*: C. L. Navarro J., V.A. Acevedo, P. Mata y J.O. García G. (Coords.). 2001. Distribución del ingreso y bienestar social en Michoacán. Escuela de Economía, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia. Mich. Pp. 53-82.
- Navarro C., J.C.L., G. Vargas U. y J.O. García G. 2002^a. La consolidación económica, social y política en Michoacán, 1980-2002. *En*: C.L. Navarro J., V.A. Acevedo y J.O. García G. (Coords.). 2002. Planeación y desarrollo en México y Michoacán. Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán. Pp. 325-356.
- Navarro C., J.C.L., G. Vargas U. y J.O. García G. 2002^b. La marginación en el estado de Michoacán 1970-2000. *En*: C.L. Navarro J., V.A. Acevedo y J.O. García G. (Coords.). 2002. Planeación y desarrollo en México y Michoacán. Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán. Pp. 379-419.
- PNUD, Programa de las Naciones Unidas Para el Desarrollo. 1998. Informes sobre desarrollo humano. Editorial Mundi-Prensa. México. Pp. 10-50.
- Rivera J., G. Vargas U. y J.O. García G. 1997. Michoacán: Geografía Electoral 1994. *Ciencia Nicolaita. Revista de la Coordinación de Investigación Científica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.* No. 14. Abril de 1997. Morelia, Mich. Pp. 35-46.
- Rivera J., y G. Vargas U. 2001. Atlas electoral del estado de Michoacán. Congreso del Estado de Michoacán y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich. Disco Compacto.
- SEGOB. 2000. Sistema Nacional de Información Municipal. Marginación. Secretaría de Gobernación. Centro Nacional de Desarrollo Municipal. Disco Compacto.
- SEP- UMSNH. 2003. Atlas Geográfico del Estado de Michoacán. Secretaría de Educación Pública y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, EDDISA, S.A. de C.V. 2 ed. Pp. 17-20.
- Vargas U., G. 1995. Apuntes para una tipología de las ciudades y la urbanización en Michoacán. *Ciencia Nicolaita. Revista de la Coordinación de Investigación Científica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.* No. 9. Julio de 1995. Morelia, Mich. Pp. 55-90.

CAPÍTULO 4

Biodiversidad

Es evidente que nuestro planeta alberga una gran variedad de organismos que conforman los ecosistemas que estamos acostumbrados a reconocer: los bosques, las selvas, los desiertos, los lagos, los ríos y mares. Cuando nos referimos a la diversidad biológica nos viene a la mente la enorme variedad de formas animales y vegetales, cuando en realidad la mayor diversidad corresponde a los microorganismos. Como ejemplo, baste mencionar que a partir de resultados de investigaciones sobre el ADN se ha determinado que pueden existir más de 4 000 genomas independientes en un gramo de suelo, mientras que otros estudios estiman que es posible encontrar entre 20 000 y 40 000 especies de bacterias por gramo de suelo. Así, podemos afirmar que el conocimiento sobre la biodiversidad se reduce en la medida que disminuye el tamaño de los seres vivos.

Gracias a las diversas funciones de los microorganismos es posible mantener la vida en la Tierra, pues son la base de la dinámica de los ecosistemas terrestres, acuáticos y aéreos; en este sentido, hacen posible la existencia de selvas, arrecifes coralinos o agroecosistemas. No obstante su importancia, en el ámbito nacional reciben mayor grado de atención los programas orientados al estudio y la conservación de los organismos macroscópicos como los mamíferos, aves, reptiles, anfibios y plantas vasculares, seguidos de los artrópodos, entre los que destacan los insectos.

Se calcula que existen aproximadamente 4 000 especies de mamíferos, 9 000 de aves, 18 000 de peces y 7 000 de reptiles, números apenas comparables con el de las especies de plantas, desde briofitas hasta angiospermas, que suman más de 225 000 especies. Los hongos, pequeños y exitosos organismos, con casi 70 000 especies conocidas, podrían de acuerdo a la

proyección de Hawksworth (1991), comprender un número real de 1.5 millones de especies. A finales de la década de 1980 se reconocían 1.82 millones de especies de insectos (Stork, 1988), de los cuales 256 500 son escarabajos.

Al hablar de biodiversidad, los biólogos no sólo se refieren a las diferentes formas de vida o especies registradas, sino a todos los procesos e interacciones que entre estos organismos ocurren, así como las dependencias existentes entre los componentes abióticos, como el suelo, el agua, el clima, que interactúan con las plantas, animales y microorganismos que dependen de ellos. Así, la biodiversidad es el producto de la historia biológica de un lugar o sistema, y la forma más fácil de reconocerla es por la variedad de formas de vida y procesos biológicos que ocurren en un área o ecosistema definido.

La información que se presenta en este capítulo sobre la biodiversidad de Michoacán, es un claro indicador de la insuficiente investigación sobre el estado en que se encuentra la diversidad biológica, especialmente en grupos de organismos poco "populares" como invertebrados, protistas y bacterias, pequeños sólo en tamaño, ya que su riqueza de especies es probablemente la mayor de las existentes.

4.1 Monera

Juan Manuel Sánchez-Yáñez

Las plantas viven en estrecha relación con una amplia gama de bacterias; sin embargo, la información de la literatura generalmente se refiere a la interacción negativa entre ambos grupos. Existen numerosos reportes sobre bacterias fitopatógenas que atacan hojas, tallos, raíces o el fruto de plantas de valor comercial, mientras que todavía es pobre la información sobre las bacterias que favorecen positivamente su crecimiento en la naturaleza (Calderón *et al.*, 2000).

La diversidad conocida de Monera (procariontes o bacterias asociadas a plantas) en el Estado de Michoacán, en general está limitada a aquellas que atacan plantas domésticas y afectan la productividad agrícola. Otra clase de Monera, relacionada con las plantas domésticas, es la de las bacterias

de los géneros *Rhizobium* y *Azospirillum*, que inoculadas en cultivos de frijol y maíz los ayudan a crecer sanamente y mantienen su rendimiento a dosis reguladas de fertilizante nitrogenado (Sánchez-Yáñez *et al.*, 1998).

El conocimiento sobre las bacterias que tienen una acción positiva en el crecimiento y rendimiento de las plantas domésticas a niveles regulados de fertilización nitrogenada, se incrementó de manera impresionante en los últimos diez años (Llovera *et al.*, 1994; Loera *et al.*, 1996). Con base en la investigación realizada al respecto, se estableció el criterio de las llamadas "bacterias promotoras de crecimiento vegetal" (BPCV), el cual señala que por diversos mecanismos las plantas son beneficiadas por dichas bacterias; uno de éstos es la fijación biológica de nitrógeno molecular (N_2), estrategia en la que el N_2 del aire llega al tejido vegetal para incorporarse a su metabolismo y estimular su sano crecimiento. La bacteria del género *Rhizobium* realiza este proceso de manera natural mediante una *simbiosis* radical en las leguminosas tanto silvestres como domésticas.

Otro posible mecanismo de las BPCV es la producción de sustancias promotoras del crecimiento vegetal (SPCV) por rizobacterias que transforman productos del metabolismo vegetal, como los exudados radicales (ER) de las raíces de la planta, en estimuladores o reguladores del crecimiento de la raíz y de otros órganos vegetales. Una estrategia también de las BPCV es la competencia microbiana, fenómeno que se observa cuando la rizobacteria coloniza la raíz y evita la proliferación de microorganismos *fitopatógenos* en esa zona de la planta, facilitando de esa manera un saludable desarrollo vegetal (García-Reyna *et al.*, 2003; Plata-Guzmán *et al.*, 2003).

Un aspecto aplicable en la agricultura es el antagonismo microbiano, fenómeno reportado en rizobacterias que transforman sus exudados radicales en compuestos de tipo antibiótico que inhiben el crecimiento de bacterias y hongos fitopatógenos (Calderón *et al.*, 2000).

La producción de sideróforos microbianos es otra forma de promoción del crecimiento vegetal. Se reporta que los sideróforos son necesarios para las plantas que se cultivan en suelos carentes de elementos esenciales como el hierro y magnesio (Sánchez-Yáñez *et al.*, 1998).

Recuadro 4.1

Bacterias promotoras de crecimiento vegetal

Juan Manuel Sánchez-Yáñez

Los grupos de Microbiología Ambiental y Ecología Microbiana del Instituto de Investigaciones Químico Biológicas (IIQB) de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH) realizan investigación con bacterias promotoras de crecimiento vegetal (BPCV) en cultivos de algunos municipios de Michoacán. Además de trabajar la línea referente a bacterias asociadas a raíces y de tipo endófito en plantas silvestres como el teocintle (*Zea mexicana* L.), así como en malezas de los géneros *Rinchelitrium* y *Paspalum*.

En general, los reportes sobre la existencia de bacterias en vegetación nativa silvestres son mínimos; se restringen a aquéllas que tienen algún valor económico, medicinal u ornamental, como las orquídeas, las que interactúan con un género bacteriano de reciente descripción, que vive en sus órganos: *Burkholderia*, un endófito incluso de sus semillas; esta bacteria es necesaria para el crecimiento normal de las orquídeas (García-Reyna *et al.*, 2000).

El teocintle es una gramínea que existe como flora nativa silvestre en municipios del norte de Michoacán y el sur de Jalisco, zona donde se registra el origen del maíz. En el teocintle se investiga la población de bacterias **endófitas** fijadoras de N₂, en específico aquellas que se relacionan con el crecimiento sano de plantas domésticas. De acuerdo con los resultados de esta investigación, la población de BPCV del teocintle representa una oportunidad para determinar los géneros de bacterias que son benéficas y que existen en los distintos órganos de las plantas, identificando así su uso potencial en plantas domésticas (García-Reyna *et al.*, 2003).

En esta investigación también se evaluó el efecto de la inoculación de BPCV en plantas domésticas con el fin de reducir el uso de fertilizante nitrogenado, ya que éste provoca una disminución de la fertilidad del suelo y contaminación ambiental, entre otros efectos indeseables para el ambiente y para la economía del agricultor.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se reporta que en el interior del teocintle viven *Burkholderia cepacia* y especies de los géneros *Azotobacter* y *Bacillus*, las que inoculadas en maíz y trigo ejercen un efecto positivo sobre su crecimiento, lo que lleva a disminuir la dosis de fertilización nitrogenada desde un 10% hasta un 50% (García-Reyna *et al.*, 2000; Plata-Guzmán *et al.*, 2003) sin afectar su crecimiento, que es similar al del maíz tratado con la dosis 100% de fertilizante nitrogenado, como se muestra en la figura 1.

Las malezas constituyen un grupo de plantas importantes por su impacto económico negativo en la agricultura. Estas plantas sobreviven sin aparente problema en sitios de disturbio, debido en parte a su íntima interacción con BPCV en sus órganos, y además por su herencia genética (Sánchez-Yáñez *et al.*, 1998). El valor de estas rizobacterias estriba en la ayuda que proveen a las plantas para adaptarse a ambientes adversos, como aquellos que presentan deficiencias nutricionales e hídricas, y también porque les proporcionan resistencia contra fitopatógenos.

En el Laboratorio de Microbiología Ambiental se cuenta con una colección de BPCV, que inoculadas en maíz y trigo ejercen efectos benéficos sobre la absorción radical de nitrógeno, al reducir la dosis de ese fertilizante hasta en un 50% (Plata-Guzmán *et al.*, 2003). La inoculación de estas BPCV en semillas de trigo y maíz es una alternativa para la producción sustentable de granos en el Estado, al minimizar la contaminación en el suelo, sin afectar el rendimiento de esas plantas.

Un análisis de la densidad de *Burkholderia*, realizado en los órganos y semillas de teocintle, mostró que existe mayor cantidad de este género en las raíces de la gramínea, como lo señala la figura 1, lo que supone que la bacteria ayuda a la planta a superar las condiciones ambientales adversas que normalmente enfrenta el teocintle (García-Reyna *et al.*, 2003). Al inocular *Burkholderia* al maíz, se observó un efecto positivo sobre su crecimiento, en comparación con el maíz al que sólo se le fertilizó con urea o al considerado como el control relativo, en la forma que se presenta en la figura 2.

Se reporta que *Burkholderia* indujo un efecto estimulador sobre la absorción radical de la urea por el maíz, incluso en el ensayo donde no se agregó urea a la planta. Se cree que *Burkholderia* fijó biológicamente el N₂ y de esa forma ejerció un efecto positivo sobre el crecimiento del maíz, como se reporta para BPCV en otras plantas domésticas (García-Reyna *et al.*, 2000).

La investigación realizada para el reino Monera en la vegetación nativa silvestre del Estado es escasa, aunque existen avances sobre el impacto que estos microorganismos tienen sobre el crecimiento de algunas plantas domésticas como el maíz y el trigo. Lo anterior motiva a la investigación del uso de BPCV para el cultivo de granos con el propósito de contribuir a la producción agrícola sostenible de las gramíneas en la región, así como aportar información al conocimiento que explica la coevolución entre las bacterias y las plantas.

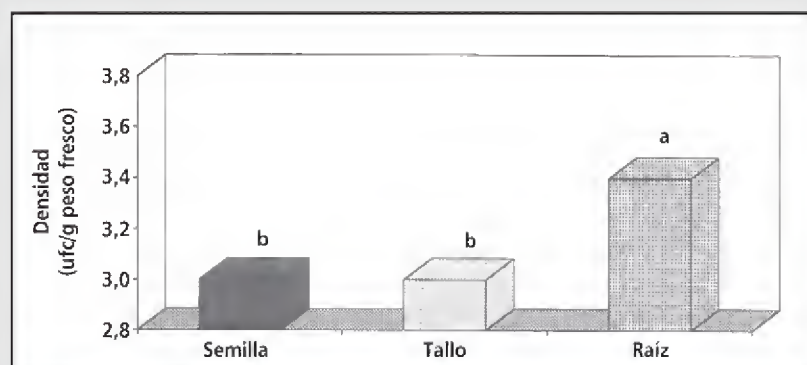


Figura 1 Densidad de población endófitas de *Burkholderia* sp. en semilla, tallo y raíz de teocintle. La media corresponde a nueve valores. Valores con la misma letra son estadísticamente iguales (DMS $P < 0.05$).

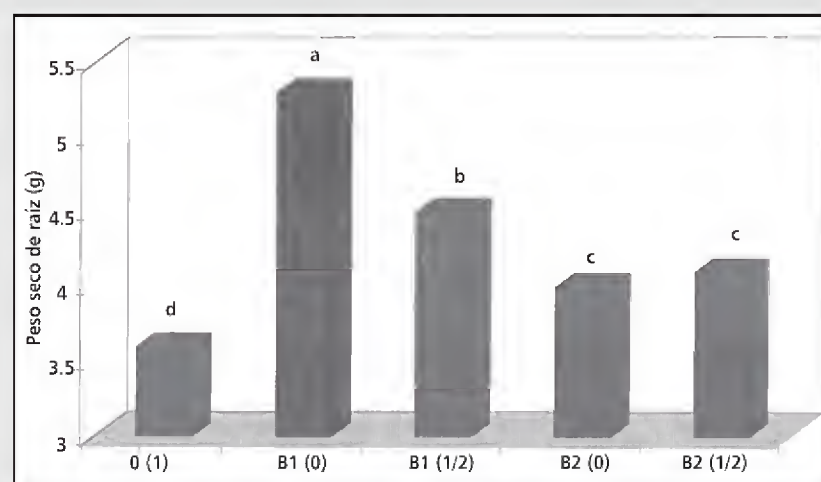


Figura 2 Efecto de inoculación de *Burkholderia* sp. endófitas de teocintle sobre peso seco de raíz de maíz con y sin urea al amacollamiento, en invernadero; maíz sin inocular y sin urea. Aislados: B1: *Burkholderia* sp. T41, B2; *Burkholderia* Sp. T42, dosis de fertilizante nitrogenado: (1); 200KgN como urea h-1, (1/2); 100KgNh-1, (0); sin urea. Letras iguales sin diferencia estadística significativa según Tukey ($P < 0.05$). Los valores son el promedio de diez plantas.

4.2 Análisis de la ficoflora cianobacteriana planctónica de tres lagos Cuitzeo, Pátzcuaro y Zirahuén

J. Gerardo A. Ceballos-Corona
 Reyna Alvarado-Villanueva
 María del Rosario Ortega-Murillo
 Salma Judith López-Trejo

Las cianobacterias constituyen un grupo de bacterias fotosintetizadoras distintas de los otros grupos de procariontes *fototróficos*, debido a que no tienen un núcleo delimitado por una membrana y presentan una zona central denominada centroplasma, donde se encuentra la información genética; otra diferencia estriba en la presencia de un cromoplasma constituido por pigmentos de clorofila "a" y ficobiliproteína en donde se realiza la fotosíntesis, en lugar de cloroplastos. Además, en la parte externa de su pared celular presentan una vaina mucilaginoso.

Este grupo también es conocido como "algas azul-verdes" y comprende una extensa diversidad de formas, así como una amplia distribución. Se pueden encontrar en las zonas de los hielos permanentes y en las fuentes termales, en sistemas hipersalinos y en los cuerpos de agua dulce. Son capaces de sobrevivir bajo condiciones mínimas de nutrientes nitrogenados, ya que la mayoría tienen su fuente de nitrógeno en la atmósfera.

En los últimos años los lagos mexicanos han sufrido un incremento en su flora cianobacteriana; tal situación puede atribuirse en gran medida al grado de contaminación producto de las actividades humanas que se desarrollan en torno a estos sistemas. En los principales lagos michoacanos se presentan condiciones favorables para el incremento de las especies de cianobacterias; por tal motivo, desde hace veinte años se han venido analizando muestras planctónicas, de las cuales se ha generado un listado de especies, identificando además

los parámetros fisicoquímicos bajo los cuales dichas especies se han desarrollado. El listado florístico abarca 35 especies, siendo los géneros *Oscillatoria*, *Chroococcus* y *Merismopedia* los de mayor representación; estos géneros se encuentran distribuidos ampliamente en los lagos michoacanos. Las especies de mayor abundancia son *Microcystis aeruginosa*, *Oscillatoria ornata*, *O. tenuis* var. *natans*, *Anabaena planctonica* y *Chroococcus minutus*.

La mayoría de los lagos michoacanos muestran una clara tendencia hacia la **eutrofización**, esto es, una sobrecarga de materia orgánica. En algunos casos, como en el Lago de Cuitzeo, se han podido detectar condiciones de hipereutrofización, proceso que se ha acelerado por la gran cantidad de nutrientes fosfatados aportados por las aguas residuales provenientes de la ciudad de Morelia, los cuales han provocado el florecimiento de cianobacterias como *Oscillatoria tenuis* var. *natans*. Esto ha ocasionado la denominada "sombra biológica", que produce condiciones de falta de oxígeno, lo que obra en contra de la supervivencia de organismos que dependen de éste. En el Lago de Pátzcuaro los florecimientos cianobacterianos están dominados por *Microcystis aeruginosa* y *Anabaena planctonica*, sin llegar a provocar los mismos niveles críticos detectados para el Lago de Cuitzeo. En el Lago de Zirahuén aún no se han registrado situaciones similares, razón por la que se puede considerar como el lago más limpio y en mejores condiciones tróficas del Estado de Michoacán. Las especies encontradas en este lago son *Chroococcus minutus* y *Chroococcus dispersus*, que no alcanzan los índices de abundancia de otras cianobacterias como las presentes en los otros lagos.

4.2.1 Lago de Cuitzeo

El Lago de Cuitzeo ha sido el menos estudiado al respecto del tema que se trata. Hacia la década de 1970, Mendivil y colaboradores (1980) mencionan la presencia de florecimientos de cianobacterias, principalmente *Aphanizomenon flos-aquae* y *Anabaenopsis arnoldii*. Al inicio de la década de 1980, Alvarado y colaboradores (1984) compararon la composición y la abundancia del fitoplancton entre muestreos realizados en 1979 y 1981, encontrando un marcado incremento en la abundancia y dominancia de

Oscillatoria y una disminución en otros géneros del fitoplancton. En 1985, Ortega publicó datos sobre florecimientos de *Anabaenopsis arnoldii* y *Anabaena* sp.

Hacia el año de 1991 las condiciones del lago cambiaron; las partes oeste y central se secaron, manteniéndose con agua únicamente el lado este, donde la vegetación acuática todavía se presentaba de manera abundante, mientras que en las zonas con altas concentraciones de nutrientes, principalmente fosfatados, como las áreas de descarga de aguas residuales de los ríos Grande de Morelia y Queréndaro, se presentaban comunidades de algas con especies de cianobacterias como *Oscillatoria major*, *O. limosa*, *O. ornata*, *Anabaenopsis* sp. y *Microcystis aeruginosa* (Ceballos et al., 1994); esta condición se mantuvo cuando menos hasta 1997, y para ese año se reportaron florecimientos de cianobacterias sobre todo en los sitios de descarga de aguas residuales hacia el lado este del lago (Ortega y Alvarado, 1998).

4.2.2 Lago de Pátzcuaro

En los primeros estudios sobre plancton (De Buen, 1940, 1943 y 1944; Osorio-Tafall 1940, 1941a y 1944) se reportan las observaciones de cianobacterias con la presencia de *Microcystis* sp. y *Anabaena* sp.; en estos trabajos se menciona que en la época de calor se hace más notoria la presencia de dichas especies y también se reportan por primera vez florecimientos ocasionados por *Anacystis rupestris* var. *prasina* y *Aphanotheca stagina*. En la década de 1970, Tellez y Motte (1976) determinan que las cianobacterias representan el 17.5 % de la abundancia de las algas del fitoplancton en la parte sur del lago durante la época de verano. Ya en la década de 1980, Velasco (1982) señala que en la época de lluvias se manifiesta la presencia de *Microcystis aeruginosa* y *Aphanizomenon flos-aquae*.

Chacón y colaboradores reportan en 1991 florecimientos masivos de cianobacterias durante el mes de febrero, atribuyendo el fenómeno a la presencia de *Aphanizomenon flos-aquae* en el lado sur y en el lado norte por *Microcystis aeruginosa*. Después de analizar muestras del ciclo 1991-1992, Camarena (2003) reporta cantidades abundantes de *Anabaena*

flos-aquae en otoño e invierno y de *Aphanizomenon flos-aquae* en primavera.

4.2.3 Lago de Zirahuén

Los primeros estudios limnológicos de este lago (Matsui y Yamashita, 1936) lo describen como un cuerpo de aguas profundas y accesibles. En la década de 1940, De Buen (1943) reporta cianobacterias del género *Anabaena* en el sur del lago, en la localidad de Rincón de Agua Verde. Hasta la década de 1970 se hace alusión a los primeros florecimientos documentados de cianobacterias durante la época de verano, provocados principalmente por *Chroococcus* (CFE, 1979). Para la década de 1980, Mendoza y colaboradores (1985) observaron un incremento en las cianofíceas *Anabena*, *Aphanocapsa elachuista*, *Chroococcus minimus*, *Dactylococcopsis acicularis*, *Lyngbya major*, *Merismopedia punctata*, *Microcystis incerta*, *Oscillatoria limnetica*, *O. prolifica* y *Rivularia* sp., de las que destacaba en verano, otoño e invierno *Dactylococcopsis acicularis*, y en verano solamente *Microcystis incerta*; pero en términos generales la especie más abundante siempre fue *Chroococcus minimus*.

Para la década de 1990 los estudios sobre fitoplancton se intensifican y se hacen más completos. En este sentido, Alvarado (1996) menciona que *Anabaena* fue un género bastante frecuente en todo el sistema acuático, obteniéndose un incremento de seis especies con respecto a los datos obtenidos en la década anterior; señala que las cianobacterias aportan el 11% del total de la ficoflora. A finales de la misma década, Bernal (1998) observó que *Aphanotece* era una de las cianobacterias más abundantes.

Para los inicios del presente siglo, Alvarado (2003) reportó que este grupo constituía el 9% del total de la abundancia de la composición de las algas. Cabe mencionar que hacia la primavera del 2002, se detecta un incremento de cianobacterias a profundidades de 5 metros donde se obtuvieron registros de *Snowella septentrionalis* con abundancias de hasta 500 organismos por mililitro (org/ml), y de *Chroococcus dispersus* con 600 org/ml, indicadores de la presencia de materia orgánica en cuerpos de agua.

4.3 Protista

J. Gerardo A. Ceballos Corona

La biodiversidad en nuestro planeta en su mayor parte es conocida por los organismos macroscópicos, es decir, aquellos que a simple vista detectamos; sin embargo, existe un mundo microscópico, tal vez mucho más diverso, que sólo se puede observar con aparatos amplificadores. Un grupo importante lo forman los organismos unicelulares eucariotes (con núcleo definido) y cuya vía de respiración es aeróbica, conocidos como protistas. La mayor parte de estos organismos corresponden a las microalgas, llamadas vegetaloides por su capacidad fotosintetizadora (**autótrofos**), y una parte menor concierne a los organismos parecidos a animales, denominados protozoos o animaloides, debido a que son **heterótrofos**.

A los protistas los podemos localizar en casi todos los ambientes conocidos; los hay en agua dulce, salobre, estuarina, marina, en las aguas frías, templadas y cálidas, en los suelos húmedos, parasitando a las algas, invertebrados y vertebrados, así como en funciones de comensales y simbioses.

En el Estado de Michoacán los grupos mejor estudiados son los protistas vegetaloides y en particular los de sistemas dulceacuícolas, como los lagos de Zirahuén, Pátzcuaro, Cuitzeo y Zacapu (cuadro 4.1) y los embalses o presas de Bellas Fuentes, La Mintzita, Sabaneta, Laguna Larga, El Cueramal y Zicuirán (cuadro 4.2).

Las especies más características de cada grupo son las siguientes: de los dinoflagelados, *Ceratium cornutum* y *Peridinium cinctum*; de las diatomeas, *Cyclotella meneghiniana*, *Aulacoseira granulata*, *Fragilaria construens*, *Synedra ulna*, *Coconeis placentula*, *Navicula cryptocephala*, *Pinnularia major*, *Gomphonema olivaceum*, *Amphora ovalis*, *Cymbella tumida*, *Epithemia argus* y *Surirella elegans*; de las euglenas *Euglena viridis* y *Phacus pleuronectes*; para las algas verdes, *Chlamydomonas mexicana*, *Chlorococcum humicola*, *Scenedesmus acuminatus*, *Cosmarium circulare* y *Staurastrum leptocladum*.

Con respecto al sistema marino solamente se cuenta con estudios puntuales de varias localidades de la costa michoacana; los grupos observados se presentan en el cuadro 4.3.

Las especies características por grupos son las siguientes: para dinoflagelados, *Prorocentrum micans*, *Dinophysis caudata*, *Ornithocercus magnificus*, *Proto-peridinium depressum*, *P. oceanicum*, *Ceratium furca*, *C. macroceros*, *Noctiluca scintillans* y *Pyrodinium bahamense*; para diatomeas, *Coscinodiscus subtilis*, *C. asteromphalus*, *Chaetoceros affinis*, *C. coarctatus*, *R. imbricata*, *Rhizosolenia setigera*, *Odontella mobiliensis*, *Planktoniella sol* y *Pleurosigma aestuarii*; para las algas verdes, *Staurastrum leptocladum*, que se ha observado esporádicamente.

Cuadro 4.1 Distribución de los grupos de protistas microalgales en lagos michoacanos.

Categoría	Dinophyta (dinoflagelados)	Chrysophyta (diatomeas)	Euglenophyta (euglenas)	Chlorophyta (algas verdes)	Total
Clases	1	3	1	1	6
Órdenes	1	4	1	6	12
Familias	3	14	1	15	33
Géneros	3	32	3	41	79
Especies	8	84	8	89	189

Cuadro 4.2 Distribución de los grupos de protistas microalgales en presas michoacanas.

Categoría	Dinophyta (dinoflagelados)	Chrysophyta (diatomeas)	Euglenophyta (euglenas)	Chlorophyta (algas verdes)	Total
Clases	1	3	1	1	6
Órdenes	1	6	1	6	14
Familias	4	14	1	14	33
Géneros	5	22	4	31	62
Especies	10	37	17	58	122

Los protistas animaloides (protozoos) son los menos estudiados en Michoacán. En particular solamente dos grupos cuentan con registros puntuales: los sarcodinos de agua dulce, de charcas temporales y manantiales ya desaparecidos en las inmediaciones de la ciudad de Morelia y de embalses como Ojo de Agua de Naranja de Tapia, Zicuirán y El Cueramal. Poco se conoce del otro grupo, los ciliados, aun cuando son los más característicos de los sistemas acuáticos; los listados de especies para agua dulce y marina son insuficientes (cuadro 4.4).

Entre las especies características de los animaloides se registran: para los sarcodinos, *Amoeba proteus*, *Actinosphaerium eichhorni*, *Arcella dentata*, *A. vulgaris*, *Nebela collaris*, *Diffugia oblonga* y *Cucurbitella mespiliformis*; para los ciliados, son especies conocidas *Coleps elongatus*, *Paradileptus conicus*, *Vorticella microstoma*, *V. oceanica*, *Zoothamnium arbuscula*, *Tintinnopsis radix*, *Codonellopsis ostenfeldi*, *Tintinnus lusus-undae*, *Favella campanula* y *Xystonella americana*.

En el anexo 4.2 se encuentra un listado de 26 familias y 46 especies de protistas de importancia económica, ya que éstas se presentan en las mareas rojas tóxicas y son indicadores de las diferentes condiciones de los cuerpos de agua, como niveles de contaminación, presencia de materia orgánica, acidez y toxicidad.

Cuadro 4.3 Distribución de los grupos de protistas microalgales marinos en la costa de Michoacán.

Categoría	Dinophyta (dinoflagelados)	Chrysophyta (diatomeas)	Chlorophyta (algas verdes)	Total
Clases	2	2	1	5
Ordenes	5	3	2	10
Familias	19	18	2	39
Géneros	23	54	3	80
Especies	107	136	1	244

Cuadro 4.4 Distribución de los grupos de protistas animaloides en sistemas dulceacuícolas y marinos en el Estado de Michoacán.

Categoría	Sarcomastigophora (sarcodinos)	Ciliophora (ciliados)	Total
Subphylum	1	-	1
Clases	3	4	7
Órdenes	3	6	9
Familias	4	15	19
Géneros	23	44	67
Especies	14	94	108

Recuadro 4.2

Los Tintínidos de la Provincia Nerítica de la costa del estado de Michoacán.

J. Gerardo A. Ceballos-Corona

Los tintínidos son un grupo especial de protozoarios ciliados que presentan una envoltura de forma característica denominada lórica, la cual muchas veces se encuentra cubierta por diferentes materiales o partículas, como granos de arena, cristales de sal e incluso heces fecales. En la abertura bucal se presentan los cilios, compuestos a manera de láminas ciliares (membranelas) que se utilizan para el movimiento, y microtentáculos con los que se alimentan. La mayoría de estos organismos unicelulares se encuentran en el medio marino. Kudo (1966) y Martínez y Elías (1985) consideran que este grupo se encuentra mejor representado en aguas mar adentro y que en menor proporción se pueden localizar en zonas bentónicas (fondos) de aguas costeras; sin embargo, Osorio-Tafall (1941b) menciona que de las 753 especies conocidas hasta la década de 1940, 207 se encuentran bien representadas en aguas costeras del Pacífico mexicano. La importancia de los tintínidos no ha sido valorada; sin embargo, Sverdrup *et al.* (1970), mencionan que estos organismos son depredadores agresivos y su papel en el plancton es importante, ya que es el eslabón que controla a las poblaciones de microalgas y bacterias del plancton. La abundancia de los tintínidos está fuertemente relacionada con los incrementos de diatomeas y de otras especies del fitoplancton.

De acuerdo con los datos existentes para el Estado de Michoacán, se han registrado 21 géneros y 66 especies. Los géneros más representativos son: *Tintinnopsis*, *Favella*, *Codonellopsis* y *Rhabdonella*; mientras que las especies con mayor distribución son *Favella campanula* y *Leprotintinnus kortnicus*. Entre las localidades estudiadas en Michoacán, la que presenta mayor diversidad y abundancia de tintínidos se ubica en la Bahía de Maruata, en tanto que lo contrario ocurre en la playa de Caleta de Campos. La diversidad y abundancia de tintínidos está fuertemente relacionada con la presencia de grandes cantidades de fitoplancton y materia orgánica, la cual a su vez favorece la presencia de altas concentraciones de bacterias. Esta situación se puede observar tanto en la desembocadura del río Balsas, como en la Bahía de Maruata. Aparentemente el factor principal que incide en la distribución de las especies es la temperatura, la cual está directamente relacionada con la presencia de la corriente de California (fría) entre los meses de febrero y mayo, y la corriente Deriva de Costa Rica (cálida) de junio a enero.

4.4 Zooplancton

Sonia González Santoyo

La mayor parte de la información conocida sobre la fauna planctónica de los mares de México procede de estudios realizados en áreas templadas. Algunas investigaciones se han generado en lagunas litorales tropicales de la zona norte del Golfo de México. El Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR), dependiente del Instituto Politécnico Nacional, ha trabajado en la región de Baja California y el Golfo de Cortés.

Entre los principales grupos que conforman la fauna planctónica están los copépodos, los cladóceros, diversas larvas de crustáceos (camarones, langostas, cangrejos) y larvas de moluscos, entre otros. El estudio de estos animales es importante en diferentes sentidos ya que, por ejemplo, los gasterópodos (caracoles) y los quetognatos (gusanos flecha) son indicadores de las características de las masas de agua y de sus movimientos, debido a que algunas de sus especies presentan distribuciones geográficas restringidas por su tolerancia a la temperatura y la salinidad.

Actualmente se cuenta con información concerniente a la distribución y la abundancia de 28 especies de copépodos (pequeños crustáceos), todos *epipelágicos*, o sea que pueden vivir desde la superficie hasta los 200 m de profundidad. De este total, 27 son de aguas cálidas tropicales o subtropicales, y una de aguas templadas que habita las profundidades mayores de 200 m y cuya presencia está determinada por aguas de menor temperatura, como las de la corriente fría de California.

Se encuentra en preparación el reporte de un estudio enfocado a los copépodos planctónicos de la costa de Michoacán (Guerrero en prep.). En el cuadro 4.5 se enlistan los géneros de copépodos identificados en dicho estudio; el listado sistemático de los organismos identificados en la Bahía de Maruata siguen los criterios de determinación de Boltoskoy (1981) y Rose (1933). El arreglo sistemático está basado en Huys y

Boxshall (1991) y Hernández-Trujillo y Esqueda-Escárcega (2002).

Existe información de la composición del *zooplancton*, tanto de los taxones mayores como al nivel de especie. En el ictioplancton se identifica una gran cantidad de larvas de especies de peces de interés económico; el conocer la dinámica de la presencia y la abundancia de las especies de ictioplancton nos ayuda a inferir las poblaciones adultas y a planificar el uso de los recursos pesqueros.

Para el área costera comprendida entre el Faro de Bucerías y Maruata en el Estado de Michoacán, se conocen seis órdenes, cuatro subórdenes y 14 familias de peces. Entre ellos se encuentran en abundancia los peces conocidos como "cachuditos", especie al parecer no descrita científicamente. Entre las especies menos abundantes, por lo menos durante la primavera, se encuentran las larvas conocidas como "sierras", de la familia Scombridae (cuadro 4.6).

Con base en los estudios realizados en las playas de Maruata, Careicitos, Colola y Faro de Bucerías, se sabe que la diversidad de *zooplancton* en aguas costeras michoacanas está representada por 43 grupos, siendo los más numerosos los copépodos, los briozoarios (plumas de mar) y los cladóceros (pulgas de agua), con variaciones en densidad y *biomasa* debidas al efecto de la corriente fría de California, más que por las condiciones propias de la costa. También se cuenta con información sobre los moluscos pterópodos pelágicos que se han resgistrado en el Océano Pacífico. Las 13 especies de este grupo pertenecen a 5 familias (cuadro 4.7).

Es interesante destacar que las zonas de mayor biomasa se encuentran sobre todo en la Plataforma de Campeche en el Golfo de México, donde los copépodos son el grupo dominante. Las costas michoacanas se parecen más a las aguas oceánicas tropicales del Golfo de México que a otras zonas de las que se tiene información (cuadro 4.8).

Cuadro 4.5 Copépodos planctónicos de la Bahía de Maruata, Michoacán **.

Orden	Familia	Género
Calanoida Sars, 1903	Acartiidae Sars, 1900	<i>Acartia</i> Giesbrecht, 1889
	Aetidae Giesbrecht, 1892	<i>Euchirella</i>
		<i>Undeuchaeta</i> Giesbrecht, 1892
		<i>Calanus</i> Leach, 1819
	Calanidae Dana, 1849	<i>Mesocalanus lighti</i> (Bowman, 1955)
		<i>Clausocalanus</i> Giesbrecht, 1888
	Clausocalanidae Giesbrecht, 1892	<i>Centropages</i> Kroyer, 1848
	Centropagidae Giesbrecht, 1892	<i>Eucalanus</i> Dana, 1848
	Eucalanidae Giesbrecht, 1892	<i>Euchaeta</i> Philippi, 1843
	Euchaetidae	<i>Paraeuchaeta</i> Scott, 1909
		<i>Pleuromamma</i> Giesbrecht, 1892
		<i>Paracalanus</i> Boeck, 1864
		<i>Labidocera</i> Lubbock, 1853
	Metridinidae Sars, 1902	<i>Pseudocalanus elongatus</i> (Boeck, 1865)
<i>Temora</i> Giesbrecht, 1892		
<i>Aegisthus</i> Giesbrecht, 1891		
<i>Microsetella</i> Brady & Robertson, 1873		
Cyclopoida Burmeister, 1843	<i>M. rosea</i> (Dana, 1848)	
	<i>Macrosetella</i> A: Scott, 1909	
	<i>Oithona</i> Bair, 1843	
	<i>Monstrilla spinosa</i> Park, 1967	
Monstrilloida Sars, 1913	<i>Hyphalioncaptans</i> Humes, 1987	
	<i>Poecilostomatoida Clausidiidae</i> Embleton, 1901	
	<i>Corycaeus</i> Dana, 1849	
	<i>Farranula</i> Wilson, 1936	
Harpacticoida Sars, 1903	<i>Oncaea</i> Philippi, 1843	
	<i>Sapphirina</i> Thompson, 1829	
	<i>Aeghistus</i> sp. Giesbrecht, 1892	
	<i>Microsetella norvegica</i> (Boeck, 1846)	
Harpacticoida Sars, 1903	<i>Ectinosomatidae</i> Oloffson, 1917	
	<i>Tachidiidae</i> Boeck, 1864	<i>Euterpina</i> Norman, 1903

** Información proporcionada por Guerrero R., E. (en preparación).

Cuadro 4.6 Listado de familias del ictioplancton de la zona costera (Maruata y Faro de Bucerías 1994/1995).

Orden	Familia
Atheriniformes	Atherinidae
Perciformes	Carangidae
	Blenniidae
	Sciaenidae
	Gobiidae
	Scombridae
	Pleuronectiformes
Tetraodontiformes	Balistidae
	Tetraodontidae
Clupeiformes	Clupeidae
	Engraulidae
Stomiiformes	Gonostomatidae
Aulopiformes	Synodontidae
Gobiesociformes	Gobiosocidae
Perciformes	Callionymidae

*Familias y órdenes de acuerdo con Eschmeyer

Cuadro 4.7 Listado de especies de moluscos pterópodos pelágicos del Pacífico mexicano.

Familia	Especies
Limacinidae	<i>Limacina inflata</i> (d'Orbigny 1836)
	<i>Limacina trochiformis</i> (d'Orbigny 1836)
	<i>Limacina helicitata</i> (Phipps 1774)
Cavoliniidae	<i>Cuvierina columnilla</i> (Rang 1827)
	<i>Diacria quadridentata</i> (de Blainville 1821)
	<i>Diacria trispinosa</i> (de Blainville 1827)
	<i>Carolina inflexa</i> (Lesuer 1813)
	<i>Clyo pyramidata</i> (Linnaeus 1767)
	<i>Euclio</i> sp.
Clionidae	<i>Clione limacina</i>
Peraclididae	<i>Peraclis apicifulva</i> (Meisenheimer)
Cymbulidae	<i>Desmopterus pacificus</i> (Chun, 1889)
	<i>Desmopterus</i> sp.

Cuadro 4.8 Biomasa de zooplancton en aguas mexicanas.

Región	Peso húmedo- mg/m ³
Golfo de California	141 - 919
Lagunas costeras subtropicales del Pacífico	0 - 200
Vertiente del Golfo de México y Península de Yucatán	0.5 - 21 ¹ 0.5 - 92.6 ²
Aguas oceánicas tropicales del Golfo de México (aguas oligotróficas)	25 - 100
Aguas altamente productivas de la plataforma de Campeche	250 - 1 000 1 500
Maruata, Michoacán (Nov- Abr)	21 - 172.86

(¹B. Chetumal, ²B. de la Ascensión)

4.5 Hongos y líquenes

Marlene Gómez Peralta
Víctor Manuel Gómez Reyes

Los hongos son organismos heterótrofos que ingieren su alimento por absorción; en su mayoría están formados por redes algodonosas a partir de las cuales se producen los cuerpos fructíferos, o sea la parte visible (como la de los hongos que tienen forma de sombrilla). Algunos hongos se asocian simbióticamente con cianobacterias o con algas verdes y forman los líquenes, otros se asocian con las raíces de diferentes especies de plantas vasculares y forman las conocidas como micorrizas.

Los hongos tienen una gran importancia en la naturaleza; cumplen funciones valiosas que aseguran la salud de los ambientes naturales, como la descomposición de la materia orgánica para que las plantas puedan incorporarla y así se reutilicen los nutrientes del suelo. Además, las relaciones simbióticas que establecen con plantas vasculares contribuyen al mantenimiento y vigor de las comunidades vegetales.

Los hongos cuyos cuerpos fructíferos son notorios (macromicetes) durante la época de lluvias, se presentan como *saprófitos* y *micorrícicos*, principalmente de especies forestales, y como *parásitos*, en especial de árboles viejos y enfermos.

Por su parte, los líquenes son organismos que encontramos en una gran variedad de microhábitats, como son cortezas de árboles y arbustos, rocas, suelo, musgo y humus de todos los *ecosistemas* terrestres del mundo.

Desde el punto de vista cultural los macromicetes, sobre todo los comestibles, están relacionados con el conocimiento tradicional de las poblaciones humanas que habitan las zonas boscosas, y son una fuente de alimento durante la época de lluvias, así como de ingresos económicos, pues las especies más comunes son vendidas en mercados locales o regionales. Por ejemplo, el conocido como "hongo amarillo" (*Amanita caesarea*) y la "trompa de puerco" (*Hypomyces lactifluorum*) son hongos que se encuentran regionalmente entre las especies de mayor comercialización. Para el caso de los líquenes, se ha registrado su uso en algunas localidades de la región como ornato y como medicina.

Sobre el conocimiento tradicional de los hongos en el Estado de Michoacán se han realizado algunos trabajos, principalmente enfocados a la *cuenca* del Lago de Pátzcuaro (Mapes et al., 1981 y Díaz-Barriga, 1992), en los que se incluye el conocimiento y el uso de algunos

líquenes y hongos comestibles y venenosos; el trabajo más reciente se realizó en una comunidad del municipio de Zitácuaro (Ortega *et al.*, 2001), donde se resalta la importancia económica de algunos hongos silvestres.

A pesar de la importancia que revisten los hongos y los líquenes, en el Estado de Michoacán se han generado muy pocos listados sistemáticos (Bouly de Lesdain, 1922; Díaz-Barriga y Chávez-Carmona, 1981; Chávez-Carmona, 1981; Díaz-Barriga *et al.*, 1988; Cifuentes *et al.*, 1990; Gómez-Peralta, 1992; Díaz-Barriga, 2003).

La información presentada en este apartado tiene como fuente principal la base de datos de la Colección Micológica (macromicetes y líquenes) del Herbario de la Facultad de Biología (EBUM) de la UMSNH, información que se complementó con las siguientes fuentes: a) listados inéditos de las exposiciones de hongos de los alrededores de Morelia; b) listados presentados en tesis de licenciatura y maestría; c) reportes de especies del estado en literatura especializada; d) información del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de la CONABIO (Cifuentes, 1999; Estrada, 2000; Valenzuela, 1999; Villarreal, 1997) (anexo 4.3).

La diversidad y la abundancia de líquenes y hongos registrados en Michoacán son mayores en los bosques templados de pino, encino, pino-encino, bosque mesófilo de montaña, oyamel y pino-oyamel, en altitudes de 2 000 a 3 200 msnm. Los municipios en donde se conocen mejor las especies de hongos son Hidalgo, Charo, Morelia, Pátzcuaro y Angangueo, mientras que para los líquenes, los municipios son Zinapécuaro, Hidalgo, Angangueo, Huaniqueo y Morelia.

Un menor número de registros de especies de hongos y líquenes corresponde a los tipos de vegetación que se encuentran en regiones más secas o de menor altitud: bosque de encino, matorral subtropical, bosque tropical *caducifolio* y bosque tropical subcaducifolio, principalmente en los municipios de Lázaro Cárdenas, Aquila, Arteaga y Coalcomán.

En cuanto a la información numérica, de los hongos se han registrado 74 familias, 652 especies y 18 taxa infraespecíficos, los cuales provienen de 122 sitios de colecta en 30 municipios del estado; de estas especies registradas, 139 son comestibles, 38 son venenosas, siete

tienen registrado algún uso medicinal, 152 establecen asociación simbiótica con especies forestales (*micorrizas*) y 13 tienen propiedades alucinógenas.

De acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2001, 12 especies de hongos de Michoacán se encuentran enlistadas bajo la categoría de **amenazada** y una está **sujeta a protección especial**; entre estas 13 especies se encuentran hongos comestibles que tienen una alta demanda en el mercado internacional como el hongo blanco (*Tricholoma magivelare*) y algunas especies del conocido como elotillo (*Morchella* spp.), así como algunas de las especies de hongos alucinógenos del género *Psilocybe*.

Los líquenes es un grupo menos estudiado; se cuenta con registros de 29 familias, 200 especies y 23 taxa infraespecíficos provenientes de 80 localidades de 16 municipios (anexo 4.4). Se sabe que cuatro especies tienen uso medicinal: *Flavoparmelia caperata*, *Ramalina ecklonii*, *Pseudevernia intensa* y *Usnea strigosa*; la especie *Roccella babingtoni* presente en la costa de Michoacán, tiene propiedades tintóreas comprobadas, aunque no es utilizada. Algunas especies de *Usnea* se utilizan como ornato de la misma forma que el heno; varias especies de los géneros *Leptogium*, *Peltigera* y *Sticta*, son indicadores de contaminación ambiental debido a su sensibilidad a los contaminantes atmosféricos; de manera contraria, las especies de *Flavoparmelia*, *Flavopunctelia*, *Lecidea* y *Lecanora* son muy resistentes a ésta.

A nivel nacional, Guzmán (1999) considera que existen más de 200 mil especies de hongos y líquenes; sin embargo, se conoce sólo el 4%. Una situación similar se puede encontrar para el Estado de Michoacán, ya que los diferentes estudiosos consideran que los registros actuales de hongos y líquenes (852 especies y 41 taxa infraespecíficos), representan sólo una parte de las presentes en el Estado debido a la gran variedad de asociaciones vegetales que existen, y a que los bosques tropicales han sido poco explorados. Adicionalmente, sólo en el 26.5% de los 113 municipios se han realizado colectas; en cuanto a regiones fisiográficas, la intensidad de colecta se ha concentrado en la Faja Volcánica Transmexicana, también conocida como Eje Neovolcánico.

Recuadro 4.3

Diversidad fúngica en comunidades micorrícicas de Michoacán.

Yazmín Carreón Abud

Las micorrizas son simbiosis mutualistas entre las raíces de las plantas y algunos hongos del suelo. Existen diferentes tipos de micorrizas. Las más importantes son la ectomicorriza y la micorriza arbuscular. En la ectomicorriza, la característica principal y más visible es que el hongo crece sobre la superficie (de ahí el prefijo «ecto», que significa «fuera») de las raíces secundarias. Por otra parte, la micorriza arbuscular se caracteriza por la penetración del hongo en las células corticales, formando una estructura llamada arbusculo.

En años recientes se ha incrementado el número de estudios dedicados a examinar la composición de las especies en comunidades de hongos *micorrícicos*. Esto se atribuye, primeramente, al progreso en la habilidad de caracterizar la colonización de los hongos en raíces individuales, y también al especial interés en conocer los microorganismos del suelo, en particular, los hongos micorrícicos que tienen una influencia significativa en la composición y dinámica del ecosistema.

En Michoacán se conoce muy poco acerca de la diversidad de hongos endomicorrícicos. En un estudio realizado en el 2002 en el poblado de Tiripetío, el número de esporas de hongos micorrícicos arbusculares fue muy abundante. En estos suelos dedicados a la agricultura de temporal se cultiva principalmente maíz y janamargo. Los géneros mejor representados son *Acaulospora* y *Glomus*, del que se conocen tres especies: *G. invermaium*, *G. mosseae* y *G. aggregatum*.

En la zona de Los Azufres, municipio de Ciudad Hidalgo, la diversidad ectomicorrícica se encuentra concentrada en los hongos agaricales y boletales, asociados a los bosques de oyamel. En el cuadro 1 se listan las especies de los esporocarpos más representativos; todos ellos tienen una función ectomicorrizógena y usan sustratos de tipo húmico, con excepción de *Lactarius scrobiculatus*, que es terrícola.

Cuadro 1 Esporocarpos representativos.

Género/especie	Vegetación	Altitud (msnm)
<i>Helvella lacunosa</i>	Bosque de oyamel	2 500-3 000
<i>Lycoperdum perlatum</i>	B. de pino	1 400-3 500
<i>Amanita muscaria</i>	B. de oyamel-pino	2 800
<i>Peziza hemisphaerica</i>	B. de oyamel	2 700
<i>Boletus edulis</i>	B. de oyamel	2 800
<i>Lactarius scrobiculatus</i>	B. de pino-encino-oyamel	2 800
<i>Ramaria flava</i>	B. de pino-encino-oyamel	2 300-2 600
<i>Helvella crispa</i>	B. de oyamel	2 300-3 000

Recuadro 4.4

Hongos entomopatógenos del Estado de Michoacán.

Miguel B. Nájera Rincón

Como una primera contribución para conocer, preservar y utilizar la biodiversidad microbiana del Estado de Michoacán, el CENAPROS-INIFAP con sede en el municipio de Álvaro Obregón, en colaboración con el Centro Nacional de Referencia de Control Biológico (CNRCB), desarrolla un proyecto de investigación orientado a la búsqueda, identificación, aislamiento, conservación y evaluación de hongos entomopatógenos nativos, obtenidos de escarabajos que se conocen comúnmente como «gallinas ciegas» (Coleoptera: Melolonthidae), y en forma indirecta utilizando insectos trampa (*Galleria mellonella*) en diversos tipos de suelo de la entidad y del occidente del país.

En este proceso, la búsqueda y recolección de insectos infectados constituye la principal fuente de nuevos patógenos. Los escarabajos colectados (adultos o inmaduros) aparentemente sanos o con síntomas de infección, son transportados al laboratorio para su observación y posible aislamiento del microbio.

La técnica utilizada es la siembra directa del patógeno en medio de cultivo; una vez identificados, son conservados por transferencia en medio de cultivo (corto plazo) o en cristales de sílica gel (largo plazo), con el objeto de conservar la viabilidad y pureza de los aislamientos, para conservar sus características morfológicas y genéticas, así como su virulencia. Los aislamientos con mayor potencial como agentes de control biológico son caracterizados utilizando técnicas bioquímicas y de biología molecular.

Como resultado del proyecto se cuenta con un total aproximado de 85 aislamientos de hongos entomopatógenos nativos (*Beauveria* spp y *Metarhizium anisopliae*), depositados en la Colección del CNRCB, que se encuentra en la ciudad de Tecomán, Colima.

Recuadro 4.5

Hongos ambientales y de acervos bibliográficos del Estado de Michoacán.

José Merced Flores Flores
Ma. Teresa Álvarez Ramírez

Las esporas de los hongos micromicetos se encuentran en el aire que nos rodea, además de los gases, partículas de materia y otros microorganismos (virus, bacterias, polen, polvo); éstos tienen una profunda influencia sobre la vida de nuestro planeta. Las esporas de estos hongos son transportadas por corrientes de aire en los ambientes externos e internos, como bibliotecas y todo tipo de habitaciones. Cuando las condiciones de humedad y temperatura son favorables en los ambientes cerrados, las poblaciones de hongos pueden aumentar en gran medida. Los hongos micromicetos utilizan la materia orgánica de estos sitios, ya que son saprófitos y obtienen su alimento a partir de materiales muertos, como madera, papel, pintura, pegamentos, polvo y piel. Un porcentaje considerable de estos hongos inducen reacciones alérgicas y asma en individuos susceptibles, otros producen enzimas tóxicas sobre los libros y documentos.

Los resultados del estudio de la biodiversidad de los hongos micromicetos en ambientes externos, internos y acervos de bibliotecas del Estado, se muestra en 45 taxones, unos identificados a nivel específico y otros a nivel genérico (cuadro 1).

Cuadro 1 Micromicetes ambientales representativos.

Género/especie	Género/especie	Género/especie
<i>Absidia spinosa</i>	Fusariella sp.	Mucor hiemalis*
<i>Acrospeira mirabilis</i>	Fusarium solani*	Paecilomyces fumosoroseum
<i>Alternaria alternata</i> *	Fusiocladium sp.	Penicillium notatum*
<i>Aspergillus fumigatus</i> *	Geotrichum candidum*	Pestalotia sp.
<i>Basipetospora</i> sp.	Gliocadium roseum	Phialophora sp.
<i>Botrytis sitophila</i>	Gonytrichum sp.	Phoma glomerata
<i>Botrytrichum</i> sp.	Helicosporium sp.	Pullularia sp.
<i>Candida albicans</i> *	Histoplasma sp.	Rhizopus nigrans
<i>Cephalosporium</i> sp*	Helmintosporium rostratum*	Rhodotorula sp.
<i>Chaetopsi griseus</i>	Hormodendrum sp.	Scopulariopsis brevicaulis
<i>Cladosporium fulvum</i> *	Humicola fuscuatra	Sporothrix sp.
<i>Curvularia lunata</i> *	Neurospora sp.	Stemphylium racemosus
<i>Dactylella</i> sp.	Menisporella sp.	Torula herbarum*
<i>Dactilium</i> sp.	Nigrospora sphaerica	Tricoderma viride
<i>Dreschlera</i> sp.	Monosporium sp.	Verticillium lecanii

*Hongos más frecuentes.

4.6 Algas

María del Rosario Ortega Murillo
Reyna Alvarado Villanueva
Juan Diego Sánchez Heredia

Desde hace varios siglos el hombre se ha preocupado por estudiar las plantas marinas, sobre todo las algas, ya que de ellas ha obtenido alimento, y también se han constituido como fuente para la industria alimenticia y farmacéutica. Como grupo, las algas integran una gran diversidad de especies clasificadas de manera artificial, en donde se toman en cuenta sus características citológicas, bioquímicas, nutricionales, reproductivas y morfológicas. Por la complejidad mostradas en sus niveles de organización, abarcan tres de los cinco reinos: Monera, Protista y Plantae. Las formas más complejas forman parte del reino Plantae, se conocen como macroalgas (algas rojas, verdes y cafés), la mayoría de ellas son marinas, aunque algunas habitan el medio dulceacuícola.

Hasta 1993, se tenían registradas 2 117 especies de algas para los litorales mexicanos del Atlántico (601-28.4%) y del Pacífico (1 516 - 71.6%) (González-González *et al.*, 1996; Ortega *et al.*, 2001). Entre las especies del litoral Pacífico, el mayor porcentaje corresponde a las algas rojas (Rhodophyta) y el menor a las algas cafés (Phaeophyta) (Correa, 1996; López, 1994 y Senties, 1985).

En la costa michoacana se tienen registradas 80 especies de las siguientes localidades: La Salada, Majahuita, Morro Colorado, La Llorona, Boca de Apiza, San Telmo (Dreckman, 1987), Carecito, El Faro, Maruata, Caleta de Campos (Fragoso, 1991), La Soledad, Estero

de Chuta, Chicoasán, Las Peñas y Popoyutla, que corresponden a los tres municipios costeros: Lázaro Cárdenas (Treviño, 1986), Aquila y Coahuayana.

Los géneros más comunes de las algas marinas son: *Chaetomorpha*, *Codium*, *Caulerpa*, *Enteromorpha* y *Ulva* (algas verdes); *Amphora*, *Jania*, *Hypnea* y *Tayloriella*, (algas rojas); *Padina*, *Ectocarpus* y *Sargassum* (algas cafés).

Las macroalgas también pueden encontrarse en cuerpos de agua dulce, como es el caso de *Batrachospermum* (alga roja) en los municipios de Charo y Uruapan; *Prasiola* (alga verde), municipio de Morelia; *Chara*, *Nitella*, *Cladophora*, *Spirogyra*, en los municipios de Hidalgo, Morelia, Salvador Escalante, Uruapan, Zacapu, entre otros.

En el anexo 4.5 se encuentran enlistadas 82 especies pertenecientes a 30 familias de las macroalgas más comunes que se han registrado en el Estado de Michoacán; la mayoría de las especies son de ambientes marinos, sólo las familias Batrachospermaceae, Characeae y otras dos, son dulceacuícolas.

Algunas especies de algas se consideran indicadores biológicos de las condiciones y la calidad de los cuerpos de agua, como la eutrofización; otras son tolerantes a los hidrocarburos. También existen algas de interés comercial, ya que se extraen componentes para la elaboración de agar, medicinas, carrageno, alginatos y harinas (anexo 4.6.).

4.7 Briofitas

Marlene Gómez Peralta

Las briofitas son plantas pequeñas que no producen semillas y carecen de sistemas conductores, se propagan por medio de **esporas** y por diferentes métodos asexuales. La mayoría de las briofitas habitan en sitios húmedos y sombreados, y crecen sobre el suelo o sobre la corteza de árboles; algunas especies son secundariamente acuáticas.

Este grupo está formado por organismos conocidos como hepáticas, antoceros y musgos. Los musgos son los más diversos y mejor representados, por lo que se enfatizan en la presente colaboración. Dentro de la importancia ecológica de los musgos destaca su gran capacidad de retención de agua, lo que proporciona humedad tanto al suelo como a los diferentes organismos que coexisten con ellos; además intervienen en la retención del suelo, en la germinación de algunas semillas y en el reciclaje de nutrientes en algunos ambientes.

En cuanto a su importancia económica, representan fuentes indirectas de recursos explotables: en la horticultura y jardinería, en la obtención de colorantes y medicamentos, como material de empaque, como indicadores de yacimientos minerales y de contaminación ambiental (Delgadillo y Cárdenas, 1982).

En Michoacán, algunas especies de musgos de los bosques templados, sobre todo las del bosque de oyamel, forman un estrato bien definido sobre el suelo y se extraen en grandes volúmenes en los meses de noviembre y diciembre, con la finalidad de usarlas como ornato. Algunas de las especies que se comercializan en la capital del país, y de las que se ha documentado su extracción, son *Thuidium delicatulum* var. *delicatulum*, *Hypnum amabile*, *Bryum procerum* y *Morinia ehrenbergiana*. Además de estas especies, existen en el Estado otras que se utilizan para elaborar coronas para el Día de Muertos; otras más se expenden en los mercados durante la época decembrina para adornar los tradicionales nacimientos navideños (Gómez y Wolf, 2001).

La riqueza conocida para las briofitas del Estado es de 279 especies, agrupadas en 54 familias. En cuanto a la flora de musgos de Michoacán, registrada principalmente por Delgadillo y Cárdenas, investigadores del Instituto de Biología de la UNAM, se halla representada por 151 especies y 11 taxa infraespecíficos que corresponden a 32 familias. La especie *Bruchia paricutinensis* es endémica para la entidad, mientras que otras seis especies reportadas en el Estado son endémicas de México.

Las regiones mejor exploradas en el Estado de Michoacán son el oriente, el centro, la meseta purépecha y las cuencas de los lagos de Pátzcuaro y Zirahuén. Se cuenta con información de 33 municipios, en donde destacan por el número de registros los municipios de Hidalgo, Uruapan, Tuxpan, Morelia y Pátzcuaro.

Michoacán, es un estado muy importante desde el punto de vista de la biogeografía de los musgos. En él se encuentran cuatro de los corredores florísticos del Eje Neovolcánico que comunican al Altiplano Mexicano con la Depresión del Balsas (Delgadillo, 1998); éstos son el corredor Chapala, que se ubica en el Lago de Chapala y se extiende hacia Cotija de La Paz y Tepalcatepec; el corredor Pátzcuaro, que abarca la región de los lagos de Pátzcuaro y Zirahuén, así como Zacapu y Ario de Rosales; el corredor Morelia, que se extiende desde el sur del Lago de Cuitzeo, hasta Morelia y Villa Madero; y el corredor Tuxpan, que se inicia desde Jerécuaro, Maravatío, Ciudad Hidalgo y Tuxpan, y se extiende hasta Zitácuaro.

La información presentada aquí sobre la diversidad de briofitas en el Estado se obtuvo a partir de la revisión de la *Flora de Musgos de México* (Sharp et al., 1994), la consulta de la Colección Briológica del Herbario del Instituto de Biología de la UNAM (MEXU), y del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de la CONABIO (CONABIO- NY, 1998; Delgadillo, 1999; Delgadillo, 2003) (anexo 4.7.).

4.8. Pteridofitas

Luz del Socorro Rodríguez Jiménez
Marlene Gómez-Peralta

Las pteridofitas se consideran plantas vasculares inferiores, ya que carecen de flores y frutos. En este grupo de plantas se ubican los helechos, las colas de caballo, las selaginelas y los licopodios. Estas plantas pueden ser terrestres, epífitas (o sea que crecen sobre otras plantas), rupícolas (las que crecen sobre rocas), acuáticas y subacuáticas. Se encuentran principalmente en latitudes tropicales y en diferentes asociaciones vegetales, pero prefieren los lugares húmedos; casi todas son herbáceas.

La mayoría de las especies presentan una amplia distribución, forman parte de la vegetación secundaria y son abundantes en las áreas perturbadas; existen otras especies que viven en ambientes más específicos, como las acuáticas. En especial, las especies que dependen de los humedales han sufrido disminución en sus poblaciones, se ha restringido su distribución, e incluso se encuentran en riesgo de desaparecer, como resultado de la desecación y fragmentación de sus ambientes. Un caso que ejemplifica esta situación se ha registrado en el municipio de Zinapécuaro, donde la población de *Isoetes montezumae*, es muy escasa actualmente.

Estas plantas tienen importancia económica por la gran cantidad de usos que se les ha dado. El uso más frecuente es de tipo ornamental: los helechos forman parte primordial de los jardines y traspatios; en la medicina tradicional son plantas muy apreciadas, ya que poseen propiedades antifebriles, antitusivas, diuréticas, vermífugas y purgantes; se usan como forraje, para pulir metales y para retener el suelo. Diez especies de pteridofitas registradas para el Estado de Michoacán tienen usos medicinales, como la cola de caballo, que además se utiliza para pulir metales; ocho especies son ornamentales. Ejemplos de algunas de las plantas que se expenden en los mercados y tianguis de la entidad son la cola de caballo *Equisetum hyemale*, y la doradilla, *Selaginella pallescens*, ambas con propiedades diuréticas (Arreguín, 1987).

La información presentada sobre la diversidad de pteridofitas se obtuvo de la consulta de la base de datos del Herbario de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo (EBUM), del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de la CONABIO (Aragón, 2001; García, 1999; Gutiérrez, 1999b; Lorea, 2000; Martínez, 1999), así como de la revisión de publicaciones especializadas (Díaz-Barriga y Palacios-Ríos, 1992; Lorea-Hernández y Velásquez, 1998; Mc Vaugh, 1992; Riba, 1998; Rodríguez-Jiménez, 2000) (anexo 4.8).

La riqueza conocida comprende 208 especies y un taxa infraspecífico, incluidos en 23 familias, siendo Pteridaceae y Polypodiaceae las familias más diversas. Esta diversidad de especies puede encontrarse en los bosques templados, en los bosques tropicales *caducifolio* y subcaducifolio, en los pastizales, en el matorral secundario, entre la vegetación acuática y subacuática y en los bosques de galería. La mayoría de las especies se han registrado en 57 de los 113 municipios del Estado, siendo los mejor estudiados: Zinapécuaro, Morelia, Pátzcuaro, Erongarícuaro, Tancítaro y Salvador Escalante.

Diez especies de pteridofitas son endémicas a México y se encuentran en la entidad: *Adiantum shepherdii*, *Cheilantes angustifolia*, *Dryopteris rosii*, *Phanerophlebia nobilis*, *Phlebodium araneosum*, *Polypodium madreense*, *P. thyssanolepis*, *Anemia karwinskyana*, *Selaginella delicatissima* y *S. porphirospora*.

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, tres especies se han reconocido en *peligro de extinción*: *Cyathea costarricensis*, que está registrada para la región de la costa; *Nephrolepis cordifolia*, en la región del centro; y *Selaginella porphyrospora*, que ha sido reportada para la región de la costa, el Valle de Apatzingán, la parte central del Estado y Pátzcuaro-Zirahuén. También está incluida *Polypodium triseriale*, que se localiza en la región oriente de la entidad, bajo la categoría de *amenazada*.

4.9. Gimnospermas

Gerardo Rodríguez Lozano
Arturo Carrillo Sánchez

A este importante grupo taxonómico y al de las **angiospermas** se les conoce como plantas con semilla. A diferencia de las angiospermas, desde el punto de vista **morfológico** las **gimnospermas** se pueden distinguir por la ausencia de flores, por el desarrollo de óvulos sobre esporófilas, y por la presencia de óvulos y semillas desnudos en estructuras llamadas estróbilos o conos; la mayoría carecen de vasos en el **xilema** secundario, mientras que las **coníferas** presentan canales resiníferos. La mayoría son árboles, aunque algunas especies son arbustivas.

Las gimnospermas o Pinophyta están ordenadas en cuatro clases: Cycadopsida, Pinopsida, Ginkgopsida y Gnetopsida. La clase mejor representada en México por su abundancia y distribución es la clase Pinopsida, donde se ubica el orden Pinales, también conocidas como coníferas.

Las gimnospermas del Estado de Michoacán están representadas por cinco familias: a) Pinaceae, con 16 especies (Madrigal-Sánchez, 1982), que corresponden al 29.6% del total de especies representadas en México (Perry, 1991), además de cuatro variedades y tres formas (Madrigal-Sánchez, 1982); b) Cupressaceae, que corresponden al 12.5%, con cuatro de las 32 especies mexicanas conocidas (Nimis, 1995); c) Podocarpaceae, con una de las cinco especies (Nimis, 1995); d) Taxodiaceae con una especie en México, *Taxodium mucronatum* Ten. (Carranza, 1992); e) Zamiaceae, con las especies *Zamia loddigesii* (Rodríguez-Jiménez y Espinosa, 1995a) y *Dioon tomasellii* var. *tomasellii* (Madrigal-Sánchez y Magaña-Mendoza com. pers.).

En Michoacán se conocen ocho géneros de gimnospermas de los 61 que existen en el mundo (Nimis, 1995): *Abies*, *Cupressus*, *Juniperus*, *Pinus*, *Podocarpus* (Madrigal-Sánchez, 1982; Rodríguez-Jiménez, 1995); *Taxodium* (Carranza, 1992); *Zamia* (Rodríguez-Jiménez y Espinosa, 1995a) y *Dioon* (Madrigal-Sánchez y Magaña-Mendoza, com. pers.).

En el anexo 4.9 se listan 43 especies de las cinco familias de gimnospermas registradas en Michoacán,

se incluyen 21 especies que han sido introducidas: nueve especies del género *Cupressus*, diez de *Pinus*, un *Podocarpus* y una *Sequoia*. La información proviene del Herbario de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (EBUM) y del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de la CONABIO (Álvarez, 1997; Aragón, 2001; Arreguín, 1998; Barajas, 2001; Bárcenas, 2000; Bravo, 1999; Durán, 1998; Eguiarte, 1997; Fernández, 2002; Gutiérrez, 1999a; Gutiérrez, 1999b; Lorea, 2000; Martínez, 1999; Reygadas, 1999; Vázquez, 1999).

El estudio de la taxonomía de este grupo, y de sus condiciones ecológicas y de explotación en Michoacán, requiere de un mayor número de investigaciones. Entre las escasas contribuciones se encuentra la de Rodríguez-Jiménez y Espinosa (1995b), quienes recopilaron la información de los diez herbarios más importantes de México, que contienen mayor representación de las gimnospermas de la entidad; por otro lado, se cuenta con el estudio de Madrigal-Sánchez (1982), que presenta claves de identificación de las coníferas del Estado.

Los bosques de **coníferas** forman parte importante de la cubierta vegetal del Estado; ecológicamente contribuyen al mantenimiento de las condiciones climáticas locales y globales, y económicamente son fundamentales en el desarrollo de actividades productivas (Madrigal-Sánchez, 1997).

La familia Pinaceae es la mejor representada en Michoacán; se distribuye desde los 700 m, en donde se encuentra *Pinus oocarpa* en la parte centro-occidental de la Cordillera Neovolcánica, y al noreste y sur en la Sierra de Coalcomán formando **ecotonos** con la vegetación tropical. A los 3 500 metros encontramos *Abies religiosa*, especie ampliamente utilizada como árbol de Navidad, y forma asociaciones con *Pinus pseudostrobus*, *P. douglasiana*, *Quercus laurina* y *Q. rugosa*; en algunas localidades de la Cordillera Neovolcánica y el noroeste de la Sierra de Coalcomán también forma parte del bosque mesófilo de montaña.

Otras especies de la familia Pinaceae presentes en el Estado son las siguientes: *Pinus ayacahuite* var. *veitchii*, *P. hartwegii*, *P. herrerae*, *P. lawsonii*, *P. leiophylla*, *Pinus martinezii* (*Pinus durangensis* según Farjon y Styles, 1997), *P. maximinoi*, *P. michoacana* var. *michoacana*, *Pinus michoacana* var. *cornuta* (*P. devoniana* según Farjon y Styles, 1997), *P. montezumae*, *P. montezumae* var. *montezumae*, *P. montezumae* f. *macrocarpa*, *P. pringlei*, *P. pseudostrobus* f. *protuberans*, *P. rzedowskii* y *P. teocote*. La especie *Pinus martinezii* tiene una distribución restringida para el Estado de Michoacán, mientras que *Pinus michoacana* var. *cornuta* presenta una distribución más amplia, desde los estados de Zacatecas y Nayarit hasta Guatemala (Perry, 1991).

La familia Cupressaceae es otro grupo importante, siendo su representante más característico *Cupressus lindleyi*, el cual forma agrupaciones puras en el oriente de la Cordillera Neovolcánica en los límites con el Estado de México, aunque también se asocia con *Pinus pseudostrobus*, *P. montezumae* y *Abies religiosa*, en altitudes de 1 850 a 2 950 metros. También en el oriente de la Cordillera Neovolcánica y en la Sierra de Coalcomán se encuentra *Juniperus flaccida*, en altitudes de 1 950 a 2 700 msnm, donde forma agrupaciones puras y no muy extensas o bien se asocia con *Pinus douglasiana*, *P. pseudostrobus*, *Quercus rugosa*, y en la Cordillera Neovolcánica además con *P. lawsonii*; ocasionalmente, se le puede encontrar como componente del matorral subtropical. Entre los 3 000 y 3 500 m de altitud, en el este y oeste de la Cordillera Neovolcánica, se encuentra *Juniperus monticola*, el cual forma pequeñas agrupaciones

en los claros del bosque de *Pinus rudis* y del bosque de oyamel. Finalmente, la especie *Juniperus depeana* se encuentra restringida en el municipio de Tlalpujahua, en pequeñas poblaciones puras y como parte del bosque de *Quercus rugosa*, en altitudes de 2 700 msnm.

La especie *Podocarpus reichei*, perteneciente a la familia Podocarpaceae, forma parte del estrato superior en el bosque mesófilo de montaña, en cañadas húmedas de la parte centro-occidental de la Cordillera Neovolcánica y noroeste de la Sierra de Coalcomán a 2 000 msnm. Forma asociación con diferentes especies de los géneros *Quercus*, *Carpinus*, *Tilia*, *Cornus*, *Meliosma*, *Symplocos*, *Eurca*, *Zinowiewia* y *Oreopanax*.

La familia Taxodiaceae está representada por el ahuehuete o sabino, *Taxodium mucronatum*; esta especie se encuentra típicamente a orillas de corrientes y cuerpos de agua permanentes, en terrenos con manto freático cercano a la superficie y en suelos con buen drenaje. Se encuentra en altitudes de 500 a 2 100 metros, sobre todo en el curso del río Lerma y sus afluentes. Generalmente se halla formando manchones puros, aunque suele encontrarse también en asociación con el sauce, *Salix bompladiana* y *Alnus firmifolia*, entre otras.

La familia Zamiaceae está representada por dos especies, *Zamia loddigesii* y *Dioon tomasellii* var. *tomasellii*; la primera se encuentran en el bosque tropical *caducifolio* restringida a la región costera entre los 100 y 800 metros; la segunda, aunque también forma parte del bosque tropical caducifolio, tiene una distribución restringida al municipio de Arteaga, en altitudes de 500 a 1 000 metros.

4.10 Angiospermas

Eleazar Carranza González

Las angiospermas o plantas con flores son los componentes principales de la cubierta vegetal de nuestro planeta y desde luego también de Michoacán. La vida humana depende y está íntimamente ligada a este grupo de organismos, pues son los proveedores directos o indirectos de nuestra alimentación, de una parte del oxígeno que respiramos y de muy diversas materias primas para la vestimenta y la construcción, sin menoscabo de su importancia como elementos medicinales y ornamentales (*Jerzy Rzedowski*).

Aún cuando el conocimiento del recurso vegetal en Michoacán dista mucho de ser completo, en particular el del grupo de las **angiospermas**, el elevado número de especies registradas revela que la entidad es una de las más diversas del país. El más reciente inventario de este tipo de plantas fue realizado por Rodríguez-Jiménez y Espinosa (1995a, 1996a, 1996b) y Espinosa y Rodríguez-Jiménez (1995, 1996), donde se listan alrededor de 4 420 especies. El inventario está basado en la revisión de aproximadamente 40 000 colectas de plantas que se encuentran herborizadas y depositadas en las principales colecciones científicas del país, en donde se incluyen algunos nombres que corresponden a sinónimos de otros, así como especímenes con identificaciones erróneas, tentativas o imprecisas; por lo anterior, el total de taxa enlistados en dicho inventario podría decrecer en un 20%. Sin embargo, con lo que falta por conocer en el Estado, sobre todo en su porción meridional, se espera registrar una elevada cantidad de estas plantas. Además, en zonas poco exploradas como la Depresión del Balsas, la franja

costera y la Sierra Madre del Sur, es muy probable que se encuentre un número grande de especies aún no descritas por la ciencia.

El listado incluido en la presente obra sobre la diversidad de angiospermas para el Estado de Michoacán, se obtuvo del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de la CONABIO (Aragón, 2001; Arreguín, 1998; Azpiroz, 1998; Baltazar, 1998; Barajas, 2001; Bárcenas, 2000; Bravo, 1999; Bye, 1998; Cárdenas 1997; CONABIO-MEXU, 2001; Cuevas, 2002; Dávila, 1998; Durán, 1997; Durán, 1998; Espejo, 1998a; Espejo, 1998b; Ezcurra, 1998; Fernández, 1997; Fernández, 2002; García, 1999; González, 1998; Gutiérrez, 1999a; Gutiérrez, 1999b; Hágsater, 1999; Herrera, 1997; Lira, 1998; Lira, 2001; Lorea, 2000; Martínez, 1999; Novelo, 2002; Novelo, 2004; Quero, 2000; Reygadas, 1999; Riemann, 1999; Rodríguez, 1998; Rodríguez, 1999; Terrazas, 2000; Skovmand, 1997; Vázquez, 1999; Villaseñor, 2002; Volvides, 1997) (anexo 4.10).

De acuerdo a lo anterior, se estima que el listado completo de especies presentes en Michoacán podría ascender a unas 5 000 de un poco más de 1 000 géneros pertenecientes a cerca de unas 185 familias. En el anexo 4.11 se enlistan 555 especies de 85 familias arbóreas representativas, y los tipos de vegetación en los que se han registrado. Con base en los datos del inventario y la revisión del material depositado en el Herbario del Instituto de Ecología, A. C. Centro Regional del Bajío (IEB), es factible hacer estimaciones de especies en los grupos más importantes (cuadro 4.9).

Cuadro 4.9 Familias de angiospermas con mayor número de géneros y especies.

Familia	No. Géneros	(%)	No. especies	(%)
Compositae	125	12.5	750	15
Leguminosae	95	9.5	490	9.8
Gramineae	96	9.6	370	7.4
Orchidaceae	46	4.6	200	4.0
Euphorbiaceae	20	2.0	170	3.4
Labiatae	18	1.8	140	2.8
Solanaceae	22	2.2	130	2.6
Malvaceae	30	3.0	110	2.2
Rubiaceae	28	2.8	100	2.0

Nota: los números y porcentajes son aproximados.

Cuadro 4.10 Géneros de angiospermas con mayor número de especies.

Género	No. Especies registradas
Salvia	75
Ipomoea	66
Eupatorium	60
Euphorbia	55
Solanum	43
Cyperus	41
Bursera	40
Senecio	34
Quercus	30

Las familias con mayor número de especies son las Compuestas, las Leguminosas o Fabaceas y las Gramíneas, que en conjunto suman alrededor de 32% del listado total. Los géneros más diversos de la flora michoacana son: *Salvia*, *Ipomoea*, *Eupatorium*, *Solanum* y *Euphorbia* (cuadro 4.10). Algunas de las especies representantes de las familias más diversas se presentan en el cuadro 4.11. Otros taxa que son representantes de familias que tienen una alta diversidad taxonómica en Michoacán se enlistan en el cuadro 4.12.

Las principales áreas del Estado donde se concentra mayor diversidad de *angiospermas* son las siguientes: a) el sector occidental de la Sierra Madre del Sur y de la franja costera adyacente, en la región de Coalcomán-Aquila; b) la comarca ubicada entre el cerro Tancítaro y Uruapan, así como algunas porciones contiguas que marcan el descenso hacia los alrededores de Apatzingán; c) las *cuencas* del Río Chiquito y del Río Grande, en la

Cuadro 4.11 Especies más comunes de angiospermas.

COMPOSITAE	NOMBRE COMÚN
<i>Archibaccharis serratifolia</i>	Hierba del carbonero
<i>Baccharis heterophylla</i>	Jara
<i>Cirsium anartiolepis</i>	Cardosanto
<i>Dahlia tenuicaulis</i>	Dalia
<i>Eupatorium collinum</i>	Hierba del ángel
<i>E. picnocephalum</i>	Flor del mosquito
<i>Gnaphalium americanum</i>	Gordolobo
<i>Senecio albonervius</i>	Jara, jarilla
<i>S. salignus</i>	Jara amarilla
<i>S. sinuatus</i>	Hediondilla
<i>Stevia lucida</i>	Hierba de la araña
<i>S. ovata</i>	Hierba del aire
EUPHORBIACEAE	
<i>Acalypha phleoides</i>	Hierba del cáncer
<i>Cnidocolus angustidens</i>	Chaya
<i>Croton lobatus</i>	Croto
<i>Euphorbia calyculata</i>	Camiri
<i>E. radians</i>	Colecitas
<i>Manihot aesculifolia</i>	Pata de gallo
<i>Tragia nepetifolia</i>	Ortiguilla
GRAMINEAE	
<i>Bouteloua curtipendula</i>	Banderita
<i>Bromas carinatus</i>	Cebadilla
<i>Chloris virgata</i>	Zacate
<i>Lasiacis ruscifolia</i>	Cerrillo, otatillo
<i>Muhlenbergia ciliata</i>	---
<i>M. macroura</i>	Raíz de zacatón
<i>Opizia bracteata</i>	Pasto de conejo
<i>Panicum trichoides</i>	Zacate carricillo
<i>Paspalum distichum</i>	Grama
<i>Setaria grisebachii</i>	Zacate sedoso
<i>Sporobolus indicus</i>	Liendrilla
LEGUMINOSAE	
<i>Acacia hindis</i>	Cornezuelo
<i>A. pennatula</i>	Tepame
<i>Albizia plurijuga</i>	Palo blanco
<i>Calliandra houstoniana</i>	Barbas
<i>Crotalaria longirostrata</i>	Tronadora
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Parota
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Palo dulce
<i>Lysiloma microphylla</i>	Guaje
<i>Mimosa galeottii</i>	Uña de gato
<i>Phaseolus pauciflorus</i>	Frijol
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite
<i>Epidendrum anisatum</i>	Trompillo
<i>Govenia superba</i>	Azucena amarilla
	Azucena del monte
<i>Laelia autumnalis</i>	Corpus
<i>L. speciosa</i>	Flor de mayo
<i>Malaxis carnosus</i>	----
<i>Oncidium cebolleta</i>	Angelitos, arañitas
<i>Spiranthes hyemalis</i>	-----

Cuadro 4.12 Especies de familias de angiospermas con gran diversidad taxonómica.

BURSERACEAE	NOMBRE COMÚN
<i>Bursera kerberi</i>	Cuajote
<i>B. penicillata</i>	Copal
<i>B. sarukhanii</i>	Cuajote
<i>B. simaruba</i>	Copal
CONVOLVULACEAE	
<i>Ipomoea murucoides</i>	Cazahuate
<i>I. pes-caprae</i>	Bejuco de mar
<i>I. orizabensis</i>	Quiebraplato
<i>I. stans</i>	Quiebraplato
FAGACEAE	
<i>Quercus laeta</i>	Encino
<i>Q. laurina</i>	Encino
<i>Q. magnoliifolia</i>	Encino
<i>Q. rugosa</i>	Encino
LABIATAE	
<i>Salvia elegans</i>	----
<i>S. iodantha</i>	----
<i>S. hispanica</i>	Chía
<i>S. lasiocephala</i>	----
<i>Solanum nigrescens</i>	Hierba mora
<i>S. nudum</i>	----
<i>S. rostratum</i>	----
CACTACEAE	----
<i>Stenocereus queretaroensis</i>	Pitayo

Cuadro 4.13 Especies exclusivas de angiospermas de diferentes regiones.

ASTERACEAE	<i>Acourtia scaposa</i>	Aquila
	<i>A. simulata</i>	Yurécuaro
BEGONIACEAE	<i>Begonia michoacana</i>	Aguililla
BURSERACEAE	<i>Beiselia mexicana</i>	Aquila
CRASSULACEAE	<i>Echeveria calycosa</i>	Uruapan
	<i>Pachyphytum machucae</i>	Pajacuarán
CONVOLVULACEAE	<i>Ipomoea fissifolia</i>	Aguililla
EBENACEAE	<i>Cuphea michoacana</i>	Coalcomán
EUPHORBIACEAE	<i>Euphorbia rzedowskii</i>	La Huacana
	<i>Jatropha pereziae</i>	Tepalcatepec
	<i>Pedilanthus coalcomanensis</i>	Coalcomán
IRIDACEAE	<i>Cardiostigma hintonii</i>	Coalcomán
LYTHRACEAE	<i>Diospyros xolocotzii</i>	Morelia
POACEAE	<i>Opizia bracteata</i>	Aguililla
SALICACEAE	<i>Salix aeruginosa</i>	Charo,
		Indaparapeo,
		Morelia,
		Tlalpujahuá,
		Zinapécuaro
VALERIANACEAE	<i>Valeriana emmanuelii</i>	Morelia

vecindad de la ciudad de Morelia; d) las laderas de los cerros próximos a las ciudades de Zitácuaro y Tuxpan, en dirección hacia Tuzantla y Susupuato.

En cuanto a los esfuerzos llevados a cabo para el conocimiento de estas plantas en el territorio estatal, se estima que la porción septentrional del mismo, a partir del parteaguas del Eje Neovolcánico, es la mejor conocida. Sin embargo, se ha hecho un trabajo importante, aunque lejos de ser suficiente, en varios puntos de otras zonas, sobre todo la Costa y la Depresión del Balsas, por lo que la Sierra Madre del Sur se considera la región menos explorada.

Alrededor del 50% de las especies y el 10% de los géneros de angiospermas en México son **endémicos** del país (Rzedowski, 1991), con cifras similares para el Estado de Michoacán. Los componentes florísticos con distribución restringida a la superficie estatal o endémicos son más escasos, y se calcula en un aproximado de 200 especies ($\pm 4\%$) y sólo un género de la familia Burseraceae (*Beiselia*), conocido para el municipio de Aquila. Sin

embargo, muchas de las especies que prosperan principalmente en la Cuenca del Balsas, son exclusivas a esta provincia fisiográfica, y su distribución apenas se aleja de las fronteras estatales.

Por otro lado, las exploraciones futuras incrementarán considerablemente el número de especies propias de la entidad, puesto que en la Depresión del Balsas y en la Sierra Madre del Sur, dos regiones muy importantes por su diversidad vegetal, se sabe que se concentran cantidades elevadas de especies endémicas, particularmente en las proximidades de la Presa del Infiernillo, en las áreas de Apatzingán-Tepalcatepec y Aquila-Coalcomán. En este aspecto, es también notable la región cercana a Morelia, dentro de la porción septentrional michoacana. Algunos ejemplos de especies exclusivas de diferentes regiones del Estado se enlistan en el cuadro 4.13; se señalan además los municipios en los que se han registrado.

4.11 Especies arbóreas y arborescentes en estado crítico de conservación

Xavier Madrigal-Sánchez
Lydia I. Guridi-Gómez

Se sabe que en diferentes periodos geológicos ha ocurrido la reducción natural de las poblaciones por la interacción entre las especies, o debido a catástrofes localizadas. Sin embargo, con la aparición del hombre y su desarrollo social, la pérdida de biodiversidad se ha convertido en un aspecto urgente que se debe de atender.

México no está exento de lo anterior y menos aún cuando falta mucho por conocer de su diversidad biológica. El Estado de Michoacán es un buen ejemplo de esta riqueza, ya que se ubica en el quinto lugar a nivel nacional (Ordoñez- Díaz y Flores-Villela, 1995). Se reconocen en la entidad 20 tipos de vegetación y se estima una riqueza de aproximadamente 6 000 especies de plantas vasculares, la mayor parte correspondiente al grupo de las angiospermas (Madrigal-Sánchez, 2003). Sin embargo, se siguen registrando fuertes pérdidas por deforestación, que en forma conservadora se calculan entre 370 a 720 mil hectáreas anuales en México y 50 mil hectáreas, también al año, para Michoacán (Masera, 1996).

En este proceso de degradación y deterioro ambiental, el hombre interviene como causa y agente en forma directa e indirecta, de manera preponderante por las diferentes actividades de cultivo, los incendios intencionales, la tala clandestina, el mal manejo de la vegetación, la apertura de caminos, el establecimiento de centros de población e industriales, los tendidos de líneas de transmisión, además de las plagas y

enfermedades que se transmiten por diversas vías (Madrigal-Sánchez, 1992).

Si las tendencias actuales en México continúan, se perdería el 50% de la superficie forestal para el año 2030, a menos que se realice un cambio radical en las estrategias, donde se incluyan nuevas opciones de conservación y manejo forestal (Masera *op. cit.*). Para ello, es evidente la necesidad de conocer mejor los recursos naturales, los lugares donde se distribuyen actualmente las especies que presentan el mayor riesgo de desaparecer, y las causas particulares que ejercen presión sobre ellas.

La presente información se basa en exploraciones de campo que nos han llevado a registrar 28 familias, 35 géneros con 38 especies y una variedad de plantas arbóreas y arborescentes. Se presentan tres listados ordenados alfabéticamente y organizados de acuerdo con el estado de riesgo de acuerdo a las categorías de la NOM-059-SEMARNAT-2001: en **peligro de extinción** (cuadro 4.14), **amenazada** (cuadro 4.15) y sujeta a **protección especial** (cuadro 4.16). Se indican además de la familia, sus nombres científico y común, el tipo de vegetación en el que se encuentra la especie, así como los usos que se le han dado en su área de distribución, y finalmente el valor agregado que podría adjudicársele (Guridi-Gómez, 1980; Guridi-Gómez y García-López, 1997) (anexo 4.12). Estos listados pueden utilizarse como una referencia para reforzar las propuestas que apoyen acciones de conservación de áreas y tipos de vegetación importantes.

Cuadro 4.14 Especies arbóreas y arborescentes en peligro de extinción en Michoacán (Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001).

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	TIPO DE VEG.	USOS
Sapotaceae	<i>Bumelia cartilaginea</i> Cronquist	Ajunco, abrojo	SMSC	Alimento de fauna silvestre
Leguminosae	<i>Dalbergia congestiflora</i> Pittier	Campincerán	SBC	Piezas de ajedrez, ocasionalmente en piezas de guitarra y tinción de textiles
Leguminosae	<i>Dalbergia granadillo</i> Pittier	Zangualicua	SMSC	Artículos torneados, joyería, bolígrafos, plumas fuentes, ganchos y agujas para tejer, mangos de cubiertos, alhajeros, cajas, claves, piezas de guitarra.
Cyatheaceae	<i>Cyathea costaricensis</i> (Mett. Ex Kuhn) Domin	Soyate	BMM	Ornamental
Lauraceae	<i>Litsea glaucescens</i> H.B.K.	Laurel	BMM	Ceremonias religiosas y condimenticia
Leguminosae	<i>Platymiscium lasiocarpum</i> Sandw.	Granadillo	SMSC	Piezas de guitarra, arcos para violaría
Tiliaceae	<i>Tilia mexicana</i> Schlecht.	Sirimo	BMM	Figuras talladas, máscaras, utensilios de comedor, tapas de guitarra. Medicinal y ornamental
Celastraceae	<i>Zinowiewia concinna</i> Lundell	Trueno, garambullo	BMM	Piezas de ajedrez, joyería, cuentas de bolsa para dama, medallones, filetes y punto de cruz de guitarras

Abreviaturas de los tipos de vegetación: BMM, bosque mesófilo de montaña. SBC, selva baja caducifolia. SMSC, selva mediana subcaducifolia.

Cuadro 4.15 Especies arbóreas y arborescentes amenazadas en Michoacán (Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001).

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	TIPO DE VEG.	USOS
Leguminosae	<i>Albizia plurijuga</i> (Standl.) Britt. et Rose	Parotilla, palo blanco	MST	Sillas de montar, yugos, muebles y cajas de escopeta
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	Culebro, gateado	SMSC	Construcciones rústicas
Acanthaceae (Spreng.)Standl.	<i>Bravaisia integerrima</i>	Colchi, palo de agua		Construcciones rústicas y es resistente a la humedad
Guttiferae	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	Leche maría	SMSC	Construcciones rústicas, fruto forrajero
Betulaceae	<i>Carpinus caroliniana</i> Walt.	Moralillo, capillero, palo barranco	BMM	Artículos torneados
Leguminosae	<i>Erythrina coralloides</i> DC.	Colorín	MST ornamentales	Figuras, máscaras, cercas vivas, fines
Amaryllidaceae (Agavaceae)	<i>Furcraea bedinghausii</i> C.Koch.	Palmita	BE, BPE, BO	Fines ornamentales
Juglandaceae	<i>Juglans pyriformis</i> Liebm.	Nogal	SMSC	Muebles, construcciones rústicas, cajas de rifles y cachas de pistolas. Fruto comestible
Chrysobalanaceae	<i>Licania arborea</i> Seemann	Cuirinda, cuirinde	SMSC	Aceite del fruto para hacer jabón
Magnoliaceae	<i>Magnolia schiedeana</i> Schlecht.	Magnolia, manguillo, hayo	BMM	Caja de guitarra y fines ornamentales
Sapotaceae	<i>Mastichodendron capiri</i> (A.DC.) Cronquist	Capiri	SMSC	Árbol de sombra, fruto comestible y forrajero
Bignoniaceae	<i>Tabebuia chrysantha</i> (Jacq.)	Nichols Primavera, verdecillo	SBC	Muebles y fines ornamentales
Bignoniaceae	<i>Tabebuia palmeri</i> Rose	Periquillo, cañofístula	SBC	Construcciones rústicas y fines ornamentales

Abreviaturas de los tipos de vegetación: BE, bosque de encino. BPE, bosque de pino-encino. BO, bosque de oyamel. BMM, bosque mesófilo de montaña. MST, matorral subtropical. SBC, selva baja caducifolia. SMSC, selva mediana subcaducifolia.

Cuadro 4.16 Especies arbóreas y arborescentes sujetas a protección especial en Michoacán (Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001).

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	TIPO DE VEG.	USOS
Aceraceae	<i>Acer negundo</i> var. <i>mexicanum</i> (DC.) Steyerem.	Aretillo, zarcillo	BG	Marquetería y fines ornamentales
Verbenaceae	<i>Avicennia germinans</i> (L.) L.	Mangle prieto, salado	MANG	Construcciones rústicas e implementos agrícolas
Cactaceae	<i>Backebergia militaris</i> (Audot) Bravo ex Sánchez-Mej	Tiponche	SBCE	Alimento de fauna
Rubiaceae	* <i>Balmea stormae</i> Martínez	Ayuke, ayukua	BPE	Fines ornamentales y ceremonias religiosas
Meliaceae	<i>Cedrela dugesii</i> S. Wats	Nogalillo, cueteramba	MST	Figuras talladas y máscaras. Yugos, sillas de montar, cajas de escopeta
Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i> L.	Botoncillo	MANG	Construcciones rústicas
Cupressaceae	<i>Cupressus lindleyi</i> Klotzsch (=C. lusitanica)	Cedro blanco	BC	Techos de viguería, portones, muebles y guitarras
Ebenaceae	* <i>Diospyros xolocotzii</i> Madrigal et Rzedowski	Zapote prieto	MST	Fruto comestible, ornamental
Zygophyllaceae	<i>Guaicum coulteri</i> A. Gray	Guayacán	SBCE	Ejes de carretas
Cupressaceae	<i>Juniperus monticola</i>	Ciprés	BP, BO, MJ	Fines ornamentales
Combretaceae	<i>Laguncularia racemosa</i> C.F. Gaertn.	Mangle blanco	MANG	Construcciones rústicas
Arecaceae	<i>Orbignya guacuyule</i> (Liebm.) Hernández X.	Cayaco	PALM	El aceite del fruto tiene diversos usos. Fines ornamentales
Betulaceae	<i>Ostrya virginiana</i> (Mill.) C. Koch	Morita	BMM	Fines ornamentales
Pinaceae	<i>Pinus martinezii</i> Larsen	Pino coyote	BPE	Madera aserrada, resina
Pinaceae	* <i>Pinus rzedowskii</i> Madrigal et Caballero	Pinabete, pino de Coalcomán	BPE	Madera aserrada
Salicaceae	<i>Populus simaroa</i> Rzedowski	Álamo	BMM	Muebles
Rhizophoraceae	<i>Rhizophora mangle</i> L.	Mangle colorado, mangle rojo, candelón	MANG	Construcciones rústicas, medicinal
Arecaceae	* <i>Sabal pumos</i> (H.B.K.) Burret	Pumo, palma real	PAL	Construcciones rústicas, sombreros, ceremonias religiosas

*Especies endémicas a Michoacán.

Abreviaturas de los tipos de vegetación: BPE, bosque de pino-encino. BC, bosque de cedro. BO, bosque de oyamel. BMM, bosque mesófilo de montaña. MJ, matorral de Juniperus, MST, matorral subtropical. SBCE, selva baja caducifolia espinosa. PAL, palmar. MANG, manglar. BG, bosque de galería.

4.12 Plantas acuáticas y subacuáticas

Luz del Socorro Rodríguez Jiménez

La vegetación acuática y subacuática de México se concentra en una franja de numerosas lagunas y zonas pantanosas de origen volcánico que se extiende desde el norte de Michoacán hasta el centro de Jalisco (Rzedowski, 1978). Estos tipos de vegetación se conocen de manera fragmentaria y en grandes áreas no se ha estudiado en absoluto.

Independientemente de los conocimientos previos a la Colonia, los estudios más formales de comunidades acuáticas vegetales en nuestro Estado se inician a mediados del siglo pasado (Batalla, 1940), y a pesar de que han transcurrido más de 60 años, no son más de 15 los estudios florísticos realizados, muchos de ellos en el Lago de Pátzcuaro.

El Estado de Michoacán cuenta con 467 cuerpos de agua (11 lagos, 261 presas y 195 presas derivadoras), 44 ríos y 600 manantiales (CNA, 1999); esto representa numerosas posibilidades de estudiar a las plantas hidrófitas, pero sólo se tiene información de los lagos de Pátzcuaro, Cuitzeo y Zirahuén, de la zona de Nueva Galicia, Los Azufres, los alrededores de Morelia, La Ciénega de Queréndaro y los manantiales de Chandío (cuadro 4.17).

Rzedowski y McVaugh (1966) hicieron una aportación muy importante para el área de Nueva Galicia, con un análisis de la vegetación acuática y subacuática y la identificación de las principales especies en cada una de las asociaciones.

Han sido descritas las principales asociaciones vegetales del Lago de Pátzcuaro, reportándose hasta 57 especies de hidrófitas, incluyendo observaciones sobre componentes de la flora y los usos locales de las especies (Batalla 1940, Caballero *et al.*, 1981; Lot y Novelo, 1988;

García 1990), así como acerca de especies problemáticas (Calderón y Angeles, 1971).

Rojas y Novelo (1995) describieron la flora y vegetación en el Lago de Cuitzeo, en donde reconocieron 92 especies de plantas acuáticas y subacuáticas e hicieron observaciones sobre las asociaciones y su distribución.

La flora y vegetación del Lago de Zirahuén fue descrita por Madrigal-Guridi (2001), quien reportó 93 especies: 22 de éstas acuáticas, 36 subacuáticas y 35 tolerantes.

En el Campo Geotérmico de Los Azufres, que incluye las presas Laguna Larga, La Gachupina y Llano Grande, y los arroyos Agua Fría, Agrio o Marítaro, San Alejo, La Yerbabuena y otros remansos, nacimientos y cieneguitas, se han colectado 29 especies. Aquí la mayor abundancia y la diversidad son mayores en los cuerpos de agua pequeños y poco profundos y no en las presas, que fueron los principales sitios de muestreo, en donde las hidrófitas son menos abundantes y diversas, restringiéndose a lugares someros y cercanos a las orillas (Rodríguez-Jiménez, 1995).

En los alrededores de Morelia, específicamente en las charcas de El Realito y las presas de La Mintzita y Jesús del Monte, se ha registrado un total de 60 especies (Rodríguez, *op. cit.*).

En la ciénega de Queréndaro, donde se hizo un análisis de la flora y vegetación así como de su abundancia, distribución y usos, se registraron 167 especies de plantas acuáticas, subacuáticas y tolerantes (Pérez, 2002). Quizá la zona más al sur que se ha estudiado sea la de los manantiales de Chandío y sus alrededores, donde se hicieron observaciones de los componentes de la flora (Romero, 1963).

Cuadro 4.17 Especies de plantas acuáticas representativas y su presencia en diferentes cuerpos de agua michoacanos.

Especie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Sagittaria latifolia</i> Willd.	*	*	*	*					*	
<i>Azolla mexicana</i> Presl.	*	*						*		*
<i>Callitriche heterophylla</i> Pursh.			*		*					*
<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	*	*	*						*	
<i>Jaegeria glabra</i> (S. Wats.) Rob.			*		*	*	*			
<i>Rorippa nasturtium-aquaticum</i> (L.) Sch.		*	*		*	*				*
<i>Eleocharis montevidensis</i> Kunth.	*	*	*		*				*	
<i>Scirpus americanus</i> Pers.		*		*					*	
<i>Nymphoides fallax</i> Ornduff			*	*						*
<i>Hydromystria laevigata</i> (Willd.)Hunziker		*							*	
<i>Lemna gibba</i> L.	*	*							*	
<i>Marsilea mollis</i> Rob. et Fernald		*						*		*
<i>Nymphaea odorata</i> Ait.			*	*				*		
<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms	*	*		*					*	
<i>Potamogeton pectinatus</i> L.	*	*		*		*			*	
<i>Typha latifolia</i> L.	*		*	*		*			*	

1. Lago de Pátzcuaro; 2. Lago de Cuitzeo; 3. Lago de Zirahuén; 4. Ciénega de Queréndaro; 5. Presa Laguna Larga y alrededores (área de Los Azufres); 6. Presa La Gachupina y alrededores (área de Los Azufres); 7. Presa Llano Grande y alrededores (área de Los Azufres); 8. Charcas del Realito, municipio de Morelia; 9. Presa La Mintzita, municipio de Morelia; 10. Presa Jesús del Monte, municipio de Morelia.

4.13 Malezas

Ignacio García Ruiz

Las malezas son plantas que indican cambios en la vegetación natural; principalmente afectan el potencial productivo de los terrenos y cuerpos de agua manejados por el hombre. Algunos autores consideran a las malezas como un riesgo natural para los intereses y actividades del hombre (Mortimer, 1990). Por su parte Labrada *et al.* (1996) consideran malezas a las plantas que interfieren con la actividad humana en áreas cultivables y no cultivables.

Muchas plantas comúnmente clasificadas como malezas pueden ser utilizadas para fines alimenticios o medicinales, como por ejemplo *Portulaca oleracea* L. y *Petiveria alliacea* L. entre muchas otras. Además, muchas malezas que se desarrollan en áreas sometidas a barbecho sirven para prevenir la erosión y para reciclar los nutrientes minerales del suelo. Por el contrario, varias plantas cultivables que aparecen en áreas de cultivo ajenas son correctamente consideradas como malezas, por lo que debe quedar claro que «maleza» es un concepto relativo y antropocéntrico, y en modo alguno constituye una categoría absoluta. Sin embargo, en las situaciones agrícolas las malezas, como producto de la alteración de la vegetación natural, son plantas indeseables, y

posiblemente constituyan el componente económico más importante del total del complejo de plagas, que también incluye insectos, ácaros, vertebrados, nemátodos y patógenos de plantas (Labrada, *et al.*, 1996).

Las plantas arvenses, o malezas de campos de cultivo, pueden ser especies nativas de México o exóticas, originarias principalmente del Viejo Mundo. Aparentemente, existe correspondencia entre las especies arvenses y los cultivos. Rzedowski y Rzedowski (2001) mencionan que las malezas más frecuentes entre las plantas cultivadas provenientes de Eurasia, también son originarias de esa región del mundo. Por ejemplo, en sembradíos de alfalfa (*Medicago sativa*) las arvenses más abundantes son *Cynodon dactylon*, *Trifolium repens* y *Taraxacum officinale*; en cultivos de cebada (*Hordeum vulgare*) y de avena (*Avena sativa*) dominan *Eruca sativa*, *Brassica rapa* y *Raphanus raphanistrum*. En cambio, en las parcelas de maíz (*Zea mays*), las plantas acompañantes más características son *Simsia amplexicaulis*, *Bidens odorata* y *Tithonia tubaeformis*, todas de origen local.

Las malezas tienen importancia en los aspectos ecológico y económico. Con respecto al ecológico, logran diferentes grados de adaptación y competencia gracias a

Recuadro 4.6

El género *Quercus* (Fagaceae) en el Estado de Michoacán.

Miguel Ángel Bello González

El género *Quercus* de la familia Fagaceae, es uno de los grupos de plantas más importantes de la vegetación forestal, por ser una fuente de celulosa para papel, madera para muebles de alta calidad en ebanistería y obtención de chapa, se utiliza en artesanías, barriles de madera para añejamiento de vinos, duela, parquet y sus productos no maderables, como raíces, frutos y fibras, son usados como alimento y medicina, además de su utilidad actual como recursos recreativos y escénicos (Bello y Labat, 1987; De la Paz Pérez, 1974; McVaugh, 1974; Müller y McVaugh, 1972).

México es considerado uno de los países con mayor representación de este género. Este grupo arbóreo es uno de los componentes de mayor distribución, junto con *Pinus*, en las zonas templadas y frías del Estado de Michoacán. Su amplia diversidad obedece sin duda a la extensa gama de condiciones físicas, tales como topografía, variabilidad del suelo, clima, y otros factores de carácter antropogénico que prevalecen en la entidad.

Hasta ahora se han registrado 30 especies de encinos en la entidad, siendo *Quercus candicans* (encino de asta), *Q. castanea* (encino blanco), *Q. crassipes* (encino pepitillo), *Q. laurina* (encino laurelillo), *Q. obtusata* (encino chino) y *Q. rugosa* (encino roble) las mejor representadas y las de mayor distribución sobre todo en el Cinturón Volcánico y en la Sierra Madre del Sur; en cambio, en las cuencas de los ríos Lerma y Balsas la distribución de especies de *Quercus* se reduce en forma significativa (*Q. frutex*, *Q. glabrescens*, *Q. tuberculata* y *Q. uxoris*) quizás por la falta de colectas, por su condición de especies termófilas o por el alto grado de alteración del ambiente que prevalece en gran parte de las regiones cálidas. Se estima que en Michoacán habita el 18.75% del total de las especies de encinos de México, considerando que este último número sea de 160 (Valencia-Ávalos 2001). No obstante el alto número de especies de *Quercus* en el Estado, el tema no ha sido agotado, lo cual se debe a la dificultad para delimitar algunas taxa, que en algunos casos todavía requieren de trabajos taxonómicos exhaustivos, y a la falta de exploraciones en las áreas de difícil acceso, como son las partes elevadas de la Depresión del Balsas. Ambas limitantes impiden dar una estimación precisa del porcentaje de especies de *Quercus* en el Estado respecto al total nacional, y es probable que esta fracción se incremente en la medida en que se realicen más proyectos de exploración con objetivos florísticos y ecológicos en Michoacán.

Recuadro 4.7

El género *Leucaena* (Fabaceae, Mimosoideae) en Michoacán.

Sergio Zárate Pedroche

En el Estado de Michoacán se tienen registros de cinco de los casi 22 taxa mexicanos del género *Leucaena* Benth. (Fabaceae, Mimosoideae) (Hughes, 1998; Zárate, 1994). La falta de exploración en el área de distribución de estos árboles y arbustos —nativos desde el sureste de Estados Unidos hasta el norte de Argentina— hace suponer la posible existencia de dos o tres taxa más. Dos de los taxa del género conocidos en el Estado tienen importancia como alimento tradicional, sobre todo en el centro y sur del país: *L. esculenta* subsp. *esculenta*, el guaje rojo, que es un árbol del bosque tropical caducifolio (BTC), y *L. leucocephala* subsp. *glabrata*, el guaje verde, que es un arbusto o árbol pequeño de zonas tropicales húmedas a subhúmedas de baja altitud. La importancia alimentaria de estas especies se limita a la costa y Tierra Caliente, ya que no parece haber sido un alimento apreciado por la etnia purépecha. No obstante, existen al menos dos colectas de guaje rojo con pubescencia abundante, característica atípica en el resto del país. Una de las colectas es histórica, realizada por Langlassé (863, MEXU) en la Sierra Madre de Michoacán, y otra más reciente de José Carmen Soto Núñez (53, MEXU) en Tiquicheo. Rara vez se ven guajes en los mercados del Estado, en donde se ha registrado el nombre «arumbas», quizá de origen purépecha. Uno de los taxa del género que pudiera descubrirse en nuestra área es *L. e.* subsp. *paniculata* (Rose) Zárate (tratado a nivel de especie por Hughes como *L. pallida* Britton et Rose). Según McVaugh (1987), este árbol del BTC no ha sido visto en el occidente de México desde 1897, cuando se colectó material tipo asignado al taxón en Huejuquilla, Jalisco. Otro arbusto del género esperado en nuestra área de estudio es *L. diversifolia* (Schlecht.) Benth. subsp. *stenocarpa* (Urb.) Zárate, de BTC, matorrales xerófilos, bosques de encino y de pino-encino, y cuya taxonomía ha sido debatida (Hughes, 1998; Zárate, 1994). La poca abundancia de este arbusto en su distribución septentrional conocida, incluyendo puntos aislados en Jalisco, Sinaloa y Durango, puede ser la causa de su desconocimiento en el Estado. De mayor abundancia en Michoacán se conocen *L. macrophylla* Benth. subsp. *macrophylla*, *L. lanceolata* Watson subsp. *lanceolata* y *L. lanceolata* subsp. *sousae* Zárate, este último considerado una variedad por Hughes (1998). El primer taxón es un árbol de bajo porte de BTC, galerías en matorrales xerófilos y bosques de transición entre BTC y encinares, frecuente en la vertiente pacífica del Estado. En algunas partes de su distribución, sobre todo entre los 600 y

1 000 msnm, este taxón presenta pilosidad, lo que lo relaciona con un taxón del sur de México que ha sido tratado como *L. m.* subsp. *nelsonii* (Britton et Rose) Zárate (1994) y como *L. m.* subsp. *istmensis* (Zárate) Hughes (1998). Su estudio presenta interés fitogeográfico en nuestra área, ya que en su origen parecen haber intervenido migraciones e hibridación entre poblaciones de cercana relación, las cuales fueron aisladas por la faja volcánica transmexicana, estudio que puede derivar en la inclusión a la flora del Estado de un taxón más de *Leucaena*. Por su parte, *L. lanceolata* subsp. *lanceolata* se encuentra en el Estado como parte de su amplia distribución a lo largo de la vertiente pacífica de la Sierra Madre Occidental, desde Baja California Sur hasta Oaxaca. La subespecie *sousae* es considerada por Zárate (1999) como un híbrido con *L. macrophylla* y se localiza hacia el sur de la distribución de *L. l. lanceolata* en las partes más cercanas al mar. Este arbolito de ambientes costeros tiene también interés sistemático y fitogeográfico, y merece por ello ser estudiado a profundidad; además, tiene potencial forrajero y apícola, tanto como ornamental, debido a sus grandes hojas y legumbres y a sus inflorescencias esféricas de una intensa fragancia, misma que es inusual en el género. En conclusión, dos zonas parecen importantes para la exploración de la diversidad biológica de *Leucaena*: la Depresión del Balsas-Valle del Tepalcatepec y la vertiente del Pacífico, incluyendo la costa.

Recuadro 4.8

El género *Ipomoea* L. (Convolvulaceae) en Michoacán.

Eleazar Carranza González

El género *Ipomoea*, perteneciente a la familia Convolvulaceae, es uno de los más diversos en la flora de la República Mexicana (McDonald, 1991), siendo también muy importante en los paisajes michoacanos. Alcanza la mayor diversificación en las zonas tropicales, prefiriendo en buena medida los **hábitats** que han sido modificados por la acción humana (Carranza, 2001; Rzedowski, 1978). La amplia variación ecológica encontrada en Michoacán y el alto grado de alteración en muchos de los ambientes de las regiones cálidas, constituyen espacios apropiados para el establecimiento de estas plantas.

Desde el punto de vista morfológico, es importante en este género la gran variabilidad que presentan sus representantes, destacando las formas de vida y algunas de las estructuras, como las hojas. Igualmente, sobresale en el aspecto ecológico la gran variedad de ambientes donde prosperan.

Hasta el momento se registran alrededor de 66 especies en el Estado. Las regiones mejor representadas, en cuanto a colectas realizadas, son mayormente la porción occidental de la franja costera en conjunto con una parte importante de la Sierra Madre del Sur, particularmente la zona Aquila-Coalcomán. También los taxa del Eje Volcánico Transversal y del Altiplano son hasta cierto grado aceptablemente conocidos, por lo que la porción correspondiente a la denominada Tierra Caliente, que en gran parte pertenece a la Depresión del Balsas, es la que tiene menos registros. De acuerdo con el número de especies referidas para México, las de Michoacán representan entre 38% y 44% del total, proporción indicadora de la importancia del género en la entidad. Además, existe la posibilidad de incrementar este porcentaje, a medida que se hagan más exploraciones en las zonas menos colectadas. Las probabilidades más altas de adicionar nuevos registros para la entidad se encuentran en las partes cálidas de baja altitud conocidas por su abundancia de endemismos, como las zonas aledañas a la Presa del Infiernillo; aunque estas plantas sólo han sido colectadas en una o en muy contadas ocasiones en esta zona y la costera.

No sólo es preciso conocer la existencia de los taxa de este grupo de plantas, sino también es necesario obtener informes de su distribución, aspecto en el que se carece de datos suficientes; actualmente está más documentada la de las especies del Eje Volcánico y del Altiplano, gracias en buena medida a las exploraciones derivadas del proyecto Flora del Bajío.

Para contar con información más completa sobre este género en Michoacán, se requieren estudios principalmente enfocados a la exploración de las áreas menos trabajadas. Éstos deben formar parte de proyectos de carácter general, florísticos, etnobotánicos y ecológicos, que sean particularmente diseñados para el mejor conocimiento de este grupo de plantas, considerando también la correcta delimitación taxonómica nomenclatural de las especies, así como la correspondiente sinonimia.

Recuadro 4.9

Cactáceas de Michoacán.

Javier Salvador Robles del Valle

Las características fisiográficas del Estado de Michoacán lo colocan entre los más diversos y de mayor riqueza florística. Como parte de ésta, la familia Cactaceae desempeña un papel muy importante, ya que son plantas nativas del Continente Americano representadas por 98 géneros y 1 500 especies (González *et al.*, 2001). México tiene más del 50% del total de las especies conocidas (León y Valiente-Banuet, 1994), con 55 géneros y más de 850 especies (Mandujano, 2002). En Michoacán se han registrado 26 géneros con 90 especies, equivalente al 47.2 y al 10.6 % respectivamente de las cactáceas a nivel nacional.

El estudio de las cactáceas en el Estado, además del aspecto florístico, reviste un especial interés ecológico por la gran producción de frutos y semillas que son un eslabón importante como alimento de roedores y aves, así como por la diversidad y especialización de los polinizadores asociados (León y Valiente-Banuet, 1994).

El 40% de las cactáceas reportadas para Michoacán se encuentran en la Tierra Caliente, lo que coloca a esta región como la más diversa para la familia; le sigue el Bajío y la costa, con un 24% y 23% respectivamente, quedando el 11% restante repartido entre el Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur.

Desde el punto de vista económico, las pitayas del género *Stenocereus* representan un recurso aprovechado principalmente por los pobladores de la región de Tierra Caliente. El consumo de nopales (varias especies del género *Opuntia*) es común en todo el Estado, y como plantas medicinales son de gran importancia a nivel familiar. Algunas de estas plantas también son utilizadas en actividades productivas que pueden significar una alternativa económica importante, como el cultivo de la «grana cochinilla» o «cochinilla del nopal», de donde se obtiene un colorante que llegó a tener en el año 2003 un valor de 12 a 15 dólares por kilogramo en el mercado de exportación (Portillo y Viguera, 2003).

Es importante señalar que la diversidad de cactus ha sido alterada por la modificación de los ecosistemas, lo que ha llevado a varias de estas especies a estar en serio peligro de desaparecer. Así, tenemos nueve especies endémicas sujetas a protección especial y una no endémica amenazada según la NOM-059-SEMARNAT-2001. Entre los factores que afectan a las poblaciones silvestres de cactáceas se encuentran principalmente la destrucción del bosque tropical para la siembra de pastizales, la expansión urbana, la construcción de vías de comunicación y la extracción ilegal de plantas para el comercio nacional e internacional (Franco, 1997).

La producción legal con fines ornamentales podría ser una estrategia para combatir el saqueo directo de sus ambientes naturales, además de la difusión de la importancia del grupo y el fortalecimiento de las leyes que las protejan. Por otro lado, es necesario apoyar los estudios de las cactáceas michoacanas, pues se desconoce en gran medida el estado de conservación o el riesgo que corren las especies, además de que en el Estado no existen áreas naturales protegidas que consideren las cactáceas como un elemento importante (anexo 4.14).

diferencias en los ciclos de vida, ya que estos se reducen y generalmente producen un mayor número de individuos; algunas malezas también tienen excelentes mecanismos de dispersión, por lo que su establecimiento en nuevas áreas es mejor. En cuanto al aspecto económico, los policultivos y monocultivos manejados por el hombre pueden verse afectados de manera directa por la presencia y competencia de las malezas; algunas son específicas de ciertos cultivos, y otras presentan un amplio intervalo de adaptación y distribución. Por otro lado las malezas pueden ser hospederos de insectos (u otros organismos, virus, bacterias, hongos) que llegan a convertirse en plaga al incidir en los cultivos.

Las principales familias de *angiospermas* que agrupan especies de malezas comunes en la entidad son las siguientes: Compositae, Gramineae,

Leguminosae, Solanaceae, Euphorbiaceae, Cucurbitaceae, Convolvulaceae, Papaveraceae, Amaranthaceae, Onagraceae, Oxalidaceae, Malvaceae, Brassicaceae y Resedaceae. Algunas de estas plantas, como el huizache (*Acacia farnesiana*) y los quiebraplatos (*Ipomoea* spp.), se establecen generalmente en amplias áreas de la selva baja caducifolia que se han modificado por las prácticas de roza-tumba y quema; en lugares templados es común observar la jara amarilla (*Senecio salignus*); otras especies provienen de plantas exóticas escapadas del cultivo de ornato, por ejemplo *Kalanchoe rotundifolia* y *K. tubiflorum* (Crassulaceae), las cuales forman grandes colonias en los tradicionales techos de teja, ocasionando problemas de asolve por la retención de suelo y agua durante la época de lluvias en la región

Recuadro 4.10

Principales especies arbóreas introducidas en la región de Morelia, Michoacán.

Xavier Madrigal-Sánchez
Lydia I. Guridi-Gómez

El traslado y propagación de especies animales y vegetales de una localidad o ambiente a otros distintos es muy antiguo. Esta situación se ha acentuado a medida que el hombre ha ido modificando los ambientes primarios y con ello ha facilitado el establecimiento de especies adaptadas a nuevas condiciones; además se han mejorado las formas de comunicación y se ha intensificado el comercio nacional e internacional de productos agropecuarios y forestales. Sin embargo, también se ha reconocido que este fenómeno en ocasiones presenta riesgos en cuanto a la conservación de la diversidad y el equilibrio de los ecosistemas, que se relacionan en parte con el acompañamiento de especies que pueden ser nocivas, sean plantas, animales o microorganismos, o bien por el comportamiento y los hábitos biológicos de las especies que se trasladan, ya sea en forma consciente o accidental. Las consecuencias indeseables en ocasiones no son evidentes de inmediato o no son muy aparentes, pero pueden modificar el paisaje y los ecosistemas y ocasionar la desaparición de las especies nativas, por la competencia o la transmisión de plagas o enfermedades.

Existen numerosos ejemplos de lo indicado anteriormente; y como casos concretos pueden citarse el pirul (*Schinus molle*), originario del Perú e introducido a México hace varios siglos, y el ave conocida como zanate (*Quiscalus mexicanus*), traído de la región tropical de Veracruz al Valle de México (Orozco-Segovia y Vázquez-Yanes, 1993). En raras ocasiones, las plantas introducidas ocupan comunidades naturales con poca o ninguna alteración.

Cabe mencionar que en los tiempos actuales es prácticamente imposible prescindir de este intercambio de plantas y animales de una localidad o país a otros, lo que ha determinado que se elaboren reglamentos y leyes cuarentenarias, algunas inclusive de vigencia internacional, con el propósito de evitar o disminuir estos riesgos.

Por lo anterior, es importante el conocimiento de la ecología de las especies introducidas, para tomar las medidas prácticas que permitan evitar los desequilibrios biológicos en las poblaciones nativas de plantas y animales, que son las que forman parte de los ecosistemas naturales y que han evolucionado a través de miles o millones de años para alcanzar la estabilidad en que se encuentran.

En México y del Estado de Michoacán en particular, no obstante la riqueza y diversidad biológica que presentan, se han introducido numerosas especies provenientes de otros países, conocidas también como exóticas, entre las que destacan las plantas cultivadas y domesticadas, utilizadas en la alimentación o con propósitos ornamentales, por lo que en lo posible, deben tomarse las medidas pertinentes para evitar los efectos que su introducción implica. Sin embargo, conviene tomar en cuenta que las especies domesticadas, que son aquellas que el hombre ha seleccionado desde hace mucho tiempo para su utilización, y por lo tanto tienen mayor dependencia para subsistir, es más difícil que se propaguen fuera de ambientes cultivados.

Por lo que se refiere a las especies arbóreas ornamentales de la región de Morelia, cabe citar como antecedentes a Guerrero-Ulloa (1997), en relación con los árboles, arbustos y trepadoras; más recientemente, otro estudio sobre los árboles silvestres del municipio de Morelia (Madrigal-Sánchez y Guridi-Gómez, 2002) y otra contribución de los mismos autores (Madrigal-Sánchez y Guridi-Gómez, 2004), con observaciones en la región y en particular en las plazas y jardines públicos del Centro Histórico de la ciudad de Morelia, donde se han registrado 58 especies arbóreas introducidas (número es similar al de las especies nativas) originarias de diferentes países de todos los continentes, por lo que es recomendable la mayor propagación de las especies de la región con diferentes propósitos y así prevenir o evitar estos desequilibrios biológicos, además de que se fomentaría la cultura botánica del entorno. Por otra parte, conviene indicar que algunas de las especies registradas, suelen tener otros usos, además de ornamentales. En el anexo 4.13 se encuentran enlistadas 9 especies de 3 familias de coníferas y 50 especies de 18 familias de angiospermas arbóreas introducidas.

noroeste de la entidad. Algunas otras se presentan como especies parasíticas de árboles y arbustos en huertos de lugares templados y cálidos, como es el caso de la tripa de pollo, *Cuscuta spp.*, y del injerto *Psittacanthus calyculatus* (Loranthaceae).

En este mismo contexto cabe incluir al lirio acuático (*Eichhornia crassipes*), que se comporta como una maleza herbácea flotante. El lirio está ampliamente distribuido en México y cubre abundantemente la superficie de muchos

lagos, estanques y presas, sobre todo los que presentan mayores índices de contaminación. Se desarrolla desde el nivel del mar hasta los 2 600 metros y florece todo el año; ocasionalmente se usa para la elaboración de abono y a veces se cultiva como planta ornamental, pero en general es perjudicial, ya que por su alta tasa de reproducción, constituye un obstáculo serio para la pesca, la navegación y la utilización del agua en la producción de energía eléctrica (Rzedowski y Equihua, 1987).

Recuadro 4.11

Los recursos humanos e infraestructura en la botánica michoacana.

Sergio Zárate Pedroche

El conocimiento, la preservación y aprovechamiento de la flora de angiospermas requieren de recursos humanos especializados y de infraestructura adecuada para generar y transmitir el conocimiento botánico. En este sentido, como se describe a continuación, los recursos con que se cuenta son limitados todavía, lo cual se refleja en los vacíos geográficos y sistemáticos en el conocimiento de la vegetación y la flora presentes en el Estado de Michoacán.

Investigación y formación de botánicos: en Michoacán, la formación botánica a nivel de licenciatura se imparte en la Facultad de Biología, la Escuela de Agrobiología y la Escuela de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; y a nivel de posgrado, en estos mismos planteles y en el Centro de Estudios en Ecosistemas de la Universidad Nacional Autónoma de México. La investigación botánica, en los aspectos de la taxonomía, florística, ecología, etnobotánica, conservación, fisiología, bioquímica, biotecnología, genética, agronomía y ciencias forestales, se efectúa en las instituciones ya mencionadas y en el Instituto de Ecología, A.C.- Bajío (INECOL), y en las dependencias de la UMSNH: Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología, Escuela de Química-Farmacobiología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Instituto de Investigaciones Químico Biológicas, Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales, y Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera; en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), en sus tres campos experimentales y en el Centro Nacional de Investigación Disciplinaria (CENAPROS), el (Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR) Jiquilpan del Instituto Politécnico Nacional (IPN); el Centro Regional Centro-Occidente (CRUCO) de la Universidad de Chapingo (UCH); el Centro de Investigación y Desarrollo del Estado de Michoacán (CIDEM) y la Casa de las Artesanías. Además, otras instituciones imparten conocimiento botánico básico o dirigido a aplicaciones agrícolas, biotecnológicas y forestales tanto a nivel medio superior y profesional técnico: en el Centro de Bachillerato Tecnológico Agrícola No. 7 (CBTA); Centros de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Michoacán (CECYTEM); Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica (CONALEP), Instituto Tecnológico Agropecuario (ITA); Centro de Bachillerato Tecnológico Forestal (CBTF) y Centro de Capacitación Forestal (CECFOR). En el nivel superior se encuentra la Universidad Tecnológica de Morelia (Barrera y Ramírez, 2002; CONALEP, 2003; CNF, 2003; INIFAP, 2003; Ramírez, 2001; Salgado, 2001; SEP, 2003a, b).

Colecciones y especialistas: Existen tres colecciones botánicas con sede en el Estado de Michoacán registradas en el *Index Herbariorum*. De éstas, el herbario más importante se encuentra en el INECOL Bajío, con más de 120 000 ejemplares, seguido por el Herbario de la Facultad de Biología, con más de 15 000, pero carente de una base de datos completa, y el del CIIDIR Jiquilpan, con más de 8 000 especímenes. Por área geográfica, los estudios florísticos en la entidad se concentran desigualmente en la zona de la flora del Bajío, y floras locales en la Barranca del Cupatitzio, la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, Nuevo San Juan Parangaricutiro y otras. En los herbarios mencionados y en el INIFAP hay más de quince especialistas en familias y géneros de angiospermas como Burseraceae (*Bursera*), Apiaceae (*Eringium*), Euphorbiaceae (*Euphorbia*), Convolvulaceae (*Ipomoea*), Cactaceae (*Mamillaria*), Lentibulariaceae (*Pinguicula*), Pinaceae (*Pinus*), Portulacaceae (*Portulaca* y *Phemeranthus*), Fagaceae (*Quercus*), Crassulaceae, Lauraceae, Salicaceae, Betulaceae, además de especialistas en plantas acuáticas y medicinales (CONABIO, 2003; IH, 2003).

Museos y jardines: La difusión de la botánica cuenta con varios espacios en la capital del Estado: el Museo de Historia Natural «Manuel Martínez Solórzano» de la UMSNH; el Orquidario «Dr. Alberto Oviedo Mota» que cuenta con especies michoacanas y de otras regiones; y las áreas verdes del Zoológico de Morelia, donde se ofrecen recorridos botánicos (UMSNH, 2003; ZM, 2003). En la ciudad de Uruapan, el «Parque Nacional Barranca de Cupatitzio» con una superficie de 14 hectáreas, expone al público plantas exóticas y naturales de clima tropical y templado. La Asociación Mexicana de Jardines Botánicos registra el Jardín Botánico del Centro de Desarrollo Tecnológico Morelia del BM-FIRA, mismo que dejó de funcionar (AJBM, 2003). Asimismo, dos proyectos de creación de jardines botánicos por parte de la UMSNH: el «Jardín Botánico Universitario Melchor Ocampo» y el «Jardín Botánico Uaiangareo» de los cuales se desconoce su grado de avance. En el municipio de Uruapan, se encuentra un registro relacionado con medicina tradicional indígena del «Jardín Botánico de la Comunidad Purhépecha de Caltzonzin» (BAL, 2003; CNI, 2002).

4.14 Los invertebrados marinos

Alma Lilia Fuentes Farías
 María Doralisa Villarroel Melo
 Francisco Alonso Solís-Marín¹

Los invertebrados marinos son animales que carecen de columna vertebral y cuyo ciclo de vida se desarrolla parcial o completamente en el mar. Este diverso grupo animal ayuda a mantener la función y estabilidad de las cadenas alimentarias y los *ecosistemas*, en los cuales tienen un importante papel reciclando nutrientes y descomponiendo la materia orgánica; proveen de *hábitats* a otras especies, como los arrecifes de coral; regulan las poblaciones de otros organismos, a través de la depredación, parasitismo y herbivoría; también ayudan a mantener la calidad del agua mediante la filtración de ésta conforme se alimentan. Los invertebrados marinos son la base de las pesquerías comerciales.

En el Estado de Michoacán se tienen identificadas 384 especies de invertebrados marinos (cuadro 4.18). Los grupos que se conocen en menor grado son las esponjas (poríferos), los gusanos marinos (anélidos), mientras que los moluscos son el grupo mejor estudiado (ostras, caracoles, pulpos entre otros) con 282 especies registradas para el Estado; le siguen los crustáceos de la Clase Malacostraca (en donde se ubican a los cangrejos y camarones) con 45 especies; en tercer lugar se ubican a los equinodermos (representados por estrellas y pepinos de mar, principalmente), con 41 especies¹. El grupo con menor número de especies identificadas es el de los Cnidarios (medusas y corales), con 16 especies (*sensu* Laboratorio de Invertebrados, Facultad de Biología-UMSNH y Colección Nacional de Equinodermos del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM).

En Michoacán el estudio de los invertebrados marinos se ha enfocado principalmente a la elaboración de inventarios, así como a la biología y la ecología de especies de importancia comercial. A continuación se da una breve descripción del estado de conocimiento de cada uno de los principales grupos de invertebrados marinos en la entidad.

4.14.1 Cnidarios

El grupo Cnidaria (del griego *cnidos* = ortiga) está formado por organismos como las hidras, anémonas,

Cuadro 4.18 Taxa de invertebrados marinos registrados en el Estado de Michoacán.

Filo	Clase	No. especies	Familias	Géneros
Cnidaria	Anthozoa	16	3	8
Mollusca	Gastropoda	169	48	95
	Bivalvia	105	22	54
	Polyplacophora	6	3	5
	Cephalopoda	2	1	1
Arthropoda Subfilo Crustacea	Malacostraca	45	11	33
Echinodermata	Asteroidea	11	6	8
	Ophiuroidea	9	5	6
	Echinoidea	8	5	7
	Holothuroidea	13	4	6
TOTAL		384	108	223

medusas y corales. Los cnidarios son animales radialmente simétricos que exhiben en la zona bucal series de tentáculos que sirven para la alimentación; los que viven fijos al sustrato tienen la boca en la parte superior del cuerpo; otros que son libres nadadores presentan la boca dirigida hacia abajo.

Se conocen 9 000 especies actuales que pertenecen a tres clases: Hydrozoa, Scyphozoa y Anthozoa (Rupert y Barnes, 1995). Los hidrozooos pueden tener en diferentes etapas de su ciclo vital dos tipos de forma corporal: la hidroide o pólipo y la medusa; aquí se incluyen las solitarias hidras y las vejigas flotantes conocidas como "agua mala". Entre los scyphozoos se encuentran las grandes medusas o animales copa, también conocidos como peces gelatinosos. Los antozoos incluyen los corales blandos y duros o rocosos, los peines y abanicos de mar y las anémonas.

En Michoacán el estudio de los cnidarios se ha enfocado en las anémonas del orden Actinaria, clase Anthozoa, de las cuales se tienen registradas 16 especies y 8 géneros de las familias Halcampoididae, Phyllactidae y Actinidae (Gorrostieta, 1994). En este grupo se conocen especies como *Actinia equina*, *A. kraemeri*, *Anemonia sulcata* y *Calliactis parasitica*, que son fuente de alimento para el hombre en las costas del mar Mediterráneo (Friese,

1. El Dr. Solís-Marín, curador de la Colección Nacional de Equinodermos del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, colaboró con la parte relativa a ese grupo.

1972); faltarían estudios encaminados a determinar la factibilidad de consumo de las especies de anémonas presentes en nuestro litoral.

En el anexo 4.15. se encuentra información de 31 especies de 16 familias las tres clases de cnidarios (Antozoos, Hydrozoos y Scyphozoos) (Fernández, 1999) CONABIO. De acuerdo a los datos recabados en el Laboratorio de Invertebrados de la Facultad de Biología, UMSNH se conoce de la existencia de 11 especies de tres familias de Antozoos (anexo 4.16). La suma de esta información da como resultado un total de 42 especies de 17 familias de cnidarios.

4.14.2 Moluscos

El nombre molusco (del latín *mollis* = suave) fue utilizado por el zoólogo francés Georges Cuvier en 1798 para describir a los calamares y sepias, animales cuyas conchas reducidas son internas o están completamente ausentes. Los moluscos son diversos y constituyen uno de los tres grupos más exitosos del reino animal, ya que han sido descritas más de 85 000 especies, de las cuales 50 000 son actuales y 35 000 fósiles (Rupert y Barnes, 1995). Los moluscos se encuentran en casi todo tipo de *hábitat*. En el mar ocurren desde las grandes profundidades hasta la zona de mareas, pueden encontrarse en agua dulce y en tierra, en donde ocupan un amplio rango de hábitats.

Muchas especies de moluscos son de importancia económica como fuente de alimento, como materia prima para joyería, bisutería o artesanía, como fuente de tintes

naturales y abrasivos, y en la construcción, sin dejar de lado a las especies que representan un valor cultural muy importante para diversos grupos étnicos de nuestro país (Alarcón-Chaires, 1993).

La amplia variedad de ambientes presentes en la costa Michoacana permite la existencia de una extraordinaria diversidad de moluscos. Se tienen registradas 282 especies de moluscos provenientes del litoral michoacano (Alarcón-Chaires, 1993; Colín-Soto, 1994; Del Río, 2001; Rivas, 2002; Fuentes com. pers.). Estas especies se encuentran comprendidas en cuatro clases: Gastropoda, Bivalvia, Cephalopoda y Polyplacophora (cuadro 4.19 y anexo 4.17).

Muchas de estas especies son de consumo tradicional y algunas representan una importante fuente de ingreso económico en la entidad, como el ostión y el pulpo, cuya explotación anual en el Estado de Michoacán en el 2001 fue de 22 y 20 toneladas respectivamente (CONAPESCA, 2001); otras, como la almeja, el quitón, el callo de hacha y varias especies de caracol, son parte importante de la dieta de los habitantes de las comunidades costeras.

En algunos casos el efecto de la pesquería comercial genera una presión de explotación que ha superado la capacidad de recuperación de las poblaciones; por ejemplo la lapa, *Ancistromesus mexicanus*, tuvo un decaimiento en su densidad poblacional por sobreexplotación en la década de 1970 (Ávalos-Vizcaino y Méndez-Reyes, 1992), de manera tal, que actualmente ya no se la encuentra muy fácilmente y debería estar decretada como especie sujeta a *protección especial*, al igual como lo está el caracol *Plicopurpura pansa*, cuyo tinte ha sido tradicionalmente utilizado desde hace varios cientos de años por los nahuas de la costa, para quienes representa la fertilidad y la nobleza. La supervivencia de esta especie se vio afectada por su explotación desmedida en la década de 1980, cuando una compañía japonesa exigía y compraba grandes cantidades de tinte líquido a un intermediario en la comunidad de Cachán. Esta actividad de lucro sin duda debió promover en la población la falta de conciencia ante el uso del recurso (Álvarez-Díaz, 1989).

Cuadro 4.19 Clases de moluscos registrados en Michoacán.

Clase	No. especies	Familias	Géneros
Gastropoda	169	48	95
Bivalvia	105	22	54
Polyplacophora	6	3	5
Cephalopoda	2	1	1
TOTAL	282	74	155

Cuadro 4.20 Uso y estado de conservación de algunas especies de moluscos de importancia económica.

Especie	Nombre común	Clase	Uso	NOM- 059-SEMARNAT-2001
<i>Crucibulum scutellatum</i>	Caracol gorrito	Gasteropoda	Comestible	Sujeta a protección especial
<i>Pinctada mazatlanica</i>	Madre perla	Bivalvia	Cosmetología y bisutería	Ídem
<i>Spondylus calcifer</i>	Almeja burra	Bivalvia	Comestible	Ídem
<i>Plicopurpura pansa</i>	Caracol de tinte	Gasteropoda	Extracción de tinte	Ídem

Se recomienda buscar información de las especies en: <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/ise/fichasnom/>
Pteria sterna y *Ancistromesus mexicanus* ya no se encuentran listadas en la norma 2001.

El grado de deterioro de algunas otras poblaciones de moluscos ha llevado a considerarlas en la lista de la norma oficial mexicana que establece las especies y subespecies bajo alguna categoría de riesgo (cuadro 4.20).

4.14.3 Crustáceos

Existen cerca de 38 000 especies de crustáceos que incluyen muchos de los artrópodos más familiares, como los cangrejos, langostas y cochinillas de humedad. Los crustáceos son el único grupo de artrópodos primariamente marino, aunque con muchas especies de agua dulce. Hay algunas especies semiterrestres, que no se han adaptado por completo a la vida en la tierra, en contraste con otros artrópodos que sí lo han hecho, como los insectos y las arañas.

Los crustáceos han explotado cada *hábitat* del ambiente marino, adquiriendo muchas formas y diversas tallas. En este grupo tan diverso encontramos desde los grandes cangrejos araña (*Macrocheira kaempferi*), que alcanzan varios metros de longitud, hasta las pulgas de agua (*Daphnia* spp.), de unos pocos milímetros.

En forma general se puede dividir a los crustáceos en dos grupos: los inferiores o crustáceos de tamaño pequeño (microscópico), y los superiores, en donde se encuentran los más comunes y de mayor talla. La clasificación de los crustáceos es muy compleja y está sujeta a cambios según se generan nuevos datos. Según Rupert y Barnes (1995) el grupo se divide en 10 clases (cuadro 4.21). Otra clasificación más actualizada es la de Martin y Davis (2001), que reconoce 6 clases, la cual no utilizamos en la elaboración del listado de especies.

La Clase Malacostraca incluye alrededor de la mitad de todas las especies conocidas de crustáceos y la mayoría de las especies más grandes, como cangrejos y langostas. En Michoacán se ha estudiado básicamente el Orden Decapoda, del cual se han registrado 45 especies que corresponden a 12 familias y 33 géneros (Alcántar-Esparza, 1988; García-Madrugal, 1991) (cuadro 4.22.). El número de registros de decápodos con que se cuenta para Michoacán representa el 3.26% del total conocido para el país, incluyendo los mares de la zona económica exclusiva, las aguas continentales y el ambiente terrestre (1 410 especies), mientras que el número de especies registradas para México representa el 18.8% del total mundial (Rupert y Barnes, 1995).

En el anexo 4.18 se encuentra un listado de 66 especies de 36 familias de crustáceos de tres clases (Branchiopoda, Malacostraca y Maxillopoda) que proviene de las bases de datos de del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de México (SNIB-CONABIO) (Álvarez, 1997; Arenas, 2000; Elías, 1999;

Hendrickx, 1998; Hendrickx, 1999; Lejía, 1998; Maeda, 1999; Palomares, 1997). En el anexo 4.19 se enlistan 45 especies correspondientes a 12 familias de la clase Malacostraca, con datos del Laboratorio de Invertebrados de la Facultad de Biología de la UMSNH.

Entre los decápodos marinos michoacanos de mayor importancia económica en el Estado encontramos a las langostas *Panulirus inflatus* y *P. gracilis*, las cuales forman parte de las pesquerías comerciales con captura de 27 toneladas en el 2001 (CONAPESCA, 2001). De igual forma puede señalarse, como en el caso de los moluscos, que existen otras especies de crustáceos que aunque no se explotan comercialmente, forman parte de la dieta de los pobladores del litoral; tal es el caso de los cangrejos conocidos comúnmente como "señoritas", o los cirrípedos conocidos como percebes, entre otros.

4.14.4 Equinodermos

Los equinodermos (del griego *echinus* = espina y *dermatos* = piel) integran un grupo exitoso de animales exclusivamente marinos, con casi 6 500 especies (Hendler et al., 1995). La mayoría tienen formas de vida libre, aunque la evidencia fósil indica que provienen de ancestros sésiles o fijos a un sustrato. La generalidad de los zoólogos divide a los equinodermos en cinco clases: Crinoidea (lirios de mar), Asteroidea (estrellas de mar),

Cuadro 4.21 Clases de Crustáceos y especies registradas en el mundo según Rupert y Barnes (1995).

SUBFILO CRUSTÁCEA	
Clase	No. especies
Remipedia	2
Cephalocarida	9
Branchiopoda	821
Ostracoda	5 650
Copepoda	8 405
Mystacocarida	9
Tantulocarida	4
Branchiura	150
Cirripedia	900
Malacostraca	22 651

Cuadro 4.22 Crustáceos malacostracos registrados en Michoacán.

Clase Malacostraca	Subclase Eumalacostraca		
Orden Decapoda	Especies	Familias	Géneros
Infraorden Macrura	4	3	2
Infraorden Brachyura	41	9	31

4.15 Helmintos parásitos

Ma. Teresa Álvarez Ramírez

Ophiuroidea (estrellas quebradizas o serpiente), Echinoidea (erizos de mar) y Holothuroidea (pepinos de mar). De las especies conocidas en el mundo, en México se tienen registradas alrededor de 650, esto es, el 10% del total (Solís-Marín *et al.*, 1993). En Michoacán se registran 41 especies, casi todas colectadas mediante buceo SCUBA hasta los 25 metros de profundidad (el ofiuroido *Diopederma danianum* fue colectado a más de 60 metros de profundidad frente a las costas de Michoacán y constituye un nuevo registro para el estado); esa cantidad de especies representa el 6.3% del total, lo cual indica un gran vacío en el conocimiento sobre la biodiversidad de este grupo.

En la Colección Nacional de Equinodermos del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México se encuentran 41 especies registradas que se encuentran incluidas en 27 géneros, 20 familias y 4 clases (Herrero-Pérezrul, 1990; Gómez-Carriedo, 2001) (cuadro 4.23 y anexo 4.20). Adicionalmente, en el anexo 4.21 se listan cinco especies de Equinodermos en cuatro familias y tres clases, proveniente de las bases de datos de del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de México (SNIB-CONABIO) (Solís-Marín, 1998).

Algunas especies de equinoideos y holoturoideos tienen una gran demanda para su consumo en países asiáticos y sudamericanos; en México no existe tal cultura de consumo, aún cuando representan una buena alternativa alimentaria. Desafortunadamente se sabe, por voz de los lugareños, de compañías extranjeras que hacen extracción de este recurso en nuestras costas sin regulación alguna.

Cuadro 4.23 Equinodermos registrados en Michoacán.

Clase	Especies	Familias	Géneros
Asteroidea	11	6	8
Ophiuroidea	9	5	6
Echinoidea	8	5	7
Holothuroidea	13	4	6
TOTAL	41	20	27

Para el Estado de Michoacán se reportan 133 especies de 64 familias de helmintos parásitos de cuatro fila. En este grupo artificial se incluyen a los nemátodos o gusanos cilíndricos; los cestodos, monogéneos, temnocéfalos, tremátodos y turbelarios, que se reúnen en el filo de los gusanos planos; los hirudíneos o sanguijuelas, del filo de los gusanos anillados; y los acantocéfalos (cuadro 4.24). Estas especies son parásitos de animales silvestres, principalmente de peces, anfibios, aves y reptiles, así como de animales domésticos y del hombre (anexo 4.23). Representan aproximadamente el 10% de la biodiversidad de los parásitos que se registran para México (Lamothe *et al.*, 1997).

El parasitismo es una simbiosis entre dos individuos, uno de los cuales es el beneficiado, y cuya coexistencia de miles de años los ha llevado a una coevolución. En ellos se ha facilitado la diversificación y una mejor adaptación a los cambios que se han dado en las últimas eras geológicas. Los parásitos constituyen un porcentaje importante de la biodiversidad; se estima que pueden formar del 25% al 40% de ésta. Los macroparásitos son organismos multicelulares de origen polifilético, o sea que provienen de varias líneas evolutivas, con una gran riqueza de forma y funciones. Lo más probable es que se hayan originado de organismos de vida libre y que paulatinamente se hayan adaptado morfológica y fisiológicamente a vivir en asociación estrecha con otros organismos (Cruz, 1993; Combes, 1996).

Desafortunadamente, en los últimos siglos las actividades antropocéntricas han afectado dichas relaciones, de tal manera que muchos parásitos se han convertido en causa de enfermedad en sus hospederos (Anderson y May, 1979; Combes, 1996; Suzán *et al.*, 2000).

Los registros de ectoparásitos y parásitos de animales silvestres acuáticos en el Estado de Michoacán se iniciaron con Caballero (1940) y Lamothe (1968). En 1980 en la empresa paraestatal PROPEMEX, localizada en las orillas del Lago de Pátzcuaro, se registró la presencia de cestodos (*Bothriocephalus sp.*) provenientes de los intestinos de peces cíclidos cultivados en la Presa de Infiernillo (Osorio, 1982). A partir de 1986 las contribuciones al estudio de los helmintos parásitos de peces, aves y anfibios en el Lago de Pátzcuaro aumentó gracias a diversos investigadores (Osorio *et al.*, 1986; Salgado y Osorio, 1986; Salgado y Osorio, 1987; Pulido, 1994; Pérez-Ponce de León *et al.*, 1994).

En las últimas dos décadas se han introducido y resembrado periódicamente a los sistemas acuáticos diversas especies exóticas, principalmente de peces de las familias Cyprinidae y Cichlidae, las llamadas comúnmente tilapias y mojarras. Esto ha contribuido a la presencia de epizootias causadas por parásitos que han afectado a peces y anfibios endémicos de los principales lagos del estado.

Se han realizado también estudios helmintológicos y ecológicos de los animales silvestres del Lago de Cuitzeo. En 1988 se registra por primera vez el céstodo *Bothriocephalus acheiglonathi*, principalmente en el charal *Chirostoma jordani* y otros peces endémicos de este embalse, lo que causó una epizootia considerable durante tres años. El consumo de estos peces disminuyó enormemente, hasta que llegó a afectar la economía de alrededor de tres mil familias que dependían de la pesca de la especie. Se ha realizado un monitoreo mensual para conocer la dinámica de la población de este céstodo en el lago; los cíclidos, ciprinidos y godeidos no se han visto muy afectados, mientras que el charal está reaccionando favorablemente de forma paulatina. Para otros peces, como *Zoogoneticus quitzeoensis* y *Hubbsina turneri*, el panorama es diferente: a partir de la presencia del céstodo, sus poblaciones han disminuido drásticamente.

Otro helminto no menos importante que ha afectado a los peces y anfibios del mismo lago es el nemátodo o gusano rojo (*Eustrongylides sp.*), cuyos estadios larvarios (2° y 3°) se alojan en el músculo de los vertebrados señalados. Se ha observado que invade los órganos internos, tanto de las ranas endémicas del lago como de las introducidas. Eso ha llevado a impedir la comercialización adecuada de las ancas de rana, y aunque en los últimos años han disminuido sus cargas parasitarias, es preocupante la declinación de sus poblaciones. Por otro lado Suzán y colaboradores (2000) señalan como las posibles causas de declinación a la sobrecaptura y a los procesos de fragmentación del hábitat, y no a la presencia del helminto.

También en el Lago de Chapala se han realizado estudios helmintológicos, principalmente en Aterinosporideos (charales), mientras que en la Laguna de Zacapu se han registrado helmintos de peces y anfibios endémicos (Cuevas, 2004).

Cuadro 4.24 Diversidad de especies conocidas de helmintos parásitos en el Estado de Michoacán.

Phylum	Clase	No. familias	No. especies
Acantocephala	Archiacanthocephala	2	3
	Eoacantocephala	1	1
	Paleoacantocephala	1	1
Annelida	Hirudinea	5	10
Nematoda	Secermentea	6	9
	Adenophorea	23	52
Platyhelminthes	Cestoda	8	27
	Monogenea	2	2
	Temnocephaloidea	1	1
	Trematoda	13	26
	Turbellarida	1	1
Total		64	133

Los primeros registros de helmintos parásitos del hombre para el estado de Michoacán, los realizó Alcántar en la región de la Meseta Tarasca en la década de los 1960. En 1996, Tay y colaboradores reportaron la frecuencia de parasitosis intestinales en niños de Morelia, Michoacán. Jacobo (2004) redescubre los geohelmintos en niños de las zonas costeras y lacustres del estado; Guzmán (2004) reporta la frecuencia de helmintos parásitos en niños de cuatro zonas rurales de Michoacán, y se registran 10 helmintos parásitos del hombre (seis nemátodos y cuatro céstodos). Existen otros registros médicos acerca de pacientes con paragonimiasis y fasciolosis.

Los helmintos de animales domésticos comerciales se han colectado e identificado en animales del rastro municipal de la ciudad de Morelia durante 12 años (Martínez, 2004). Los helmintos de mamíferos domésticos y silvestres también se han colectado y registrado desde 1987 a la fecha.

En el listado de especies de helmintos del hombre y animales que se presenta en el anexo 4.23, se señala la incidencia del parásito en las cuatro clases de vertebrados terrestres (anfibios, reptiles, mamíferos y aves) y en la especie humana. Se cuenta con información adicional procedente de los datos del SNIB-CONABIO, en donde se enlistan 83 especies de 68 familias de los fila: Acantocephala, Nematoda y Platyhelminthes (Cid del Prado, 1997; Lamothe, 1998; Pérez, 2001; Soto, 2000; Vidal, 2000) (anexo 4.22). También con base en los datos del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB-CONABIO) se presenta un listado del grupo de los gusanos anillados (Anellida), aunque en esta obra no se aborda su análisis (anexo 4.24) (De León, 1997; Fragoso, 2000; Hendrickx, 1999; Lamothe, 1998; Pérez, 2001).

4.16 Insectos y arácnidos

Javier Ponce Saavedra

Los artrópodos representan uno de los éxitos evolutivos más espectaculares de entre todos los organismos; esto se refleja en el número de especies conocidas, particularmente de insectos, de los cuales se conocen más de un millón de especies, más que el número de especies de todos los otros animales juntos.

Los insectos y arácnidos pertenecen a un grupo muy antiguo de animales, cuya presencia es abundante y dominante comparada con la de cualquier otro animal o planta; estos organismos son elementos comunes en cualquier ecosistema terrestre y acuático. En el primer grupo encontramos a mariposas, escarabajos, chinches, chapulines, cucarachas, abejas, moscas, mosquitos, hormigas y avispas, y en el segundo a los alacranes y arañas. Sumado a la importancia de su abundancia, está el papel ecológico que desempeñan, ya que transforman una gran cantidad de la energía capturada por las plantas y la hacen disponible para otros animales que se alimentan de ellos, en muchos casos otros insectos y arácnidos, además de animales superiores como aves, lagartijas, serpientes, ratones, murciélagos y otros pequeños mamíferos. Muchos insectos son parte importante de la fauna del suelo y comen materia orgánica en descomposición, actuando como organismos reintegradores.

Tradicionalmente se ha considerado a los arácnidos como dañinos, pero ha sido la falta de conocimiento del grupo lo que ha llevado a crear mitos alrededor de estos diversos y arcaicos animales. Sólo un reducido número de especies de arácnidos en el mundo, incluyendo a los alacranes, son realmente un peligro para el hombre. La mayoría de ellos son depredadores de insectos y otros pequeños invertebrados, incluso de otros arácnidos, por lo que su papel en el balance ecológico de los sistemas en que habitan es muy importante.

Según la información de la Comisión Nacional para la Biodiversidad, de acuerdo con lo publicado en la serie "Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento" (1996-2002) Vols. I-III, en México se han registrado 37 175 especies de insectos y arácnidos, lo que representa cerca del 6.35% de las reconocidas mundialmente (Llorente *et al.*, 1996; Llorente *et al.*, 2000; Llorente y Morrone 2002). Para Michoacán se sabe de la existencia de 1 309 especies de insectos y arácnidos, lo que representa apenas el 3.5% de las conocidas en el país.

La mayoría de los grupos de insectos están aún sin registro reconocido para el Estado, a pesar de que algunos grupos son muy comunes, como los escarabajos peloteros o los pinacates.

En México se ha registrado el 5.79% de las especies de insectos conocidas en el mundo, y en Michoacán el 3.4% de las conocidas en el país. De los arácnidos se conocen 5 451 especies, que representan el 14.28% del total registrado en el mundo, reflejándose un mejor conocimiento de este grupo en comparación con los insectos.

Para Michoacán se conocen 241 especies de arácnidos del total registrado para el país (4.42%), lo que muestra que el conocimiento es escaso; pero con base en estimaciones de lo que se ha registrado de los grupos trabajados, se supone que podría generarse por lo menos un 100% más de lo hasta ahora conocido.

En la información discutida anteriormente no se ha incluido el trabajo realizado en diferentes dependencias en el Estado, especialmente en el Laboratorio de Entomología de la Universidad Michoacana. Los resultados de estas investigaciones se han presentado en congresos nacionales e internacionales y se han publicado en revistas de circulación restringida, regional o nacional. En forma comparativa, a continuación se presentan cuadros que muestran la información publicada por la CONABIO y lo que se ha generado por parte de investigadores michoacanos, particularmente en la Universidad Michoacana (cuadros 4.25 y 4.26).

La situación actual del conocimiento de estos grupos de invertebrados se resume en 241 especies de arácnidos y 1 153 de insectos, total de 1 394 que representa el 3.75% del número conocido para el país. El conocimiento es aún muy pobre; se requiere ampliar las áreas geográficas de trabajo y promover un mayor interés en la taxonomía de estos grupos. La información de la columna referente a las especies registradas para Michoacán en los cuadros 4.25 y 4.26 fue tomada de los siguientes autores: Acuña, 1990; Balcázar, 1993; Beutelspacher, 2000; Chávez, 1995; Durán, 1997; Escalante, 1998; Fet *et al.*, 2000; Jiménez, 1996; Jurado, 1994; Jurado y Ponce, 1994; Llorente *et al.*, 1999; Martínez, 1997; Mendoza, 1998; Moreno, 1998; Orozco y Ponce, 1995; Penagos *et al.*, 1994; Ponce y García, 1994; Ponce *et al.*, 1996; Ponce y Pinto, 1997; Ponce y Beutelspacher, 2001; Sánchez y Ponce, 1995; Torres, 1987; Villaseñor, 1995.

Cuadro 4.25 Relación de especies de insectos registrados en el Estado de Michoacán.

Orden	Superfamilia o Familia	Número de especies conocidas (Fuente: CONABIO 1996-2002)			Número de especies registradas para Michoacán
		Mundo	México	Michoacán	
Archaeognata		700	15	0	0
Collembola		6875	550	17	0
Coleoptera	Bruchidae	?	323	0	0
	Buprestidae	12000	800	0	0
	Carabidae	?	1 957	0	24
	Cerambycidae	20 000	1 383	50	50
	Ciidae	553	42	0	0
	Curculionidae	50 000	2 344	0	16
	Elmidae	1 200	64	1	1
	Leiodidae	2 900	87	0	0
	Lucanidae	1 282	9	1	1
	Malacodermata	8 421	392	13	13
	Melolonthidae	10 000	905	0	62
	Passalidae	682	82	8	8
	Scarabaeidae	9 364	419	0	0
	Silphidae	190	11	5	5
	Staphylinidae	32 340	964	0	0
	Tenebrionidae	19 024	1 227	0	0
	Nemonychidae	69	2	0	0
Scolytidae	5 812	846	131	131	
TOTAL		180 712	12 407	226	311
Diplura		200?	31	0	0
Diptera	Bibionidae	650	40	0	0
	Ceratopogonidae		168	4	4
	Chironomidae	1 000	61	2	2
	Culicidae	3 434	247	46	46
	Mydidae	421	38	6	6
	Psychodidae	?325	65	7	7
	Simuliidae	1 470	90	24	24
	Tabanidae	4 290	201	0	0
	Tephritidae	4 200	224	0	12
	Tipulidae	15 000	324	18	18
	TOTAL		30 465	1 458	107
Embioptera		300	37	2	2
Ephemeroptera		2 500	116	2	2
Hemiptera	Lygaeidae	5000	284	41	0
	Pentatomidae	?	317	44	0
	TOTAL	5 000	601	85	0
Heteroptera	Enicocephalomorpha	400	11	0	0
	Reduviidae	6 500	248	6	6
	TOTAL	6 900	259	6	6

La información en forma de listados de especies de insectos y arácnidos, tiene como fuente diversas instituciones: 1) el Laboratorio de Entomología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; 2) el Sistema Nacional sobre la Biodiversidad de México (SNIB- CONABIO); 3) bases de datos del CENAPROS-INIFAP con sede en Michoacán.

La información de escarabajos en el estado, proveniente del CENAPROS consta de 63 especies de tres familias de coleópteros lamelicornios (anexo 4.26). Adicionalmente, se cuenta con un listado de 139 especies de coleópteros pertenecientes a seis familias; esta información procede de las bases de datos del SNIB-CONABIO (anexo 4.25) (Morón, 1998 y 2000; Nájera, 1998; Navarrete, 2000; Romero, 1998).

En el anexo 4.27, se presenta la información de 56 especies pertenecientes a 11 familias de los himenópteros de Michoacán, teniendo como fuente las bases de datos del SNIB- CONABIO (González, 1998; Luis 2001a).

Uno de los grupos de insectos más numerosos son los lepidópteros o mariposas. En el SNIB-CONABIO se tiene información de 343 especies de cuatro familias (Balcázar, 1999a; Balcázar, 1999b; De La Maza, 1998; Fernández, 1999; León, 1999; Luis, 1997, 1998a, 1998b, 1999a, 1999b y 2001b) (anexo 4.28). Por otro lado, en el Laboratorio de Entomología de la UMSNH, se cuenta con un listado de las mariposas comunes para la entidad, en donde se registran 352 especies pertenecientes a cinco familias (anexo 4.29)

En el anexo 4.31 se presenta un listado con información proveniente de la UMSNH sobre los insectos más comunes para el estado, con información de 111 especies, pertenecientes a 37 familias y cuatro órdenes, se mencionan también los nombre comunes, sus hábitos alimentarios y los municipios donde han sido colectados. Mientras que con la información del SNIB- CONABIO, se elaboró otro listado de insectos con 26 especies de 10 familias y tres órdenes (Brailovsky, 1998; Contreras, 2000; Palacios, 1997) (anexo 4.30).

En cuanto a la información de arácnidos, en el anexo 4.32 se enlistan 127 especies de las arañas más comunes para el estado. Por otra parte, en el anexo 4.33 se presenta un listado de 18 especies de alacranes. Ambos listados se basan en la información generada en el Laboratorio de Entomología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Cuadro 4.25 Relación de especies de insectos registrados (cont.).

Orden	Superfamilia o Familia	Número de especies conocidas (Fuente: CONABIO 1996-2002)			Número de especies registradas para Michoacán
		Mundo	México	Michoacán	
Homoptera		?	2 773	0	0
Hymenoptera	Apoidea	20 000	1 800	199	199
	Braconidae	15 000	229 gen	9	9
	Chalcidoidea	25 000	351	19	19
	Cynipoidea	3 000	368	10	10
	Formicidae	8 800	501	14	22
	Ichneumonidae	1 100	914	0	0
	Pompiloidea	4 234	174	20	20
	Proctotrupeoidea	5 106	95	5	5
	Sphecoidea	8 000	615	34	34
	Vespidae	4 200	346	33	33
	TOTAL	94 440	5 164	343	22
Isoptera		2 750	65	0	0
Lepidoptera	Arctiidae	11 000	418	45	45
	Castniidae	?	106	15	15
	Gracillarioidea	2 000	13 (0.65%)	0	0
	Hesperioidea	5 000	741	0	0
	Papilionoidea	100 000	2 000	64	198
	Pyraloidea	15 000	489	0	0
	Saturniidae	1 200	194	20	20
	Sphingoidea	1 393	195 (18%)	14	14
	Tineoidea	2 600	26 (1%)	0	0
	Tortricidae	?	400	2	2
Microlepidoptera		5117	2 000	0	0
		189 310	6 348	160	294
Mecoptera		?	9	0	0
Megaloptera		300	13	3	3
Neuroptera		6 000	311	39	39
Odonata		5 600	330	38	59
Plecoptera		1 800	47	0	0
Protura		200	15	0	0
Psocoptera		8 075	646	0	0
Raphidioptera		200	13	2	2
Siphonaptera		?	136	27	27
Thysanoptera		5 000	600	40	40
Trichoptera		7 000	325	0	0
Zygentoma		0	36	0	0
Otras especies correspondientes a grupos no listados:					227
Total registrado en el Estado:					1 153

Cuadro 4.26 Relación de especies de arácnidos registrados en Michoacán.

Orden	Número de especies conocidas (Fuente: CONABIO 1996-2002)			Dato actualizado para Michoacán
	Mundo	México	Michoacán	
Acari	Se desconoce	2 343	109	109
Amblypygi	70	14	0	3
Araneae	34 660	2 506	83	89
Opiliones	Aprox. 2 000	283	21	21
Palpigradi	48	1	0	0
Ricinulei	49	10	0	0
Schizomida	Se desconoce	35	0	0
Scorpiones	Aprox. 1500 (1259)*	177 (aprox. 200)**	4	16***
Solifugae	Se desconoce	57	0	2
Uropygi	85	2	0	1
Especies conocidas:	38 171	5 451	229	241

* Dato actualizado según Fet et al. (2000)
 ** Dato actualizado según: Beutelspacher (2000)
 *** Dato actualizado según: Ponce y Beutelspacher (2001)

Recuadro 4.12

Avances en el conocimiento de las familias Scarabaeidae, Melolonthidae y Trogidae (Insecta: Coleoptera) en el estado de Michoacán.

Miguel B. Nájera Rincón

Durante los últimos veinte años se han desarrollado en México importantes estudios acerca del inventario, ecología, comportamiento, biosistemática y biogeografía de los coleópteros lamelicornios. El conocimiento detallado de este grupo de insectos ha permitido proponer hipótesis sobre los movimientos faunísticos en la Zona de Transición Mexicana, y su influencia en las áreas septentrionales y ecuatoriales adyacentes. No obstante, la mayor parte de las investigaciones se han desarrollado básicamente en áreas naturales protegidas, estaciones biológicas o reservas de la biosfera, siendo necesario continuar el trabajo en otras áreas que aún permanecen poco exploradas, como la vertiente del Pacífico y sistemas montañosos aledaños, como es el caso del Estado de Michoacán. En este sentido, como resultado del proyecto interinstitucional de investigación titulado «Fauna de coleópteros lamelicornios del Estado de Michoacán. Primera Fase: Subprovincia Neovolcánica Tarasca (cuenca del Lago de Pátzcuaro)» (CONABIO FB230/G019/95), se cuenta con la siguiente información.

Para el gradiente altitudinal, que parte de Santa Fe de La Laguna (2 040 msnm) al cerro del Tzirate (3 300 msnm), se integró una base de datos que incluye un total de 6 742 ejemplares adultos. Los especímenes colectados se ubican en 28 géneros y 62 especies. El 44.6% de los ejemplares se encuentra depositado en la Colección Entomológica del Centro Nacional de Investigación para Producción Sostenible (CENAPROS) con sede en el municipio de Álvaro Obregón, Michoacán, mientras que el 55.4% restante forma parte de colecciones sinópticas depositadas en diversas instituciones nacionales. Si consideramos el total de especies identificadas (62) y las esperadas dependiendo de tres métodos de predicción: SPSS/PC (72), INVENTOR (82) y distribución LOGNORMAL (118), esto significaría que hasta el momento conocemos el 86%, 75% y 52% respectivamente, según el método, de la fauna de lamelicornios del gradiente altitudinal.

Al efectuar un análisis biogeográfico ecológico de las especies, encontramos elementos submontanos o montanos, de amplia distribución tropical, exclusivos del trópico del Pacífico mexicano, así como elementos euritópicos, situación que demuestra la interesante mezcla faunística debido a la situación geográfico-ambiental de la región. En cuanto a su biogeografía histórica, los géneros se ajustan en mayor o menor grado a los patrones de dispersión Paleoamericano, del Altiplano, Mesoamericano de Montaña, Neotropical Típico de Penetración Media y de Penetración Máxima. Desde la perspectiva agropecuaria, forestal y médica, entre los insectos colectados se registraron especies de importancia económica, otros que se constituyen como plagas, y otros más de importancia ecológica debido a que se alimentan de materia orgánica y contribuyen a la mineralización, conservando la productividad del suelo. Desde el punto de vista pecuario, las especies coprófagas procesan anualmente una gran cantidad de estiércol, lo que contribuye al incremento de la fertilidad del suelo y evita la proliferación de moscas transmisoras de enfermedades, no obstante, también pueden colaborar en la destrucción o dispersión de huevecillos de diversos parásitos intestinales como nemátodos y céstodos. Por otra parte, se registraron cinco especies de la familia Scarabaeidae amenazadas de extinción de acuerdo a su rareza demográfica o biogeográfica, por lo cual es fundamental conservar el hábitat donde se ubican dichas especies.

Recuadro 4.13

Alacranes venenosos del Estado de Michoacán.

Javier Ponce Saavedra
Rocío J. Moreno Barajas

Nuestro país tiene una gran riqueza en muchos grupos animales, entre ellos, los alacranes venenosos de la familia Buthidae. De acuerdo a Beutelspacher (2000), existen 22 especies de la familia, de las cuales solamente seis (incluyendo dos subespecies) son de alto riesgo por la toxicidad de su veneno; las especies consideradas como peligrosas pertenecen al género *Centruroides* Marx.

El Estado de Michoacán ocupa el sexto lugar en cuanto a la riqueza de especies de alacranes en nuestro país. Ponce y Beutelspacher (2001) mencionan la presencia de 13 especies, tres subespecies y una forma, de las cuales cuatro especies y dos subespecies son lo suficientemente tóxicas como para representar un problema de salud pública. De ocho taxones considerados como de importancia médica en México, seis se presentan en Michoacán.

De las especies que se registran para México, en Michoacán encontramos las siguientes, que se consideran muy tóxicas: 1) *Centruroides noxius*, con distribución conocida en Jalisco principalmente y con sólo un registro en la ciudad de Uruapan que pudo haber sido producto de una introducción, ya que no se ha vuelto a registrar; 2) *Centruroides limpidus limpidus*, conocido como «alacrán de Iguala» o «alacrán de Guerrero», ampliamente distribuido en el Estado de Guerrero, pero también común en Puebla, Estado de México, Morelos, Querétaro, Guanajuato y Michoacán, además de algunos registros aislados en otras zonas del país; 3) *Centruroides limpidus tecomanus*, «alacrán de Manzanillo» o «alacrán de Colima», que es una de las especies mexicanas de mayor toxicidad, y como su nombre lo indica se encuentra en el Estado de Colima, y en Michoacán se registra a lo largo de la costa; 4) *Centruroides elegans*, que se ha registrado en algunas localidades de la Tierra Caliente de Michoacán, aunque su distribución indica que es más común en Jalisco, sobre todo en la costa, y en el Estado de Nayarit; 5) *Centruroides infamatus*, «alacrán de Michoacán» que incluye también a la subespecie 6) *C. i. ornatus*, que son alacranes de toxicidad de entre media y alta, con poblaciones grandes y comunes en diferentes partes de Michoacán, preferentemente en climas templado-cálidos a templados, a diferencia de las otras especies, que prefieren climas más cálidos. Esto no significa que el resto de los alacranes presentes en Michoacán no tengan veneno, sino que en condiciones normales de salud su picadura no pone en riesgo la vida del afectado.

El piquete de alacrán tiene una función biológica, la de matar presas de tamaños grandes cuya fuerza no pueda dominar con sus pedipalpos. Cualquier persona picada por un alacrán puede presentar una reacción de moderada a grave, pero en condiciones normales, un alacrán busca alejarse de la presencia de los humanos refugiándose en oquedades o cualquier sitio que ofrezca protección, desgraciadamente en las áreas urbanas, estos sitios son los armarios, el interior de los zapatos, la ropa o los muebles, lo que incrementa la probabilidad de un accidente.

4.17 Peces

Martina Medina Nava
Ma. Virginia Segura García
Rodrigo Moncayo Estrada
Carlos Escalera Gallardo

Michoacán, “lugar de pescadores”, nombre prehispánico que recuerda la importancia de nuestro Estado en cuanto a la diversidad de especies de peces que se encuentran en los diferentes cuerpos de agua. Del total de las 206 familias de peces reportadas para el país, 80 se encuentran registradas para Michoacán: 64 son marinas, 7 dulceacuícolas y 9 habitan las aguas salobres. El listado completo comprende 179 géneros y 351 especies. En cuanto a las 506 especies de aguas **epicontinentales** que se han reportado en el país, para el Estado se conocen 95, lo que representa el 18% (Medina-Nava *et al.*, 2000).

En función a la distribución de los peces se ha propuesto la división del Estado en tres zonas o regiones ictiogeográficas bien delimitadas: Lerma-Chapala, Balsas-Tepalcatepec y Costera (Álvarez, 1972). Esta regionalización también responde a la conformación de las **cuencas** hidrográficas del Estado y por ende a una distribución natural de los peces, por lo que estas consideraciones son relevantes para entender la distribución actual del recurso pesquero y sus requerimientos.

Hay un alto porcentaje de especies endémicas en el Estado, particularmente para la región del Lerma-Chapala, en donde el 37.5% de las especies conocidas son endémicas, mientras que para la región del Balsas el nivel de endemismo es de 12.5% (Medina-Nava *et al.*, 2000). Ejemplos de especies endémicas son los conocidos charales (*Chirostoma grandocule*, *C. attenuatum*, *C. jordani*) y los pescados blancos (*C. estor estor*, *C. humboldtianum*, *C. lucius*), que tienen importancia económica y social para las comunidades purépechas de la zona lacustre desde tiempos prehispánicos; también los llamados tiros (*Goodea atripinnis*, *Xenotoca variata*) y chehuas (*Allophorus robustus*) que forman parte de

la subsistencia de este tipo de comunidades. Actualmente los tiros y las chehuas son un importante recurso en la acuariofilia internacional. Por otro lado, existen grupos como las sardinitas (*Algansea tincella*), la acúmara (*Algansea lacustris*) y la cherehuita (*Hubbsina turneri*) que tienen importancia económica y de ornato.

Existe un grupo muy primitivo, cercano a los tiburones, al que corresponden las llamadas lampreas o anguilas (*Tetrapleurodon geminis* y *T. spadiceus*), de las que es importante señalar la alarmante disminución de sus poblaciones en las últimas cuatro décadas. Existen dos especies en México y las dos son exclusivas para el Estado de Michoacán.

Debido a la gran variedad de **hábitats** de la región costera, se encuentra una interesante confluencia de grupos de peces de agua dulce, marinos y de ambientes salobres. Esta diversidad debe de ser estudiada para reconocer e identificar a las especies, así como los diferentes hábitats que proveen los esteros, lagunas costeras, manglares y todo tipo de humedales. Sin embargo, cabe aclarar que sobre la zona costera son escasos en la actualidad los estudios realizados.

Es evidente la problemática por la que atraviesan los recursos acuáticos en el estado. Entre sus causas más importantes se reconoce la pérdida del hábitat, debida a la deforestación y el azolve, producto de las actividades agrícolas y forestales, y la presencia de contaminantes de fuentes urbanas, industriales y agrícolas. El impacto negativo de estas actividades tiene como consecuencia cambios cualitativos y cuantitativos en la composición del agua, lo que provoca la disminución en la abundancia y la desaparición de los peces. En algunos lugares los metales pesados contaminantes han alcanzado concentraciones mayores que las registradas en otros países. De manera muy importante la introducción de especies exóticas, como

carpas, tilapias, lobina negra, pez diablo y otras, que han ocasionado problemas a las nativas por la competencia que se establece por espacio y alimento, por la transmisión de enfermedades y, en algunos casos, por la depredación de sus huevos y crías.

Algunas especies nativas e introducidas que representan un valor económico sustancial, han estado sujetas a procesos de sobreexplotación, lo que ha llevado a la disminución de sus poblaciones; por lo que es necesario promover el uso adecuado de las artes de pesca comercial y una legislación acorde, para así mantener la estabilidad de las poblaciones.

Debido al uso irracional del agua en las diversas actividades humanas, los niveles de lagos, ríos y mantos acuíferos han disminuido drásticamente, lo que ha traído como consecuencia desequilibrios hidrológicos. Hay ríos que se consideraban *perennes* y que ahora en algunas porciones son intermitentes, y por lo tanto la vida acuática se ve afectada directamente; también la construcción de presas y bordos ocasiona la pérdida de *hábitats*, incidiendo principalmente en las especies nativas.

Toda esta problemática refleja la carencia de planes de manejo integrales para cada *cuenca*, que permitan ordenar y planear el uso de los diferentes recursos con la expectativa de la recuperación o el mantenimiento de la fauna acuática; el sostenimiento de las poblaciones de peces depende de un buen funcionamiento de todos los componentes del *ecosistema* acuático. Con este panorama, los esfuerzos deben tender hacia un mayor conocimiento del grupo de los peces, ya que aún existen áreas sin inventariar.

Son tareas inmediatas establecer sistemas de monitoreo de las poblaciones en sitios clave a fin de

conocer el estado que guardan las diferentes poblaciones y proponer actualizaciones al listado de la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2001), ya que esto permitirá desarrollar políticas de *conservación* y mejor aprovechamiento de este grupo. Es importante la búsqueda de una acuicultura de tipo artesanal para las especies nativas de importancia comercial, principalmente en los lagos, lo que redundaría en una menor presión sobre estas especies y con ello se lograría su estabilidad.

En estos tiempos es importante superar las actitudes contemplativas hacia las acciones de conservación; es necesario encontrar alternativas a la problemática con la participación de los diferentes sectores de la sociedad. Una mayor difusión del conocimiento es muy importante, ya que una sociedad ignorante de su riqueza no será capaz de valorar lo que posee como recursos naturales, y mucho menos entenderá como funcionan éstos ni la necesidad de controlar, en este caso, el desarrollo de la cuencas, y ordenar la protección de los sistemas acuáticos.

Se presenta en el anexo 4.34 un listado de 107 especies de 26 familias peces marinos y continentales de la entidad reportados en bases de datos del Sistema Nacional de Biodiversidad SNIB- CONABIO (Díaz, 1998; Espinosa, 2002; Lozano, 2003). Dos de las bases que sirven de referencia para el anexo 4.34 tratan de un catálogo sistematizado y actualizado de la colección helmintológica, en donde se indican las especies de peces que son parasitadas (Lamothe, 1998) y la ictiofauna del río Balsas y los helmintos parásitos asociados (Soto, 2000). En el anexo 4.35 se enlistan 85 especies de 15 familias de peces de agua dulce de Michoacán que han sido reportadas por personal del Laboratorio de Biología Acuática de la Facultad de Biología de la UMSNH.

Recuadro 4.14 Peces del lago de Chapala

Rodrigo Moncayo Estrada
Carlos Escalera Gallardo

El Lago de Chapala representa uno de los más importantes centros de **evolución** y **distribución** de peces en México. La familia de las pintillas y tiros (Goodeidae) presenta su mayor diversidad en este lago, con diez especies; lo mismo ocurre con los charales y pescados blancos, que incluyen ocho especies. Particularmente, los pescados blancos son el ejemplo más riguroso, a nivel mundial, de evolución simpátrica de la familia Atherinopsidae en agua dulce (figura 1) (Barbour y Chernoff, 1984). Diecisiete especies del lago generan empleo para 1 699 pescadores en una pesquería de tipo artesanal y son fuente de alimento local y regional (Moncayo y Buelna, 2001).

Desafortunadamente, el lago de Chapala, como los diferentes lagos del Estado de Michoacán, presenta una impresionante degradación ambiental, situación que se refleja en su fauna íctica. De las 28 especies de peces nativos que se habían registrado hasta la década de 1960, en la actualidad sólo se encuentran 18 (cuadro 1) (Moncayo y Buelna, 2001); de continuar la misma tendencia, se calcula que todas las especies habrán desaparecido en el 2020 (figura 2). Entre los años de 1960 a 1980, se perdió el 7% de las especies; sin embargo, de 1980 al 2000 se alcanzó un 40%, lo cual es reflejo del acelerado deterioro y la mala planeación en el uso de estos humedales.

La carencia de un programa de manejo para el lago no ha permitido contar con un diagnóstico completo de la problemática. Un programa de manejo y su adecuada implementación sería un importante instrumento para tomar acciones contundentes y organizar las actividades permitidas, basadas en el conocimiento de las condiciones y recursos presentes. También ayudaría identificar y jerarquizar los problemas existentes, para así establecer normas de conservación y aprovechamiento sustentable, además de plantear mecanismos de participación de los sectores público,



Figura 1 Pescados blancos. De arriba hacia abajo: Cuchillo (*Chirostoma sphyraena*), Ojón (*C. lucius*) y Hocico prieto (*C. promelas*).

Cuadro 1 Peces nativos del lago de Chapala.			
Familia	Especie	Familia	Especie
Petromyzontidae	<i>Lampetra spadiceus</i> *	Goodeidae	<i>Allotoca dugesii</i> * (A)
			<i>Alloophorus robustus</i> *
Cyprinidae	<i>Algansea popoche</i> (A)		<i>Chapalichthys encaustus</i>
	<i>Algansea tincella</i>		<i>Goodea atripinnis</i>
	<i>Notropis calientis</i> *		<i>Skiffia bilineatus</i> (P)
	<i>Notropis sallei</i> *		<i>Skiffia lermæ</i> *(A)
	<i>Yuriria alta</i>		<i>Skiffia multipunctata</i> *
Catostomidae	<i>Scartomyzon austrinus</i> *		<i>Xenotoca variata</i>
			<i>Xenotichthys melanosoma</i>
Ictaluridae	<i>Ictalurus dugesii</i> (A)		<i>Zoogoneticus quitzeoensis</i> * (A)
	<i>Ictalurus ochoterenai</i>	Poeciliidae	<i>Poeciliopsis infans</i>
Atherinopsidae	<i>Chirostoma arge</i> *		
	<i>Chirostoma consocium</i>		
	<i>Chirostoma chapalae</i>		
	<i>Chirostoma jordani</i>		
	<i>Chirostoma labarcae</i>		
	<i>Chirostoma lucius</i>		
	<i>Chirostoma promelas</i> (A)		
	<i>Chirostoma sphyraena</i>		

* Especies que no se han capturado a partir del año 1990. Se indican las categorías del NOM-059-SEMARNAT 2001; P, en peligro de extinción; A, amenazada.

privado y social.

Otro aspecto crucial es la sobreexplotación regional de los acuíferos y del río Lerma, lo cual ha provocado un descenso del lago y ha modificado el comportamiento reproductivo y alimentario de los peces. Diferentes análisis han mostrado que ante el decremento del volumen se tiene un incremento en contaminantes, sales y nutrientes. Una de las soluciones sería establecer un ordenamiento ecológico de la cuenca Lerma-Chapala, estructurar claramente los criterios de análisis, evaluación y toma de decisiones y, prioritariamente, crear un control del nivel del Lago de Chapala.

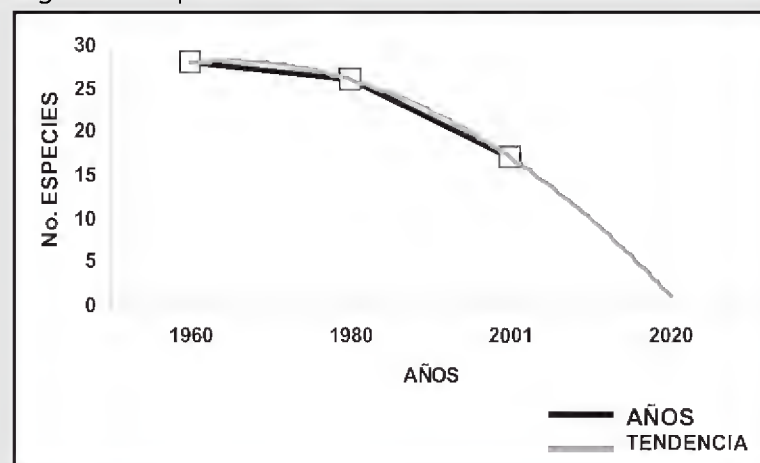


Figura 2 Reducción en el número de especies nativas cada dos décadas, incorporando una proyección a futuro.

Recuadro 4.15

Los Godeidos del Estado de Michoacán.

Omar Domínguez Domínguez

México presenta una gran variedad de cuerpos de agua epicontinentales. La región central de México, particularmente los Estados de Michoacán y Jalisco, es considerada la zona lacustre más importante del país (CONABIO, 1998). La combinación de una compleja historia geológica y zoogeográfica ha dado como resultado una gran riqueza de especies acuáticas, con un alto índice de endemismos. Para nuestro país, el registro de la fauna íctica asciende a 2 120 especies, de las cuales aproximadamente 500 corresponden a especies de aguas interiores y de estas, 163 son endémicas de las aguas mexicanas en gran parte restringidas a pequeñas porciones del territorio nacional (CONABIO, 1998). Un grupo endémico de gran importancia en México es la subfamilia Goodeinae (Goodeidae: Cyprinodontiformes) que está formada por especies de peces que tienen la particularidad de presentar fertilización interna, dar a luz crías vivas y contar con un sistema especializado de nutrición embrionaria, en el que los nutrientes pasan directamente del ovario de la hembra al embrión mediante una estructura llamada trofotenia; esta característica los hace únicos desde el punto de vista biológico dentro del grupo de los peces.

Los Goodeinae están representados por 19 géneros y 42 especies, todas ellas restringidas a la Mesa Central de México o Altiplanicie Mexicana; el mayor número de especies se registra en los Estados de Michoacán y Jalisco, siendo la cuenca Lerma-Chapala-Santiago la que presenta la mayor abundancia. En el Estado de Michoacán se han listado 12 géneros y 21 especies que representan el 66% y el 52% respectivamente, lo cual confiere a la entidad un papel clave en la conservación de este grupo. El uso que el hombre da a estos peces es escaso, por lo que la atención que han recibido es igualmente baja. Algunos godeidos son utilizados como alimento (*Goodea atripinnis* y *Allophorus robustus*); otros se usan como forraje para animales de granja y otros más se utilizan como especies de ornato (*Skiffia multipunctata* y *Allotoca dugesii*). Por lo general, son peces que por su pequeño tamaño no revisten ninguna importancia económica para el hombre, pero que sin lugar a dudas tienen un papel vital en la salud de los ecosistemas en donde habitan, y con un valor especial por ser parte de la fauna endémica.

Desafortunadamente, los ecosistemas y la biota dulceacuícola del centro del país han sido impactados en forma muy severa por la deforestación de las cuencas, la disminución de los caudales de aguas subterráneas y superficiales, la contaminación de las aguas, la modificación de los hábitats, la introducción de especies exóticas y una desmedida sobrepesca. Debido a lo anterior, los godeidos han sufrido una drástica disminución en sus poblaciones, poniendo al borde de la extinción a algunas de las especies, incluyendo a la recién descrita *Allotoca zacapuensis* (Meyer *et al.*, 2001). Por lo anterior, es urgente la implementación de programas de estudio y conservación de los peces nativos, siendo el primer paso el conocimiento de la diversidad, así como su estado y prioridades de conservación. A continuación se presenta la lista de godeidos de Michoacán, el estado de conservación siguiendo los criterios de la IUCN (1998), y el que se reporta en la Norma Oficial Mexicana de Ecología (NOM-059-SEMARNAT-2001); como se puede observar, sólo seis especies se han incluido en esta última (cuadro 1).

Cuadro 1 Listado de Godeidos del Estado de Michoacán en estado de conservación de acuerdo a los criterios de la IUCN (1998) y la Norma Oficial Mexicana de Ecología (NOM-059-SEMARNAT-2001).

Especie	Estado de conservación	
	IUCN**	NOM-059-SEMARNAT-2001
<i>Allotoca dugesii</i>	En peligro (EN) (A-1-c)	Amenazada
<i>Alloca diazi</i>	En peligro (EN) (B-1)	En Peligro
<i>Allotoca zacapuensis</i>	En peligro crítico (CR) (B-1 y C-2-b)	
<i>Allotoca meeki</i>	En peligro crítico (CR) (A-1-c y e y B-1)	
<i>Allotoca catarinae</i>	Vulnerable (VU) (A-1-c y e y B-1)	
<i>Neophorus regalis</i>	En peligro crítico (CR) (1-A-c)	
<i>Allophorus robustus</i>	Vulnerable (VU) (A-1-c y d)	
<i>Goodea atripinnis</i>	Bajo riesgo (LR-2)	
<i>Ilyodon whitei</i>	Vulnerable (VU) (A,1 a, c)	
<i>Ilyodon furcidens</i>	Bajo riesgo (LR-2)	
<i>Ilyodon cortesae</i>	Vulnerable (VU) (A,1 a, c)	
<i>Capalichthys pardalis</i>	En peligro crítico (CR) (B-1 y B-2-c)	
<i>Chapalichthys peraticus</i>	En peligro crítico (CR) (B-1 y B-2-c)	
<i>Chapalichthys encaustus</i>	Vulnerable (VU) (A-1-c)	
<i>Xenotoca variata</i>	Bajo riesgo (LR-2)	
<i>Skiffia lermae</i>	En peligro (EN) (A-1-c)	Amenazada
<i>Skiffia multipunctata</i>	En peligro (EN) (A-1-c,e y B-1)	
<i>Neotoca bilineata</i>	En peligro crítico (CR) (A-1-c y B-1)	En peligro
<i>Girardinichthys multirradiatus</i>	En peligro (EN) (A-1, a, c y e)	
<i>Zoogoneticus quitzeoensis</i>	Vulnerable (VU) (A-1-c y B-1)	Amenazada
<i>Hubbsina turneri</i>	En peligro crítico (CR) (A-1-b,c y B-2-b,d)	En peligro

** Para ver la descripción de los criterios de la IUCN señalados para cada especie revisar las siguientes direcciones:
http://www.iucn.org/webfiles/doc/SSC/SSCwebsite/Red_List/regionalguidelinesSP.pdf
<http://www.iucn.org/themes/ssc/redlists/rllcategories2000.html>

4.18 Anfibios y reptiles

Dolores del Carmen Huacuz Elías

En México se conocen 290 especies de anfibios y para el Estado de Michoacán se han registrado 42 especies de nueve familias, lo que representa el 14.48% de las conocidas para el país. Pertenecientes al orden Anura (ranas) se cuenta con registros de 34 especies, mientras que del orden Urodela (salamandras, ajolotes o achoques) se tiene conocimiento de ocho especies. Del total de anfibios, 22 son especies endémicas, algunas de ellas con rangos de distribución muy restringidos, como la rana de Pátzcuaro (*Rana dunni*), el ajolote de Zacapu (*Ambystoma andersoni*) y el achoque de Pátzcuaro (*Ambystoma dumerilii*), entre otros.

En el anexo 4.36 se enlistan 48 especies de ocho familias de anfibios a partir de datos provenientes de las bases del Sistema Nacional de Biodiversidad SNIB-CONABIO (Flores, 1998; Salgado, 2002). La información de Salgado (2002) es una base de datos y catálogo de helmintos parásitos de anuros de México. De acuerdo a una revisión llevada a cabo por Huacuz-Elías (com pers.), la ocurrencia de nueve de las especies de esta lista es cuestionable (cuadro 4.27).

En el anexo 4.37 se listan 42 especies de anfibios registradas por investigadores de la Universidad Michoacana Huacuz-Elías (com pers.). El 42.8% de este listado, o sea 18 especies, se encuentran incluidas en la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2001), 16 están bajo **protección especial** (Pr) y dos bajo la categoría de **amenazadas** (A). Las especies amenazadas son la rana leopardo (*Rana neovolcanica*) y el tlaconete pinto (*Pseudoerycea bellii*); los achoques del género *Ambystoma* se encuentran bajo una seria amenaza de desaparecer.

México ocupa el segundo lugar en diversidad en especies de reptiles con 717 especies que representan el 11.6% de lo que se ha registrado en el mundo, 376 especies de este total son endémicas a nuestro país. En el Estado de Michoacán se han reportado 138 especies de reptiles, de las cuales 13 son endémicas.

En el anexo 4.38 se se enlistan 137 especies de 20 familias de reptiles a partir de datos provenientes de las bases del Sistema Nacional de Biodiversidad SNIB-CONABIO (Bravo, 1999; Flores, 1998; Goyenechea, 1999). De acuerdo a una revisión llevada a cabo por Huacuz-Elías (com pers.), 21 especies de este anexo no se han registrado en el Estado y su ocurrencia es cuestionable (cuadro 4.28).

Cuadro 4.27 Especies de anfibios de ocurrencia cuestionable en el Estado de Michoacán.

Familia	Especie
Bufonidae	<i>Bufo valliceps</i>
Hylidae	<i>Hyla alicata</i>
	<i>Ololygonstaufferi</i>
	<i>Phrynohyas venulosa</i>
Pelobatidae	<i>Spea hammondi</i>
Ranidae	<i>Rana berlandieri</i>
	<i>Rana trilobata</i>
Ambystomatidae	<i>Ambystoma bombypellum</i>
	<i>Pseudoerycea cephalica</i>

Cuadro 4.28 Especies de reptiles de ocurrencia cuestionable en el Estado de Michoacán.

Familia	Especie
Colubridae	<i>Enulius flavitorques</i>
	<i>Ficimia hardyi</i>
	<i>Geagras redimitus</i>
	<i>Lampropeltis ruthveni</i>
	<i>Rhadinaea lachrymans</i>
	<i>Tantilla rubra</i>
Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>
	<i>Enyaliosaurus quinquecarinatus</i>
	<i>Phrynosoma coronatum</i>
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus clarki</i>
	<i>S. jalapae</i>
	<i>S. jarrovi</i>
	<i>Urosaurus irregularis</i>
	<i>Anolis sericeus</i>
Polychridae	<i>Anolis sericeus</i>
Scincidae	<i>Eumeces lynxe</i>
Teiidae	<i>Cnemidophorus burti</i>
	<i>C. gularis</i>
	<i>C. guttatus</i>
	<i>C. mexicanus</i>
	<i>C. sacki</i>
Kinosternidae	<i>Kinosternon scorpioides</i>

En el anexo 4.39 se presenta un listado compuesto por 138 especies de 24 familias y tres órdenes. De éstas, 53 son endémicas a México, o sea el 38.4% se trata de especies exclusivas en distribución en nuestro país. Una buena parte de los endemismos reptilianos (88.6%) se enlistan en la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2001), 11 con la categoría de **amenazadas** y 36 bajo **protección especial**.

Un total de 73 especies de reptiles michoacanos se encuentran listadas en la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2001). Tres especies de tortuga marina se encuentra en peligro de desaparecer de las costas y aguas marinas de México, estas son la tortuga negra (*Chelonia mydas agassizi*), la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) y la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*). Otras 17 especies se encuentran bajo la categoría de amenazadas, algunas de estas son el escorpión o lagarto enchaquirado (*Heloderma horridum*), las iguanas (*Ctenosaura clarki* y *C. pectinata*), la culebra mexicana de dos líneas (*Conopsis vittatus*), el alicante (*Pituophis deppei deppei*), la culebra ciempiés de Michoacán (*Tantilla cascadae*), las culebras de agua (*Thamnophis melanogaster canescens*, *T. scalaris*, *T. scaliger*, *T. eques eques* y *T. postremus*), la cascabel oscura del Tancítaro (*Crotalus pusillus*), la boa o alimacoa (*Boa constrictor*), la falsa coralillo (*Lampropeltis triangulum arcifera*) y la chirrionera (*Masticophis bilineatus*). Finalmente, son 53 especies las que se encuentran bajo la categoría de protección especial.

Las publicaciones que se han referido a los anfibios y reptiles de Michoacán son principalmente de carácter taxonómico, aunque abordan algunos aspectos ecológicos y de distribución (Campbell y Lamar, 1989; Campbell y Murphy, 1977; Duellman, 1956; Hartweg, 1960; Smith, 1942). La herpetofauna ha sido estudiada, en su totalidad o por grupos específicos, por Alvarado y Huacuz (1996), Álvarez y Díaz-Pardo (1983), Duellman (1961 y 1965), Estrada (2001), García (2002), Guzmán (1993), Huacuz (1995), Peters (1954) y Smith y Taylor (1945).

Los anfibios y reptiles revisten una gran importancia en los ecosistemas; por un lado, debido a sus peculiaridades morfológicas y evolutivas, como la gran plasticidad de su respuesta a los cambios ambientales, y por otro, los ciclos de vida relativamente cortos con fecundidad elevada que se presentan en muchas de sus especies. Ecológicamente son parte esencial en las cadenas tróficas, como presas y depredadores de otros grupos de organismos.

Algunas de las especies exhiben gran interés económico para los humanos, ya sea con fines de subsistencia o en el comercio; por ejemplo, las iguanas verdes y negras o garrobos (*Ctenosaura pectinata*, *Iguana iguana*) son utilizadas como alimento; en la medicina tradicional los achoques (*Ambystoma dumerilii*, *A. andersoni*) han sido usados en gran escala, al igual que las serpientes de cascabel (*Crotalus* spp.); otras especies que se capturan con fines de comercialización, ya que son apreciadas como mascotas, son las tortugas dulceacuícolas de los géneros *Kinosternon* y *Rinoclemmys*, y en la industria peletera, los cocodrilos (*Crocodylus acutus*). Otras especies son potencialmente peligrosas por su veneno, como las cascabeles, y las serpientes de coral o coralillos (*Micrurus* spp.).

Para obtener información general sobre anfibios y reptiles en México y en particular en el Estado de Michoacán, además de las referencias anteriormente mencionadas se pueden consultar los siguientes trabajos: Casas (1984), Casas y MacCoy (1979), Duellman (1961 y 1965), Flores (1993 a b y c), Huacuz-Elías (2001), Huacuz-Elías (2002) Porter (1972) y Zung (1993).

4.19 Aves

Laura E. Villaseñor Gómez

La avifauna del Estado de Michoacán se encuentra entre las más ricas de la República Mexicana. De acuerdo a la literatura y a las investigaciones más recientes, se han registrado 547 especies (Villaseñor, en prep.) de 72 familias de aves (AOU, 1998; AOU Checklist Supplements 2000, 2002, 2003a y 2003b) (anexo 4.40 y cuadro 4.29). Estas cifras colocan al Estado en el cuarto lugar entre las entidades del país con mayor diversidad avifaunística, sólo superado por los estados de Oaxaca, con 680 especies (Binford, 1989), Veracruz con 647 (Alcántara, 1993) y Chiapas con 636 (Álvarez del Toro, 1980).

Un poco más de la mitad de las especies de aves mexicanas (51.6%) se encuentran en el Estado de Michoacán, tomando como referencia el concepto biológico de especie, con el que se han registrado 1,060 especies en México (Escalante *et al.*, 1998). Este alto porcentaje es el resultado de su posición geográfica entre las regiones biogeográficas Neártica y Neotropical, y de la presencia de muy variados ambientes, consecuencia de su intrincada fisiografía.

Las familias de hábitos acuáticos con mayor número de especies son la familia Scolopacidae (playeros, agachonas y falaropos) con 25; la familia Laridae (gaviotas, charranes y golondrinas marinas) con 23, y la Anatidae (patos, cercetas y gansos) con 20. Los grupos de hábitos terrestres más numerosos corresponden a las familias Parulidae (chipes) con 41 especies; Tyrannidae (mosqueros, papamoscas y tiranos) con 40; Emberizidae (rascadores, semilleros y gorriones) con 38; las familias Trochilidae (ermitaños, colibríes y zumbadores) y Accipitridae (gavilanes, águilas y aguilillas) con 22 especies registradas cada una (cuadro 4.29).

En el anexo 4.40 se presenta un listado de las 547 especies de aves, de las cuales 253 son del Orden Passeriformes, conforme el arreglo taxonómico de la Unión Americana de Ornitólogos (AOU, 1998; AOU Checklist Supplements 2000, 2002, 2003a y 2003b). En ésta también se incluyen los órdenes, familias y subfamilias, los nombres comunes en español (Escalante *et al.* 1996) e inglés (AOU, 1998), las categorías de la

Cuadro 4.29 Familias de aves registradas en el Estado de Michoacán.

Familia	Nombres comunes	No. Spp.
Tinamidae	tinamú canelo	1
Anatidae	pijijes, gansos, patos y cercetas	20
Cracidae	chachalaca y pava cojolita	2
Phasianidae	gallo y faisanes	3
Odontophoridae	codornices	4
Podicipedidae	zambullidores y achichiliques	5
Procellariidae	fulmares y pardelas	8
Hydrobatidae	pañños	4
Phaethontidae	rabijunco	1
Sulidae	bobos	4
Pelecanidae	pelícanos	2
Phalacrocoracidae	cormoranes	2
Anhingidae	anhinga o pájaro serpiente	1
Fregatidae	fragata	1
Ardeidae	avetoros, garzas, garcetas y pedretes	15
Threskiornithidae	ibis y espatula rosada	3
Ciconiidae	cigüeña americana	1
Cathartidae	zopilotes	3
Accipitridae	gavilanes, aguilillas y águilas	22
Falconidae	halcones, caracara y cernícalo	9
Rallidae	polluelas, rascones, gallinetas y gallaretas	11
Gruidae	grulla gris	1
Charadriidae	chorlos	7
Haematopodidae	ostrero americano	1
Recurvirostridae	candelero y avoceta	2
Jacanidae	jacana norteña	1
Scolopacidae	patamarillas, playeros, zarapitos, picopandos, vuelvepedras, costureros, agachona y falaropos	25
Laridae	salteadores, gaviotas, charranes y rayador americano	23
Alcidae	alcuela oscura	1
Columbidae	palomas y tórtolas	10
Psittacidae	pericos, loros, cotorras y guacamaya verde	7
Cuculidae	cuculillos, correcaminos y garrapatero pijuy	8
Tytonidae	lechuza de campanario	1
Strigidae	tecolotes y búhos	19
Caprimulgidae	chotacabras y tapacaminos	6
Nyctibiidae	bienparado norteño	1
Apodidae	vencejos	9

Cuadro 4.29 Familias de aves registradas en el Estado de Michoacán (cont.).

Familia	Nombres comunes	No. Spp.
Trochilidae	ermitaños, colibríes y zumbadores	22
Trogonidae	trogones o coas	4
Momotidae	momoto o pájaro reloj	1
Alcedinidae	martín pescadores	5
Ramphastidae	tucaneta verde	1
Picidae	carpinteros y chupasavias	14
Dendrocolaptidae	trepatroncos	3
Formicariidae	hormiguero-cholino escamoso	1
Tyrannidae	mosqueros, elenia, pibís, papamoscas, atila, luisés, tiranos y titira enmascarada	40
Laniidae	alcaudón verdugo	1
Vireonidae	vireos y vireón	13
Corvidae	charas, urraca-hermosa cara blanca y cuervo	6
Alaudidae	alondra cornuda	1
Hirundinidae	golondrinas	10
Paridae	carboneros	2
Aegithalidae	sastrecillo	1
Sittidae	sitas o brujitas	2
Certhiidae	trepador americano	1
Troglodytidae	matracas, chivirines, saltaparedes	14
Cinclidae	mirlo acuático	1
Regulidae	reyezuelos	2
Sylviidae	perlitas	2
Turdidae	azulejos, clarín jilguero, zorzales y mirlos o primaveras	13
Mimidae	maullador gris, cenizontle, cuitlacoche y mulato azul	4
Motacillidae	bisbitas	3
Bombycillidae	ampelis chinito	1
Ptilonotidae	capulín	2
Peucedramidae	ocotero enmascarado	1
Parulidae	chipes, parulas, mascaritas, buscabreña y granatelo	41
Thraupidae	tángaras	7
Emberizidae	semilleros, picaflor, atlapetes, rascadores, toquís, zacatoneros, gorriones, junco ojo de lumbre y escribano	38
Cardinalidae	picurero, cardenales, picogordos, colorines y arrocero americano	14
Icteridae	tordos, praderos, zanate, bolseros y caciques	20
Fringillidae	eufonias, pinzones, picotuerto, jilgueros, canario y picogrueros	11
Passeridae	gorrión casero	1
TOTAL		547

Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, los niveles de endemismos (González-García y Gómez de Silva, datos no publicados) y dos categorías: si se trata de una especie introducida (I) o que no se reproduce en el área, pero es un visitante que ocurre regularmente (N) (AOU, 1998).

Más de 50 especies requieren de la confirmación de su presencia en la entidad y su estatus de conservación, ya que algunas se encuentran extirpadas de su rango de distribución dentro del Estado o se han extinguido por completo. Un ejemplo de esto es el tinamú canelo (*Crypturellus cinnamomeus*), del cual se cuenta con registros que tienen una antigüedad de más de 60 años. Por otro lado, de poco más de una veintena de especies se cuenta con registros que provienen de observaciones de campo y que se han reportado en la literatura (*i.e.* Howell y Webb, 1995).

De las especies que han sido introducidas a Norteamérica, siete se encuentran en el Estado de Michoacán, algunas de éstas se han establecido con poblaciones viables y exitosas como la garza ganadera (*Bubulcus ibis*) que es originaria de África, la paloma doméstica (*Columba livia*) y el gorrión casero (*Passer domesticus*) que provienen de Eurasia; otras son especies domesticadas que se crían para ser usadas como ornato o alimento, este es el caso de los faisanes (*Phasianus colchicus* y *Pavo cristatus*) y el gallo común (*Gallus gallus*). Aunque existe una larga lista de especies de aves exóticas que se comercializan en México que no se incluyeron en la lista, se pueden encontrar sólo dos que son muy comunes en la crianza en cautiverio, éstas son el periquito australiano (*Melopsittacus undulatus*) y el canario (*Serinus canaria*).

En cuanto a la estacionalidad, o sea el tiempo que pasan su vida las aves en diferentes regiones de la tierra, tenemos el siguiente análisis. Un poco más de la mitad de la avifauna michoacana, o sea 292 especies, son residentes permanentes que se reproducen y cumplen todo su ciclo de vida en el estado. Cuatro de las especies residentes ya han sido extirpadas o eliminadas de la entidad, el zopilote rey (*Sarcoramphus papa*) que se encuentra desde el sureste de México al norte de Argentina; el guajolote norteño (*Meleagris gallopavo*), que fue reintroducido en los Estados Unidos y en el norte de México; la polluela amarilla (*Coturnicops noveboracensis*) de la cual se desconoce su estado en el presente; y el carpintero imperial (*Campephilus imperialis*), que es muy probablemente una especie extinta a pesar de la búsqueda reciente de la que ha sido objeto (Lammertink *et al.* 1997). Esta última se encuentra en la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2001) como extinta.

Tres especies son visitantes de verano, o sea que se encuentran en el estado de abril a septiembre para reproducirse y el resto del año regresan a sus áreas de distribución en América del Sur; se trata de la golondrina tijereta (*Hirundo rustica*), el papamosca atigrado (*Myiodynastes luteiventris*) y el vireo verdeamarillo (*Vireo flavoviridis*).

Como visitantes invernales se han registrado a 171 especies de aves que se reproducen en latitudes norteñas y pasan de ocho a nueve meses en áreas tropicales y subtropicales. Estas son las aves migratorias que presentan rutas de tránsito definidas y temporadas más o menos conocidas de arribo a sus áreas de reproducción e invernación.

Una lista de 24 especies se les designa la categoría de visitantes, muchas de ellas son aves marinas pelágicas que tienen amplias áreas de distribución en los océanos y se han avistado generalmente en altamar frente a las costas del Estado y rara vez en los litorales (*Fulmarus* spp., *Puffinus* spp., *Stercorarius* spp., entre otras).

Otras siete especies son aves transitorias en la entidad, ya que se les observa de manera muy esporádica cuando realizan su viaje de migración hacia latitudes más sureñas, o sólo de paso aún cuando no sean sus terrenos usuales de distribución; por ello sus registros se consideran accidentales, el caso extremo de estas siete especies es la bisbita garganta roja (*Anthus cervinus*), que se reproduce en el norte de Eurasia al oeste de Alaska e inverna en el sur de Eurasia y el norte de África.

Existen 47 especies de aves registradas en el Estado de Michoacán que cuentan con poblaciones residentes permanentes y visitantes invernales, por ello se les asignan categorías mixtas. Finalmente, tres especies se consideran registros dudosos a los que no se les determina ninguna categoría de estacionalidad. Un resumen de la estacionalidad se presenta en el cuadro 4.30.

El número de endemismos en una región dada es una forma de calificar la importancia de ésta en términos de sus especies exclusivas; mientras más alto sea el número de especies endémicas, la región resulta de mayor interés para su conservación. En el Estado de Michoacán se encuentran 43 especies **endémicas** a México, 16 **cuasiendémicas** y 35 **semiendémicas**. Podemos decir entonces, que casi la mitad de las especies de la avifauna mexicana que presenta algún nivel de endemismo, se encuentra en nuestra entidad (cuadro 4.31 y anexo 4.41).

Las endémicas verdaderas a México no rebasan los límites territoriales. Las semiendémicas son especies migratorias cuya distribución durante parte del año está restringida a México (e.g. el chipe de rabadilla rufa, *Vermivora luciae* y el colibrí barba negra, *Archilochus alexandri*) (Gómez de Silva, 1996). Las especies cuasiendémicas tienen la mayor parte de su distribución

en territorio mexicano y se encuentran también en pocas localidades marginales en los países vecinos: Estados Unidos, Guatemala y Belice (Ceballos *et al.* 2002).. Ejemplos de éstas son el loro cabeza amarilla (*Amazona oratrix*), el tecolote de Cooper (*Megascops cooperi*) y el trogón orejón (*Euptilotis neoxenus*), entre otros. Las áreas de distribución de las cuasiendémicas no exceden a los 35,000 km² fuera de México (González-García y Gómez de Silva, datos no publicados) (anexo 4.41).

Con respecto al occidente de México (incluyendo desde el norte de Sonora al sureste de Chiapas), el cual es uno de los focos principales de endemismos de aves en Mesoamérica (Peterson y Navarro, 2000), Michoacán cuenta con más de la mitad (59.8%) de las 157 especies endémicas reportadas por García-Trejo y Navarro (2004). Cabe mencionar que la lista de 157 está basada en el concepto evolutivo de especies (Peterson y Navarro, 1999a; 2000) mientras que la taxonomía del presente análisis en el concepto biológico que maneja la AOU (1998). Para una comparación más puntual se presenta el listado de las 94 especies que presentan algún nivel de endemismo y que se han registrado en el Estado de Michoacán (anexo 4.41).

Cuadro 4.30 Estacionalidad de las especies de aves registradas en el Estado de Michoacán.

Aves que se reproducen en la entidad	No.	%
Residentes permanentes	288	52.65
Residentes permanentes extirpadas de su rango de distribución	4	0.73
Residentes de verano	3	0.55
Aves visitantes		
Visitantes invernales	171	31.26
Visitantes	24	4.39
Transitorias	7	1.28
Aves con estacionalidad mixta		
Residentes / Visitantes invernales	41	7.50
Residentes de verano / Visitantes invernales	6	1.09
Registros dudosos	3	0.55
TOTAL	547	

Cuadro 4.31 Especies y familias de aves michoacanas con algún grado de endemismo.

	No. especies en México	No. especies en Michoacán	Porcentaje de especies en Michoacán
Endémicas	104	43	41.34
Semiendémicas	46	35	76.08
Cuasiendémicas	47	16	34.34
TOTAL	197	94	47.71

4.20 Mamíferos

Arturo Núñez Garduño

La Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001 es el documento en el que se determinan las especies nativas de flora y fauna silvestres de México que se encuentran en riesgo. De acuerdo con esta Norma, 77 especies de la avifauna michoacana están consideradas bajo alguna categoría de riesgo: una de éstas especies se encuentra *extinta*, 11 en peligro de extinción, 16 en la categoría de *amenazadas* y 49 están sujetas a *protección especial*. Las familias Accipitridae y Falconidae son los grupos que en mayor número se encuentran enlistadas en la Norma Oficial; 17 de las 30 especies de rapaces diurnas que han sido registradas para la entidad se encuentran reconocidas bajo algún tipo de riesgo (anexo 4.42).

Una de las 11 especies que se consideran extintas en México desde 1990 y que se registraba como parte de la avifauna michoacana es el carpintero imperial (*Campephilus imperialis*). El último reporte confirmado fue realizado en 1956. Las causas principales por las que se extirpó fueron la sobreexplotación a través de la cacería (Tanner 1964) y la destrucción y modificación de hábitat (Collar *et al.* 1992).

Siguiendo un esquema de priorización en el que se toma en cuenta el estado de conservación y la distribución geográfica, las siguientes especies de aves deberán de ponerse bajo un enfoque urgente de conservación, se ordenan de mayor a menor grado de preocupación: **1)** la mascarita transvolcánica (*Geothlypis speciosa*) que se encuentra restringida a unas pocas localidades de los lagos de Pátzcuaro, Zirahuén y Cuitzeo, humedales que no han recibido la debida protección en los hechos; **2)** la cotorra serrana occidental (*Rhynchopsitta pachyrrhyncha*) que es una especie que visita la región de Tancítaro, que es endémica a México y de distribución más o menos amplia; **3)** el loro cabeza amarilla (*Amazona oratrix*), especie cuasiendémica que recientemente fue transferida del apéndice II al II de la Convención sobre el Comercio Internacional de especies amenazadas de flora y fauna silvestre (CITES, 2004); **4)** la guacamaya verde (*Amazona militaris*) aunque con una distribución más amplia, una especie que se comercializa en forma muy común, la mayoría de las veces de manera ilegal; y finalmente, **5)** el carpintero de Strickland (*Picoides stricklandi*) que aunque no está reconocido bajo ningún riesgo, tiene una distribución sumamente restringida.

Los mamíferos han sido estudiados principalmente por las interacciones que tienen con diferentes grupos biológicos, las características del hábitat que ocupan, las relaciones depredador-presa, sus ciclos de poblaciones, el papel ecológico que desempeñan, sus migraciones y diversas adaptaciones que han desarrollado para sobrevivir en ambientes muy diversos. Son muy variadas las funciones que los mamíferos tienen en los ecosistemas: contribuyen en el flujo energético consumiendo grandes cantidades de alimento, diseminando semillas, transportando micorrizas y removiendo los suelos, entre otras tareas. Debido a la similitud orgánica, fisiológica y bioquímica, que se presenta dentro del grupo, los mamíferos han sido utilizado como animales de laboratorio en el análisis de los efectos de enfermedades y drogas.

En el Estado de Michoacán se han registrado 160 especies de mamíferos. Esta gran diversidad puede ser comparada con otras regiones del mundo; por ejemplo, en toda Europa se conocen 25 especies de murciélagos, mientras que en Michoacán, 75. Esta riqueza ha sido estudiada por Hall *et al.* (1948), Hall y Villa (1950), Genoways y Knox Jones (1968), Schmidly (1973), Núñez *et al.* (1996), Álvarez y Sánchez (1997), Núñez (2003), entre otros. A continuación se presenta un resumen del número de especies (Núñez, 2003), de los órdenes, y en especial de algunas familias, que se han registrado en el Estado de Michoacán (cuadro 4.32).

Tres especies de mamíferos son endémicas para el estado de Michoacán: *Rhogeessa mira*, un murciélago pequeño de color café amarillento conocido para la región de La Huacana y cercano a La Mira; *Peromyscus winkelmani*, un ratón de campo registrado para la región de Dos Aguas y Aguililla y *Zygoeomys trichopus*, una tuza que se ha recolectado en el área del cerro Tancítaro y el sur de la ciudad de Pátzcuaro.

Con relación al estado de conservación de las especies, en la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2001) se encuentran enlistadas 20 de las 160 registradas para el estado. Como *amenazadas*, debido principalmente a la contaminación y modificación de su ambiente, se reconocen a dos musarañas insectívoras (*Notiosorex* y *Megasorex*); dos murciélagos (*Choeronycteris mexicana* y *Musonycteris mexicana*); el oso hormiguero *Tamandua mexicana*; dos roedores, el coendú o tlacuache espinoso

Cuadro 4.32 Resumen de la riqueza de mamíferos en el Estado de Michoacán.

Orden (Familias - nombres comunes)	No. especies
Marsupiales	2
Insectívoros (musarañas)	7
Quirópteros (murciélagos)	75
Xenarthra (armadillo, oso hormiguero)	2
Lagomorfos (conejos, liebres)	3
Roedores (Sciuridae - ardillas)	4
Roedores (Geomyidae - tuzas)	6
Roedores (Heteromyidae - ratones de bolsas)	4
Roedores (Muridae - ratones de campo)	36
Roedores (Erethizontidae - roedores con espinas)	1
Carnívoros	18
Artiodáctilos (con pezuñas pares)	2
Total	160

Coendou mexicanus y la ardilla voladora (*Glaucomys volans*); tres especies de carnívoros, el yaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*); la nutria (*Lontra longicaudis*) y el zorrillo pigmeo (*Spilogale pygmaea*).

En **peligro de extinción**, porque sus poblaciones o áreas de distribución han disminuido en forma alarmante, se han enlistado al murciélago (*Enchistenes hartii*), a la tuza (*Zygozomys trichopus*) y tres carnívoros: el jaguar (*Panthera onca*), el ocelote (*Leopardus pardalis*) y el tigrillo (*Leopardus wiedii*).

Son especies raras, aquellas que sus poblaciones biológicamente son viables, pero que son escasas en forma natural; bajo esta categoría encontramos a dos especies de murciélagos (*Rhogeessa mira* y *Molossops*

de las Áreas Naturales Protegidas, además de la creación de nuevas áreas, entre otros aspectos. También es necesario conocer su biología en forma más detallada, para de esa forma contar con una base científica para su preservación.

Al comparar las especies reconocidas en las bases de datos del SNIB-CONABIO para el estado de Michoacán (Arita, 1997; Ramírez, 1997, 1999; León, 1999; Cervantes, 2000; Álvarez, 1998; Lamothe, 1998; López, 1998; Pérez, 2001) (anexo 4.43), con las registradas por investigadores de la Universidad Michoacana, se encontraron diferencias, posiblemente originadas por los avances en los inventarios y los estudios taxonómicos de la mastofauna. Se considera que el listado presentado en el anexo 4.44 es el más actualizado y confiable ya que parte del trabajo regular y concienzudo realizado en los últimos 23 años.

En el cuadro 4.33 se señalan las especies de mamíferos que se encuentran en el listado del SNIB-CONABIO y de las cuales se tiene duda sobre su presencia en el estado de Michoacán. Respecto a otras especies que no han sido registradas en la entidad y que es muy probable que lleguen a encontrarse, se enlistan en el cuadro 4.34.

Cuadro 4.33 Especies de mamíferos de dudosa presencia en el Estado de Michoacán.

Familia	Especie	Nombre común	Áreas de registro más cercanas	Probabilidad de registro
Heteromyidae	<i>Chaetodipus nelsonii</i>	Ratón de abazones de Nelson	Norte de Jalisco y Guanajuato	Ninguna
Muridae	<i>Peromyscus boylii</i>	Ratón arbustero	Querétaro e Hidalgo	Ninguna
	<i>Peromyscus gymnotis</i>	Ratón de campo	Chiapas	Ninguna
	<i>Peromyscus megalops</i>	Ratón de campo	Áreas reducidas de Oaxaca y centro de Guerrero	Muy probable
	<i>Peromyscus truei</i>	Ratón piñonero	Norte de Sonora y Baja California	Ninguna
Sciuridae	<i>Sciurus oculatus</i>	Ardilla	Probablemente en estado de México, Guanajuato y Guerrero	Probable
	<i>Sorex ventralis</i>	Musaraña	Puebla, Oaxaca y estado de México	Ninguna
	<i>Spermophilus annulatus</i>	Ardilla	Colima, Jalisco y Guerrero	Muy probable

grenhalli) y tres de roedores (*Pappogeomys alcorni*, *Nelsonia neotomodon* y *Peromyscus winkelmani*).

Debido a la importancia que representan los mamíferos silvestres, se hace necesaria su protección a través de campañas de educación a nivel escolar y hacia la sociedad en general; con la aplicación real de leyes y reglamentos existentes; con el funcionamiento efectivo

Cuadro 4.34 Especies de mamíferos de muy probable presencia en el Estado de Michoacán, pero que no han sido registrados.

Familia	Especie	Nombre común
Vespertilionidae	<i>Euderma maculatum</i>	Murciélago pinto
Heteromyidae	<i>Dipodomys sp.</i>	Rata canguro
Muridae	<i>Xenomys nelsoni</i>	Rata arborícola
Sciuridae	<i>Spermophilus mexicanus</i>	Ardillón

4.21 Inventarios y colecciones de flora y fauna

Laura E. Villaseñor Gómez
José Fernando Villaseñor Gómez

Las colecciones científicas son una parte fundamental de los centros de investigación y de información de la biodiversidad, ligados principalmente a la actividad taxonómica y sistemática. Estas colecciones están constituidas por ejemplares que fueron recolectados en un tiempo y lugar determinados, junto con información de tipo geográfico, ecológico y taxonómico. Las colecciones biológicas pueden compararse con una biblioteca o un centro de consulta especializada, en donde la información se utiliza para proponer y validar hipótesis sobre diferentes disciplinas biológicas, además de que son el marco referencial para el trabajo de taxónomos y otros especialistas que tratan con la biodiversidad.

Por otro lado, los inventarios florísticos y faunísticos, derivados del trabajo de exploración y colecta de numerosos investigadores a lo largo de los años, constituyen una herramienta básica para el conocimiento y manejo de la Biodiversidad. Por esta razón, el mantenimiento de las colecciones resulta primordial para conservar y hacer uso de ese acervo de información. Numerosas exploraciones en nuestro territorio han producido colecciones de diferentes grupos biológicos que se encuentran depositadas en museos y colecciones extranjeras. La repatriación de información sobre especímenes michoacanos en estas colecciones es una de las actividades necesarias para compilar la información existente.

De acuerdo con el 'Inventario y diagnóstico de la actividad taxonómica en México (1996-1998)' implementado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad - CONABIO (Llorente *et al.*, 1999), para 1998 se tenía el registro de 193 colecciones científicas ubicadas en 69 instituciones: 76 colecciones botánicas, 110 zoológicas y siete microbiológicas. La mayoría de ellas se encuentran ubicadas en instituciones del Distrito Federal (52 colecciones, 27%). Sólo unas pocas entidades no cuentan con colecciones.

Las colecciones científicas: a) Se constituyen como bancos de información para la producción de nuevos conocimientos a través de la investigación básica y/o aplicada; b) Son una herramienta de utilidad directa en la educación; c) Son elementos importantes en la difusión científica (Navarro-Siguenza y Llorente-Bousquets, 1991). Como bancos de información para la investigación básica, ofrecen inventarios sobre la diversidad biológica de nivel local, regional y nacional y constituyen las fuentes de evidencia para la clasificación taxonómica y las relaciones filogenéticas entre las especies; las evidencias utilizadas son de tipo morfológico y molecular. También constituye la base para estudios sobre diversas disciplinas, tales como la Biogeografía, la Genética, la Evolución, la Ecología, entre otras.

Con respecto a la investigación aplicada, el conocimiento producido es la base para la conservación de la biodiversidad en todos sus niveles, el monitoreo ambiental, la exploración sobre el potencial de uso y la prospección de sustancias activas que procedan de especies silvestres, el potencial para la explotación directa o indirecta de especies de interés económico y son un apoyo importante para los proyectos que tengan como finalidad el recuperar y sistematizar el conocimiento empírico sobre las especies y sus formas de uso en los grupos étnicos de diferentes partes del mundo.

Las colecciones científicas son un elemento útil en la docencia. En este sentido, la formación de personal calificado que tenga la capacidad de generar nuevo conocimiento, dando continuidad al proceso de investigación, es una condición elemental. Hoy día, es evidente el bajo número de taxónomos que estudian la innumerable cantidad de especies, principalmente en los países megadiversos, como México.

Por otra parte, el desarrollo de programas de Educación Ambiental enfocados a grupos biológicos específicos, en los que se desarrollen materiales educativos de aplicación simple y con información "digerida" para los profesores de niveles primaria y secundaria, son una herramienta útil para lograr la comprensión de problemas específicos y el desarrollo de una conciencia ambiental necesaria para buscar el cambio social en beneficio de la conservación de nuestro entorno. La difusión del conocimiento científico se da a través de la divulgación, principalmente cuando la información generada sobre las plantas, animales y microorganismos se presenta de forma simple y organizada, siendo atractiva y fácil de recordar.

4.21.1 Colecciones biológicas en Michoacán

Sólo tres colecciones científicas del estado de Michoacán se encuentran registradas en el «Inventario y diagnóstico de la actividad taxonómica en México»: **a)** el Herbario del Centro Regional del Bajío del Instituto de Ecología, A. C., que se encuentra en la ciudad de Pátzcuaro; **b)** el Herbario del Centro Disciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR-IPN), en la ciudad de Jiquilpan; **c)** la Colección de Aves de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, en Morelia.

Sin embargo, no quiere decir que sean las únicas colecciones existentes, a partir del desarrollo de proyectos de investigación desde 1977 en la Escuela de Biología de la Universidad Michoacana, se dio inicio a la formación de este tipo de acervos. Las colecciones de la actual

Facultad de Biología, incluyen una representación de varios grupos de organismos como: algas y plancton, hongos, musgos, líquenes, plantas vasculares, moluscos, crustáceos, equinodermos, arácnidos, insectos, peces dulceacuícolas y marinos, anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Estas colecciones fueron la base para la publicación del *Catálogo Selecto de la Biodiversidad en Michoacán* (UMSNH-SEDUE, 1999), en el que se detalla información sobre las especies de quince grupos biológicos presentes en el estado. La representación de las especies registradas para México en estas colecciones es variable, van del 4.42% para el grupo de los arácnidos, hasta el 37% para las aves (cuadro 4.35).

Además de los servicios de consulta, asesoría y préstamos que se ofrecen en las colecciones científicas, la tendencia actual en el manejo de la información que albergan, se está dando hacia la generación de bases de

Cuadro 4.35. Información general de las colecciones biológicas de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Colección	Curadores	Cobertura geográfica	Número de ejemplares	Especies / Familias representadas	Formato Base de datos	Personal Académico Asociado
Herbario	José Magaña y Xavier Madrigal	Michoacán y estados circundantes	10 000	5 000 / 250	Excell	2
Algas y plancton	Gerardo Ceballos y Rosario Ortega	Michoacán, Guerrero y Jalisco	1 500	450 / 50	No	4
Invertebrados (no insectos)	Ezequiel González y María Villarroel	Michoacán, Guerrero, Colima, Oaxaca, Golfo de México y Golfo de California	7 000	S/I	DBase	2
Insectos	Sócrates Cisneros, Javier Ponce y Carlos Tena	Michoacán	1 500	1 152 / 145	Access	5
Arácnidos	Miguel Ángel Torres, Ma. Luisa García y Javier Ponce	Michoacán	2 000	116 / 25	Excell	5
Peces	Javier Alvarado, Esteban González, Martina Medina y Virginia Segura	Costa y cuencas del Lerma y del Balsas, en Michoacán	3 700	70 / 45	Access	3
Aves	Francisco Méndez y Laura Villaseñor	Michoacán principalmente	11 000	392 / 69	Biótica ver. 4.1	2
Mamíferos	Arturo Núñez	Michoacán y estados adyacentes	3 028	116 / 26	Excell	1

S/I sin información

datos que hagan más sencillo el acceso a los usuarios. La CONABIO es la institución en México que ha venido dirigiendo dicha tarea. Con el desarrollo del programa BIOTICA (ver. 4.1) y su consulta a través de 'internet', se hace posible un manejo expedito de información, donde todos los registros se encuentran referenciados geográficamente y cuentan con la validación taxonómica de especialistas. Esta iniciativa, coordinada por la CONABIO a nivel nacional, está dirigiéndose hacia la integración de la **Red Mundial de Información sobre la Biodiversidad**, la cual en la actualidad ya brinda información proveniente de varios museos de gran importancia en el mundo.

4.21.2 Aplicaciones prácticas de las colecciones científicas

Las colecciones biológicas podrían considerarse acervos sin utilidad, sobre todo cuando la información que albergan no se aplica en aspectos prácticos, pero el conocimiento de la biodiversidad es la base para establecer las políticas y las prácticas de su uso y conservación. Algunos ejemplos de su uso se describen a continuación.

Distribución potencial de las especies. La disponibilidad de información y el uso de herramientas, como los Sistemas de Información Geográfica (SIG), posibilita el análisis de los datos de una colección científica, para predecir las áreas de distribución potencial de las especies. En el año del 2000, se inició un proyecto piloto en el municipio de Nuevo Urecho, para elaborar un modelo de distribución de las especies de aves en las unidades ecológicas. Con este enfoque se estimó la probabilidad de la presencia de las especies de aves canoras y de interés cinegético (Villaseñor y Torres, 2001).

Áreas prioritarias para la conservación. Por otra parte, la información sobre la distribución de especies en situación crítica de conservación, puede ser usada para determinar la importancia de algunas áreas para su preservación (Villaseñor y Villaseñor, 1997). Con base en

el conocimiento de las aves en México se realizó un análisis para proponer Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS), siguiendo los criterios de BirdLife International. Las AICAS son áreas de importancia internacional para la conservación a escalas subregional, regional y global. Para el estado de Michoacán, se reconocieron las siguientes áreas: 1, el Lago de Cuitzeo; 2, la cuenca del Lago de Pátzcuaro; 3, el transecto Tancítaro-Apatzingán; 4, la Cuenca Baja del río Balsas; 5, la región de Coalcomán-Pómaro; 6, la Sierra Chincua; 7, la región de Tumbiscatío; y 8, Tacámbaro (Villaseñor *et al.*, 1999, Villaseñor *et al.*, 2000).

Con este mismo enfoque, pero aplicado a un número mayor de grupos biológicos, y como una iniciativa del sector académico y el gobierno del estado de Michoacán, se realizó un ejercicio para planificar la conservación del patrimonio ambiental del estado. El resultado fue la Propuesta de Áreas Prioritarias para la Conservación en Michoacán (UMSNH y SEDUE, 2001). Para realizar el análisis de congruencia se utilizaron tres enfoques: **a)** el abiótico -fisiografía, altitud, geología e hidrología; **b)** el florístico y de vegetación; y **c)** el faunístico. A partir del análisis bajo el segundo enfoque se definieron 54 áreas prioritarias, en las que se representan todos los tipos de vegetación del estado; del enfoque basado en los grupos animales surgió la propuesta de nueve áreas que en general coinciden con las del enfoque florístico.

Unidades de Manejo para la Conservación (UMAS). Este enfoque constituye un nuevo instrumento jurídico para el manejo y conservación de la vida silvestre en México, el cual requiere de información sobre la distribución y biología de las especies de interés. La información necesaria proviene de dos fuentes: colecciones científicas y trabajo de campo, en donde se generan datos sobre la abundancia, periodos reproductivos y demografía del animal o planta en cuestión (Villaseñor, 2000; Villaseñor y Villaseñor, 2000).

Referencias

- Acuña L., A. 1990. Mariposas diurnas (Lepidoptera: Papilionoidea y Hesperoidea) del Rancho El Jagüey, Gabriel Zamora, Michoacán. Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich. 97 pp.
- AJBM. 2003. Asociación de Jardines Botánicos de México, A. C. <http://www.ecologia.edu.mx/amjb/direcciones.htm>
- Alarcón-Chaires, P. 1993. Inventario conchiliológico de macrogasterópodos marinos colectados sobre las playas del estado de Michoacán, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich. 210 pp.
- Alcántara C., J.L. 1993. Evaluación avifaunística de Veracruz: un análisis de la distribución espacial para la conservación. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 201 pp.
- Alcántar-Esparza, M. 1988. Aspectos de la biología y pesca de la langosta *Panulirus inflatus* (Bouvier) y *P. gracilis* Streets en la costa michoacana (Crustacea: Decapoda). Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich. 97 pp.
- Alvarado D., J. J., T. Zubieta R., M.R. Ortega M., A. Chacón T. y R. Espinoza. 1984. Hipertroficación en un lago tropical somero (Lago de Cuitzeo, Michoacán, México). *Revista Biológicas de la Escuela de Biología de la UMSNH*, N° 1. 20 pp.
- Alvarado D., J. y D. Huacúz E. 1996. Guía ilustrada de los anfibios y reptiles más comunes de la reserva Colola-Maruata en la Costa de Michoacán, México. UMSNH. Morevallado Editores, Morelia, Mich. 90 pp. + 32 fotos.
- Alvarado V. R. 1996. "Análisis espacio-temporal del fitoplancton en el lago de Zirahuén, Michoacán, México. Tesis Licenciatura. Facultad de Biología de la UMSNH.
- Alvarado V. R. 2003. "Dinámica estacional y circadiana del fitoplancton en el lago de Zirahuén, Michoacán, México". Tesis Maestría en Ciencias en Conservación y Manejo de Recursos Naturales (Especialidad en Recursos Acuáticos). Facultad de Biología de la UMSNH.
- Álvarez B., E. 1997. Distribución, estructura poblacional y variación genética de algunas especies de pinos en **peligro de extinción** en México. Departamento de Ecología Evolutiva. Instituto de Ecología. Universidad Nacional Autónoma de México. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto B156. México D.F.
- Álvarez del Toro, M. 1980. Las Aves de Chiapas. ICAH, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- Álvarez N., F. 1997. Los crustáceos decápodos de agua dulce de México. Colección de Crustáceos. Departamento de Zoología. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto E002. México D.F.
- Álvarez S., T. 1998. Biodiversidad de los mamíferos en el Estado de Michoacán. Laboratorio de Cordados Terrestres. Departamento de Zoología. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto P020. México D.F.
- Álvarez, J. 1972. Ictiología Michoacana. V: Origen y distribución de la ictiofauna dulceacuícola de Michoacán. *An. Esc. Nac. Cs. Biol.*, México. 19:155-161.
- Álvarez, T. y E. Díaz- Pardo. 1983. Estudio de una colección herpetofaunística de la costa de Michoacán México. *Escuela Nacional de Ciencia Biológicas*. México 27: 129-147.
- Álvarez, T. y N. Sánchez C. 1997. Contribución al conocimiento de los mamíferos, excepto Chiroptera y Rodentia, de Michoacán, México. *An. Esc. Nac. Cienc. Biol.*, (México), v. 42, Pp. 47-74
- Álvarez-Díaz, A.S.A, 1989. Relaciones ecológicas y algunos aspectos poblacionales del caracol *Purpura pansa* (Gould, 1853) en la costa del estado de Michoacán, México. Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich. 127 pp.
- Anderson R. M. y R.M. May. 1979. Population biology of infectious disease I. *Nature*. 280: 361-367.
- AOU. 1998. American Ornithologist's Union Check-list of North American Birds. Seventh Edition. 829 pp.
- AOU Check-list Supplement. 2000. Forty-second supplement to the American Ornithologists' Union Check-list of North American Birds. *The Auk* 117(3):847-858.
- AOU Check-list Supplement. 2002. Forty-third supplement to the American Ornithologists' Union Check-list of North American Birds. *The Auk* 119(3):897-906.
- AOU Check-list Supplement. 2003a. Forty-fourth supplement to the American Ornithologists' Union Check-list of North American Birds. *The Auk* 120(3):923-931.
- AOU Check-list Supplement. 2003b. Forty-fifth supplement to the American Ornithologists' Union Check-list of North American Birds. *The Auk* 121(3):985-995.
- Aragón A., L. 2001. Etapa final de la captura y catalogación del Herbario del Instituto de Ecología, A. C. Centro Regional del Bajío. División de Vegetación y Flora. Instituto de Ecología AC. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto Q017. México D.F.
- Arenas F., V. 2000. Fauna carcinológica de México. Crustáceos estomatópodos y decápodos del Golfo de México. Río Bravo, Tamaulipas a Cabo Catoche, Q. Roo. Laboratorio de Ecología de Pesquerías. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto H022. México D.F.
- Arita W., H. T. 1997. Formación de una base de datos y elaboración de un atlas de la herpetofauna de México. Laboratorio de Ecología de Mamíferos. Departamento de Ecología Funcional y Aplicada. Instituto de Ecología. Universidad Nacional Autónoma de México. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto A003. México D.F.
- Arreguín S., L.M. 1987. Importancia económica de Pteridofitas. Informes Técnicos No. I-1. D. F. Méx. Instituto Politécnico Nacional.
- Arreguín S., M. L. 1998. Base de datos de ejemplares tipo de plantas vasculares del Herbario de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN. Laboratorio de Botánica Fanerogámica. Departamento de Botánica. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto G006. México D.F.
- Ávalos-Vizcaino, P. y J. Méndez-Reyes. 1992. Estudio biológico y bromatológico de la lapa (*Ancistromesus mexicanus*) en el Faro de Bucerías. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich.
- Azpiroz R., H. S. 1998. Evaluación de la resistencia a la roya (*Uromyces appendiculatus*) en poblaciones silvestres y cultivadas de frijol, mediante el empleo de marcadores genéticos moleculares. Campo Experimental Valle de México. Centro de Investigación Regional del Centro. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto G027. México D.F.
- BAL. 2003. Biodiversidad en América Latina. Noticias. <http://www.biodiversidadla.org/noticias3/noticias494.htm>
- Balcázar L., M. 1993. Butterflies of Pedernales Michoacán, México, with notes on seasonality and faunistic affinities (Lepidoptera: Papilionoidea y Hesperoidea). *Tropical Lepidoptera*. (4) 2:93-105.
- Balcázar L., M. A. 1999a. Catalogación de la colección de mariposas diurnas del Instituto de Biología de la UNAM. Departamento de Zoología. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto J083. México D.F.
- Balcázar L., M. A. 1999b. Catálogo sistemático de las superfamilias Mimallonoidea y Bombycoidea de México. Departamento de Zoología. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto H021. México D.F.

- Baltazar M., B. 1998. Diversidad genética del cultivo del chile (*Capsicum* spp.) determinada por isoenzimas y RFLP's tipos: serrano, jalapeño, manzano y silvestres en su área de distribución. Instituto de Recursos Genéticos y Productividad. Colegio de Postgraduados. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto G026. México D.F.
- Barajas M., J. 2001. Base de datos para la xiloteca del Instituto de Biología de la UNAM. Departamento de Botánica. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto T004. México D.F.
- Barbour, C. D. y B. Chernoff. 1984. Comparative morphology and morphometrics of the pescados blancos (Genus: *Chirostoma*) from lake Chapala, Mexico. Pp: 111-127. En: A. A. Echelle, and I. Kornfield (eds.). Evolution of fish species flocks. University of Maine at Orono Press.
- Bárcenas P., G. 2000. Banco de información sobre características tecnológicas de maderas mexicanas. Departamento de Productos Forestales y Conservación de Bosques. División de Vegetación y Flora. Instituto de Ecología AC. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto K015. México D.F.
- Barrera H., F. y G. Ramírez A. 2002. Programa de recuperación del cultivo del añil en la Tierra Caliente de Michoacán, México, 1999-2002. pp. 59-61. En: L. Portillo y A. L. Viguera (Eds.). Memoria del II Congreso Internacional de Grana Cochinilla y Colorantes Naturales y II Reunión Internacional del Grupo de Trabajo en Cochinilla, Cactusnet-FAO. Universidad de Guadalajara, México.
- Batalla, M.A. 1940. Botánica del lago de Pátzcuaro y sus riberas. Pp. 427-442. En: I. Ancona, M.A. Batalla, E. Caballero, C.C. Hoffmann, R. Llamas, R. Martín del Campo y I. Ochotorena, E. Rioja, J. Roca, A. Sámano, C. Vega y F. Villagrán. Prospecto Biológico del Lago de Pátzcuaro. An. Inst. Biol. Méx., México. Tomo 11 No. 2. 513 pp.
- Bello G., M.A. y J.N. Labat. 1987. Los encinos (*Quercus*) del estado de Michoacán, México. INIFAP.CEMCA. Cuaderno de estudios michoacanos. Serie 11-9. México, D.F. 98 pp.
- Bernal B., F. W. 1998. Limnology of Lake Zirahuén relative to culture impacts. Tesis de Maestría en Ciencias, University of Guelph, Canadá.
- Beutelspacher B., C. R. 2000. Catálogo de los alacranes de México. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Michoacán, México. 171 pp.
- Binford, L.C. 1989. A distributional survey of the birds of the Mexican state of Oaxaca. Ornitholog. Monogr. 43:1-148.
- Boltoskoy D. 1981. Atlas del zooplancton del Atlántico Suboccidental y métodos de trabajo con zooplancton marino. Publicación especial del INIDEP, Mar del Plata, Argentina, pp. 699-758.
- Bouly de Lesdain, M. 1922. Lichens du Mexique (états du Puebla et Michoacán) Recueillis par le Frère G. Arsène Brouard. 1er. suplemento. Covington, LA, EUA. Manuscrito mimeografiado. 23 pp.
- Brailovsky A., H. 1998. Revisión de la subfamilia Asopinae (Hemiptera-Heteroptera-Pentatomidae) para México. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto P087. México D.F.
- Bravo M., C. 1999. Inventario nacional de especies vegetales y animales de uso artesanal. Asociación Mexicana de Arte y Cultura Popular AC. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto J002. México D.F.
- Bye B., R. 1998. Biodiversidad de *Datura* (Solanaceae) en México. Jardín Botánico. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto P088. México D.F.
- Caballero C., C. 1940. Sanguijuela del lago de Pátzcuaro y descripción de una nueva especie, *Illinodella patzcuarensis*. XIV. *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. Méx.* 11 (2): 449-464.
- Caballero, J., N. Barrera, A. Lot H. y C. Mapes. 1981. Excursión a la cuenca de Pátzcuaro. En: Guías Botánicas de excursiones en México. VIII Congreso Mexicano de Botánica. Morelia, Michoacán, México. Pp. 79-118.
- Calderón, B.M., J. Balandreau y J.M. Sánchez-Yáñez. 2000. Bacterias fijadoras nitrógeno asociadas a raíces de teocintle (*Zea mexicana* L) y maíz (*Zea mays* L). Cuatro vientos (México). 17:4-11
- Calderón, G.A. y J. Ángeles L. 1971. Estudio del lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) en el lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. Comisión Forestal del estado de Michoacán, Morelia, Michoacán. 48 pp.
- Camarena M., G. M. 2003. Estudio de fitoplancton del lago de Pátzcuaro Michoacán, México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Biología, UMSNH.
- Campbell J., A. y J.B. Murphy. 1977. A new species of *Geophys* (Reptilia, Serpentes, Colubridae) from the Sierra de Coalcomán, Michoacán, México. *J. Herp.* 11(4):397-403.
- Campbell J., A. y W.W. Lamar. 1989. A new species of diminutive *Eleutherodactylus* (Leptodactylidae) from Oaxaca, México. *Proc. Biol. Soc. Washington* 102(2):491-499.
- Cárdenas R., F. A. 1997. Catálogo para la utilización, conservación y disponibilidad de *Phaseolus* en México. Campo Experimental Valle de México. Centro de Investigación Regional del Centro. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto P047. México D.F.
- Carranza G., E. 1992. Taxodiaceae. Flora del Bajío y Regiones Adyacentes. Fasc. 4. Instituto de Ecología, A. C. Pátzcuaro, Mich., México. 7 pp.
- Carranza G., E. 2001. Contribución al conocimiento de las plantas del género *Ipomoea* L. (Convolvulaceae) en el estado de Guanajuato, México. Flora del Bajío y de regiones adyacentes. Fascículo complementario 18:72 pp.
- Casas A., G. 1984. La Herpetología en México. *Naturaleza*, 15(4): 216-224.
- Casas A., G. y MacCoy. 1979. Anfibios y Reptiles de México. Limusa. México 87 pp.
- Ceballos C., J. G. A, M. R. Ortega M., M. Medina N., M. Martínez T., L.S. Rodríguez J. y S. González S. 1994. Análisis Limnológico del lago de Cuitzeo Michoacán, México. *Revista Biológicas de la Escuela de Biología de la UMSNH*, N° 4. 45 pp.
- Ceballos, G., H. Gómez de Silva y Ma. del C. Arizmendi. 2002. Áreas prioritarias para la conservación de las aves de México. En: www.conabio.gob.mx/institucion/conabio_espanol/doctos/aves_mexico.html
- Cervantes R., F. A. 2000. Sistemática y biogeografía del género *Reithrodontomys* (Rodentia: Muridae). Departamento de Zoología. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto L313. México D.F.
- CFE. 1979. Características limnológicas y clasificación trófica del lago de Zirahuén. (mecanografiado). Comisión Federal de Electricidad.
- Chacón T., A, R. Pérez M. y L.E. Múzquiz I. 1991. Síntesis limnológica del lago de Pátzcuaro, Mich. México. *Biología Acuática* 1, Laboratorio de Biología Acuática, Escuela de Biología, UMSNH. 48 pp.
- Chávez G., L. E. 1995. Estudio araneofaunístico (Araneae: Araneidae) de cuatro localidades del municipio de Morelia, Michoacán. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich. 75 pp.
- Chávez-Carmona, A. 1981. Líquenes comunes de la región de Arteaga y la Costa. En: Guías botánicas de excursiones en México, VIII Congreso Mexicano de Botánica, Morelia, Mich., Méx. Sociedad Botánica de México. Pp. 164-167.
- Cid del Prado V., I. 1997. Colección e identificación de las especies de *Meloidogyne* y su distribución en los cultivos más importantes para México. Especialidad en Fitopatología. Instituto de Fitosanidad. Colegio de Postgraduados. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto B104. México D.F.

- Cifuentes B., J., M. Villegas R., L. Pérez-Ramírez, M. Bulnes, V. Corona, M. del R. González, I. Jiménez, A. Pompa y G. Vargas. 1990. Observaciones sobre la distribución, hábitat e importancia de los hongos de los Azufres, Michoacán. *Revista Mexicana de Micología*. México. 6: 133-149.
- Cifuentes B., J. 1999. Distribución y algunos aspectos ecológicos de hongos hidnoides estipitados de México. Herbario FCME. Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto H177. México D.F.
- CITES 2004. Examen de las propuestas de enmienda a los Apéndices I y II. Propuesta 12.17 Transferir *Amazona oratrix* del Apéndice II al Apéndice I, de conformidad con las disposiciones del artículo XV, párrafo 1a) de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. En: <http://www.cites.org/esp/cop/12/prop/S12-P17.pdf>
- CNA. 1999. Integración de la base de Datos Sobre la Calidad del Agua en México. Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua. Comisión nacional del Agua.
- CNF. 2003. Comisión Nacional Forestal. Centro de capacitación forestal No. 1. http://www.conafor.gob.mx/capacitacion/cecfor_uno.htm
- CNI. 2002. Relatoría del V encuentro de la región Centro Pacífico del Congreso Nacional Indígena. Xoxocotla, Morelos, 4 de mayo de 2002. Ce-Acatl A.C. 09 May 2002 02:28:23 -0500 <http://www.laneta.apc.org/pipermail/cni-l/2002-May/000233.html>
- Colín-Soto, M.E. 1994. Los mytilidos (Mollusca: Bivalvia) de la costa michoacana. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich. 88 pp.
- Collar, N.J., Gonzaga, L.P., Krabbe, N., Madroho-Nieto, A., Naranjo, L.G., Parker, T.A. and Wege, D.C. 1992. Threatened Birds of the Americas: the ICBPI - IUCN Red Data Book International Council for Bird Preservation, Cambridge.
- Combes, C. 1996. Parasites, biodiversity and ecosystem stability. *Biodiv. Consev.* 5: 953-932 Comisión Nacional de Pesca. Anuario 2001.
- CONABIO. 1998. La diversidad biológica de México: Estudio de País. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 341 pp.
- CONABIO. 2003. Comisión Nacional para la Biodiversidad. México. <http://www.conabio.gob.mx/>
- CONABIO-MEXU. 2001. Datos de especímenes del género *Opuntia* en México, E.U.A. y Centroamérica del Herbario MEXU. Herbario Nacional de México. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto CONABIO: MEXU. México, D.F.
- CONABIO-NY. 1998. Datos de ejemplares mexicanos del Herbario NY (enviada por P. Holmgren). New York Botanical Garden. Nueva York, E.U.A. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto CONABIO: NY. México D.F.
- CONALEP. 2003. Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica. http://www.conalep.edu.mx/wb2/Conalep/Cona_Michoacan
- Contreras R., A. 2000. Megaloptera (Insecta: Neuropterida) de México. Departamento de Zoología. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto K022. México D.F.
- Correa M., Z. 1996. La división Chlorophyta en las costas de Michoacán, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 80 pp.
- Cruz R., A. 1993. Parasitismo y biodiversidad en el reino animal. *Rev. Mex. Hist. Nal.* 59: 59-66.
- Cuevas N., L. A. 2004. Helmintofauna de los peces de la familia Atherinopsidae del lago de Chapala. Tesis de Licenciatura de la Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Cuevas S., J. A. 2002. Computarización de la base de datos del Banco Nacional de Germoplasma Vegetal - Fase 2. Banco Nacional de Germoplasma Vegetal. Departamento de Fitotecnia. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto T031. México D.F.
- Dávila A., P. 1998. Flora Novo Galicana-Gramineae. Herbario Nacional MEXU. Departamento de Botánica. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto F005. México D.F.
- De Buen, F. 1940. El Lago de Pátzcuaro. Recientes Estudios Limnológicos. *Rev. Geográfica*: 20-44.
- De Buen, F. 1943. Los lagos Michoacanos II. Pátzcuaro. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*. 5: 99-125.
- De Buen, F. 1944. Los Lagos Michoacanos I. Características del lago de Zirahuén. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*. IV, 3-4: 211-231.
- De la Maza E., R. 1998. Catálogo y recopilación de datos científicos de los lepidópteros nocturnos de México, pertenecientes a cinco familias. Biocenosis AC. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto P080. México D.F.
- De la Paz Pérez, O. C. 1974. Anatomía de la madera de cinco especies de encinos de Durango. Boletín Técnico 43. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. México. 35 pp.
- De León G., J. A. 1997. Poliquetos (Annelida: Polychaeta) del Pacífico Mexicano. Laboratorio de Zoología de Invertebrados no Artrópodos. Departamento de Zoología de Invertebrados. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto B057. México D.F.
- Del Río Z., O. B. 2001. Composición y distribución espacio-temporal de moluscos en pozas de marea en el Faro de Bucerías, Michoacán, México. Tesis de licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich. 91 pp.
- Delgadillo M., C. 1998. Diversidad de la brioflora mexicana. Pp. 355-368. *En*: T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (Comps.). Diversidad biológica de Mexico. Orígenes y distribución. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 792 pp.
- Delgadillo M., C. 1999. La colección briológica del Herbario Nacional (MEXU). Departamento de Botánica. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto J088. México D.F.
- Delgadillo M., C. 2003. La colección briológica del Herbario Nacional (MEXU). Actualización. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U006. México D.F.
- Delgadillo M., C. y M.A. Cárdenas S. 1982. Manual de briofitas. Una guía para profesores de biología. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. 35 pp.
- Díaz P., E. 1998. Ictiofauna Lermense. Laboratorio de Ictiología y Limnología. Departamento de Zoología. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto P006. México D.F.
- Díaz-Barriga, H. 1992. Hongos comestibles y venenosos de la cuenca del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Morelia, Mich., México. UMSNH, CÍDEM, Instituto de Ecología, A.C. 150 pp.
- Díaz-Barriga, H. 2003. Hongos macromicetos comestibles, venenosos, medicinales y destructores de la madera de la reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, Sierra Chincua, Michoacán, México. Fundación PRODUCE, Comisión Forestal del Estado de Michoacán. Morelia, Michoacán. 310 pp.
- Díaz-Barriga, H. y A. Chávez-Carmona. 1981. Algunas Criptógamas (hongos y líquenes) de las rutas de excursiones pre-congreso. *En*: Guías botánicas de excursiones en México, VIII Congreso Mexicano de Botánica, Morelia, Mich., México. Sociedad Botánica de México. Pp. 65-76.

- Díaz-Barriga, H. y M. Palacios-Ríos. 1992. Listado preliminar de especies de Pteridofitas de los estados de Guanajuato, Michoacán y Querétaro. Flora del Bajío y de regiones adyacentes. Fascículo complementario III. Instituto de Ecología A.C. 58 pp.
- Díaz-Barriga, H., F. Guevara-Fefer y R. Valenzuela. 1988. Contribución al conocimiento de los macromicetes del estado de Michoacán. Acta Botánica Mexicana. Méx. 2: 21-44.
- Dreckman E., K. M. 1987. Algas marinas bénticas de Playa San Telmo, Michoacán. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Duellman W., E. 1956. A new snake of the genus *Leptotyphlops* from Michoacán, México. Copeia, (2): 93-94.
- Duellman W., E. 1961. The amphibians and reptiles of Michoacan, México. Univ. Kansas Pub. Mus. Nat. Hist. 15 (1): 1-148
- Duellman W., E. 1965. Biogeographic account of the herpetofauna of Michoacán, México. Univ. Kansas Pub. Mus. Nat. Hist. 15(14):627-709.
- Durán G., R. 1997. Distribución de las especies endémicas de la Península de Yucatán. Unidad de Recursos Naturales. Centro de Investigación Científica de Yucatán AC. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto B070. México D.F.
- Durán G., R. 1998. Base de datos del Herbario del Centro de Investigación Científica de Yucatán. Unidad de Recursos Naturales. Centro de Investigación Científica de Yucatán AC. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto P143. México D.F.
- Durán J., M. P. 1997. Descortezadores en pino (*Pinus* spp.) en el estado de Michoacán, daños y control. Memoria de Actualización Profesional. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich. 158 pp.
- Eguiarte F., L. E. 1997. Niveles y patrones de variación genética del género *Abies* en México. Laboratorio de Evolución Molecular y Experimental. Departamento de Ecología Evolutiva. Instituto de Ecología. Universidad Nacional Autónoma de México. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto B138. México D.F.
- Elías G., M. 1999. Zooplancton de sistemas acuáticos epicontinentales mexicanos en la región central de México. Laboratorio de Zoología. Departamento de Biología. Facultad de Estudios Superiores-Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto H112. México D.F.
- Escalante J., A. L. 1998. Hormigas (Insecta: Formicidae) de cuatro localidades de la zona de transición a la Tierra Caliente del estado de Michoacán. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 67 pp.
- Escalante P., P., A. M. Sada y J. Robles-Gil. 1996. Listado de nombres comunes de las aves de México. CONABIO y Sierra Madre, A.C. 32 pp.
- Escalante P., P., A. G. Navarro S. y A. T. Peterson. 1998. Un análisis geográfico, ecológico e histórico de la diversidad de aves terrestres en México. *En*: T.P. Rammamorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (Comp.). Diversidad biológica de México: orígenes y distribución. Inst. Biología, UNAM.
- Espejo S., M. A. 1998a. Las monocotiledóneas mexicanas, una sinopsis florística. Parte II. Departamento de Biología. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto G016. México D.F.
- Espejo S., M. A. 1998b. Las monocotiledóneas mexicanas, una sinopsis florística. Departamento de Biología. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto P015. México D.F.
- Espinosa P., H. 2002. Computarización de la Colección Nacional de Peces del Instituto de Biología UNAM. Colección Nacional de Peces. Departamento de Zoología. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto T023. México D.F.
- Espinosa, J. y L. del S. Rodríguez-Jiménez. 1995. Listado florístico del estado de Michoacán. Sección II. Flora del Bajío y de regiones adyacentes. Fascículo complementario VII. Instituto de Ecología, A.C. Pátzcuaro, Mich., México. 242 pp.
- Espinosa, J. y L. del S. Rodríguez-Jiménez. 1996. Listado florístico del estado de Michoacán. Sección IV. Flora del Bajío y de regiones adyacentes. Fascículo complementario XII. Instituto de Ecología, A.C., Pátzcuaro, Mich., México. 271 pp.
- Estrada T., A. 2000. Las comunidades de myxomicetes de selva baja caducifolia. Laboratorio de Micología. Centro de Investigación en Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Tlaxcala. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto L165. México D.F.
- Estrada V., A. 2001. Catálogo de la diversidad biológica de anfibios y reptiles del municipio de Tancitaro. Michoacán, México. Tesis de licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich. 155 pp.
- Ezcurra R., E. 1998. Patrones biogeográficos de las cactáceas columnares de México. Campus Morelia. Instituto de Ecología. Universidad Nacional Autónoma de México. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto G003. México D.F.
- Farjon, A. y B. T. Styles. 1997. *Pinus* (Pinaceae). Flora Neotropica. Monograph 75. 291 pp.
- Fernández A., M. A. 1999. Colección de zooplancton del laboratorio de invertebrados: Hydrozoa (Cnidaria) y Polychaeta (Annelida). Laboratorio de Invertebrados. Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto H259. México D.F.
- Fernández N., R. 1997. Estudio monográfico de la familia Rhamnaceae en México. Laboratorio de Botánica Fanerogámica. Departamento de Botánica. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto B059. México D.F.
- Fernández N., R. 2002. Computarización del Herbario ENCB. Fase II. Base de datos de los ejemplares de la familia Burseraceae y Nyctaginaceae y base de datos digitalizada de los ejemplares tipo de plantas vasculares del Herbario de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN. Laboratorio de Botánica Fanerogámica. Departamento de Botánica. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto T002. México D.F.
- Fet, V., W. D. Sissom, G. Lowe y M. E. Braunwalder. 2000. Catalogue of the scorpions of the world (1758-1998). The New York Entomological Society. Am. Mus. Nat. Hist. New York, USA 690 pp.
- Flores V., O. 1993a. Herpetofauna Mexicana. Lista anotada de las especies de anfibios y reptiles de México, cambios taxonómicos recientes y nuevas especies. Carnegie Mus. Nat. Hist. Special Pub. 17 pp.
- Flores V., O. 1993b. Riqueza de anfibios y reptiles, Museo de Zoología, Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Flores V., O. 1993c. Análisis de la distribución de la herpetofauna de México. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Flores V., O. 1998. Formación de una base de datos y elaboración de un atlas de la herpetofauna de México. Colección de anfibios y reptiles. Museo de Zoología «Alfonso L Herrera». Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto A014. México, D.F.
- Fragoso G., C. E. 2000. Importancia de las lombrices de tierra (Oligochaeta) en el monitoreo de áreas prioritarias de conservación del centro, este y sureste de México. Departamento de Biología de Suelos. División de Ecología y Comportamiento Animal. Instituto de Ecología AC. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto L301. México D.F.

- Fragoso T., L. 1991. Ficoflora de la localidad de Caleta de Campo, Michoacán, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 140 pp.
- Franco M., I. S. 1997. Legislación y conservación, en: Suculentas Mexicanas, Cactáceas. CVS, CONABIO, SEMARNAP, UNAM. México. p. 101-110.
- Friese, E.C. 1972. Sea anemones. Edit. T.F.H. Publications EUA. 127 pp.
- Fuentes F., A.L. 2003. Laboratorio de Invertebrados Fac. Biología UMSNH. *Comunicación personal*.
- García A., L. 1990. Flora vascular acuática y semiacuática del Lago de Pátzcuaro, Mich, México. Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich. 80 pp.
- García M., A. J. 1999. Revisión taxonómica del género *Furcraea* (Agavaceae) en México y Guatemala. Centro de Investigación. Jardín Botánico. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto H111. México D.F.
- García-Madrugal, M.S. 1991. Los Brachyura "Cangrejos Verdaderos" (Crustacea: Decapoda) de la Bahía de Maruata, Michoacán, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich. 92 pp.
- García R., I. 1999. Flora del Parque Nacional Pico de Tancítaro, Michoacán. Herbario CIMI. Departamento de Recursos Naturales. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo. Integral Regional-Michoacán. Instituto Politécnico Nacional. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto H304. México D.F.
- García-Reyna, M., F. Cassan, J. Villegas-Moreno, R. Farías-Rodríguez y J.M. Sánchez-Yáñez. 2003. La inoculación con PGPR aisladas de gramíneas silvestres, aumenta la productividad de cultivos de interés agronómico. Agencia Córdova de Ciencia, INTA. Córdova, Argentina. Ed. Agencia Córdova de Ciencia. Pp. 20-23.
- García-Reyna, M., J. Caballero-Mellado y J.M. Sánchez-Yáñez. 2000. Bacterias endófitas fijadoras de N₂ aisladas de teocintle (*Zea mexicana* L) y maíz (*Zea mays* L). Memorias XV Congreso Latinoamericano de Microbiología. XXV Congreso Nacional de Microbiología. Mérida, Yucatán, México. Pp. 51-52.
- García T., S. 2002. Análisis de la composición de la dieta de la rana (*Eleutherodactylus hobartsmithi*) en la Reserva de la Biosfera de Chamela, Jalisco, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich. 42 pp.
- García-Trejo. E. A. y A. G. Navarro S. 2004. Patrones biogeográficos de la riqueza de especies y el endemismo de la avifauna en el oeste de México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 20(2):167-185.
- Genoways, H. H. y Knox Jones J. 1968. Notes on spotted skunks (Genus *Spilogale*) from western Mexico. *An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. (México) Ser. Zool.* v. 39, tomo 1, Pp. 123-132.
- Gómez P., M. y J. H. D. Wolf. 2001. Commercial bryophyte harvesting in the Monarch Butterfly Biosphere Reserve, Sierra Chincua, Michocan, México. *The Bryologist*. EUA. 104(4):517-521.
- Gómez de Silva, H. 1996. The conservation importance of semiendemic species. *Biology* 10:674-675.
- Gómez-Carriedo, B. S. 2001. Relación del Phylum Echinodermata con su habitat en la Costa Michoacana. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich. 140 pp.
- Gómez-Peralta, M. 1992. Contribución al conocimiento de los líquenes del campo geotérmico Los Azufres, Michoacán. *Acta Botánica Mexicana*. México. 18:31-53.
- González D., A. M.E. Riojas L. y N.H.J. Arreola. 2001. El Género *Opuntia* en Jalisco, Guía de Campo. Universidad de Guadalajara. CONABIO. 135 pp. CVS, CONABIO, SEMARNAP, UNAM. México. p. 101-110.
- González H., A. 1998. Inventario de Hymenóptera; parasítica en México. Laboratorio de Entomología y Artrópodos. Departamento de Zoología de Invertebrados. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto P021. México D.F.
- González L., M. 1998. El género *Festuca* (Poaceae: Pooideae) en México. Instituto de Recursos Naturales. Colegio de Postgraduados. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto P076. México D.F.
- González-García, F. y H. Gómez de Silva. Datos no publicados. Avifaunas estatales de México. www.huitzil.net/spendemicas.htm
- González-González J., M. Gold-Morgan, H. León-Tejera, C. Caledaria, D. León-Alvarez, E. Serviere Z y D. Fragoso. 1996. Catálogo onomástico (Nomenclátor) y bibliografía indicada de las algas bentónicas marinas de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Cuaderno 29.
- Gorrostieta H., E. 1994. Algunas adaptaciones y distribución de las actinias en el litoral michoacano. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich. 132 pp.
- Goyenechea M., I. 1999. Filogenia del género *Conopsis* Günther (Serpentes: Colubridae). Museo de Zoología «Alfonso L Herrera». Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto H127. México D.F.
- Guerrero R., E. En preparación. Copépodos planctónicos de la Bahía de Maruata en la costa de Michoacán. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich.
- Guerrero- Ulloa, M. L. 1997. Árboles, arbustos y especies trepadoras cultivadas de la ciudad de Morelia, Mich. México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich. 64 pp. + Apéndices.
- Guridi-Gómez, L.I. 1980. La madera en las artesanías del Estado de Michoacán. *Inst. Nal. Invest. For. México* No. 50. 129 pp.
- Guridi-Gómez, L.I. y A. García López. 1997. Las maderas en los instrumentos musicales de Paracho. Ediciones Casa de Hidalgo. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich. 45 pp.
- Gutiérrez G., M. V. 1999a. Catálogos florísticos de México por entidad federativa e información etnobotánica de la Colección del Herbario Nacional Biól. Luciano Vela Gálvez (INIF). Herbario Nacional Forestal «Biól Luciano Vela Gálvez». Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto J010. México D.F.
- Gutiérrez G., M. V. 1999b. Sistematización del Herbario Nacional Forestal Biól Luciano Vela Gálvez. Herbario Nacional Forestal «Biól Luciano Vela Gálvez». Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto P140. México D.F.
- Guzmán H., G. 1999. Los hongos en México. La jornada ecológica. Año 6, No. 81: 1-7. 25 de octubre de 1999.
- Guzmán V., U. 1993. Análisis de la distribución de los Lacertilios en la vegetación de la Costa del estado de Michoacán, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich. 93 pp.
- Guzmán Z., N. 2004. Helminetos de niños de cuatro escuelas rurales, con climas diferentes del estado de Michoacán, México. Tesis de Licenciatura de la Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Hágster G., E. 1999. Estudio taxonómico-florístico de la familia Orchidaceae en el Bajío: tribus Epidendreae y Maxillariae. Herbario de la Asociación Mexicana de Orquideología AC. Instituto Chinoín AC. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto H098. México D.F.

- Hall, E. R. y R. Villa B. 1950. Lista anotada de los Mamíferos de Michoacán, México. An. Inst. Biol. México. v. XXI, tomo 1, Pp. 160-213.
- Hall, E. R., B. A. Leonard y E. H. Taylor. 1948. A new pocket gopher (*Thomomys*) and a new spiny pocket mouse (*Liomys*) from Michoacan, Mexico. Univ. Kansas Publ. (USA). Mus.Nat. Hist. v. 1, tomo 14, Pp. 249-256
- Hartweg, N. y J. A. Oliver. 1960. A new colubrid snake of the genus *Geophis* from Michoacan. Occ. Papers. Mus. Zool. Univ. Michigan (601):1-5.
- Hawksworth D., L. 1991. The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance and conservation. Mycological Research 95:641-55.
- Hendler, G., J. E. Millar, D. L. Pawson y P. M. Kier. 1995. Sea stars, sea urchins and allies: Echinoderms of Florida & the Caribbean. Smith. Inst. Press. 390 pp.
- Hendrickx R., M. E. 1998. Actualización y sistematización de la colección de referencia de invertebrados de la Estación Mazatlán-UNAM. Laboratorio de Invertebrados Bentónicos. Estación Mazatlán. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto P017. México D.F.
- Hendrickx R., M. E. 1999. Adenda a la colección de referencia de invertebrados de la Estación Mazatlán, UNAM y análisis de la fauna de crustáceos isópodos del Pacífico mexicano, julio 1996-julio 1997. Laboratorio de Invertebrados Bentónicos. Estación Mazatlán. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto H170. México D.F.
- Hernández-Trujillo, S. y G. M. Esqueda-Escarcega. 2002. La diversidad de copépodos marinos en México. Océanides, 17(1):57-68.
- Herrera A., Y. 1997. Estudio biosistemático del género *Bouteloua* (Poaceae) en México. Departamento de Biosistemática. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional-Durango. Instituto Politécnico Nacional. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto B061. México D.F.
- Herrero-Pérezrul, M.D. 1990. Pepinos de mar (Echinodermata: Holoturoidea) de El Faro de Bucerías, Michoacán, Mexico. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich. 70 pp.
- Howell, S.N.G. y S. Webb. 1995. A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press. 851 pp.
- Huacuz-Elías, D.C. 1995. Las serpientes de Michoacán. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Huacuz-Elías, D.C. 2001. Estado de conservación del género *Ambystoma* en Michoacán, México. Morevallado Editores. Morelia, Mich.
- Huacuz-Elías, D.C. 2002. Programa de conservación y manejo de *Ambystoma dumerilii*. El Achoque del Lago de Pátzcuaro. Morevallado Editores, Morelia, Mich. 138 pp.
- Hughes, C. 1998. Monograph of *Leucaena* (Leguminosae-Mimosoideae). Syst. Bot. Monographs 55. Ann. Arbor.
- Huys, R. y Boxshall, G.A. 1998. En: Palomares-García, R., E. Suarez-Morales y S. Hernández-TRujillo. Catálogo de los copépodos (crustacea) pelágicos del Pacífico Mexicano. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR-IPN). Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR). 351 p.
- IH 2003. *Index Herbariorum*. Part I: The Herbaria of the World. Octava edición. N.Y.Bot.Gard. <http://www.nybg.org/bsci/ih/ih.html>
- INIFAP 2003. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. México. <http://www.inifap.conacyt.mx/>
- IUCN. 1998. IUCN Red List of Threatened, Database Search Results.
- Jacobo G., L. M. 2004. Geohelminths de niños de áreas lacustre y costera del estado de Michoacán. México. Tesis de Licenciatura de la Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Jiménez, M.L. 1996. Araneae. En: J. Llorente B., J.J. Morrone, E. González, S. y A.N. García, A. (Eds.) Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México. Hacia una síntesis de su conocimiento. UNAM. Instituto de Biología. México.
- Jurado V., M.A. y J. Ponce S. 1994. Inventario de lepidópteros diurnos del Vivero Forestal "Lázaro Cárdenas" municipio de Morelia, Michoacán, México. Biológicas 2:92-101.
- Jurado V., N.G. 1994. Coleópteros de dos localidades de la ribera este del Lago de Cuitzeo. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich. 60 pp.
- Kudo, R.R. 1966. Protozoología. Edit. CECSA, México. 905 pp.
- Labrada R., J. C. Caseley y C. Parker. 1996. Manejo de malezas para países en desarrollo. Estudio FAO Producción y Protección Vegetal - 120. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma.
- Lammertink, M. J., J. A. Rojas-Tome, F. M. Casillas-Orona y R. L. Otto. 1997. Situación y conservación de los bosques antiguos de pino-encino de la Sierra Madre Occidental y sus aves endémicas. CIPAMEX. 103 pp.
- Lamothe A., R 1968. Redescrípción de *Temmocephala mexicana* Vayssiere, 1898 ectocomensal de crustáceos mexicanos. *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. Méx.* 39: 1-12.
- Lamothe A., R, P. García, D. Osorio, G. B. Pérez-Ponce de León. 1997. Catálogo de la Colección Nacional de Helminths. Publicaciones Especiales. Instituto de Biología. UNAM-CONABIO. México. 221 pp.
- Lamothe A., R. 1998. Catálogo sistematizado y actualizado de la colección helmintológica del Instituto de Biología. Departamento de Zoología. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto P085. México D.F.
- Lejía T., A. 1998. Los crustáceos decápodos marinos de la colección carcinológica de la Facultad de Ciencias Biológicas, UANL. Laboratorio de Ecología y Zoología de Invertebrados Artrópodos. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto G004. México D.F.
- León D, J.L. y A. Valiente-Banuet. 1994. Las Cactáceas: un recurso natural diverso y predominantemente Mexicano. Ciencia y Desarrollo. CONACYT 117:58-65.
- León P., L. 1999. Computarización de las colecciones del Museo de Zoología Alfonso L. Computarización de las colecciones del Museo de Zoología Alfonso L. Herrera para su incorporación a la REMIB: Fase I. Museo de Zoología «Alfonso L Herrera». Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto J123. México D.F.
- Lira S., R. 1998. Inventario florístico y base de datos de la familia Cucurbitaceae endémicas de México. Departamento de Botánica. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto P097. México D.F.
- Lira S., R. 2001. Estado actual y fitogeografía de las especies de la Familia Cucurbitaceae endémicas de México. Unidad de Biotecnología y Prototipos. Facultad de Estudios Superiores-Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto Q010. México D.F.
- Llorente B., A.N. García A. y J., E. González S. 1996. Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento (1996-2002). Vol. I, CONABIO y Bayer. 659 pp.
- Llorente B., J., P. Koleff O., H. Benítez D., y L. Lara M. 1999. Síntesis del estado de las colecciones biológicas mexicanas. Resultados de la encuesta "Inventario y Diagnóstico de la actividad taxonómica en México" 1996-1998. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. CONABIO, México D. F. 143 pp.
- Llorente B., J., E. González S. y N. Papavero. 2000. Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento (1996-2002). Vol. II CONABIO y Bayer. 676 pp.

- Llorente B. y J. J. Morrone. 2002. Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento (1996-2002). Vol. III CONABIO y Bayer. 692 pp.
- Llovera L., J., J.J. Peña-Cabriales y J.M. Sánchez-Yáñez. 1994. Reducción de acetileno por bacterias asociadas a raíces de especies de nopal (*Optunia spp* L). Rev. Lat. Amer. Microbiol. 36:183-189.
- Loera T., M.L., J.J. Peña-Cabriales y J.M. Sánchez-Yáñez. 1996. Acetylene reduction activity on the root of cactaceous plants. Rev. Lat. Amer. Microbiol. 38:7-15.
- López S., B. 1994. Contribución al estudio de las algas marinas bentónicas del estado de Michoacán, México. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional. México, D.F.
- López W., R. 1998. Base de datos de mamíferos de México depositados en colecciones de Estados Unidos y Canadá. Laboratorio de Zoología. Departamento de Biología. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto P130. México D.F.
- Lorea H., F. 2000. Actualización de las bases de datos del Herbario Instituto de Ecología, A.C. (XAL). Herbario XAL. División de Vegetación y Flora. Instituto de Ecología AC. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto K004. México D.F.
- Lorea-Hernández, F. y E. Velázquez M. 1998. Pteridofitas. Estudios florísticos de Guerrero No. 9. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 83 pp.
- Lot H., A. y A. Novelo R. 1988. Vegetación y flora acuática del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. The Southwestern Naturalist 33(2):167-176.
- Lozano V., M. L. 2003. Repatriación del material ictiológico de 12 estados de la República Mexicana, depositado en la colección ictiológica de la Universidad de Tulane, E.U. Laboratorio de Ictiología. Departamento de Zoología de Vertebrados. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto S056. México D.F.
- Luis M., M. A. 1997. Papilionoidea (Lepidoptera: Insecta) del estado de Michoacán: Fase I. Museo de Zoología «Alfonso L Herrera». Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto B150. México D.F.
- Luis M., M. A. 1998a. Adquisición de una colección particular de Papilionoidea para el Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias y elaboración de su base de datos. Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto P065. México D.F.
- Luis M., M. A. 1998b. Papilionoidea de México Parte I: Papilionidae y Pieridae. Museo de Zoología «Alfonso L Herrera». Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto P063. México D.F.
- Luis M., M. A. 1999a. Catálogo de los Eumaeini (Lycaenidae, Papilionoidea: Lepidoptera) de México: Fase I. Museo de Zoología «Alfonso L Herrera». Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto H210. México D.F.
- Luis M., M. A. 1999b. Papilionoidea (Lepidoptera: Insecta) del Estado de Michoacán: Fase II. Museo de Zoología «Alfonso L Herrera». Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto H209. México D.F.
- Luis M., M. A. 2001a. Computarización de la colección de abejas (Hymenoptera: Apoidea) del Museo de Zoología Alfonso L. Herrera, de la Facultad de Ciencias de la UNAM. Museo de Zoología «Alfonso L Herrera». Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto Q035. México D.F.
- Luis M., M. A. 2001b. Papilionoidea (Lepidoptera: Insecta) del estado de Michoacán: Fase III. Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto R256. México D.F.
- Madrigal-Guridi, X. 2001. Vegetación acuática del lago de Zirahuén, Michoacán México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich. 110 pp.
- Madrigal-Sánchez y Magaña-Mendoza. 2003. *Comunicación personal*. Profesores Investigadores de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Madrigal-Sánchez, X. 1982. Claves para la identificación de las coníferas silvestres del estado de Michoacán. Bol. Div. N°58. Inst. Nal. Invest. For. SARH. México, D.F. 100 pp.
- Madrigal-Sánchez, X. 1992. Los bosques michoacanos: su conocimiento y conservación. I Muestra. Los recursos vegetales de Michoacán. Memoria. Morelia, Mich. México. pp. 65-74.
- Madrigal-Sánchez, X. 1997. Ubicación fisiográfica de la vegetación en Michoacán, México. Rev. Ciencia Nicolaita. 15:65-75.
- Madrigal-Sánchez, X. 2003. Perspectivas de utilización de especies arbóreas nativas en Michoacán. Memoria. Seminario Michoacano sobre la Problemática Ambiental de las Especies Introducidas: Caso *Eucalyptus*. Centro de Investigación y Desarrollo del Estado de Michoacán. Morelia, Mich. México. pp. 169-179.
- Madrigal-Sánchez, X. y L.I. Guridi-Gómez. 2002. Los árboles silvestres del municipio de Morelia, Michoacán. México. Rev. Ciencia Nicolaita. 33:29-55.
- Madrigal-Sánchez, X. y L.I. Guridi-Gómez. 2004. Especies arbóreas del paisaje arquitectónico de las plazas del Centro Histórico de Morelia. Coordinación de la Investigación Científica. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich. México. 19 pp. (En prensa).
- Maeda M., A. 1999. Taxonomía y distribución de los filópodos (Crustacea: Branchiopoda, Anostraca, Notostraca, Spinicaudata y Laevicaudata) de México. División de Biología Marina. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste SC. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto H068. México D.F.
- Mandujano, M.C., J. Golubov y J. Reyes. 2002. Lo que usted siempre quiso saber sobre las cactáceas y nunca se atrevió a preguntar. Biodiversitas. CONABIO. 40:4-7 Cactáceas.
- Mapes, C., G. Guzmán y J. Caballero. 1981. Etnomicología Purépecha. El conocimiento y uso de los hongos en la cuenca del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Dirección General de Culturas Populares, Sociedad Mexicana de Micología, A.C. 88 pp.
- Martin J., W. y G. E. Davis. 2001. An updated classification of the recent Crustacea. Natural History Museum of Los Angeles County, Science series. vol. 39, pp.124.
- Martínez A., J. 2004. Helmintos de animales domésticos del estado de Michoacán México. Tesis de Licenciatura de la Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Martínez H., E. 1999. Propuesta para sistematizar la colección palinológica de polen reciente y fósil del IGLUNAM. Departamento de Paleontología. Instituto de Geología. Universidad Nacional Autónoma de México. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto J001. México D.F.
- Martínez P., J.A. y M. Elías G. 1985. Introducción a la protozoología. Edit. Trillas, México. 207 pp.
- Martínez, O. B. N. 1997. Odonatos del Estado de Michoacán. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. UMSNH. 106 pp.
- Masera, O.R. 1996. Deforestación y degradación forestal en México. Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada. Pátzcuaro, Mich. México. 15 pp+Anexos.
- Matsui, Y. y Yamashita. 1936. Informe de los Doctores Matsui y Yamashita acerca del lago de Pátzcuaro y Zirahuén. Biol. Dep. For. Caza y Pesca, México. I (3): 166-172.

- McDonald, J. A. 1991. Origin and diversity of Mexican Convolvulaceae. *An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. Méx. ser. Bot.* 62(1): 65-82.
- McVaugh, R. 1974. Flora Novo-Galiciana. *Contr. Univ. Michigan Herb.* 12, 1. (3):1-93.
- McVaugh, R. 1987. Flora Novo-Galiciana: a descriptive account of the vascular plants of western México, vol. 5. Leguminosae. Univ. of Michigan Press. Ann. Arbor.
- McVaugh, R. 1992. Flora Novo-Galiciana. A descriptive account of the vascular plants of western Mexico. Vol. 17. Gymnosperms and Pteridophytes. The University of Michigan Herbarium. Ann Arbor. 467 pp.
- Medina-Nava M., M.A. Osorio y O. Domínguez-Domínguez. 2000. Peces. Pp. 267-280. *En*: Catálogo de la Biodiversidad en Michoacán. SEDUE-UMSNH. Morelia Mich. 390 pp.
- Mendivil R., O., R. Cortés A., C. Cuevas G. y J.L. García C. 1980. Algunos aspectos fisicoquímicos y consideraciones sobre la pesca en el lago de Cuitzeo, Mich (Estudio trimestral 1976-1977). *Memorias del Segundo Simposio Latinoamericano de Acuicultura*, III: 1747-1782.
- Mendoza S., M.E. 1998. Estudio aracnofaunístico del Bosque "Lázaro Cárdenas" municipio de Morelia, Michoacán, México. (Aracnida: Araneae y Scorpionida). Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich. 72 pp.
- Mendoza-González, A.C., L. Huerta M., y C.I Flores G. 1985. Estudio florístico del fitoplancton del lago de Zirahuén, Michoacán, México: *Phytologia* V. 59 No. 1 *An International Journal to expedite Botanical and Phytoecological Publication* 1-8 pp.
- Merino I., M. 2004. Computarización de la Colección nacional del phylum porifera Gerardo Green. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto V005. México D.F.
- Meyer, M. K., A.C. Radda, O. Domínguez-Domínguez. 2001. Notes on the genera *Neophorus* Hubbs and Turner, 1937, with a description of a new species of *Allotoca* from Laguna de Zacapu, Michoacán, México, *Ann. Natur Hist. Mus. Wien*, 103 B, pp. 453-460.
- Moncayo E., R. y H.R. Buelna O. 2001. Fish fauna of lake Chapala. Pp. 215-242. *En*: A. M. Hansen y M. van Afferden (Eds.). *The Lerma-Chapala watershed: evaluation and management*. Kluwer Academic Publishers-Plenum Press. London.
- Moreno B., R.J. 1998. Alacranes de cuatro localidades de la zona de transición a la Tierra Caliente de Michoacán. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich. 76 pp.
- Morón R., M. A. 1998. Atlas de coleópteros Scarabaeoidea de México. Departamento de Biosistemática de Insectos. División de Ecología y Comportamiento Animal. Instituto de Ecología AC. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto P134. México D.F.
- Morón R., M. A. 2000. Atlas de los coleoptera scarabaeoidea de México. Segunda parte. Departamento de Biosistemática de Insectos. División de Ecología y Comportamiento Animal. Instituto de Ecología AC. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto K005. México D.F.
- Mortimer, A. M. 1990. The biology of weeds. *En*: R.J. Hance y K. Holly (Eds.), *Weed control handbook: principles*. Octava edición. Mass. EUA. Sinauer. Pp 1-42; 363-388.
- Muller, C.H. y R. McVaugh. 1972. The oaks (*Quercus*) described by Née (1801) and by Humboldt & Bonpland (1809), with comments of related species. *Contr. Univ. Michigan Herb.* 9(3-7): 510-522.
- Nájera R., M. A. 1998. Fauna de coleópteros lamelicornios del Estado de Michoacán (1995-2000). Primera Fase: Subprovincia neovolcánica tarasca (Cuenca del Lago de Pátzcuaro (1995-96). Centro de Investigación Regional del Pacífico Centro. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto G019. México D.F.
- Navarrete H., J. L. 2000. Guía ilustrada de los Staphylinidae (coleóptera) de México. Departamento de Botánica y Zoología. División de Ciencias Biológicas y Ambientales. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto L098. México D.F.
- Navarro S., A.G. 1998. Distribución geográfica y ecológica de la avifauna del estado de Guerrero, México. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México. D.F. 165 pp.
- Navarro S., A.G. y H. Benítez D. 1993. Patrones de riqueza y endemismo de las aves. *Ciencias*, No. especial. Mayo. Pp. 45-54.
- Navarro-Siguenza, A.G. y J.E. Llorente-Bousquets 1991. Museos, colecciones biológicas y la conservación de la biodiversidad: una perspectiva para México. *Memorias del Seminario sobre Conservación de la Diversidad Biológica de México*. Facultad de Ciencias UNAM y WWF. México D. F. No. 3: 1-31.
- Nimisch, H. 1995. A Reference Guide to the Gymnosperms of the World: An introduction to their history, systematics, distribution, and significance. Koeltz Scientific Books. USA. Champaign, Illinois. 99 pp.
- Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001. Protección ambiental- Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*. 6 de marzo del 2002.
- Novelo R., A. 2002. Inventario de la vegetación acuática vascular de cuatro regiones hidrológicas prioritarias del centro de México. Herbario Nacional MEXU. Departamento de Botánica. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto S133. México D.F.
- Novelo R., A. 2004. Computarización de la colección de plantas acuáticas mexicanas del Herbario Nacional (MEXU). Herbario Nacional MEXU. Departamento de Botánica. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto V006. México D.F.
- Núñez G., A. 2003. Mamíferos. Pp. 83-84. *En*: SEP-UMSNH 2003. Secretaría de Educación Pública en Michoacán y Universidad Michoacán de San Nicolás de Hidalgo. Atlas Geográfico de Michoacán. Segunda Edición. Editora EDDISA, México. 308 pp.
- Núñez G., A., C. Sánchez H. y M.L. Romero A. 1996. Noteworthy records of some bats from Michoacan Mexico. *Bat Research News (USA)* v. 37, tomos 2-3. Pp. 39-40.
- Ordoñez-Díaz, M.J. y O. Flores-Villela. 1995. Areas Naturales Protegidas. Pronatura. México. 43 pp.
- Orozco R., J. J. y J. Ponce S. 1995. Alacranes del municipio de Uruapan, Michoacán. *Biológicas* 3:55-67.
- Orozco-Segovia, A. y C. Vázquez-Yanes. 1993. Especies invasoras: su impacto sobre las comunidades bióticas. Pronatura. México. 53 pp.
- Ortega M., M. R. 1985. Contribución al conocimiento del Fitoplancton del lago Cuitzeo, Mich., México. Tesis de Licenciatura Escuela de Biología, UMSNH.
- Ortega M., M. R. y R. Alvarado V. 1998. El perifiton vegetal del lago de Cuitzeo, Michoacán, México. *Memorias del Séptimo Congreso Latinoamericano de Botánica*, XIV Congreso Mexicano de Botánica: 166.
- Ortega M., M., J.L. Godínez y G. Garduño S. 2001. Catálogo de algas bénticas de las costas mexicanas del Golfo de México y Mar Caribe. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. Cuaderno 34.
- Ortega V., Z., M. Gómez-Peralta y V.M. Gómez-Reyes. 2001. Hongos silvestres comestibles en la comunidad indígena de Nicolás Romero, municipio de Zitácuaro, Michoacán, México. *Estudios sobre los Hongos Latinoamericanos*. *En*: G. Guzmán y G. Mata (Eds). *Resúmenes del IV Congreso Latinoamericano de Micología*. Xalapa, Ver., México. 543 pp.

- Osorio D., D. 1982. Contribución al estudio parasitológico de las especies de peces nativos e introducidas en la presa Adolfo López Mateos "El Infiernillo". Tesis Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Osorio D., D., G. B. Pérez-Ponce de León y M. G. Salgado. 1986. Helmintos de peces de Pátzcuaro, Michoacán, México I. Helmintos de *Chirostoma estor* *Anales Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. Méx.* 57: 61-92
- Osorio-Tafall, B. F. 1940. Materiales para el estudio del microplancton del lago de Pátzcuaro (México). I. Generalidades y Fitoplancton. *Anales Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*. Tomo 2 (2-3): 331-383.
- Osorio-Tafall, B. F. 1941a. Polimorfismo y Epifitismo en diatomeas planctónicas de Pátzcuaro. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*. Vol. II. 2-3: 137-147.
- Osorio-Tafall, B. F. 1944. Biodinámica del Lago de Pátzcuaro. I. Ensayo de Interpretación de sus Relaciones Tróficas. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*. Tomo V. 3-4: 197-209.
- Osorio-Tafall., B.F. 1941b. Tintinnidos nuevos o poco conocidos del plancton nerítico de México. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. México, D.F.*, V. II, No. 2 y 3, Pp. 147-173.
- Palacios V., J. G. 1997. Catálogo de colémbolos (Arthropoda: Hexapoda) de México. Laboratorio de Ecología y Sistemática de Microartrópodos. Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto B063. México D.F.
- Palomares G., J. R. 1997. Copépodos pelágicos del Pacífico norte mexicano. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Instituto Politécnico Nacional. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto B131. México D.F.
- Penagos P., R., J. Ponce, S. y R. Lara A. 1994. Alacranes y alacranismo en Morelia y algunas poblaciones vecinas, Michoacán, México. *Biológicas 2*: 11-19.
- Pérez G., A.L. 2002. Plantas vasculares acuáticas y semiacuáticas de la ciénega de Queréndaro, Michoacán, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich., México 90 pp.
- Pérez P., G. 2001. Biodiversidad de helmintos parásitos de vertebrados silvestres de México. Departamento de Zoología. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto Q028. México D.F.
- Pérez-Ponce de León G., B. Mendoza y G. Pulido G. 1994. Helminths of the charal prieto *Chirostoma attenuatum* (Osteichthyes: Atherinidae), from Patzcuaro lake. Michoacán. Mexico. *J. Helminthol. Soc. Wash.* 61: 139-141.
- Perry, Jr. J.P. 1991. *The Pines of México and America Central*. Timber Press. Portland, Oregon. 231 pp.
- Peters, J. A. 1954. The amphibians and reptiles of the coast and costal sierra of Michoacan Mexico. *Occ. Pap. Mus. Zool. Univ. Michigan.* (554):1-37.
- Peterson, A. T. y A. G. Navarro S. 1999. Species concept and setting conservation priorities: a Mexican case study. Pp. 1483-1489. *En*: N.J. Adams y R. H. Slotow (Edits.). *Procc. 22nd International Ornithological Congress*. Durban. Johannesburg: Birdlife South Africa.
- Peterson, A. T. y A. G. Navarro S. 2000. Western Mexico: a significant center of avian endemism and challenge for conservation action. *Cotinga* 14:42-46.
- Plata-Guzmán, D., R. Farías-Rodríguez, R. Cárdenas-Navarro y J.M. Sánchez-Yáñez. 2003. Respuesta del maíz (*Zea mays* L) a la inoculación con rizobacterias de teocintle (*Zea mexicana* L). TERRA.
- Ponce S., B., J. Ponce, S. y M.A. Jurado, V. 1996. Lepidópteros diurnos del Parque Nacional "Lic. Eduardo Ruíz" de Uruapan, Michoacán. *Ciencia Nicolaita* 13: 117-128.
- Ponce S., J. y C.R. Beutelspacher B. 2001. Alacranes de Michoacán. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México. Ediciones Michoacanas. 103 pp.
- Ponce S., J. y M.L. García Z. 1994. Araneofauna asociada al cultivo de maíz en dos localidades de la ribera este del Lago de Cuitzeo. *Biológicas 2*: 4-10.
- Ponce S., J. y V.M. Pinto. 1997. Adultos de mosca de la fruta (Diptera: Tephritidae) capturados en huertos de mango del Valle de Apatzingán, Michoacán. *Ciencia Nicolaita* 16:25-40.
- Porter, R.K. 1972. *Herpetology*. Saunders Company, Philadelphia.
- Portillo, L. y A.L. Viguera. 2003. Cría de grana cochinilla. Universidad de Guadalajara, México. 51 pp.
- Pulido F., G. 1994. Helmintos de la *Rana dunni* especie endémica del lago de Patzcuaro. *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. Méx.* 65: 205-207.
- Quero R., H. 2000. El complejo *Brahea-Erythea* (Palmae: Coryphoideae). *Jardín Botánico*. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto L216. México D.F.
- Ramírez A., G. 2001. Artesanos, científicos, sustentabilidad: La artesanía como tema de investigación multidisciplinaria. *Ukata*. Edición especial. Pp. 7-13.
- Ramírez P., J. 1997. Análisis morfogenético de las poblaciones alopatricas de *Thomomys umbrinus* (Rodentia: Geomyidae) en la provincia volcánico-transversa. Laboratorio de Zoología. Departamento de Biología. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto B011. México D.F.
- Ramírez P., J. 1999. Biodiversidad mastozoológica del Eje Volcánico Transversal. Laboratorio de Zoología. Departamento de Biología. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto J121. México D.F.
- Reygadas P., D. D. 1999. Sistema de apoyo a la toma de decisiones para la reforestación rural en México. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto J063. México D.F.
- Riba, R. 1998. Pteridofitas mexicanas: distribución y endemismo. Pp. 369-384. *En*: T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (Comps.). *Diversidad biológica de Mexico*. Orígenes y distribución. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 792 pp.
- Riemann G., H. 1999. Riqueza y distribución de especies vegetales en la Península de Baja California. Departamento de Estudios Urbanos y del Medio Ambiente. El Colegio de la Frontera Norte AC. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto H016. México D.F.
- Rivas R., V.A. 2002. Composición de moluscos juveniles asociados a los tipos de sustratos en época seca y lluviosa en el mesolitoral rocoso del Faro de Bucerías, Michoacán, México. Tesis de licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 84 pp.
- Rodríguez C., A. 1999. Estudio sistemático y ecológico del género *Tigridia* (Iridaceae). Departamento de Botánica y Zoología. División de Ciencias Biológicas y Ambientales. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto J089. México D.F.
- Rodríguez J., C. 1998. Estudio monográfico del género *Echinopepon* Naud. (Cucurbitaceae) en México. Laboratorio de Botánica Fanerogámica. Departamento de Botánica. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto P003. México D.F.
- Rodríguez-Jiménez, L.S. 1995. Informe técnico. Facultad de Biología. Coordinación de la Investigación Científica. UMSNH. Morelia, Michoacán, México. Inédito.
- Rodríguez-Jiménez, L.S. 2000. Pteridofitas. Pp. 79-89. *En*: Catálogo de la Biodiversidad de Michoacán. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo-SEDUE. Morelia, Mich. México. 390 pp.

- Rodríguez-Jiménez, L.S. y J. Espinosa. 1995a. Listado florístico del estado de Michoacán. Sección I. Flora del Bajío y de regiones adyacentes. Fascículo complementario VI. Instituto de Ecología, A.C., Pátzcuaro, Mich., México. 208 pp.
- Rodríguez-Jiménez, L.S. y J. Espinosa. 1995b. Listado florístico del estado de Michoacán. Flora del Bajío y de regiones adyacentes. Fascículo complementario VI. Instituto de Ecología, A.C. Pátzcuaro, Mich., México. 208 pp.
- Rodríguez-Jiménez, L.S. y J. Espinosa. 1996a. Listado florístico del estado de Michoacán. Sección III. Flora del Bajío y de regiones adyacentes. Fascículo complementario X. Instituto de Ecología, A.C., Pátzcuaro, Mich., México. 296 pp.
- Rodríguez-Jiménez, L.S. y J. Espinosa. 1996b. Listado florístico del estado de Michoacán. Sección V. Flora del Bajío y de regiones adyacentes. Fascículo complementario XV. Instituto de Ecología, A.C., Pátzcuaro, Mich., México. 344 pp.
- Rojas M., J. y A. Novelo, R. 1995. Flora y vegetación acuática del lago de Cuitzeo, Michoacán, México. *Acta Botánica Mexicana*. 31: 1- 18.
- Romero N., J. 1998. Revisión del género *Zabrotes* para México (Coleoptera: Bruchidae). Área de Sistemática. Especialidad en Entomología y Acarología. Instituto de Fitosanidad. Colegio de Postgraduados. Base de datos DNIB-CONABIO. Proyecto G031. México D.F.
- Romero, V. 1963. Contribución al estudio de la flora de los manantiales de Chandio, Michoacán y sus alrededores. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. 61 pp.
- Rose, M. 1933. Faune de France. Editorial Tipographie Firmin.París. pp. 373.
- Rupert, E. y R. Barnes. 1995. Zoología de los invertebrados. Sexta Edición. McGraw-Hill Interamericana México. 1114 pp.
- Rzedowski, G. y J. Rzedowski. 2001. Flora Fanerogámica del Valle de México. Segunda edición. Pátzcuaro, Mich., México. Instituto de Ecología, A. C. y Comisión para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 29 pp.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. México, D. F. Edit. Limusa. 429 pp.
- Rzedowski, J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Bot. Mex.* 14: 3-21.
- Rzedowski, J. y M. Equihua. 1987. Flora. Atlas Cultural de México. México. Secretaría de Educación Pública. Instituto Nacional de Antropología e Historia, Edit. Planeta. 163 pp.
- Rzedowski, J. y R. McVaugh. 1966. La vegetación de Nueva Galicia. *Contr. Univ. Mich. Herb.* 9:1-123.
- Salgado G., R. 2001. Obtención de compuestos de valor artesanal por medios biotecnológicos. Ukata. Edición especial. Pp. 23-28.
- Salgado M., G. 2002. Base de datos y catálogo de helmintos parásitos de anuros de México. Laboratorio de Helmintología. Departamento de Zoología. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto S137. México D.F.
- Salgado M., G. y D. Osorio D. 1987. Helmintos de algunos peces del Lago Pátzcuaro. Michoacán México. *Ciencia y Desarrollo*. 13: 41-57.
- Salgado M., G., H. Guillén H. y D. Osorio D. 1986. Presencia de *Bothrioccephalus acheiglognathi* Yamaguti 1934. (Cestoda: Bothrioccephalidae) en peces de Pátzcuaro, Michoacán, México. *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. Méx.* 57: 213-218.
- Sánchez T., M.A. y J. Ponce S. 1995. Arañas de dos localidades del municipio de Morelia, Michoacán. *Biológicas* 3: 68-76.
- Sánchez-Yáñez, J.M., M.L. Sánchez, H.A. Álvarez y J. Balandreau. 1998. La biota fijadora de N₂ asociada a las raíces de teocintle y maíz en México. Proyecto IIQB-UMSNH-Morelia- México-CONACYT y Universidad Claude Bernard, Ecología Microbiana de suelos, Lyon, Francia, CNRS. Pp: 2-10.
- Schmidly, D.J. 1973. Geographic variation and taxonomy of *Peromyscus boylii* from Mexico and the Southern United States. *Journal of Mammalogy* (U.S.A.) 54(1):111-130.
- Senties G., A. 1985. Estudio florístico preliminar de la Familia Rhodomelaceae (Cerámiales, Rhodophyta) en las costas del estado de Michoacán. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 65 pp.
- SEP 2003a. Secretaría de Educación Pública. <http://www.sep.gob.mx>
- SEP 2003b. Secretaría de Educación Pública. Subdirección de Educación e Investigación Tecnológica. Dirección General de Educación Técnica Industrial. <http://www.dgeti.sep.gob.mx/index2.html>
- Sharp, A.J., H. Crum y P.M. Eckel. 1994. The moss flora of Mexico. The New York Botanical Garden. *Memories of the New York Botanical Garden*. Vol.69. 1-113 pp.
- Skovmand, B. 1997. Colección, preservación y caracterización de cultivares criollos de origen español de trigo y centeno de México. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto E001. México D.F.
- Smith, H.M. 1942. Mexican herpetological miscellany. *Proc. U. S. Natl. Mus.*, 62:349-395.
- Smith, N.H. y E.D. Taylor. 1945. An annotated checklist and key to the snakes of Mexico. *Bull. U. S. Nat. Mus.* (1987), i-iv, 239 pp.
- Solís M., F. A. 1998. Catálogo de los equinodermos recientes de México (Fase I). Laboratorio de Ecología de Equinodermos. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto G010. México D.F.
- Solís-Marín, F.A., M.D. Herrero-Perezrul, A. Laguarda-Figueras y J. Torres-Vega. 1993. Asteroideos y equinoideos de México (Echinodermata). Pp. 91-105. *En: S.I. Salazar Vallejo y N.F. González* (Edits.). Biodiversidad marina y costera de México. Comisión Nacional sobre el conocimiento y el uso de la Biodiversidad y Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO). México, 865 pp.
- Soto G., E. 2000. Ictiofauna balseana y helmintos parásitos asociados. Laboratorio de Ictiología y Limnología. Departamento de Zoología. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto L051. México D.F.
- Stork, N.E. 1988. Insect diversity: facts, fiction and speculation. *Biological Journal of Linnean Society* 35: 321-37.
- Suzán, G.A., F. M. Galindo y G. G. Ceballos. 2000. La importancia del estudio de las enfermedades en la conservación de la fauna silvestre. *Vet. Mex.* 31: 223-230
- Sverdrup, H.V., M.W. Johnston y R.H. Fleming. 1970. The oceans, their physics, chemistry and general biology. Prentice-Hall, New York, EUA. 1 087 pp.
- Tanner, J.T. 1964. The decline and present status of the Imperial Woodpecker of Mexico. *Auk* 81: 74-81.
- Tay J., Q. M. Gutiérrez, M. T. Álvarez, V. J. T. Sánchez y G. García G. 1996. Frecuencia de las parasitosis intestinales en cuatro escuelas de Morelia Michoacán. México. *Rev. Fac. Med. UNAM*. Vol. 39: 41-43.
- Téllez R., C. y G. Motte O. 1976. Estudio planctonológico preliminar del lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. Dirección General de Acuicultura. Departamento de Pesca: 1799-1836.
- Terrazas S., T. 2000. Filogenia de las cactáceas columnares (Pachycereeae) con base en caracteres anatómico-morfológicos. Especialidad en Botánica. Instituto de Recursos Naturales. Colegio de Postgraduados. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto L074. México D.F.
- Torres T., M.A. 1987. Arañas de la región de Arroyo Frío, municipio de Tacámbaro, Mich., México. Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich. 76 pp.
- Treviño M., L. 1986. Estudio florístico del ambiente marino de escolleras en la zona costera de Lázaro Cárdenas, Michoacán. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 92 pp.

- UMSNH 2003. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Museo Historia Natural "Manuel Martínez Solórzano". <http://www.ccu.umich.mx/mich/morelia/museo-7.html>
- UMSNH-SEDUE. 1999. Catálogo selecto de la biodiversidad de Michoacán. Gobierno del Estado– Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología- Michoacán. 390 pp.
- UMSNH-SEDUE. 2001. Propuesta de Áreas Prioritarias para la Conservación en Michoacán. Documento inédito. 66 pp. + 7 anexos.
- Valencia-Ávalos, S. 2001. El género *Quercus* (Fagaceae) en México. En: Simposio sobre Sistemática y conservación de la flora de México. XV Congreso Mexicano de Botánica. Querétaro, México. 14-19 de octubre de 2001.
- Valenzuela G., R. 1999. Las familias Polyporaceae *sensu stricto* y Albatrellaceae en México. Laboratorio de Micología. Departamento de Botánica. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto H201. México D.F.
- Vázquez Y., C. 1999. Árboles mexicanos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. Laboratorio de Ecología Fisiológica. Departamento de Ecología Funcional y Aplicada. Instituto de Ecología. Universidad Nacional Autónoma de México. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto J084. México D.F.
- Velazco P., A. 1982. Evaluación de la calidad de agua con base en algunos aspectos de la comunidad fitoplanctónica del lago de Pátzcuaro. Mich. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias UNAM.
- Vidal M., V. M. 2000. Helmintos parásitos de peces del sureste de México. Laboratorio de Parasitología. Departamento de Recursos del Mar. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados-Mérida. Instituto Politécnico Nacional. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto M135. México D.F.
- Villareal R., L. 1997. Los hongos silvestres: componentes de la biodiversidad y alternativa para la sustentabilidad de los bosques templados. Instituto de Recursos Genéticos y Productividad. Colegio de Postgraduados. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto C066. México D.F.
- Villaseñor G., J. F. y L. E. Villaseñor G. 1997. Diversidad de aves como indicador de áreas prioritarias de conservación biológica en Michoacán. Ciencia Nicolaita. Revista de la Coordinación Científica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich. 15: 83-101.
- Villaseñor G., J. F., L. E. Villaseñor G., G. Chávez L., R. M. Villalón C. y H. Benítez D. 2000. Descripción de las AICAS Cuitzeo, Pátzcuaro, Tumbiscatío, Tancítaro, Cuenca baja del Balsas, Coalcomán-Pómaro, Sierra Chincua y Tacámbaro. En: M. del C. Arizmendi y L. Márquez-Valdelamar. (Eds.). 2000. Áreas de importancia para la conservación de las aves en México. 440 pp.
- Villaseñor G., L. E. 2000. ¿Son las UMAs un esquema efectivo para el manejo sustentable de la flora y fauna en México?. VIII Simposio La Investigación y el Desarrollo Tecnológico en Michoacán, X Encuentro Universitario de Investigación Científica, Tecnológica y Humanística, XIII Reunión Regional Científica: Forestal y Agropecuaria, Morelia Michoacán.
- Villaseñor G., L. E. y J. F. Villaseñor G. 2000. La necesidad del uso de información científica en la implementación de unidades de manejo sustentable (UMAS). Primer Encuentro sobre Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la vida Silvestre de la Región Occidente. Morelia, Mich.
- Villaseñor G., L. E., M. A. Torres T. 2001. Modelación de patrones de distribución espacial de las aves canoras, de ornato y de valor cinegético aplicando un enfoque de paisaje y Sistemas de Información Geográfica (SIG). En: Memorias del V Congreso sobre el estudio y conservación de las aves en México. Morelia, Michoacán.
- Villaseñor G., L. E., M. A. Torres T. y J. F. Villaseñor G. 1999. Aplicación de un Sistema de Información geográfica (SIG) en el análisis de las áreas importantes para la conservación de las aves (AICAS) en Michoacán México» En: Memorias del VII Simposio la Investigación y el Desarrollo Tecnológico en Michoacán, IX Encuentro Universitario de Investigación Científica, Tecnológica y Humanística, XII Reunión Regional Científica y Técnica: Forestal y Agropecuaria. Morelia, Michoacán.
- Villaseñor G., L.E. Las aves del estado de Michoacán: riqueza y patrones de distribución. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. En preparación.
- Villaseñor G., L.E. y J.F. Villaseñor G. 1994. Especies y subespecies de aves del estado de Michoacán, México. Biológicas No. 2, pp. 67-91.
- Villaseñor R., J. L. 2002. Actualización de las bases de datos de los proyectos M056, P089 y Q069 y la familia Asteraceae en México Fase II. Tribus. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U004. México D.F.
- Villaseñor R., M.A. 1995. Mariposas del sureste de la ciudad de Morelia, Michoacán, México (Lepidoptera: Papilionoidea y Hesperoidea). Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich. 79 pp.
- Volvides P., A. P. 1997. Actualización de las bases de datos de colecciones, especies en peligro de extinción, colecta y propagación de germoplasma. Departamento de Sistemática Vegetal. División de Vegetación y Flora. Instituto de Ecología A. C. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto B140. México D.F.
- www.wcmc.org.uk/cgi-bin
- Zárate P., S. 1994. Revisión del género *Leucaena* Benth. (Leguminosae) en México. Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México, Ser. Bot. 65:83-162.
- Zárate P., S. 1999. Ethnobotany and domestication process of *Leucaena* (Fabaceae) in México. J. Ethnobiol. 19:1-23.
- ZM 2003. Zoológico de Morelia. <http://www.zoomorelia.org/zoomos.html>
- Zung, G.R. 1993. Herpetology. An introductory biology of amphibians and reptiles. Academic Press, Inc., San Diego, California. xvi + 527 p.

CAPÍTULO 5

Uso de la biodiversidad y los recursos naturales

5.1 Vulnerabilidad y seguridad hídrica

Patricia Ávila García

Vulnerabilidad y seguridad hídrica son dos conceptos estrechamente relacionados. La vulnerabilidad mide el riesgo y el daño que los procesos biofísicos y sociales pueden ocasionar en la población y los ecosistemas, mientras que la seguridad hídrica muestra la capacidad de una sociedad para satisfacer sus necesidades básicas de agua; la conservación y uso sostenible de los ecosistemas acuáticos y terrestres, la capacidad para producir alimentos sin atentar contra la calidad y la cantidad de los recursos hídricos disponibles; y los mecanismos y regulaciones sociales para reducir y manejar los conflictos o disputas por el agua.

5.1.1 Vulnerabilidad hídrica

El concepto de *vulnerabilidad socioambiental* se define como el proceso que lleva a situaciones críticas e irreversibles en torno a la calidad y la cantidad de los recursos hídricos, situaciones que ponen en riesgo el desarrollo humano y el funcionamiento de los ecosistemas. La vulnerabilidad socioambiental que experimenta un país o región, puede ser un indicador de la seguridad hídrica, es decir, de la capacidad de la sociedad para garantizar: a)

una cantidad y una calidad adecuadas de agua para el funcionamiento de los ecosistemas, *b*) la producción y la autosuficiencia alimentaria, *c*) la satisfacción de las necesidades básicas de la población, y *d*) la reducción y el manejo adecuado de los conflictos y disputas por el agua. En este sentido, se puede afirmar que existe una relación inversamente proporcional entre vulnerabilidad socioambiental y seguridad hídrica (Winpenny, 2004; UNESCO-IHE, 2004; SEI, 2004).

Los datos utilizados provienen de diferentes fuentes: el censo de población (INEGI, 2000) para todos los municipios, y las estadísticas existentes en materia de agua (CNA, 2001b, 2002a, 2004). Otras fuentes son los estudios nacionales sobre pobreza y marginación social, diversidad biológica, desastres naturales y conflictos (CONABIO, 2000; CONAPO, 2001; CENAPRED, 2001; SEDESOL, 2003; CNA, 2002a y 2003). La revisión de las estadísticas y bases de datos al nivel de municipios y regiones hidrológico-administrativas, tiene como objetivo contar con un panorama de la situación del agua en el año 2000; con esto se hizo patente la limitación de algunas de las fuentes de información disponibles, especialmente en el tema de los conflictos por agua. El Estado de Michoacán forma parte de dos regiones hidrológico-administrativas: la región del Balsas (IV) y la región del Lerma (VIII).

Como la vulnerabilidad socioambiental por el agua es un proceso complejo donde intervienen aspectos ecológicos y sociopolíticos, se desarrolló una propuesta metodológica. Ésta consistió en construir una docena de indicadores de tipo cualitativo y cuantitativo con el fin de

evaluar la vulnerabilidad en un espacio y un tiempo determinados: ecológica, climática por sequías e inundaciones, por disponibilidad de agua, por presión hídrica, por explotación de acuíferos, por contaminación del agua, agrícola, urbana, por marginación social, económica y política. El grado de vulnerabilidad para cada indicador se determinó con base en los valores máximos y mínimos de las regiones hidrológico-administrativas. De dicho intervalo se obtuvieron tres grados de vulnerabilidad: alta, media y baja.

Vulnerabilidad ecológica. Se determina por el número de zonas hidrológicas prioritarias (CONABIO, 2000) amenazadas en cada región hidrológico-administrativa. Nueve de las 13 regiones se encuentran en un grado de alta vulnerabilidad; entre éstas se encuentra la región del Balsas, y en menor medida la del Lerma (cuadro 5.1).

Vulnerabilidad climática. Se refiere a los cambios en el patrón de precipitación que llevan a la ocurrencia de sequías e inundaciones en determinadas regiones del país (CENAPRED, 2001; CNA, 2001b). El grado de vulnerabilidad se obtiene a partir de la frecuencia registrada de sequías (periodo 1948-1996) y huracanes (periodo 1980-2000). Las regiones del Lerma (VIII) y del Balsas (IV) se encuentran en un nivel medio de vulnerabilidad climática, o sea que no presentan variaciones climáticas extremas.

Vulnerabilidad por disponibilidad de agua. El volumen de agua superficial y subterránea potencialmente aprovechable con respecto al total de la población es lo

Cuadro 5.1 Vulnerabilidad ecológica de las regiones hidrológico-administrativas de México
(fuentes: CONABIO, 2000; CNA, 2004).

RHA	AAB	AA	AAB y AA	TOTAL	%AA	VULN. AA	% AAB y AA	VULN. AAB + AA
I. Península de Baja California	6	2	1	11	18	BAJA	9	BAJA
II. Noroeste	5	6	5	7	86	ALTA	71	ALTA
III. Pacífico Norte	6	5	5	6	83	ALTA	83	ALTA
IV. Balsas	2	2	2	2	100	ALTA	100	ALTA
V. Pacífico Sur	2	3	2	4	75	ALTA	50	MEDIA
VI. Río Bravo	13	16	12	18	89	ALTA	67	MEDIA
VII. Cuencas Centrales del Norte	1	7	1	7	100	ALTA	14	BAJA
VIII. Lerma Santiago Pacífico	12	9	7	16	56	MEDIA	44	MEDIA
IX. Golfo Norte	5	4	4	6	67	MEDIA	67	MEDIA
X. Golfo Centro	6	7	5	8	88	ALTA	63	MEDIA
XI. Frontera Sur	9	5	4	11	45	MEDIA	36	BAJA
XII. Península de Yucatán	10	13	10	18	72	ALTA	56	MEDIA
XIII. Valle de México	0	2	0	2	100	ALTA	0	BAJA

RHA.- Regiones hidrológico- administrativas; AAB.- Alta biodiversidad; AA.- Amenazas.
VULN.- Vulnerabilidad.

que se llama *disponibilidad*. Se mide por los niveles de disponibilidad *per capita* (CNA, 2001b y 2002a; INEGI, 2000; Shiklomanov, 2002). Entre las regiones hidrológicas que presentan una situación crítica, se encuentra la región del Lerma (VIII).

Vulnerabilidad por presión hídrica. La relación entre disponibilidad de agua superficial y subterránea con respecto a los diferentes usos, humano, agrícola e industrial (CNA 2001a; INEGI 2000), es lo que se conoce como *presión* o *estrés* hídrico. El grado de presión se determina a partir de la clasificación propuesta por el Programa Hidrológico Internacional de la UNESCO (Shiklomanov, 2002). En el año 2000, las regiones del Lerma y del Balsas se encontraban en un nivel de presión intermedia con tendencia alta.

Vulnerabilidad por explotación de aguas subterráneas. Los acuíferos que se encuentran en una relación de desequilibrio entre extracción y recarga de agua se consideran sobreexplotados. En consecuencia, este tipo de vulnerabilidad se determina de acuerdo al número y la extensión de acuíferos sujetos a condiciones de gran sobreexplotación (CNA, 2002a). Entre las regiones más críticas del país, nuevamente se encuentra la del Lerma, mientras que el Balsas presenta poca sobreexplotación.

Vulnerabilidad por contaminación del agua. Los cuerpos de agua que tienen un bajo índice de calidad del agua (ICA) se consideran contaminados. La vulnerabilidad se determinó con base en aquellos que experimentaron altos grados de contaminación por región hidrológica (CNA, 2002a). La región del Lerma presenta elevados niveles y la del Balsas un nivel regular de contaminación.

Vulnerabilidad agrícola. Las áreas agrícolas sujetas a irrigación por agua superficial y subterránea dependen de las variaciones en la precipitación, de la disponibilidad y de la calidad del agua. La vulnerabilidad agrícola se mide por el alto porcentaje de agua utilizada para riego con respecto al total nacional; el grado de sobreexplotación de los acuíferos; la alta contaminación del agua superficial; y la ocurrencia de sequías y huracanes (CNA, 2001b y 2002a). Las regiones del Lerma y del Balsas registraron un grado de vulnerabilidad alto.

Vulnerabilidad urbana. Las ciudades mayores de 100 000 habitantes que cuentan con poca disponibilidad de agua y elevadas tasas de crecimiento demográfico o pobreza se consideran vulnerables (SEDESOL, 2003; INEGI, 2000). Las ciudades michoacanas que se encuentran en situación crítica son Morelia, Zamora y Uruapan; sin embargo, Zamora y Uruapan tienen mayores dificultades para resolver los problemas de abastecimiento de agua, ya que los niveles de pobreza son mayores que en Morelia (SEDESOL, 2003).

Vulnerabilidad por marginación social. La población marginal es la que experimenta deficiencias en la obtención de sus satisfactores básicos, como alimento, vivienda, servicios de agua, educación, e ingreso. La vulnerabilidad se determina por el porcentaje de la población que tiene alto grado de marginación social (CONAPO, 2001). La región del Balsas se encuentra entre las más críticas y la del Lerma en un nivel medio.

Vulnerabilidad económica. El grado de desarrollo económico se puede medir de manera indirecta por medio del Producto Interno Bruto (PIB) generado por persona. La vulnerabilidad económica se determina a partir de los bajos niveles del PIB que se traducen en una limitada capacidad económica para resolver los problemas de abastecimiento y saneamiento del agua (CONAPO, 2001; INEGI, 2000; CNA, 2001b). Entre las regiones más críticas por sus indicadores del PIB se encuentra la del Balsas.

Vulnerabilidad política. El grado de conflictividad es una expresión de los problemas asociados con la gestión y gobernanza¹ de los recursos hídricos. La vulnerabilidad política se expresa por el número de conflictos y disputas por el agua registrados en las regiones hidrológicas. Con base en los datos de la CNA (2003), las regiones con mayor número de conflictos registrados son: Río Bravo (VI), Lerma (VIII), Golfo Norte (IX) y Valle de México (XIII), precisamente las mismas que presentan grandes problemas de disponibilidad y presión hídrica. El Balsas se ubica en una posición de vulnerabilidad intermedia.

La mayor parte del país se encuentra en una situación crítica; no obstante, entre las regiones existen diferencias en cuanto a los factores que contribuyen a la vulnerabilidad. Por ejemplo, el Lerma y el Balsas, tienen ambos un alto grado de vulnerabilidad socioambiental. La región del Lerma es vulnerable en 8 de 12 indicadores, y el Balsas en 7 (cuadro 5.2). Ambas regiones hidrológicas comparten una situación crítica en cuanto a baja disponibilidad de agua, alta presión hídrica, siniestrabilidad agrícola, problemas de abasto de agua en ciudades y bajos niveles del PIB *per cápita*. Sin embargo, difieren en que el Lerma presenta elevados niveles de contaminación del agua, sobreexplotación de aguas subterráneas y numerosos conflictos por el agua, mientras que el Balsas tiene zonas muy amenazadas en términos ecológicos, y sus niveles de marginación social son elevados.

¹ Tiene que ver con las decisiones sobre el acceso, uso y distribución del agua, los actores sociales y políticos que participan en la toma de decisiones, y la forma en que se manejan y se resuelven los conflictos.

Cuadro 5.2 Matriz de vulnerabilidad socioambiental por el agua en México.

RHA	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13
I. Península de Baja California		X	X	X	X		X	X	X				ALTA
II. Noroeste	X	X				X	X	X	X				ALTA
III. Pacífico Norte	X	X	X		X		X	X		X			ALTA
IV. Balsas	X			X			X	X	X	X	X		ALTA
V. Pacífico Sur	X				X					X	X		MEDIA
VI. Río Bravo	X	X		X	X		X	X	X			X	ALTA
VII. Cuencas Centrales del Norte	X	X		X	X	X	X	X	X	X			ALTA
VIII. Lerma Santiago Pacífico				X	X	X	X	X	X	X		X	ALTA
IX. Golfo Norte	X						X			X	X	X	ALTA
X. Golfo Centro	X				X					X	X		MEDIA
XI. Frontera Sur					X					X	X		BAJA
XII. Península de Yucatán	X		X		X					X	X		MEDIA
XIII. Valle de México	X	X		X	X	X	X	X	X			X	ALTA

RHA.- Regiones hidrológico-administrativas; Tipos de vulnerabilidad.- V1, ecológica (áreas amenazadas); V2, sequía; V3, inundaciones (huracanes); V4, disponibilidad de agua; V5, contaminación; V6, sobreexplotación; V7, estrés hídrico; V8, agrícola; V9, urbana; V10, bajos ingresos (PIB per capita); V11, marginación; V12, conflictos; V13, socioambiental por el agua.

5.1.2 Seguridad hídrica y escenarios de crisis

Prácticamente en todo el país es evidente la situación crítica en torno al agua; las tendencias no parecen cambiar para mejorar; al contrario, se agudizan cada vez más. Los principales factores de riesgo y pérdida de la seguridad hídrica para el país son el cambio climático y las variaciones en el patrón de precipitación; la reducción de la disponibilidad del agua y la mayor presión hídrica; la escasez de agua en ciudades medias y grandes; la contaminación y el deterioro de la calidad del agua; y los conflictos y disputas por el agua.

El cambio climático que experimentará el país en las próximas décadas es difícil de evaluar; sin embargo, la mayor parte de los estudios e informes sugieren que en México las variaciones en el patrón de precipitación estarán estrechamente relacionadas con el fenómeno de El Niño². Así, la ocurrencia de fenómenos climáticos como sequías y huracanes será mayor, pero se presentará de forma errática en las diferentes regiones hidrológicas del país (Magaña y Gay, 2002; Tiscareño, 2003; Varis, 2003; CNA, 2001a). En especial, se verán afectadas las poblaciones asentadas en zonas con propensión a sequías e inundaciones, así como las actividades agropecuarias y pesqueras que dependen de las condiciones climáticas asociadas con la precipitación y la temperatura (Tiscareño, 2003).

Si el crecimiento demográfico y la cantidad de agua disponible registrados para el año 2000 continúan con la misma tendencia, la situación del país se tornará crítica

para el 2025. La disponibilidad de agua descenderá en todas las regiones, pero llegará a niveles muy bajos en las regiones Lerma y Balsas, entre otras.

El escenario para el año 2025 se prevé dramático con respecto a la presión hídrica. Las dos terceras partes del país estarán en niveles críticos o de fuerte presión, las regiones del Lerma y del Balsas incluidas. En los próximos años se observará una tendencia hacia la pérdida de la seguridad hídrica, lo cual afectará a la población y llevará a una mayor presión por los diferentes usos que se le dará tanto al agua superficial como a la subterránea. Indudablemente, también se generarán situaciones críticas en los ecosistemas, principalmente por el desvío de agua de ríos y lagos para usos urbanos y productivos, y con la extracción excesiva de agua subterránea.

El proceso de urbanización en México es una tendencia que no cambiará en las próximas décadas, e incluso se reforzará ante el incremento de los problemas socioambientales y productivos en el medio rural. El patrón de crecimiento de las grandes ciudades se mantendrá; sin embargo, varios estudios sugieren que el mayor dinamismo se experimentará en las ciudades medias con más de 100 000 habitantes (Hardoy *et al.*, 1992; Habitat, 1996; Aguilar *et al.*, 1996).

Para el año 2025 varias regiones hidrológicas serán prácticamente urbanas, como la región de la Península de Baja California (86% de la población) y la región del Río Bravo (91%). Las poblaciones urbanas de las regiones Lerma y Balsas presentarán un crecimiento sensible también (figura 5.1). El principal reto para el país será garantizar el abastecimiento de agua para la población que vivirá en esas ciudades.

En el año 2000, más del 90% de la población mexicana ya experimentaba problemas por la

² En Tiscareño (2003) se señala que "el sobrecalentamiento de las aguas del Pacífico Ecuatorial y las oscilaciones en la presión barométrica del Pacífico Sur originan condiciones de excesiva humedad y sequías sobre el continente Americano. Este fenómeno es conocido como "El Niño Oscilación del Sur" (ENOS) y, cuando esto sucede, los patrones globales de precipitación y temperatura son alterados".

contaminación del agua. Dicho porcentaje se basa en el índice de calidad del agua en el país (CNA, 2002a), que no incluye la contaminación por residuos peligrosos, como metales pesados y sustancias radiactivas. Las principales fuentes de contaminación y deterioro de la calidad del agua son las descargas industriales y urbanas, pero también las derivadas de la agricultura, que acarrea plaguicidas, insecticidas y fertilizantes químicos (figura 5.2). La medición de la calidad del agua es difícil por la variedad de formas en que se emiten las descargas, sobre todo de tipo agrícola (fuentes difusas) o por la lixiviación de sustancias peligrosas (industriales) en los acuíferos.

En México no se cuenta con una red de monitoreo; muchas son las complicaciones para ello, tal como lo describe Barrios (2003); tampoco se sabe sobre la contaminación del agua subterránea (Rodríguez y Silva, 2003). Los factores que contribuyen al rápido deterioro de la calidad del agua en el país son la enorme cantidad de desechos contaminantes vertidos sin tratamiento en los cuerpos de agua o infiltrados en el subsuelo, así como la laxitud de las regulaciones en materia de calidad de agua, especialmente las relacionadas con la contaminación por sustancias peligrosas. Desafortunadamente, la situación puede llegar a ser más crítica de la que han sugerido las estadísticas oficiales de la CNA (2002a).

El panorama de pérdida de la seguridad hídrica del país va ligado con el mayor número de problemas y disputas por el agua. Es claro que al existir una menor disponibilidad y mayor *estrés* hídrico, la competencia por el agua aumenta; la escasez de agua en las ciudades y los problemas de abastecimiento afectan la gestión del servicio y la calidad de vida de la población. La demanda de apoyos e inversión en zonas de alta siniestralidad por sequías e inundaciones será un factor de presión social y política. Los problemas de contaminación serán un factor de constante tensión y movilización social. Por ello se prevé un escenario más conflictivo y complejo en las relaciones agua-sociedad-medio ambiente. Entender el origen y el desarrollo de los conflictos es materia de una investigación más amplia; no obstante, es posible a partir de la información disponible mostrar un panorama sobre el tipo de conflictos por el agua en el país (CNA, 2003).

La situación del agua en Michoacán es problemática y con una clara tendencia hacia una mayor vulnerabilidad y pérdida de la seguridad hídrica. La posición geográfica del Estado y la presencia de dos de las cuencas hidrológicas más críticas del país, Balsas y Lerma, lleva a la necesidad de realizar diagnósticos más finos y estudios prospectivos sobre el agua en las diferentes regiones, con el fin de diseñar políticas y acciones específicas que

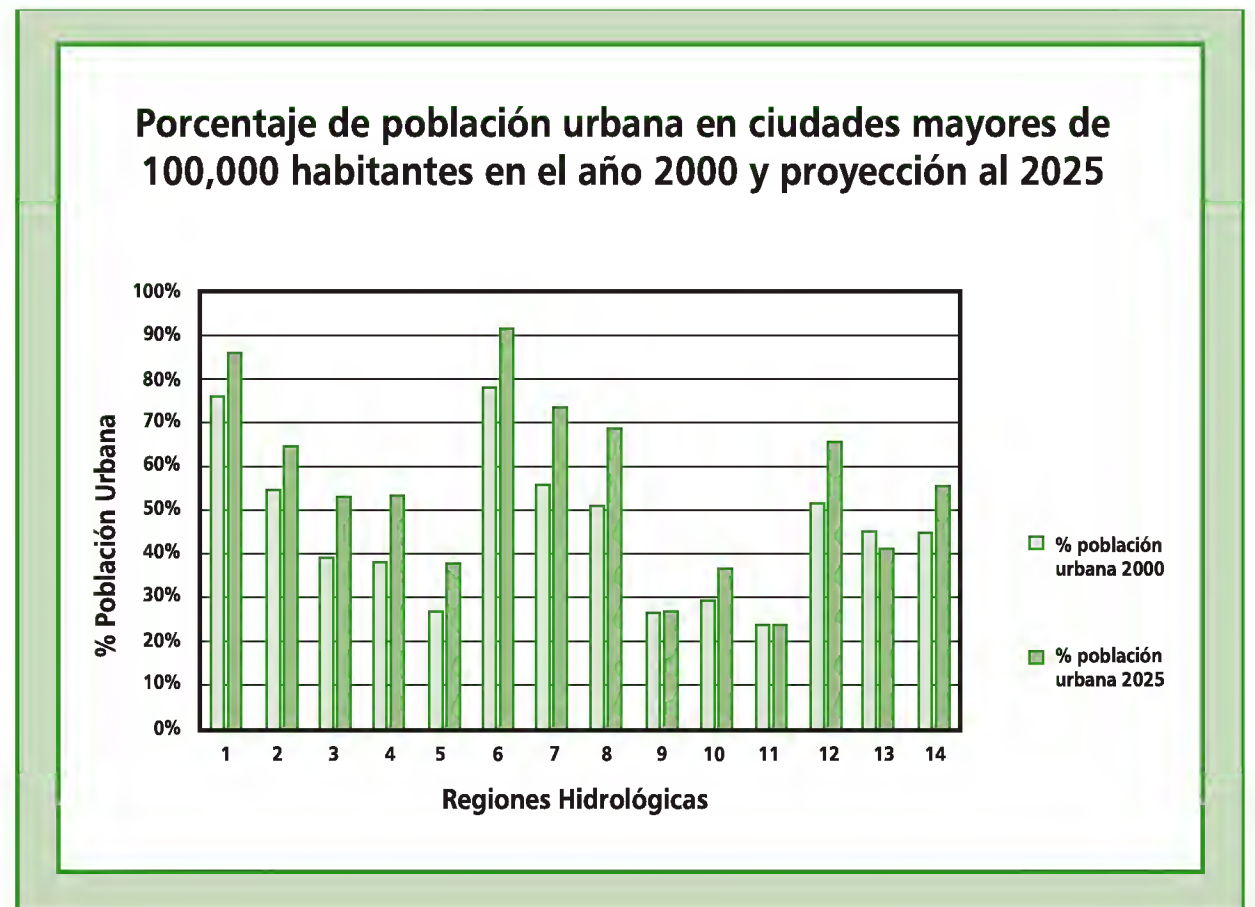


Figura 5.1 Porcentajes de población urbana en ciudades mayores de 100 000 habitantes en los años 2000 y proyección al 2025. (Elaborada con base en INEGI, 2000; SEDESOL, 2003; CNA, 2004).

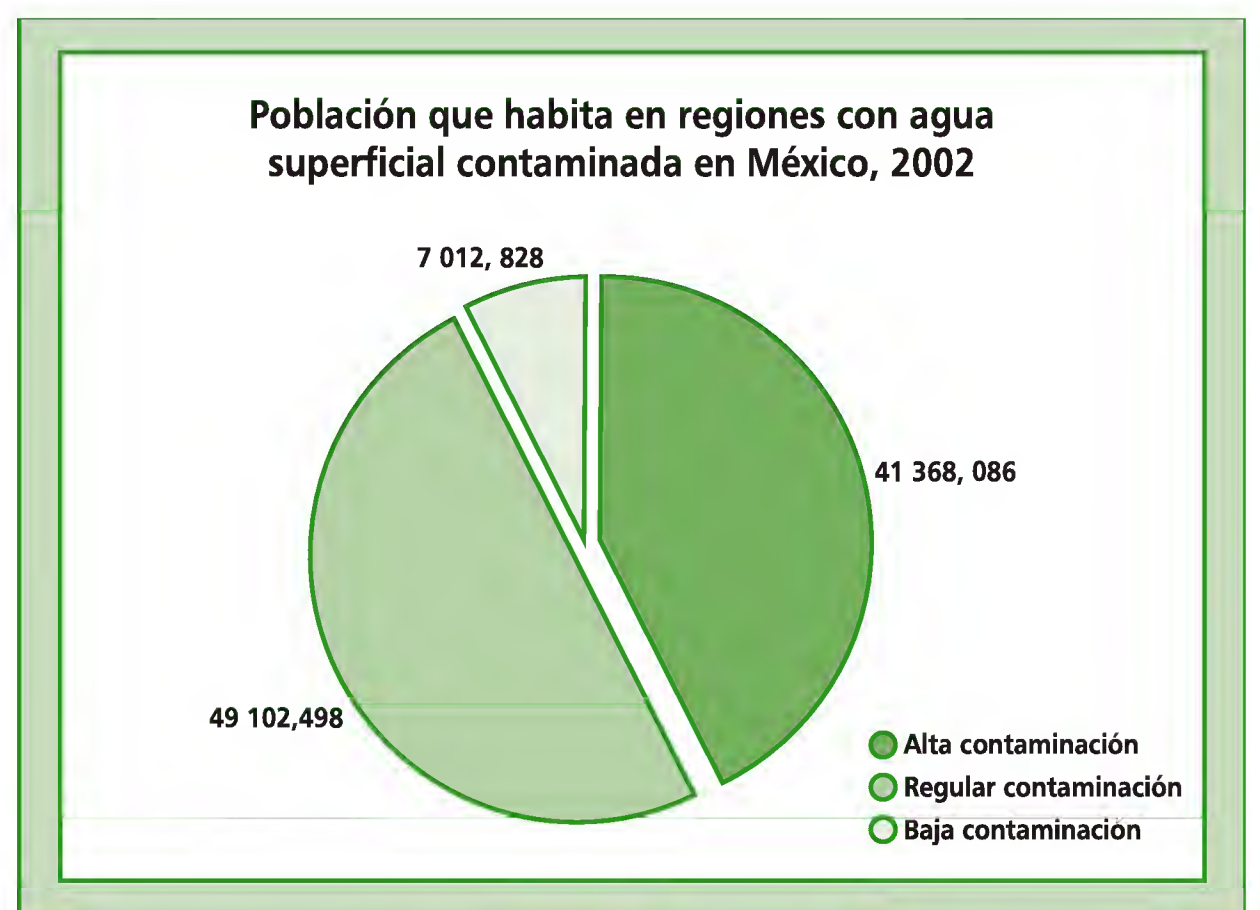


Figura 5.2 Población del país que habita en regiones cuya agua experimenta diferentes grados de contaminación, 2000. (fuentes: CNA, 2001b, 2002; INEGI, 2000).

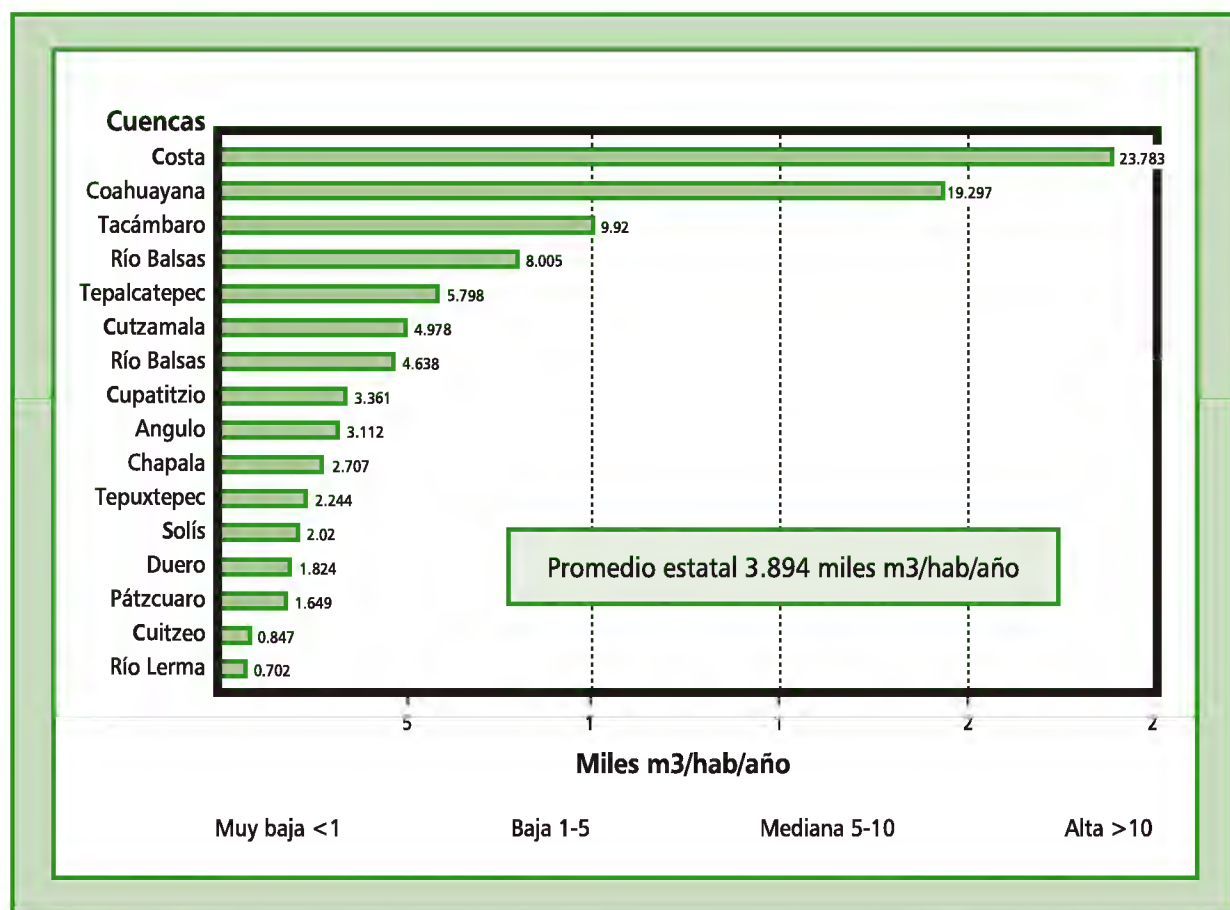


Figura 5.3 Disponibilidad de agua *per capita* en las subcuencas del Estado de Michoacán (Fuente: CNA 2002b).

contribuyan a resolver y reorientar los factores críticos que limitan el desarrollo en el largo plazo del Estado de Michoacán. Así por ejemplo, en la región hidrológica del Lerma habrá que poner más atención a las formas en que se aprovecha el agua superficial y la subterránea, la manera en que se controlan las emisiones contaminantes y en el manejo y la resolución de conflictos por el agua. En la región hidrológica del Balsas son necesarias las acciones que contribuyan a reducir la amenaza de deterioro ecológico, así como la mejora en las condiciones de acceso y abastecimiento de agua de la población urbana y rural de bajos ingresos.

La disponibilidad de agua en las cuencas que integran el Estado de Michoacán es diversa. Las subcuencas hidrológicas de la Costa y Coahuayana presentan una elevada disponibilidad; el resto se encuentran en una situación de baja y muy baja disponibilidad (CNA, 2002b) (figura 5.3). En el cuadro 5.3 se resume el panorama estatal en cuanto a las aguas superficiales y subterráneas conforme a la delimitación por cuencas.

Cuadro 5.3 Panorama de la disponibilidad de agua superficial y subterránea en Michoacán por cuenca hidrológica (fuente: CNA, 2002b).

Cuenca	Disponibilidad superficial	Disponibilidad subterránea
Lerma	Esta región presenta un gran desequilibrio en la disponibilidad de agua, ya que los volúmenes de escurrimiento se asignan a los usuarios conforme las políticas de distribución de agua establecidas en el seno del Consejo de Cuenca Lerma-Chapala.	Existen problemas de disponibilidad para nuevas obras de extracción, en particular para los acuíferos de Pastor Ortiz, Ciénega de Chapala, Briseñas-Yurécuaro y La Piedad, que se encuentran sobreexplotados. El resto de los acuíferos aún tiene posibilidad para diversos usos.
Armería-Coahuayana	Esta región cuenta con disponibilidad para que todos los usos puedan desarrollarse tomando en cuenta las características geográficas y socio-económicas de la región.	Se tiene disponibilidad ya que el único acuífero identificado en esta región se encuentra subexplotado. No se cuenta con información detallada de los
Costa de Michoacán	La costa de Michoacán cuenta con abundancia de agua, por lo que existe disponibilidad para nuevos usos, mismos que no se han desarrollado por las características de la región.	acuíferos de esta región, pero por la poca utilización de éstos, existe una alta disponibilidad de aguas subterráneas.
Balsas	Una buena disponibilidad para nuevos usos se presenta en la cuenca del Bajo Balsas, particularmente aguas abajo de la Presa La Villita. Los volúmenes generados aguas arriba se encuentran comprometidos para la generación de energía eléctrica.	En esta región existe disponibilidad de agua subterránea; los acuíferos identificados se encuentran subexplotados, siendo los de mayor importancia los de la subcuenca del Tepalcatepec.

Recuadro 5.1

Escasez de agua en la Meseta Purépecha.

Patricia Ávila García¹

La Meseta Purépecha es una región natural cuyas particulares condiciones geológicas y topográficas impiden la formación de manantiales y norias de importancia. En contraste, presenta una abundante precipitación y extensa cubierta forestal, que facilita la infiltración y recarga de acuíferos. Es decir, es una zona productora de agua que beneficia a otras regiones; en sus alrededores afloran manantiales, ríos y lagos. A pesar de la limitada disponibilidad natural de agua, la mayor parte de los asentamientos humanos de la meseta son de origen prehispánico, y han sido capaces de sostener una población de magnitud significativa. Esto se explica por el desarrollo de una estrategia sociocultural que se basa en:

a) La formación de una «cultura de la escasez de agua» en la que se utilizan pequeños volúmenes al no haber fuentes suficientes de abastecimiento.

b) La existencia de una forma de organización social que permite tener un «control comunitario del agua»: es un bien colectivo cuyo acceso está garantizado para toda la población. Además, la conservación y el mantenimiento de las fuentes de abastecimiento, y la capacitación, conducción y distribución del agua, son una responsabilidad compartida entre la población.

c) La formación de una «cultura de uso y manejo ecológico del agua» que está asociada con la cosmovisión purépecha del mundo. Es decir, el agua se valora y se cuida, ya que es un fruto que brinda la «madre naturaleza» (Cuerauáhperi). Ello se refleja en las prácticas de uso y manejo del agua, cuyos principios ecológicos son bajos patrones de consumo (no desperdicio de agua); diversificación de fuentes de abastecimiento (uso del agua de lluvia, manantiales, norias); aprovechamiento múltiple (uso productivo y doméstico) y reciclamiento del agua (minimizar las descargas).

Históricamente, la situación que ha vivido la población de la meseta ha sido muy difícil. Desde recorrer grandes distancias y esperar noches y días enteros para obtener un poco de agua, hasta consumirla contaminada con polvo y materia orgánica. No obstante, las estrategias socioculturales han permitido a la población ser menos vulnerable a la escasez de agua ya que, por ejemplo, en los meses más críticos (marzo a mayo) se raciona, por acuerdo comunal, para garantizar un volumen mínimo necesario por familia, y en los meses de julio a septiembre se complementa el abastecimiento a través del aprovechamiento del agua de lluvia que se capta de los techos de las casas. Sin embargo, en este siglo se ha presentado una serie de procesos que han transformado la problemática del agua; de ser un problema difícil, pasó a ser un problema complejo. Así, en la actualidad la escasez de agua no depende solamente de factores biofísicos y demográficos, sino también de factores sociales, políticos culturales, tecnológicos y ecológicos. Entre los principales procesos que han contribuido a ello están los siguientes.

1. El proceso de crecimiento demográfico. Desde los años 1940, la población comenzó a crecer a ritmos exponenciales, y tan sólo en 50 años se triplicó. Este crecimiento significó mayores requerimientos de agua, que no pudieron ser cubiertos con una mayor disponibilidad natural. Esto llevó a reforzar en algunas localidades las estrategias socioculturales de uso racional y manejo ecológico del recurso.

2. El cambio en la estrategia productiva y la diferencia social. Desde el Porfiriato, el bosque de la meseta comenzó a ser un recurso natural estratégico para el desarrollo de otras regiones. No obstante, hasta los años 1970 la población local comenzó a explotarlo directamente para fines comerciales; la veda que duró cerca de 20 años se interrumpió, a la par que aumentó la demanda de madera. El resultado ha sido un mayor deterioro del bosque, ya que la explotación se ha llevado a cabo de manera desordenada.

Así, la región pasó de tener una economía de subsistencia basada en la diversificación de actividades productivas donde la agricultura era el eje integrador, a otra economía de subsistencia basada en las actividades forestales como principal fuente de ingresos, y en el desarrollo marginal de actividades para el autoconsumo. Por otra parte, el control del bosque se fue concentrando en pequeños grupos de poder local y regional, al igual que la tierra y el ganado. Esto cambió las formas de organización social y el acceso colectivo a los recursos comunales, como el agua. La apropiación diferencial de los beneficios que generaron las actividades forestales llevó a una mayor diferenciación social y mayor pobreza de la población.

3. Los procesos políticos y la dotación de agua. Entre los cambios sociopolíticos que han provocado el replanteamiento del papel del Estado en relación con la dotación de agua, se cuentan los siguientes: el movimiento reivindicativo surgido a principios de los años 1980 en demanda de obras de agua potable, que llevó a la formación de un frente común de comunidades indígenas; la presión social generada condujo a que el Estado tuviera que incorporarlas en el sistema intercomunal de agua potable Zipicha-Charapan-Paracho. En segundo término está el movimiento neocardenista surgido a finales de los años 1980, que generó una postura radical de las comunidades frente al Estado.

4. El cambio en el estilo tecnológico de uso y manejo del agua. A partir de los años 1970, se comenzó a desarrollar en la región un nuevo estilo tecnológico de uso y manejo del agua, que consistió en el aprovechamiento de fuentes subterráneas de agua (pozos profundos); la introducción de sistemas de bombeo y rebombeo de agua; la construcción de sistemas intercomunales de agua potable; y la introducción de redes de distribución de agua por tomas domiciliarias y de redes de drenaje.

El paquete tecnológico planteó soluciones urbanas y modernas. Sin embargo, durante el proceso de apropiación tecnológica, muchas de estas obras fueron más un problema que una solución a la escasez de agua.

5. Las variaciones climáticas: las épocas secas y húmedas de la precipitación. Las variaciones climáticas por épocas secas y húmedas de la precipitación son procesos que repercuten en la disponibilidad natural de agua. Estas épocas tienen un periodo de duración de 6 a 12 años, aunque pueden ser variables. Desde fines de los años 1970 y hasta principios de los 1990, se presentó en la meseta una época seca que afectó de manera significativa la recarga local del agua: los manantiales y norias redujeron sensiblemente su caudal y en algunos casos se secaron.

6. El deterioro del bosque y la recarga local del agua. El manejo inadecuado del bosque, junto con los conflictos sociales, han sido factores que han contribuido a su deterioro (deforestación, incendios, plagas). Esto ha afectado en algunos casos la recarga local de agua, ya que al no haber bosque o estar «cocido el suelo» por los incendios, el agua no puede infiltrarse y escurre hacia las partes bajas. Hay evidencias de que estos procesos han afectado el caudal de los manantiales que se ubican en las cercanías de las zonas forestales deterioradas.

La escasez de agua en los asentamientos humanos es un problema socioambiental que está determinado por la acción múltiple y combinada de procesos de naturaleza diferente, como son los biofísicos, sociales, económicos, culturales, políticos y tecnológicos. De allí que sea un problema complejo que requiere de una perspectiva de análisis global e interdisciplinaria, en donde se revalore la importancia ecológica de la región como zona de recarga de acuíferos; se fortalezca la cultura de uso y manejo ecológico del agua; se desarrollen tecnologías para un mejor aprovechamiento del agua que sean apropiadas para el contexto regional; y se garantice la función social del Estado en materia de dotación y presentación del servicio de agua.

1. Resumen elaborado a partir de Ávila (1996).

5.2 El patrimonio forestal de Michoacán y su problemática

Cuauhtémoc Sáenz Romero

Michoacán cuenta con una notable riqueza forestal, tanto en superficie como en número de especies. Con la producción de un millón de metros cúbicos de madera por año, el Estado ocupa el tercer lugar nacional, sólo después de Chihuahua y Durango; el sexto lugar en existencias maderables; y el primer lugar nacional en producción de resina, con 35 mil toneladas al año. Por otra parte, el Estado presenta un grave problema de deforestación, que oficialmente se estima en aproximadamente 35 000 hectáreas anuales (COFOM, 2001). Una de las regiones con mayor deforestación es la Meseta Purépecha. Un poderoso estímulo económico que propicia indirectamente la deforestación es la rentabilidad económica del cultivo de aguacate para exportación; el bosque se desmonta para convertirlo en huertas del producto frutícola de mayor valor económico en el Estado (Aguilar, 1996; Guerrero, 2002). Extensas áreas de bosque cubiertas por *Pinus oocarpa*, *P. pseudostrobus*, *P. leiophylla* y otras muchas especies, año con año son removidas para establecer estas huertas, particularmente en la región de Uruapan.

El deterioro gradual de los bosques remanentes por el efecto combinado de la tala ilegal, la extracción de madera para combustible, el sobrepastoreo y los incendios forestales frecuentes, usualmente no se contabiliza como parte de la deforestación anual. La tala ilegal en ocasiones ocurre mediante la matarrasa, o sea la remoción total de árboles en un área, por bandas bien organizadas con camiones y otros insumos (COFOM, 2002). Sin embargo, está mucho más extendida la tala ilegal "hormiga", realizada con animales de carga por los mismos dueños y poseedores de los bosques o habitantes de las cercanías, frecuentemente con el doble propósito de la venta ilegal de madera y la extracción de leña combustible para uso doméstico. La tala ilegal en parte ocurre porque el dueño o poseedor del predio forestal carece de un plan autorizado de producción de madera y no cuenta con medios de industrialización de la madera, de manera que su alternativa más accesible es la venta de madera en pie, en troza o en tabla.

Paralelamente, el pastoreo dentro de los bosques, combinado con incendios frecuentes provocados para favorecer el rebrote de pastos, tiene un enorme impacto al disminuir significativamente el establecimiento de

renuevo. De esta forma, los rodales son paulatinamente eliminados por el efecto combinado del derribo de los árboles adultos por la tala ilegal y la cosecha de leña-combustible, además de la falta de establecimiento de una generación de reemplazo en el bosque debido al pastoreo y los incendios provocados.

Existen excepciones en este panorama de deterioro generalizado de los recursos forestales del Estado. La comunidad indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, ubicada en las cercanías de Uruapan, es un ejemplo de un grupo organizado que ha logrado integrar su industria forestal, desde la extracción de madera bajo un plan de manejo sustentable certificado internacionalmente, hasta la operación de aserraderos y la producción y venta de muebles de buena calidad (Sánchez-Pego, 1995; Jaffee, 1997).

5.2.1 El programa de reforestación en Michoacán

Para compensar los efectos de la deforestación y el deterioro de los rodales, existe un programa de reforestación auspiciado por la Comisión Forestal de Michoacán (COFOM), la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA) y diversas organizaciones de productores silvícolas. El programa anual estatal de reforestación consiste en la plantación de aproximadamente 16 000 hectáreas con cerca de 20 millones de plantas. Si bien éste es un esfuerzo muy importante, tiene un costo de 43 millones de pesos y los resultados en la práctica tienen aún muchos aspectos que requieren de atención y mejora.

De acuerdo a datos provenientes de la Comisión Forestal en la entidad (COFOM) la producción de plántulas para la reforestación en los periodos 2002-2003 y 2003-2004 se concentró en aproximadamente 27 especies de 13 familias de afinidad templada (anexo 5.1) y 30 especies de 14 familias de afinidad tropical (anexo 5.2). Estos datos se derivan de 18 viveros ubicados en 14 municipios (Angangueo, Coahuayana, Coalcomán, Irimbo, Lázaro Cárdenas, Ocampo, Pátzcuaro, Queréndaro, Salvador Escalante, San Lucas, Santa Ana Maya, Senguio, Morelia y Zitácuaro).

De acuerdo con reportes de la SEMARNAT (2000a), la supervivencia estimada de las plántulas en Michoacán es del 37.8 % para el primer año y, como es de esperarse, mucho menor en edades posteriores. Entre las causas de

la baja supervivencia destacan el alto nivel de degradación de los ambientes, lo que limita la persistencia de las plantas; la inadecuada selección de especies; la falta de protección de los sitios reforestados; y la frecuente baja calidad de las plántulas (Nienstaedt, 1994; Sáenz-Romero y Martínez-Palacios, 2000). Desde luego hay excepciones, como las realizadas por la comunidad indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, que tiene los recursos humanos calificados y financieros para dar todo el cuidado necesario a sus reforestaciones.

5.2.2 Alternativas a la problemática

A continuación se señalan algunas acciones que permitirían disminuir el severo deterioro al que están sujetos los recursos forestales de Michoacán. En primer lugar se requiere dar solución a problemas vinculados con otros aspectos del desarrollo rural. Históricamente se ha visto que la tala ilegal se elimina cuando los dueños y poseedores de los bosques se ven beneficiados económicamente con la integración del aprovechamiento forestal, desde la extracción de madera hasta el aserrío y la venta de productos terminados (Sánchez-Pego, 1995).

Para disminuir el pastoreo dentro de los bosques, se requiere ofrecer alternativas forrajeras, como la ordenación de la ganadería en potreros rotativos y el cultivo de forrajes. También es necesario reconocer la magnitud real del consumo rural de leña combustible (Maserá *et al.*, 1997), para así ofrecer alternativas de energía doméstica, tales como la construcción de estufas de leña más eficientes, promover el cultivo de especies de rápido crecimiento como fuente de leña combustible (probablemente dentro de un esquema de agroforestería), y eventualmente subsidiar el precio y la distribución de gas natural para consumo doméstico rural, particularmente en zonas marginadas.

Los programas de reforestación requieren de un replanteamiento. Las prácticas de reforestación que actualmente se llevan a cabo no necesariamente equivalen a la restauración ecológica que se precisa; el fomento a la investigación de nuevas técnicas y estrategias específicas para distintos niveles de degradación de los sitios es otro punto crucial (Hobbs y Norton, 1996). Es necesario destinar más recursos para la producción de semilla y planta de calidad, y de manera muy importante

para la planificación de la reforestación, desde la preparación anticipada de los sitios a reforestar, hasta la protección y mantenimiento de los sitios reforestados. Se requiere establecer una red estatal de ensayos de especies y procedencias, que proporcionen lineamientos, y una zonificación para decidir el movimiento de semillas y plántulas, para así acoplar adecuadamente los genotipos a los ambientes. Mientras tanto, es necesario hacer una zonificación provisional del Estado con base en la información climática, topográfica, edáfica y de vegetación natural, que sirva de herramienta para planear la asignación de especies y procedencias a sitios a reforestar (Nienstaedt *et al.*, 1990).

Es preciso poner a salvo una muestra representativa de la variación genética dentro de especies forestales, antes de que, en el contexto de la fragmentación de los bosques y la reforestación, sea demasiado tarde. Una posibilidad sería establecer Unidades de Conservación Genética Forestal (UCGF), que son rodales naturales manejados con la prioridad de mantener la variación genética natural. En las UCGF se permite que continúen operando las fuerzas naturales que moldean la variación genética, como son la selección natural, la mutación, la migración y la deriva génica (Ledig, 1988; Millar y Libby, 1991). Las acciones de conservación genética de recursos forestales, tales como el establecimiento de UCGF, requieren para su implementación, de investigación para determinar el patrón de la variación genética entre y dentro de poblaciones, tanto para caracteres cuantitativos con valor adaptativo (fenología, velocidad de crecimiento, resistencia a sequías y heladas, etc.), como para caracteres neutrales o casi neutrales a la selección (isoenzimas y fragmentos de DNA). Esta información permitiría decidir el número, tamaño y ubicación de las UCGF. Mientras no se tenga dicha información, se podría establecer preliminarmente una UCGF por cada especie forestal prioritaria (Sáenz-Romero, 1990).

En conclusión, los problemas de deterioro de los recursos forestales del Estado de Michoacán requieren soluciones integrales que contemplen alternativas para los sectores agrícolas y pecuarios, así como una integración de la industria forestal, en la que los dueños y poseedores de los bosques reciban mayores beneficios por la explotación de sus bosques.

Recuadro 5.2

Operación del Programa Estatal de Prevención y Combate de Incendios Forestales.

Comisión Forestal del Estado de Michoacán

Los objetivos de este programa son a) Motivar un cambio de actitud de la población, fomentando la cultura forestal y la difusión de los valores que representan los recursos forestales y sus recursos asociados y los factores que los destruyen; b) La realización de obras físicas de prevención de incendios forestales; c) Atender oportuna y eficientemente los incendios forestales, reduciendo los daños sobre la cubierta forestal y sus recursos asociados; d) Utilizar los medios terrestres, aéreos y satelitales para detectar, ubicar y analizar el comportamiento de los incendios forestales.

El fundamento legal en el que se basa el programa son: a) el Decreto del 6 de abril de 1998, por el cual se crea la Comisión Forestal del Estado (COFOM) como un organismo público descentralizado; b) la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Michoacán de Ocampo: (Capítulo I, artículos 117, 118 y 119); c) el Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Michoacán de Ocampo (Artículos 39, 40, 41 y 42).

La COFOM es responsable de la implementación del Programa Estatal de Prevención y Combate de Incendios Forestales, con una infraestructura operativa de 610 efectivos, integrados en 61 brigadas que se distribuyen en los principales macizos forestales de la entidad. La operación de las brigadas depende del comportamiento de los incendios. Las operaciones se inician en febrero y terminan en la primera quincena de junio; la temporada se activa con 16 brigadas en febrero; acumulando 54 brigadas en marzo y con la totalidad de las 61 brigadas en abril. La máxima actividad del combate de incendios forestales se ubica entre la segunda quincena de marzo y la segunda de mayo, disminuye en la primera quincena de junio. El número de brigadas en cada región, depende del riesgo y susceptibilidad de incendios forestales que se presentan en cada una. En La Meseta Purépecha y la región del oriente del estado, se requieren de una mayor cantidad de brigadas por la evidente presión que existe sobre el recurso forestal; así mismo, en la región del centro del estado, se refuerza el número de brigadas, manteniendo la vigilancia en los incendios que se derivan por las quemadas de pasto en las áreas aledañas a la capital y zonas suburbanas en crecimiento, de igual manera la región de Coalcomán se considera crítica por su deficiente infraestructura caminera, lo que la atención pronta a los incendios se prolonga de manera importante. Las brigadas contra incendios, se programan de tal manera que puedan participar en actividades preventivas y posteriormente en las de control y combate, coincidiendo su mayor actividad cuando la temperatura es alta.

La Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), como instancia federal con sus brigadas permanentes, participa en actividades de prevención durante los meses previos a la temporada normal de estiaje. La CONAFOR coordina acciones de prevención con las Unidades regionales de manejo forestal (UREMAF), los Ayuntamientos, industriales y brigadas comunitarias.

Las actividades que integran el Programa de Prevención, Detección y Combate de Incendios Forestales en Estado de Michoacán se implementan y operan en 9 a 10 meses (noviembre a junio o mediados de julio). Se consideran 47 actividades donde participan los coordinadores de incendios forestales de las Delegaciones Regionales, llevando su programación a la Jefatura de incendios de la Subdirección Forestal de la COFOM, para ser analizada e integrada al Programa Estatal, con esto se busca la asignación del presupuesto para el ejercicio del programa, donde intervienen las Subdirecciones Administrativa y de Planeación, además de la Dirección General de la COFOM.

El Programa de Prevención, Detección y Combate de Incendios Forestales, se integra en etapas: 1, presupresión, 2, prevención, 3, detección y 4, combate de incendios forestales. En la etapa de la **presupresión**, se considera la operatividad del centro estatal de incendios, integración del mismo programa operativo anual, asignación presupuestal, adquisición de equipos, herramientas y servicios; planeación para la contratación de personal brigadista y técnico, convenios con autoridades ejidales, comunales y municipales; planeación para el manejo de combustibles, programación de reuniones de coordinación y seguimiento del programa con instancias estatales y federales.

La **prevención**, etapa donde el equipamiento de brigadas es fundamental para activar a los brigadistas en la capacitación, uso de radios, herramientas y equipos forestales tradicionales ó especializados, para hacer labores que reduzcan en número y magnitud de los siniestros. Como refuerzo al programa se considera la incorporación de grupos comunitarios voluntarios, que con previa capacitación, desarrollarán actividades de construcción y mantenimiento de brechas corta fuego y aplicación de quemadas controladas. También se diseñan esquemas de difusión y concientización para la protección de los recursos forestales.

La **detección** permite la oportuna atención de los incendios forestales, reduciendo los efectos sobre el recurso forestal, se apoya en la funcionalidad de torres y puntos de observación, permitiendo hacer la radiocomunicación dirigida a las brigadas de combate. Otro apoyo es la información satelital e Internet; reportes de incendios por empresas de navegación aérea y recorridos de patrullaje, además de los reportes ciudadanos.

En el control y **combate de incendios** participa el personal especializado que dirige las operaciones con la eficiencia que les da el conocimiento de las zonas forestales que protegen. En esta etapa es importante la logística y supervisión técnica de las actividades, sobre todo en los incendios relevantes. Se da seguimiento y se informa sobre la estadística de los incendios y el avance del programa en reuniones interinstitucionales y se notifica a los medios de comunicación; así también se prepara un informe final de la temporada y se evalúan los efectos de los incendios sobre los recursos forestales para restaurar las áreas severamente dañadas.

Cuadro 1 Estadística final de los incendios forestales acaecidos en el año 2004.

Delegación regional forestal	No. incendios	Renuevo	Adulto	Mat / Arb	Pastos	Totales
01 Oriente	120	67.0	2.5	267.5	18.5	355.5
02 Morelia	161	145.5	17.0	535.0	250.5	948.5
03 Tangancicuaro	111	206.5	22.5	449.0	908.5	1586.5
04 Meseta Purépecha	165	85.0	52.0	466.0	575.0	1 178.0
05 Tacámbaro	116	66.0	232.0	429.0	168.0	895.0
06 Arteaga	51	66.0	7.0	432.0	170.0	675.0
07 Coalcomán	28	86.0	177.0	465.0	37.0	765.0
TOTAL	752	722.0	510.0	3 044.0	2127.5	6,403.5
Afectación en porcentaje		11%	8%	48%	33%	
			19%	81%		
Mat/ Arb.- Matorral y arbusto						

Es importante mencionar que las cifras reportadas anualmente sobre las áreas afectadas por los siniestros, no indican necesariamente una pérdida total, ya que el daño en su mayoría es superficial y es rápida la restauración natural, en estos los pastos y arbustos representan el 80% del total afectado (cuadro 1). Con respecto a la afectación sobre el renuevo, una vez terminada la temporada de estiaje se realizan evaluaciones en las áreas afectadas; se ha determinado que aproximadamente el 80% de este estrato se encuentra entre el arbolado adulto, por lo que desde el punto de vista silvícola no se considera importante su afectación, ya que este implica una competencia para el desarrollo volumétrico del arbolado adulto, y por lo mismo será difícil que el renuevo bajo el estrato superior llegue a estado adulto. Por el contrario el otro 20% afectado se encuentra en áreas adyacentes a los bosques que pueden ser regeneración natural o plantaciones realizadas, por lo cual si es importante su afectación, llevándose a cabo inmediatamente programas de restauración en estas áreas.

5.3 Aprovechamiento de recursos forestales no maderables en los bosques templados

María del Pilar Angón Torres
 Marlene Gómez Peralta
 Víctor Manuel Gómez Reyes
 Martha Alicia Perales Rivas

Los recursos forestales no maderables representan una alta diversidad y potencial económico para las comunidades rurales. En este grupo de recursos se incluyen diferentes tipos de tierra, animales de caza, frutos silvestres, plantas medicinales, plantas de ornato, materiales para combustión, hongos y plantas comestibles y medicinales, entre otros. Tradicionalmente estos recursos son objeto de autoconsumo por las familias rurales, y en ocasiones de la venta en mercados locales.

A pesar de que los recursos forestales no maderables (RFNM) forman parte de nuestra vida cotidiana, usualmente pasa desapercibido el hecho de que somos partícipes de un aprovechamiento muchas veces irracional. Generalmente no establecemos la relación entre las bellezas de nuestras macetas, o la tradición de navideña del nacimiento, con la erosión del suelo, la pérdida de humedad y de diversidad biológica, ni con la destrucción de los bosques. Tampoco se nos ocurre que estos recursos son extraídos por personas que no tienen empleo y encuentran en esto una forma de sobrevivir o incrementar sus ingresos mermados por los bajos precios que alcanzan los productos del campo (Gómez y Angón, 2004).

En el proyecto «Sobrevivencia familiar y actividades extractivas de las Sierras altas de la Cuenca del Cuitzeo», se investigaron los recursos forestales no maderables en 27 comunidades rurales de las sierras altas de la cuenca de Cuitzeo y en cuatro comunidades de la cuenca de Zirahuén. Se identificaron 390 recursos diferentes que son extraídos de los bosques. La mayor diversidad de especies se encontró en la cuenca de Zirahuén, en donde 270 de estos recursos corresponden a hongos silvestres comestibles y plantas, 86 son productos derivados de la fauna y 34 son materiales diversos del suelo (Angón y Gómez, 2003).

Las especies de flora aprovechadas son utilizadas para el consumo alimentario, ornamental, medicinal,

Cuadro 5.4 Familias y especies de plantas con flores que se consumen y comercializan en comunidades rurales de las sierras altas de la cuenca de Cuitzeo, Michoacán.

Familias	Especies
Amaranthaceae	<i>Amaranthus sp.</i>
Asclepiadaceae	<i>Gonolobus sp.</i> <i>Marsdenia edulis</i>
Asteraceae	<i>Artemisia mexicana</i> , <i>Baccharis spp.</i> , <i>Conyza confusa</i> , <i>Eryngium sp.</i> , <i>Gaillardia sp.</i> , <i>Gnaphalium spp.</i> , <i>Grindelia inuloides</i> , <i>Heterotheca inuloides</i> , <i>Heterotheca inuloides</i> , <i>Tagetes filifolia</i> , <i>T. lucida</i> , <i>T. lunulata</i> , <i>Taraxacum officinale</i> , <i>Tithonia tubaeformis</i> y <i>Verbesina pedunculosa</i> .
Begoniaceae	<i>Begonia sp.</i>
Bignoniaceae	<i>Tecomma stans</i>
Boraginaceae	<i>Borrago officinalis</i>
Bromeliaceae	<i>Tillandsia spp.</i> , <i>T. usneoides</i>
Cactaceae	<i>Opuntia spp.</i>
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium album</i>
Convolvulaceae	<i>Ipomoea stans</i>
Cruciferae	<i>Brassica campestris</i>
Dioscoriaceae	<i>Dioscorea sp.</i>
Ericaceae	<i>Arbutus spp.</i>
Fagaceae	<i>Quercus spp.</i>
Labiatae	<i>Marrubium vulgare</i> , <i>Salvia sp.</i> , <i>Satureja macrostema</i> , <i>Stachys coccinea</i> .
Liliaceae	<i>Milla biflora</i>
Loganiaceae	<i>Buddleia sessiliflora</i>
Lythraceae	<i>Cuphea aequipetala</i>
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>
Moraceae	<i>Morus celtidifolia</i> , <i>Morus sp.</i>
Myrtaceae	<i>Eucalyptus spp.</i>
Orchidaceae	<i>Laelia autumnalis</i> , <i>Laelia speciosa</i> , <i>Odontoglossum sp.</i> <i>Laelia sp.</i>
Poaceae	<i>Muhlenbergia macroura</i>
Portulacaceae	<i>Loeselia mexicana</i> , <i>Portulaca oleracea</i>
Rosaceae	<i>Crataegus pubescens</i> , <i>Prunus capuli ssp. capuli</i> , <i>Prunus serotina ssp. Capuli</i> , <i>Rubus sp.</i>
Rutaceae	<i>Casimiroa edulis</i>
Smilacaceae	<i>Smilax spp.</i>
Solanaceae	<i>Physalis sp.</i>
Theaceae	<i>Ternstroemia pringlei</i>
Umbelliferae	<i>Berula erecta</i>
Valenariaceae	<i>Valeriana sp.</i>
Total	160

Cuadro 5.5 Familias y especies de hongos que se consumen y comercializan en comunidades rurales de las sierras altas de la cuenca de Cuitzeo, Michoacán.

Familias	Especies
Agaricaceae	<i>Agaricus augustus</i> , <i>Agaricus campestris</i> , <i>Macrolepiota procera</i>
Amanitaceae	<i>Amanita caesarea</i>
Clavariaceae	<i>Ramaria flava</i>
Hypocreaceae	<i>Hypomces lactiflorum</i>
Lycoperdaceae	<i>Clavatia ciathiformis</i>
Polyporaceae	<i>Ganoderma sp.</i>
Russulacea	<i>Russula brevipes</i>
Thicolomacaceae	<i>Liophyllum descates</i>
Ustilaginaceae	<i>Ustilago mardis</i>

Cuadro 5.6 Familias y especies de animales vertebrados que se consumen y comercializan en comunidades rurales de las sierras altas de la cuenca de Cuitzeo, Michoacán.

Grupo	Familias	Especies	Nombres comunes
Reptiles	Colubridae	<i>Thamnophis spp.</i>	Culebra de agua
	Viperidae	<i>Crotalus sp.</i>	Víbora de cascabel
Aves	Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota
	Emberizidae	<i>Melospiza spp.</i>	Gorrión
	Emberizidae	<i>Pipilo fuscus</i>	Tarengo
	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta
	Icteridae	<i>Icterus spp.</i>	Calandria o bolsero
	Icteridae	<i>Molothrus spp.</i>	Tordo
	Icteridae	<i>Xanthocephalus xanthocephalus</i>	Tordo cabeza amarilla
	Mimidae	<i>Melanotis caerulescens</i>	Mulato
	Odontophoridae	<i>Dendrortyx macroura</i>	Codorniz coluda
	Turdidae	<i>Myadestes occidentalis</i>	Jilguero
Mamíferos	Cervidae	<i>Dama virginiana</i>	Venado
	Dasyopodidae	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Armadillo
	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache o zarigüeya
	Heteromyidae	<i>Lepus callotis</i>	Liebre
	Heteromyidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo
	Mustelidae	<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo
	Procyonidae	<i>Nasua nasua</i>	Tejón
	Sciuridae	<i>Sciurus spp.</i>	Ardilla
	Sciuridae	<i>Tamiasciurus spp.</i>	Ardilla

combustible, para construcción y ceremonial. Los productos derivados de la fauna silvestre se utilizan principalmente como mascotas, consumo humano y en menor medida como medicina. Los recursos del suelo y minerales más utilizados son la tierra de monte para jardines y para la elaboración de ladrillos, en donde se utilizan suelos conocidos localmente como "tierra polvilla", "tupure" y "charanda". Entre los recursos minerales se identificaron tezontle, balastra, arena y grava para la construcción, y piedra pómez para uso doméstico.

La leña es muy demandada en el medio rural para cocinar; de acuerdo con cálculos aproximados, se hace un consumo de 0.6 m³ por semana por familia. En el medio urbano, los productos de mayor consumo son la tierra de monte y la tierra polvilla; las plantas de ornato, como las orquídeas, el musgo y el heno; especies de fauna silvestre, como las aves canoras, principalmente; los hongos silvestres y las plantas comestibles y medicinales.

En muchas ocasiones los núcleos familiares que aprovechan los recursos forestales no maderables no son propietarios del bosque; algunos de los más pobres sobreviven exclusivamente del autoconsumo y de la venta de productos que recolectan y extraen del bosque, siendo las mujeres y los niños los que principalmente se dedican a ello. Existen pequeñas empresas familiares que llevan a cabo el aprovechamiento y la venta de recursos forestales no maderables, las cuales se han reforzado con las remesas que aportan los miembros emigrados de la familia.

En algunos casos la extracción y la recolección de estos recursos alcanzan grados de depredación con el consecuente agotamiento; el valor adjudicado a las especies y los productos no maderables no incluye su costo ecológico, ya que en general se venden a muy bajo precio al desconocerse la importancia que tienen en el ambiente. Por otro lado, la presente legislación ambiental y los reglamentos no contemplan una regulación clara sobre la extracción indiscriminada de los recursos.

La **conservación** y el aprovechamiento sostenible de los recursos forestales no maderables requiere, por un lado, de un cambio profundo de la legislación actual y de su aplicabilidad, así como de un replanteamiento de la organización (ordenamiento de recursos y organización social); de un intenso trabajo de difusión y educación ambiental dirigido a los propietarios, extractores y usuarios, y de manera muy importante a los funcionarios

de gobierno en los diferentes niveles. También se requiere del apoyo a la investigación sobre el uso sostenible, en donde se tomen en cuenta las necesidades económicas, culturales y sociales de las comunidades involucradas.

Se presentan en los anexos 5.3 a 5.5 los resúmenes de la información recabada en una base de datos sobre las especies de plantas, animales y materiales minerales, la cual fue resultado del proyecto mencionado en los primeros párrafos de esta contribución. Los municipios de los que proviene la información son Acuitzio, Charo, Huirumba, Indaparapeo, Lagunillas, Morelia, Páztcuaro, Queréndaro y Zinapécuaro.

En el anexo 5.3 se presentan los datos referentes a angiospermas (plantas con flores), briofitas (musgos, flor de piedra), gimnospermas (plantas sin flores, como los pinos por ejemplo), hongos y pteridofitas (helechos). Sobre las angiospermas se enlistan 51 especies de 31 familias (cuadro 5.4) y sobre los hongos, 11 especies de 9 familias (cuadro 5.5). También se han incluido los nombres comunes de las especies animales, la temporada de extracción, los diferentes usos que se les dan y se señala si es para autoconsumo o para la venta, costos mínimo y máximo y la unidad de venta.

En el anexo 5.4 se encuentra la información sobre los recursos forestales no maderables de origen animal. Las especies que se utilizan por ser comestibles, medicinales, por ser consideradas complementos alimenticios o vitamínicos y como mascotas, se enlistan en el cuadro 5.6. Dos especies de reptiles, más de 10 de aves y 9 de mamíferos se consumen directamente y se expenden en los principales mercados de la región. Se tiene la creencia empírica de que estas especies curan diferentes afecciones, como asma, cáncer, sinusitis, bronquitis, diabetes, tos, "espanto", sarna; también para enfermedades de la piel, corazón, nervios, para purificar la sangre y como purgantes.

Finalmente, en el anexo 5.5 se presenta un resumen de los recursos de origen mineral que se utilizan y comercializan en la región. Entre estos materiales se encuentran diferentes tipos de suelo que se conocen con nombres como "tierra de encino", "tierra de río", "tierra de monte", "tepetate", "tierra de tabiqueras" y "tierra polvilla". Otros materiales que son usados en la construcción y la jardinería son arena, piedras, grava, cantera, tezontle, piedra pómez, caolín y obsidiana. En el mismo anexo se encuentra información adicional sobre las temporadas de extracción, usos, tipo de consumo, costos y algunas observaciones.

5.4 Uso Agrícola

*Salvador Aguirre Paleo
Ana Elizabeth Bárcenas Ortega*

Con la aplicación de las técnicas y los métodos de la agricultura moderna, en los últimos 60 años ha habido un rápido incremento de la producción agrícola mundial, a fin de satisfacer una creciente demanda de alimentos. Sin embargo, su enfoque productivista ha ocasionado problemas severos como son la degradación y la pérdida de suelos, la contaminación de mantos freáticos, el desarrollo de resistencia en plagas, la persistencia de sustancias tóxicas no biodegradables, y un buen número de efectos perjudiciales sobre la flora y la fauna. Entre todos estos problemas destacan por su gravedad el deterioro de la calidad ambiental, la desaparición de especies, la reducción de la estabilidad ecológica y la amenaza al rendimiento continuado. A pesar de todo esto, existen alternativas de manejo que disminuyen el efecto negativo de las prácticas agrícolas.

Cuadro 5.7 Productos agrícolas michoacanos y lugar que ocupan al nivel nacional por su producción (INEGI 2002b).

Lugar	Productos agrícolas michoacanos
1	Fresa, aguacate y guayaba
2	Limón y tomate
3	Sorgo y cebolla
4	Maíz grano, avena forrajera, tomate verde y mango
5	Papa, chile verde y trigo grano
8	Pasto
10	Caña de azúcar
15	Alfalfa verde

Cuadro 5.8 Superficie cosechada y valor de la producción de algunos cultivos en los años agrícolas 1995, 2001 y 2002.

Cultivo	Superficie cosechada	Valor de la producción
Maíz grano	42.33%	14.4%
Sorgo grano	13.02%	6.4%
Trigo grano	3.83%	2.3%
Aguacate	7.58%	22.8%
Otros	30.14%	52.7%

Es indiscutible la necesidad de incrementar y diversificar la producción para alcanzar rendimientos sostenidos sin efectos ambientales adversos. Para ello es importante contar con un resumen de cifras que proporcione una visión general de los aspectos más relevantes del subsector agrícola en Michoacán, lo que será de utilidad para identificar problemas en materia de conservación y manejo de recursos, definir prioridades, elaborar diagnósticos, instrumentar planes y programas, y sustentar estudios e

investigaciones. La información que se presenta a continuación está basada en las siguientes referencias: Acuña, 1987; SARH, 1985; SAGAR, 2001; SAGARPA, 2000, 2002a, 2002b, 2002c, 2004; INEGI, 2002a; INEGI-SEMARNAP, 1999; SEDAGRO, 2003a, 2003b.

Del territorio del Estado de Michoacán, el 29.99 % está ocupado por cultivos agrícolas. En esta superficie se siembra una amplia gama de cultivos anuales o de ciclo corto, entre los que destacan por el valor de su producción los siguientes: maíz grano, sorgo grano, tomate rojo, papa, chile verde, cebolla, trigo grano, fresa, avena forrajera y tomate verde. Dentro de los 56 perennes que predominan, los que sobresalen son: aguacate, caña de azúcar, guayaba, limón agrio, mango, pasto y alfalfa verde (cuadro 5.7).

Considerando los años agrícolas 1995, 2001 y 2002, la superficie cosechada de maíz para grano alcanzó el 42.33% al nivel estatal, pero el valor de su producción representó solamente el 14.4%, mientras que el aguacate, con sólo el

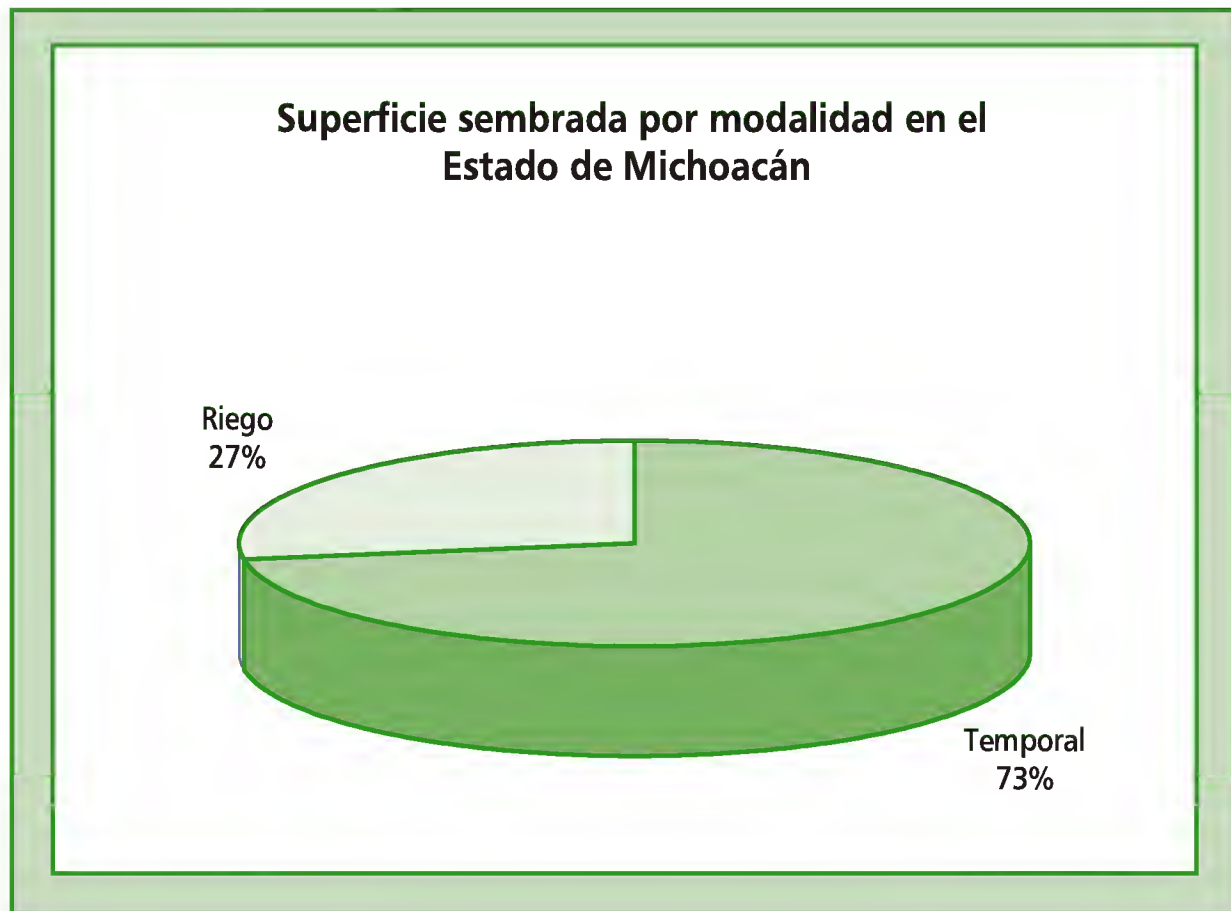


Figura 5.4 Superficie sembrada por modalidad en el Estado de Michoacán.

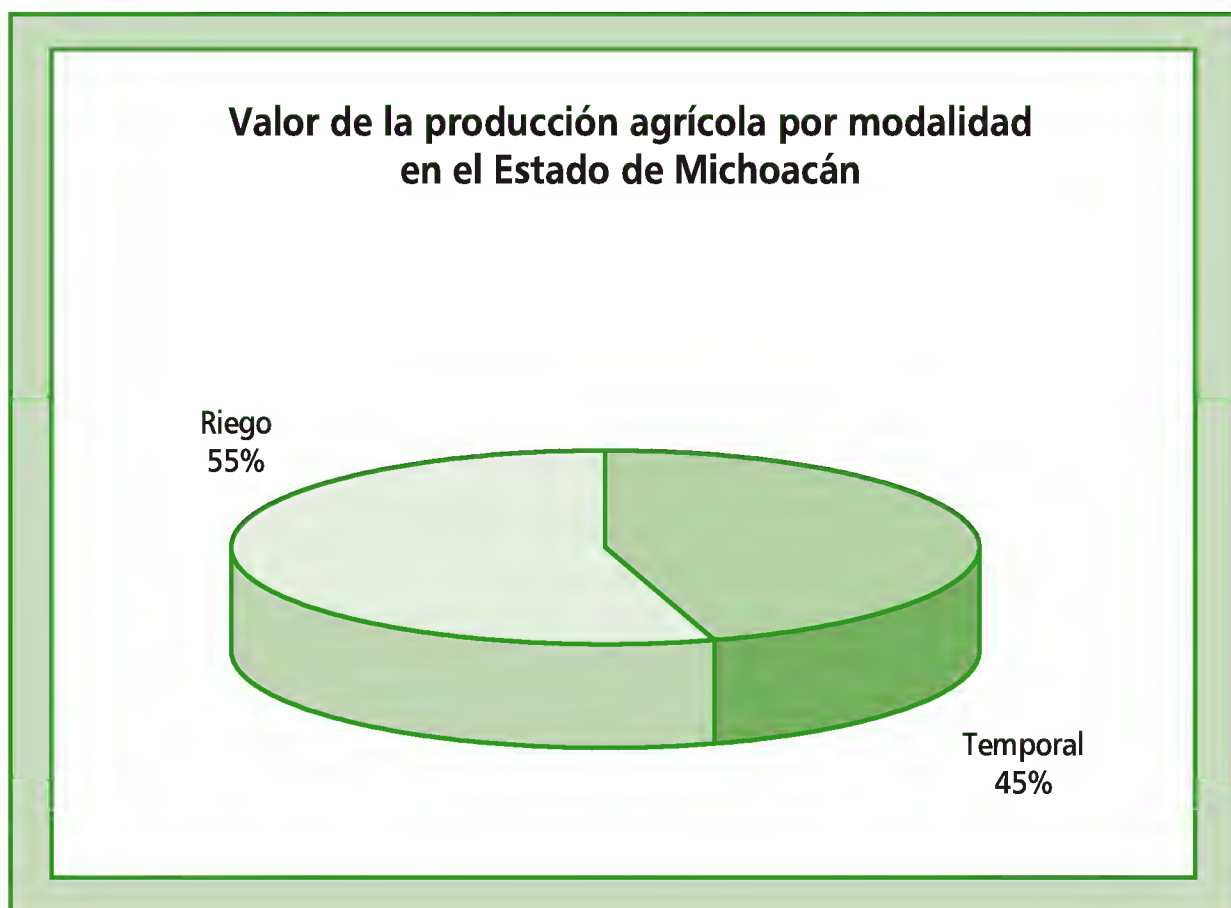


Figura 5.5 Valor de la producción agrícola por modalidad en el Estado de Michoacán

Cuadro 5.9 Municipios michoacanos con información sobre los principales cultivos agrícolas.

Municipio	1992	1993	1994	1995
Acuitzio	x	x	x	x
Álvaro Obregón	x	x	x	x
Charapan				x
Charo	x	x	x	x
Cherán				x
Chucándiro	x	x	x	x
Copándaro	x	x	x	x
Cuitzeo	x	x	x	x
Huandacareo	x	x	x	x
Indaparapeo	x	x	x	x
Madero	x	x	x	x
Morelia		x	x	x
Nahuatzen				x
Nuevo San Juan Parangaricutiro				x
Paracho				x
Queréndaro	x	x	x	x
Santa Ana Maya	x	x	x	x
Tancítaro				x
Taretan				x
Tarímbaro	x	x	x	x
Tingambato				x
Tzitzio	x	x	x	x
Uruapan				x
Zinapécuaro	x	x	x	

7.58% de la superficie sembrada, alcanzó un 22.8% del valor de la producción. Casi de manera similar, el sorgo para grano registró el 13.02% de la superficie sembrada, pero con sólo el 6.4% en el valor de la producción; el trigo en grano 3.83% y 2.3% respectivamente. En conjunto, arroz, frijol, chile verde, tomate rojo, papa, plátano y otros cultivos, como avena forrajera, garbanzo de grano, lenteja, cebada en grano, cebolla, ajonjolí, pepino, fresa, tomate cáscara, cártamo, melón, limón, caña de azúcar, mango, copra, guayaba, durazno, alfalfa y ciruela, integraron el 30.14% de la superficie sembrada, alcanzando un 52.7% del valor de la producción estatal, como se puede apreciar en el cuadro 5.8.

Un poco más del 70% de la superficie sembrada en el Estado corresponde a la modalidad de temporal, aunque

sólo alcanza el 45.3% del valor de la producción, mientras que el 27.4% de la superficie sembrada bajo riego registró el 54.7% de la producción (figuras 5.4 y 5.5).

Por otra parte, al analizar la evolución de la superficie cosechada, el volumen y el valor de la producción de los años 1996 al 2001 para los cultivos cíclicos de Michoacán, se aprecia un decremento promedio del 3.8 % en ese periodo. Esto coincide con el decremento de 5.5% del producto interno bruto nacional en el año 2000, como consecuencia del dinamismo con que han sido favorecidos otros sectores de la economía del país (ASERCA, 2002). Este mismo análisis, aplicado a los cultivos perennes, refleja un crecimiento promedio favorable de casi el 16% en el mismo periodo, sobre todo por el incremento significativo

Recuadro 5.3

De campesinos a leñadores: efectos ambientales del ajuste estructural en Michoacán.

Pablo Alarcón-Cháires

La evaluación de los programas de desarrollo rural y de modernización al campo puede abordarse desde diferentes perspectivas. Mientras que para algunos la agroindustrialización es sinónimo de progreso al hacer extensivo del uso de maquinaria, fertilizantes, plaguicidas y otros insumos agrícolas, para otros, desde la óptica socioambiental, más bien ha implicado degradación ambiental y pauperización rural, punto de vista que se pretende explicar con un estudio de caso: la producción agrosilvopecuaria en Nahuatzen, Michoacán.

A través del análisis temporal, es posible distinguir una dinámica que implicó la transición de la producción agrícola tradicional hacia la agroindustrialización, un proceso que no se realizó completamente. Para 1970, la producción agrícola en esta región se caracterizaba por tener al maíz como cultivo principal asociado con calabaza y frijol, bajo régimen temporal. El sistema de «año y vez» permitía al suelo recuperar su fertilidad por la acción de abono orgánico y de algunas plantas regionales que incorporan nitrógeno al suelo. El principal medio de tracción era el ganado y se prescindía de semillas mejoradas genéticamente. Bajo este esquema, el rendimiento de maíz por hectárea era de 3.2 toneladas.

La decidida implantación del modelo «revolución verde» en la región, modificó el sistema tradicional de producción en diferentes sentidos. El maíz y sus cultivos asociados han sido paulatinamente substituidos por avena, trigo, beza, papa y otros cultivos, más encaminados a satisfacer el mercado nacional que la autosuficiencia alimentaria regional. El insumo agroindustrial más extendido es el fertilizante químico, que ha disminuido los periodos de descanso de la tierra bajo el sistema «año con año»; la tendencia hacia el monocultivo ha implicado la continua aplicación de plaguicidas; los rendimientos promedio actuales son de 1.3 ton/ha. Las modificaciones al artículo 27 constitucional, que permiten la venta de terrenos ejidales, han inducido al aumento de los jornaleros agrícolas que irónicamente trabajan sus anteriores tierras, pero ahora con un nuevo dueño.

Es decir, al campesino se le vendió la idea de una bonanza agrícola que permitiría aumentar sus ingresos económicos. Después de estos años y nuevas políticas agrícolas que han conducido al abandono del campesinado, éste ha tenido que aplicar otras estrategias que permitan tener los requerimientos mínimos para satisfacer sus necesidades familiares más apremiantes.

Al no ser una opción económicamente viable la producción agrícola, muchos campesinos han optado por la migración, el cambio de actividad económica en el sector secundario o terciario o bien, al aprovechamiento de los recursos forestales regionales. Las consecuencias de este cambio de oficio de campesino a productor forestal son palpables en la acelerada deforestación regional. A partir de un análisis fotogramétrico de la región, de los años 1970 y 1990, es posible observar que si bien la superficie arbolada ha aumentado más por efecto del abandono de la agricultura que por manejo del bosque, la calidad del arbolado ha caído visiblemente. Por ejemplo, la fuerte explotación selectiva hacia el pino y el oyamel está favoreciendo el dominio del encino en la región (encinización), aunque en algunas localidades sus poblaciones están también disminuyendo por la producción de leña y carbón. La densidad del arbolado ha disminuido 20%, al igual que su altura, y los indicios de regeneración natural son escasos. Fuentes censales muestran que para 1990 había aumentado alrededor del 80% la maquinaria con fines forestales, síntoma de esta inercia. Y es que la ganancia a través de la tala clandestina llega a ser de 300 a 400 pesos diarios, lo cual resulta un verdadero atractivo para la empobrecida economía campesina.

Este tipo de tendencias, aunado a los problemas agrarios regionales, favorece la explotación forestal de extensas áreas en litigio consideradas «tierra de nadie».

Estos dos procesos de transformación campesina, primero hacia el interior de la propia actividad agrícola y posteriormente hacia la búsqueda de nuevas alternativas productivas, han dejado huella tanto en el entrono natural serrano y a la vez han inducido a intensificar la diferenciación social en Nahuatzen.

En otros casos más afortunados, el campesino de Nahuatzen ha logrado la fusión de la propuesta tradicional y la agroindustrial con excelentes resultados. Por ejemplo, a partir de la mezcla y la fermentación de estiércol, amonio y desperdicio forestal, se produce un fertilizante que permite rendimientos de los terrenos donde se ha aplicado, de aproximadamente 4 ton/ha.

Por desgracia, este tipo de innovación es rara, y el campesino cada vez depende más de insumos agroindustriales que comprometen el futuro económico y ambiental, y paulatinamente dirige sus esfuerzos a la exfoliación de los recursos forestales.

Recuadro 5.4

El uso de hongos entomopatógenos nativos: una alternativa para el manejo sostenible de plagas de insectos.

Miguel B. Nájera Rincón

Los patógenos nativos constituyen un recurso natural que en Michoacán puede utilizarse de diversas maneras para el control biológico de insectos plaga. La incidencia natural de dichos entomopatógenos (virus, rickettsias, bacterias, nemátodos y hongos) representa la base de los agroecosistemas, los cuales pueden manipularse a través del manejo de cultivos y en el ambiente con el objeto de favorecer la incidencia de este tipo de epizootias. La diversidad microbiana casi no se conoce en México, pues se estima que tan sólo se ha aislado entre el 1 y 3% de los microorganismos, de los cuales, muy pocos se han estudiado. Aunque no es frecuente pensar en la extinción de los microbios, de la misma manera en que observamos la patente desaparición de otras especies de animales y plantas, el impacto de esta posibilidad se haría evidente al decaer las funciones ecosistémicas reguladas por estos microorganismos.

En la actualidad, el estudio sobre la diversidad microbiana en el ámbito mundial se realiza con fines científicos, industriales y ambientales, generando una amplia disputa sobre el acceso directo a este recurso natural. Mientras que en la industria biotecnológica se aplica esta información para la generación de bienes de consumo novedosos y por ende de riqueza, para las políticas ambientales lo importante es enfocarla a los procesos de desarrollo sostenible y *conservación* de la biodiversidad. Ante esta situación, es fundamental incorporar en los proyectos de investigación y desarrollo a las comunidades rurales depositarias, que son los usuarios potenciales de la biodiversidad, especialmente cuando las grandes compañías transnacionales están empeñadas en ejercer un control global sobre los recursos genéticos que son propiedad de la humanidad.

Congruente con las políticas ambientales, el Centro Nacional de Investigación para Producción Sostenible (CENAPROS-INIFAP) con sede en Álvaro Obregón, Michoacán, en colaboración con instituciones estatales, nacionales e internacionales, coordina desde hace cinco años un proyecto piloto de investigación y desarrollo que tiene como objetivo general apoyar y promover la organización, la capacitación y la participación de los campesinos del Ejido Cantabria (Ciénega de Zacapu) en el proceso de apropiación de sus recursos naturales. Algunas de las actividades específicas del proyecto son aislar, identificar, conservar y utilizar los hongos *entomopatógenos* nativos (*Beauveria* spp. y *Metarhizium anisopliae*) para el control biológico de la «gallina ciega», estado inmaduro de un escarabajo del género *Phyllophaga* que reviste importancia económica en el ámbito estatal y nacional, debido a sus hábitos rizófagos y a la diversidad de especies vegetales que le sirven de alimento. Hasta el momento, se cuenta con un banco de 40 aislamientos nativos, de los que se ha evaluado su virulencia en condiciones de laboratorio y campo con el objeto de seleccionar los de mayor potencial como agentes de control microbial para ser incorporados en programas de validación locales o regionales. Finalmente, se considera la posibilidad de implementar en la localidad una planta productora de los entomopatógenos nativos, estimulando el uso de la biodiversidad nacional mediante la participación de la comunidad, en particular de la mujer.

del 59.3% registrado en 1997. Para este tipo de cultivos, el 58.5% se logró a través de la modalidad de riego, originando el 70.4% del valor de la producción, mientras que bajo condiciones de temporal, el 41.5% de la superficie sembrada sólo alcanzó el 29.6% del valor de la producción.

En los anexos 5.6 a 5.13 se puede encontrar información proveniente de SAGARPA sobre diferentes aspectos de la producción agrícola de riego y temporal en el Estado de Michoacán. En el anexo 5.6 se enlistan los 106 cultivos agrícolas perennes que se produjeron entre 1990 y 1991; aquí se incluye información sobre la superficie sembrada y cosechada, el volumen y el valor de la producción, y el rendimiento en toneladas por hectárea.

En el anexo 5.7 se encuentran datos sobre las superficies que se sembraron y cosecharon en los años

de 1992 a 1995, el rendimiento obtenido, el precio medio rural y el valor alcanzado de los principales cultivos en varios municipios del Estado (cuadro 5.9).

En el resto de los anexos se presenta información de la producción 1996-2002 sobre la superficie sembrada en hectáreas (anexo 5.8), el volumen de la producción en toneladas (anexo 5.9), la superficie cosechada (anexo 5.10), el valor de la producción (anexo 5.11), el rendimiento en toneladas por hectárea (5.12) y finalmente la superficie siniestrada (5.13).

De manera adicional se presenta el anexo 5.14, que incluye datos sobre el uso actual del suelo en cada uno de los municipios del Estado de Michoacán. Además de la región económica y el distrito de desarrollo al que pertenece cada municipio, se enlistan las cifras de la superficie ocupada por cada uno de los usos productivos: agricultura de riego y temporal, ganadería, forestal y otros usos.

5.5 Recursos genéticos frutícolas de Michoacán

Jeannette Sofía Bayuelo Jiménez

La contribución de México al patrimonio frutícola de la humanidad es notable, pues nuestro país ha sido lugar de origen y dispersión de varias especies de este tipo (Ortega *et al.*, 1998). En México, los frutales pertenecen a 75 familias, 207 géneros y 712 especies (Borys, 1999). En la actualidad, de entre las 34 especies de importancia económica que se cultivan en el país, sólo 13 sobresalen por el volumen de producción y la superficie en que se cultivan. Por otro lado, se sabe de la existencia de 620 especies, unas que son cultivadas localmente en huertos familiares y otras silvestres, pero que son objeto de recolección (Borys, 1999; FAO, 1994; Borys y Borys, 2001).

El Estado de Michoacán representa el 3% de la superficie del país e incluye 19 agroambientes para la producción agropecuaria y forestal (INEGI, 2000). De 1996 a 2003, la superficie destinada a la producción de cultivos frutícolas varió de 153 184 a 173 979 hectáreas, y el volumen de producción de 2 522 629 a 1 656 324 toneladas, respectivamente (SEDAGRO, 2003a). Las especies frutícolas convencionales que destacaron por la superficie y el volumen de producción durante este periodo fueron el aguacate (*Persea americana*), el limón (*Citrus aurantifolia*), el mango (*Mangifera indica*) y la guayaba (*Psidium guajava*), con una superficie cultivada promedio de 145 978 hectáreas y una producción de 1 283 519 toneladas por año. Estas cifras representan el 83 y el 44.5%, respectivamente, de la superficie total destinada al cultivo de especies perennes frutícolas y a la producción total obtenida en los últimos nueve años en el Estado. Otras especies frutícolas como el plátano (*Musa sp.*), la papaya (*Carica papaya*) y la manzana (*Malus pumila*), y perennes como la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), representaron el 13 y el 54% de la superficie (22 561 hectáreas) y la producción obtenida en dicho periodo (1 558 095 toneladas). Las especies frutícolas indígenas, por otro lado, ocuparon sólo el 13% de la superficie cultivada y el 1.4% del volumen de producción total en Michoacán (SEDAGRO, 2003a).

Varios autores han señalado que la razón de la gran diversidad de recursos genéticos frutícolas no

convencionales (indígenas) son las condiciones que ofrecen las variadas regiones climáticas tropicales, subtropicales y templadas de Michoacán, lo que hace factible el mejoramiento y el incremento de la producción de la gran variedad de especies frutícolas existentes, además de las 13 que ahora son las más usuales (Agustín, 1995; Borys, 1999; Borys y Borys, 2001; Cuevas, 1992; FAO, 1994; Ortiz-Hernández *et al.*, 1994; Pennington y Sarukhán, 1968; Pimienta-Barrios y Nobel, 1994).

La mayoría de las especies frutícolas de la entidad se caracterizan por el exquisito sabor de sus frutos, su fuente de azúcares y alto valor nutritivo (Borys, 1999; Hernández *et al.*, 1974). En regiones subtropicales y tropicales destacan como especies frutícolas potenciales las siguientes: las sapotáceas, como el zapote mamey (*Pouteria sapota*), el chicozapote (*Manilkara zapota*), el zapote amarillo o guicumo (*Pouteria campechiana*) y el caimito (*Pouteria caimito*); entre las anonáceas, la guanábana (*Annona muricata*), la ilama (*Annona diversifolia*) y la chirimoya (*Annona cherimola*); entre las mirtáceas, la guayaba (*Psidium guajava*) y la guayabilla (*Psidium sartorianum*); las anacardiáceas, como la ciruela tropical (*Spondia mombin*) y la ciruela mexicana (*Spondia purpurea*); de las lauráceas, el chinine (*Persea schiedeana*); de las malpigias, el nanche (*Byrsonima crassifolia*); de las cactáceas, la pitaya (*Stenocereus spp.*), la pitahaya (*Hylocereus spp.*) y el pinzán (*Pithecellobium dulce*); de las ebenáceas, el zapote negro (*Diospyros digyna*). Finalmente, de las pasifloras, la granada china (*Passiflora ligularis*). En las regiones templadas son comunes las rosáceas, como el tejocote (*Crataegus pubescens*), la zarzamora (*Rubus sp.*) y el capulín (*Prunus capuli*), y entre las rutáceas el zapote blanco (*Casimaroa edulis*).

En Michoacán, el consumo tradicional de frutos nativos representa una gran oportunidad para ampliar o reconquistar los mercados regionales, diversificar la producción agrícola, permitir el desarrollo sostenible de áreas particulares y evitar la creciente erosión genética de sus recursos; sin embargo, la producción frutícola con especies no convencionales ocupa una superficie actual

de 6 579 hectáreas, lo que representa sólo el 1.4% del volumen de producción total en Michoacán (SEDAGRO, 2003a). Algunas especies que destacan en este grupo son la zarzamora (*Rubus* sp.), la ciruela (*Spondia* sp.), el mamey (*Pouteria sapota*) y el nanche (*Byrsonima crassifolia*).

A pesar de la importancia regional e internacional de las especies frutícolas no convencionales, existen escasas investigaciones en torno a su diversidad genética, manejo agronómico y poscosecha, disponibilidad de material de propagación, demanda real en los mercados nacionales e internacionales, así como de las diversas formas de aprovechamiento (Boys, 1999, Rubí-Arriaga *et al.*, 1995). Un análisis exploratorio realizado por la Universidad

Autónoma de Chapingo en 1994 sobre los recursos genéticos potenciales en la región Centro Occidente de México, confirma que no existe información sistemática sobre la diversidad de especies tropicales frutícolas y su estado de **conservación** y aprovechamiento. Similarmente, las formas silvestres de la mayoría de estas especies están pobremente representadas o no existen en colecciones de **germoplasma** regional y nacional.

Las colecciones de campo son básicas en la conservación de germoplasma *ex situ* y una alternativa para la conservación de germoplasma con semillas de tipo recalcitrante, es decir, semillas que no pueden ser secadas y, por consiguiente, almacenadas bajo temperaturas de 0°C sin recibir daños por congelamiento. En el cuadro 5.10 se

Cuadro 5.10 Colecciones de campo de recursos genéticos frutícolas en México
(fuente: Ramírez *et al.*, 2000).

Institución	Colección	Descripción	Sup. (ha)	Fuente
UACH	Huerto fenológico de tejocote	150 genotipos de tejocote (<i>Crataegus</i> spp.) procedentes de Chiapas, Puebla y México.	¿?	Ortega <i>et al.</i> , 1996
UACH Zacatecas, Zac.	Colección de nopal	88 formas de nopal procedentes de plantaciones comerciales y huertos de solar.	1.0	Ortega <i>et al.</i> , 1996
UACH- CRUCO Morelia, Mich.	Frutales nativos e introducidos	Plantas silvestres de aguacate (3), ciruela (4), durazno (12), frambuesa (2), guayaba (2), pitahaya (7), pitaya (7) y zarzamora (5).	¿?	Ortega <i>et al.</i> , 1996
UACH	Banco de frutales del Centro	37 colectas de aguacate.		
Huatusco, Ver.	Regional Universitario	Oriente y sus parientes.	¿?	Ortega <i>et al.</i> , 1996
FSSC	Persea y afines	300 entradas, 13 especies del género.	3.0	Encuesta
UACH-CRUCO	Selecciones de chirimoya	--	2.0	Encuesta
IPN	Pitahaya	--	1.0	Encuesta
CP	Frutales caducifolios	Durazno, ciruelo, chabacano, manzano y capulín.	3.0	Encuesta
CP	Nopal tunero	--	3.0	Encuesta

UACH.- Universidad Autónoma Chapingo; CRUCO.- Centro Regional Universitario Occidente; FSSC.- Fundación Salvador Sánchez Colín; IPN.- Instituto Politécnico Nacional; CP.- Colegio de Postgraduados.

presentan algunas de las colecciones de germoplasma conservadas mediante esta estrategia en diferentes entidades. En el cuadro 5.11 se muestran las colecciones de campo establecidas en los diferentes campos experimentales del INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias), en donde resaltan las colecciones de *Opuntia*, *Persea* y *Prunus*; la más importante es la colección de *Prunus* con 1 116 accesiones (Ramírez *et al.*, 2000).

Dada la urgente necesidad de promover los estudios sobre el alcance de la diversidad genética de los recursos genéticos frutícolas del Estado y su distribución, así como del desarrollo de diferentes estrategias para su conservación, manejo y aprovechamiento, la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo apoya financieramente estudios sobre conocimiento, conservación y aprovechamiento de recursos genéticos frutícolas del Centro Occidente de Michoacán, particularmente en mamey (*Pouteria sapota*) (Bayuelo-Jiménez *et al.*, 2004a) y changunga (*Byrsonima crassifolia*) (Bayuelo-Jiménez *et al.*, 2004b). Otros importantes esfuerzos de investigación en caracterización y evaluación de recursos genéticos de anonáceas (*Annona cherimola*) se realizan en el Centro Regional Universitario Centro Occidente de la Universidad Autónoma de Chapingo. Estos trabajos de investigación, sin embargo, son proyectos específicos financiados por la propia institución y apoyados por trabajos de tesis de estudiantes. La conservación, el estudio y el uso de los recursos genéticos frutícolas deben ser considerados actividades prioritarias y estratégicas destinadas a revalorizar su potencial para la diversificación agrícola. Dichas actividades requieren de recursos económicos que fomenten el desarrollo de programas de conservación y aprovechamiento nacional y regional, que impulsen y formalicen programas interinstitucionales de investigación, prospección y aprovechamiento de recursos cigenéticos y, concomitantemente mejoren las condiciones de vida de los productores y mantengan la diversidad genética del recurso.

Cuadro 5.11 Colecciones de campo de recursos genéticos frutícolas establecidas en campos experimentales del INIFAP*.			
Colección	Nombre común	Localización	Accesiones
Anacardium	Anacardio	El Palmar, Veracruz.	6
Ananas	Piña	Loma Bonita, Oaxaca; Cotaxtla, Veracruz.	41
Carica	Papaya	Cotaxtla, Veracruz; Zona Henequenera, Yucatán.	61
Citrus	Limón	G. Terán, Nuevo León; Morelia, Michoacán; Tecomán, Colima.	211
Coco	Coco	Tecomán, Colima.	31
Coffea	Café	R. Izapa, Chiapas.	73
Crataegus	Tejocote	Morelia, Michoacán.	5
Diospyros	Caqui	Morelia, Michoacán.	4
Ipomoea	---	Cotaxtla, Veracruz.	178
Litchi	Litchi	G. Terán, Nuevo León; Morelia, Michoacán; R. Izapa, Chiapas.	21
Macadamia	Macadamia	Morelia, Michoacán; R. Izapa, Chiapas.	15
Malphigia	Acerola	G. Terán, Nuevo León.	4
Malus	Manzana	La Laguna, Coahuila; Morelia, Michoacán.	246
Mangifera	Mango	Tecomán, Colima; R. Izapa, Chiapas.	50
Musa	Plátano	Tecomán, Colima.	28
Opuntia	Nopal	Pabellón, Aguascalientes; N. de Guanajuato, Guanajuato; P. de la Cruz, San Luis Potosí.	316
Persea	Aguacate	Morelia y Uruapan, Michoacán; Bajío, Guanajuato; Uxmal, Yucatán.	202
Prunus	Capulín	Calera, Zacatecas, La Laguna, Coahuila, Morelia, Michoacán, N. de Guanajuato, Guanajuato.	1 116
Psidium	Guayaba	G. Terán, Nuevo León; Morelia, Michoacán.	3
Rubus	Zarzamora	Morelia, Michoacán.	6

Recuadro 5.5

El potencial frutícola del mamey sapote en Michoacán.

Jeannette Sofía Bayuelo Jiménez

El Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo desarrolla el proyecto denominado «*Diversidad, Conservación y Aprovechamiento de Recursos Genéticos Frutícolas de Michoacán*», con el objetivo de conocer, documentar, caracterizar, aprovechar y conservar la diversidad genética de especies frutícolas de la región tropical y subtropical del Estado de Michoacán, particularmente de especies de la familia Sapotaceae, las cuales poseen un alto potencial productivo y de comercialización.

Entre las especies de sapotáceas con excelentes prospectos de aprovechamiento comercial destaca el mamey sapote [*Poueria sapota* (Jacquin) H.E. Moore & Stearn], el cual se cultiva en nueve municipios de la región centro-occidente del Estado. Estudios recientes de caracterización *in situ* muestran la alta variabilidad morfológica de esta especie. A la fecha se han caracterizado 117 árboles de mamey en tres municipios de producción (huertos familiares). En general, se han identificado tres grupos de materiales genéticos: Grupo I con 31 genotipos provenientes de los municipios de Nuevo Urecho y Apatzingán (Tenencia Acahuato); Grupo II con 34 genotipos de Nuevo Urecho; y, Grupo III con 52 genotipos de los municipios de Ziracuaretiro y Apatzingán. Las características de los árboles (altura, diámetro del tronco y patrón de ramificación), fruto (diámetro, peso y longitud del fruto, peso del mesocarpio y epicarpio, grados Brix, pH, proteína y acidez del mesocarpio) y semilla (peso de la semilla) fueron las que determinaron la mayor variabilidad dentro de los grupos.

En particular, los materiales genéticos identificados dentro del Grupo I poseen árboles de hasta 15 metros y un diámetro a la altura del pecho de hasta 0.47 centímetros, tronco derecho, poco ramificado y copa piramidal; tienen frutos con mesocarpio de color rojo, sabor muy dulce, y principalmente fruto grande, pesado y de una sola semilla mediana, reflejándose estas condiciones en el hecho de que la parte comestible representa el 75% del peso total del fruto, siendo este valor el más alto en la región estudiada. Estas características particulares dan como resultado la preferencia y alto precio que dichos frutos alcanzan en el mercado local o regional. Otro aspecto importante es que los frutos maduran durante los meses de diciembre a abril, época en la cual la mayoría de árboles del Grupo III ya han dejado de producir en la región. Con base en estos resultados podemos inferir que el Centro Occidente de Michoacán es poseedor de una alta variabilidad en el germoplasma de *Poueria sapota*. Esta variabilidad se manifiesta en aspectos morfológicos de los árboles y frutos (tamaño, color y sabor del mesocarpio, y forma), de tal manera que se puede escoger dentro de la región aquellos materiales genéticos con ventajas desde el punto de vista agronómico y de preferencia por el consumidor.

Sin embargo, es importante identificar y caracterizar los árboles y frutos de mamey en los municipios restantes de la región, para establecer las comparaciones de materiales genéticos potenciales para su comercialización y producción.

Recuadro 5.6

Procesos de domesticación de plantas en el Estado de Michoacán: el caso de *Leucaena*.

Sergio Zárate Pedroche

Los guajes (del náhuatl, *oaxin*) o arumbas (purépecha) son plantas cuyo proceso de domesticación pudo haberse llevado a cabo en el occidente de México; los de uso más común son y han sido el guaje rojo (*Leucaena esculenta esculenta*) y el guaje verde (*L. leucocephala glabrata*) (Casas y Caballero, 1996; Casas *et al.*, 1997; Zárate, 1994). A pesar del valor potencial de especies de plantas que son recolectadas y manejadas a escala reducida en el Estado, como los guajes, no existen estudios sobre ellas y a menudo los únicos documentos, aparte de la exploración en el campo, son las obras históricas y rara vez las investigaciones arqueológicas.

Los primeros indicios del uso de los guajes como alimento tienen una antigüedad de 6 000 años y corresponden a frutos encontrados en una cueva del valle de Tehuacán, identificados como *L. e. paniculata*, un árbol nativo de la región. En otra cueva más al sur de este valle, se identificaron restos más recientes (3 000-2 500 años) de la especie anterior y de otras dos: el guaje rojo, que tiene frutos de calidad y tamaño mayores y es nativo de la Cuenca del Balsas (Michoacán, México, Guerrero y Morelos), y el guaje verde, originario de las riberas fluviales cálidas del Pacífico (Zárate 2000). Esto sugiere que el guaje rojo y el guaje verde fueron llevados desde sus ámbitos nativos para ser cultivados en el valle de Tehuacán, aunque la falta de excavaciones en la región del Balsas no permite confirmar esta hipótesis. Por otro lado, las relaciones geográficas del siglo XVI no registran el uso de los guajes en Michoacán (Zárate, 1997), a pesar de la existencia de estos árboles con poblaciones manejadas y utilizadas, algunas con fenotipos únicos.

Como ya se ha señalado, el occidente de México es la probable cuna del maíz y un importante centro de domesticación del frijol. En el Estado de Michoacán existen variantes silvestres y cultivadas de especies que fueron cultivadas desde la antigüedad hasta estos días, y que se comercializan mal: algodón, papa, chayote, aguacate, chirimoya, camote de cerro, pitaya, pitahaya, bonete, nanche, pinzán, jinicuil y muchas más. Estas poblaciones de especies con importancia económica, antigüedad de cultivo, un acervo de conocimiento tradicional y con variación fenotípica, son indicadoras de procesos de domesticación, es decir, casos en los que el manejo tiene consecuencias genéticas, apreciadas al comparar las plantas en cultivo (o toleradas si son recolectadas) con las silvestres o con otras con historias distintas, porque sufren un proceso de diferenciación respecto a estas otras poblaciones.

Aun cuando persiste la inventiva de los cultivadores y consumidores de los guajes, no se han hecho estudios científicos para su mejoramiento como alimento, ni explorado su potencial como fruto exótico para exportación, ambos, aspectos que requieren un conocimiento preciso de la biodiversidad. Tampoco hay, o son insuficientes, estudios acerca de la biodiversidad en sistemas de manejo similares de los muchos recursos potenciales en el Estado. Las características del manejo de estas plantas, la mayoría recolectadas, subraya la prioridad de conocer los procesos de domesticación para la estrategia de la conservación de la biodiversidad, ya que estas características determinan el manejo de una parte del paisaje ecológico. Otra razón para incluir los procesos de domesticación en el estudio de la biodiversidad es que aquéllos tienen su base en la dimensión humana de ésta: el fenotipo cultural, del cual forman parte los conocimientos acerca del entorno.

En suma, la documentación arqueológica, etnohistórica y etnobotánica de la región es prioritaria para entender este caso particular de una historia de domesticación; y lo es también para otros casos similares.

5.6 Biotecnología y plantas transgénicas

Libertad Leal-Lozano
Neyra Katiushka Guerrero-González
Juan Manuel Sánchez-Yáñez

Con la finalidad de mantener o aumentar la producción agrícola, se emplean en la actualidad estrategias de la **biotecnología**, basadas en la aplicación de microorganismos y sus productos para estimular el crecimiento de las plantas. Con el uso de los conocimientos en ingeniería genética, es posible mejorar la calidad de microorganismos, plantas y sus productos, mediante la manipulación de sus genes, para que su efecto benéfico sea mayor. Sin embargo, esta manipulación artificial de genes puede causar también efectos ambientales indeseables e impredecibles.

El propósito de esta revisión es mostrar el posible impacto ecológico, económico y social que la ingeniería genética representa, a través de plantas **transgénicas** que contienen el gen de *Bacillus thuringiensis* que regula la síntesis de un cristal tóxico para insectos plaga de las órdenes Coleoptera, Diptera y Lepidoptera, bajo la supuesta idea de que son más convenientes que el cultivo de plantas "naturales" con la tecnología agrícola convencional. En la actualidad 500 insectos son resistentes a uno o más pesticidas y el número puede aumentar notablemente en pocos años (Rowe y Margaritis, 1987), por lo que una posible alternativa para solucionar este problema, es el control biológico, definido como el uso de un organismo natural o modificado genéticamente y/o sus productos para reducir los efectos de insectos plaga (Galán *et al.*, 1996).

Un factor clave que influye en la producción agrícola son los insectos plaga que se controlan con pesticidas químicos que, aunque eficaces, contaminan el ambiente. Por ello, desde 1930 se comercializó la bacteria *Bacillus thuringiensis*, que sintetiza al final de su ciclo de vida una espora y un cristal de proteína tóxica para insecto plaga de las órdenes de insectos ya mencionados (Coronado y Márquez, 1980). Este complejo espora-cristal se asperja sobre hojas, agua y granos, para que la larva del insecto al consumirla se intoxique y luego muera (Dulmage, 1970; Dulmage y Aizawa, 1982).

En caso de que los insectos no consuman el complejo, la luz y la humedad lo destruyen; además, si no se emplea adecuadamente, el control de los insectos plaga con *B. thuringiensis* no tiene ningún resultado (Guillén-Rodríguez *et al.*, 2001). Una alternativa para mantener la estabilidad del cristal es utilizar el gen que le da origen

y por ingeniería genética introducirlo en el genoma vegetal. Esto fue posible en 1988 en el tabaco, dado su elevado valor comercial; el cristal de *B. thuringiensis* (*Bt*) se expresó en los órganos de la planta al igual que en sus exudados foliares y radicales (Downing *et al.*, 2000), y los insectos plaga expuestos al tabaco *Bt* murieron casi en su totalidad. La siguiente generación de insectos se hizo resistente; sin embargo, este hecho se ha ignorado (Medrano *et al.*, 2000).

A partir del experimento mencionado se transfieren genes bacterianos a plantas, sin que se haya demostrado si es mejor hacerlo con plantas "naturales". De hecho, la investigación de los últimos 10 años comprueba que la producción del cristal que se libera en el exudado radical se acumula en el suelo de la **rizósfera**, ya que el cristal es atrapado por las arcillas, se acumula y puede llegar a intoxicar a los insectos **saprobios** del suelo, de los cuales no se conoce con certeza su influencia en el delicado equilibrio natural. La posible gravedad del impacto ecológico aún no se puede predecir, puesto que no existe suficiente información, lo cual constituye uno de los principales argumentos en contra del cultivo de plantas *Bt* en el campo.

Otros posibles efectos negativos en de las plantas *Bt*, son los señalados por la organización ambientalista Green Peace: **a)** riesgo de que causen alergia en sus consumidores; **b)** que la liberación de las plantas *Bt* ocasione una contaminación genética en poblaciones nativas en el ecosistema y la pérdida de especies naturales; **c)** que las plantas *Bt*, al cruzarse con variedades criollas y nativas, provoquen pérdida de la diversidad genética.

Oficialmente, en México y en el Estado de Michoacán sólo se cultivan algunas hectáreas experimentales de maíz *Bt*, aunque no se cuenta con datos fidedignos sobre la cantidad que se cultiva en diferentes regiones del Estado y otras entidades de la República Mexicana. En años recientes, el Instituto Nacional de Ecología (INE) confirmó el cultivo de maíz *Bt* en variedades criollas de Puebla, Oaxaca y zonas cercanas a Michoacán (Quist y Chapela, 2001), aún cuando este asunto continúa en controversia.

Se tiene conocimiento de la recepción en México de 1 250 000 toneladas de maíz *Bt* proveniente de Estados Unidos, las cuales se distribuyeron entre campesinos que no distinguen este maíz tratado del "natural"; mientras

5.7 Uso ganadero

*J. Jesús Conejo Nava
M. Darío Méndez y Cazarín
Rafael Tzintzún Rascón
Daniel Val Arreola*

que países de la Unión Europea, Japón y los mismos Estados Unidos exigen que se demuestre el origen del maíz para poder realizar la compra.

Se ha reportado que los genes de plantas transgénicas con resistencia a antibióticos se dispersan en otros ambientes, lo cual puede causar que los microorganismos patógenos de animales y vegetales adquieran algunos de los genes relacionados con la resistencia. Esto llevaría, sin duda, a un control más costoso y complicado de las enfermedades en animales, vegetales y humanos, y a la búsqueda de un control de insectos plaga en el campo con pesticidas químicos de alta toxicidad y gran persistencia, lo cual agravaría la ya existente contaminación ambiental.

Actualmente, en países del primer mundo se cuenta con regulaciones estrictas para la siembra. Para el cultivo y la comercialización de plantas *Bt*, incluso en países miembros de la Comunidad Económica Europea (Francia, Alemania y Austria, por ejemplo), se establecen normas que pretenden evitar catástrofes ecológicas con la siembra y el cultivo de estas plantas. Dichas restricciones se basan en la información, que define las ventajas y desventajas de su explotación extensiva e intensiva desde el punto de vista ambiental, agronómico y económico. Desafortunadamente, en países del Continente Africano y de América Latina las semillas transgénicas se venden sin ninguna restricción (Rossett, 2001).

En la actualidad, por motivos de moda, la ingeniería genética se postula como una panacea para la solución de problemas de salud humana, animal y vegetal, y deja a un lado las estrategias naturales, que son alternativas seguras para el ambiente. Por lo anterior, se requiere analizar la situación y llegar a un consenso coordinado con los especialistas.

Ya se ha reportado en Guanajuato la siembra de plantas transgénicas, por lo que es probable encontrar maíz *Bt* en Michoacán sin que nadie haya tomado las medidas necesarias para evitar los efectos negativos. Por tanto, se requiere de difusión y educación sobre las reglas que regulen el cultivo de plantas transgénicas para que se logren proteger los cultivos agrícolas locales y regionales de la posible pérdida de diversidad.

De los 5 millones 883 mil hectáreas que constituyen el territorio estatal, casi el 44% se dedica a la producción pecuaria, manifestando así una vocación eminentemente ganadera. No obstante, la contribución de la ganadería al PIB estatal ocupa el segundo lugar en importancia, mientras que el subsector agrícola ocupa el primer lugar. La ganadería michoacana aportó en el año 2000 a la ganadería nacional el 18% por bovinos lecheros, el 9% por aves y el 7.2% por caprinos. Los porcinos, que en otro tiempo fueron muy importantes, se ubicaron en el cuarto lugar, apenas por encima de los bovinos de carne. No obstante, al medir su importancia por su aporte al valor de la producción pecuaria por producto, la carne de cerdo ocupa el primer lugar, seguida por la leche de bovino y en tercer lugar por la carne de bovino.

La producción pecuaria en Michoacán observó entre 1940 y 1980 el modelo dual de desarrollo económico. Por un lado emergió un pequeño sector empresarial bajo el modelo de la "revolución verde", localizado en las regiones productoras de granos impulsadas por el Estado, y por otro lado, la existencia de una gran cantidad de unidades de producción familiar. Contrario a la perspectiva nacional, la apertura comercial en la década de los 1990 no fortaleció los sistemas intensivos empresariales; más bien se observó un cierre de la mayoría de las empresas ganaderas de tipo intensivo en el Estado. Así, la actividad ganadera se desarrolló principalmente en unidades de producción en pequeña escala. En el presente trabajo se describen los sistemas de producción animal asociados a las seis regiones en que oficialmente se divide el estado: Centro, Ciénega, Occidente, Oriente, Costa y Tierra Caliente.

Bovinos de leche. El ganado bovino de leche se explota en las regiones Oriente, Centro y Ciénega, las cuales se caracterizan por climas y suelos idóneos para la producción de granos y forrajes. Los tres sistemas de producción de leche identificados son la producción familiar en pequeña escala, el sistema intensivo y el de doble propósito. El sistema intensivo se caracteriza por la explotación de ganado Holstein en permanente confinamiento, en donde la alimentación se basa en forrajes de corte y concentrados comerciales y su producción se integra a cadenas

agroindustriales de alto nivel tecnológico.

Los sistemas de lechería a pequeña escala también se conocen como sistemas familiares; operan con pequeñas inversiones y se desarrollan en dos variantes: la cría de ganado en confinamiento (Centro y Occidente) y la explotación de animales de bajo pastoreo (Ciénega). En la zona Centro el tamaño de los hatos de la lechería familiar bajo confinamiento es de 13 vacas adultas en una superficie aproximada de 6 hectáreas. Se presentan problemas de disponibilidad de forrajes, principalmente en los meses de diciembre a marzo y en algunos casos de junio a octubre, resultando en una gran dependencia del uso de concentrados comerciales; esto es importante dado que el costo de producción de leche está asociado al mayor o menor uso de concentrados. Estos sistemas de lechería familiar son importantes porque generan empleos (dos jornales por cada unidad) (Méndez *et al.*, 2000a, 2000b), producen alimento de alto valor para las familias y comunidades, y son una fuente regular de ingresos. La leche fresca se comercializa a través de agentes intermediarios conocidos como "boteros", en un mercado con una acentuada estacionalidad. Este producto, debido a la falta de integración a cadenas de producción, observa un paulatino desplazamiento del mercado por productos lácteos normalizados y sustitutos.

La lechería familiar a pequeña escala permite una estrecha integración con la agricultura, ya que dicha estrategia permite proporcionar un valor agregado a cultivos como el maíz, el cual es utilizado por el 70% de los productores de manera combinada con alfalfa para la alimentación del ganado; esto permite un menor dependencia de los alimentos balanceados (Wiggins, 2002; Val-Arreola *et al.*, 2004).

Por otro lado, el sistema de lechería familiar bajo pastoreo hace uso de los agostaderos naturales y las praderas, suplementado con esquilmos y concentrados comerciales, en donde el ganado es pastoreado en el día y alojado en corrales rústicos durante la noche. El tamaño de los hatos es de 46 animales y en una superficie de 50 a 100 hectáreas; la ordeña manual y la monta natural son prácticas frecuentes.

Bovinos de carne. Los bovinos para carne se explotan en las regiones Occidente, Tierra Caliente y Costa. El sistema predominante es la producción de becerro y solo una pequeña proporción se engorda. En conjunto representa un 3.3% de la producción nacional (SEDAGRO, 2003b). Al sistema de producción de becerro también se le conoce como sistema vaca-cría. El tamaño del hato es variable, ya que oscila entre 5 y 200 cabezas; las cruza predominantes son el cebú y el suizo, que sustentan su alimentación en el pastoreo durante la época de lluvias y se suplementan con esquilmos de granos el resto del año. La producción de becerros se basa en el amamantamiento; estos alcanzan hasta 150 kilogramos al año de edad, y les toma entre 3.5 y 4 años alcanzar los 400 kilos. Se observa una marcada estacionalidad en la producción de forrajes y consecuentemente en la actividad reproductiva y el crecimiento de los becerros. El mayor número de partos se presenta entre los meses de marzo a junio; para la mayoría de las vacas el intervalo entre partos es de hasta 21.7 meses y la mortalidad de los becerros es de 9 a 25% (Canela-Trujillo y Salas-Raza, 2003). Se estima que la tasa de extracción es baja (16%) debido a la falta de corrales de engorda para becerros, de frigoríficos y a la prohibición legal de transportar carne en canal. Por ello, la mayoría de los becerros salen del Estado de Michoacán para ser engordados en la región de la Huasteca y en el norte del país. La comercialización de los becerros y del ganado finalizado es a través de intermediarios e introductores, que tienen un amplio control sobre la demanda (DEP-FMVZ, 1993).

Porcinos. La producción porcina se concentra en mayor medida en las regiones Ciénega y Centro del Estado, en donde también se producen granos, que son el principal componente de la alimentación de los cerdos. En Michoacán, se han contabilizado hasta 862 mil cabezas en tres sistemas de tecnificación.

El sistema intensivo se caracteriza por la integración de la agricultura, la producción animal, la matanza, la industrialización y la comercialización. Las cerdas tienen 2.4 partos por año, 11 lechones nacidos por camada, 10 lechones destetados por camada y animales finalizados

de 95 kilogramos de peso a una edad de cinco meses. La problemática que enfrenta este sistema es la importación de carne proveniente de Estados Unidos a precios más bajos, los altos costos de los insumos, y los problemas sanitarios que dificultan la exportación; esto ha llevado a la quiebra a más del 50% de las empresas.

El sistema semi-intensivo presenta una productividad más baja y sufre los mismos problemas ya mencionados, además de que no se ha integrado a las cadenas agroindustriales. El mayor impacto negativo se ha observado en algunas zonas como Huandacareo y Puruándiro, en donde el 75% de los productores han abandonado la actividad. Este sistema, además de que es menos eficiente, presenta una mayor vulnerabilidad al incremento de los costos.

La porcicultura de traspatio es de tipo familiar, opera con un bajo grado de tecnificación y el potencial productivo también es bajo (8.2 lechones por camada y 5.6 lechones destetados por camada). Los animales son alimentados con desperdicios domésticos y subproductos agrícolas. Entre 1950 y 1985 la producción de lechones de las comunidades rurales era adquirida por los poricultores de La Piedad a través de una extensa red de intermediarios, pero la relación entre productores de lechones y engordadores comenzó a debilitarse debido a los brotes de enfermedades que se daban con la llegada de los lechones y consecuentemente a las elevadas mortalidades. En la actualidad, esta relación se ha roto y la porcicultura se ha limitado a ser una actividad de autoconsumo.

Ovinos y caprinos. El ganado ovino y el caprino prácticamente se ubican en todas las regiones de Michoacán, destacándose la producción de leche de cabra en la zona de la Ciénega. Los ovinos y caprinos para carne se presentan en las seis regiones del Estado, mientras que los ovinos de lana se concentran en las zonas con bosques templados. El sistema predominante es la producción familiar, en donde el ganado se explota con procedimientos tradicionales, sin apoyos crediticios y sin organización entre los productores. El inventario estatal es de 598 mil caprinos que producen 2 331 toneladas, lo que representa el 6% de la producción nacional, y un poco más de 294 mil ovinos que producen 1 200 toneladas de carne, lo que incorpora el 2.3% a la producción nacional. La explotación se da bajo sistemas

extensivos en zonas cerriles, terrenos de temporal, valles pantanosos y en menor medida en terrenos forestales.

Avicultura. Las aves, como los pollos de engorda, las aves de postura, los pavos, las codornices, los animales de pelea y las especies de ornato, junto con los porcinos constituyen las especies explotadas bajo un mayor grado de tecnificación en el Estado de Michoacán. La producción avícola intensiva está limitada a las zonas Centro y Oriente en función de la producción de granos y de la cercanía a los grandes centros urbanos. El inventario estatal de aves para carne es de 29.4 millones de cabezas, generando más de 45 mil toneladas de carne; así como más de 2 millones de aves para la producción de huevo. Es importante asentar que la actividad avícola en el Estado está concentrada en sólo 15 productores. La avicultura tecnificada enfrenta problemas derivados de la apertura comercial, así como de la dependencia de compañías trasnacionales que ejercen un dominio económico a través de los alimentos, las plantas incubadoras, las estirpes comerciales y los créditos.

Por su parte, la avicultura familiar es una importante fuente de alimento en las comunidades rurales a pesar de la falta de asistencia técnica y organización, así como de los estragos que han causado las enfermedades enzoóticas. Los indicadores productivos de este sistemas son los siguientes: 11.6 huevos/gallina/mes; 55 gramos promedio como peso del huevo; pollos de 24 semanas de edad y 1.7 kilogramos de peso que se someten al sacrificio (Caratachea, 2003).

Apicultura. En las seis zonas en que se divide el Estado de Michoacán existen

71 170 colmenas que pertenecen a 245 productores, lo que representa el 3.7% del inventario nacional. La apicultura ha disminuido de 3 000 toneladas en 1992 a 1 700 en 2002, lo que representa un descenso de más del 50% (SAGARPA, 2004). En el Estado se pueden identificar producciones con base en especies monoflorales cultivadas, como aguacate, fresa y melón en la parte norte y cítricos y cocoteros en las regiones de Tierra Caliente y Occidente. También las hay basadas en especies silvestres, como mezquite, parota, pinzán, entre otras. Los principales problemas son la "africanización" de las abejas y la varroasis. Pocos núcleos están certificados como productores de miel orgánica.

Recuadro 5.7

Problemática de la ganadería en el Estado de Michoacán.

Darío Rivera Moctezuma

El Estado de Michoacán tiene una vocación pecuaria-forestal-agrícola; sin embargo, el uso actual del suelo es pecuario-agrícola-forestal (cuadro 1). La actividad ganadera se practica en grandes superficies de climas cálidos y semicálidos con una vegetación de selvas bajas y medianas aptas para el pastoreo extenso de ganado, aunque los bosques de clima templado también son utilizados para el pastoreo.

Cuadro 1 Comparación de la superficie utilizada en el Estado de Michoacán para los usos productivos.		
Uso	Datos de 1995	Datos de 2004
Agrícola	25.4% con una diferencia de +4% 234 508 hectáreas no aptas	21.4%
Pecuario	55.6% con una diferencia de +10.8% 633 296 hectáreas no aptas	44.8%
Forestal	17.1% con una diferencia de -14.8% 867 807 hectáreas deforestadas e incorporadas a la actividad pecuaria y agrícola	31.9%
Mat/ Arb.- Matorral y arbusto		

Se estima que las áreas de agostaderos naturales con vegetación nativa se presentan en una superficie de 4.15 millones de hectáreas (70.5%). Si se suman las superficies que están destinadas al uso pecuario y forestal, las áreas en donde pasta el ganado es de 4.27 millones de hectáreas (72.8%). Esta última cifra es diferente de acuerdo al inventario forestal, ahí se reportan 3.92 millones de hectáreas (66.7%). Sumando a estas estimaciones promedio, las áreas correspondientes a cultivos forrajeros, esquilinos agrícolas, huertas de frutales y tierras de labor en descanso, se tiene un total aproximado de 5.35 millones de hectáreas (91.5%) de la superficie de la entidad utilizada en la actividad pecuaria, este es el resultado de los diversos programas institucionales que han impulsado el proceso de ganaderización.

De acuerdo a datos oficiales de los inventarios ganaderos del periodo 1990–1995, el ganado bovino de leche creció en un 5.4%; los bovinos de carne en un 10.4%; los caprinos de leche y carne en un 0.9%; los ovinos en un 2.7%; mientras que los porcinos decrecieron en un 11.7%, al igual que las aves de carne y huevo, en un 10% y las colmenas en un 22%. Cabe destacar que los bovinos de carne en 1995 representaron el 82.9% y los bovinos de leche el 17.1% de la producción ganadera total.

El crecimiento de la ganadería ha provocado en la actualidad una fuerte escasez forrajera a nivel estatal y un sobrepastoreo alarmante en los agostaderos. Para 1995 se reportó una sobrecarga animal de 79.55% en condición regular y 13.84% en condición óptima. La sobrecarga animal provoca un impacto negativo en diferentes aspectos como el sobrepastoreo del agostadero, lo que reduce o lleva a la desaparición del recurso forrajero; se acelera el proceso de erosión de los suelos; se presenta la invasión de plantas no deseables y por lo tanto baja la productividad pecuaria al descender las tasas de reproducción; los problemas sanitarios y nutricionales dan como resultado tasas reducidas de extracción de ganado de calidad.

De acuerdo a esta problemática se propone: 1) reducir el número de cabezas de ganado y adecuar la carga animal a la capacidad que ofrecen los recursos forrajeros. Implementar esta propuesta requiere necesariamente hacer conciencia en el ganadero, ya que más ganado no representa una mayor producción; 2) incrementar la producción de forrajes y la recuperación de agostaderos, utilizando de manera integral los esquilinos agrícolas, el cultivo de pastos en temporal, las praderas de gramíneas y leguminosas bajo riego, y la formulación de raciones alimenticias, además de buscar fuentes alternativas de forrajes; 3) promover el mejoramiento genético del ganado y la implementación de programas zoonosanitarios donde se controlen plagas y enfermedades que afectan al ganado bovino, porcino, caprino, ovino, aves y abejas; 4) Ampliar y mejorar la infraestructura ganadera: construcción y reforzamiento de cercos, construcción de abrevaderos y represas de agua en agostaderos, corrales de manejo, granjas, centros de acopio, infraestructura de sacrificio, maquinaria y equipo, y plantas de alimentos balanceados; 5) mejorar los programas de asistencia técnica. Los servicios de asistencia técnica deben apoyar en la resolución de problemas de la producción pecuaria, de preferencia a través de los ganaderos y sus organizaciones en coordinación con las instituciones del ramo; 6) establecer industrias pecuarias de calidad, en donde el proceso de comercialización sea una base importante.

Recuadro 5.8

Ganadería bovina de leche a pequeña escala y contaminación por estiércol.

M. Darío Méndez y Cazarín
Rafael Tzintzún Rascón
Daniel Val Arreola
J. Jesús Conejo Nava

En los últimos tres décadas se han producido grandes cambios en la ganadería lechera del Estado de Michoacán. A consecuencia de las crisis económicas y de la apertura comercial, desaparecieron casi totalmente las empresas lecheras medianas y grandes, dejando esta actividad en manos de pequeñas unidades de tipo familiar, en donde se explota una gran diversidad de animales domésticos. El sistema de lechería familiar a pequeña escala (LFPE) se caracteriza por tener 16.5 unidades-animal, confinadas en establos rústicos, en la mayoría de los casos anexos a las casas habitación. Cada unidad de producción posee 8 hectáreas en promedio, donde se obtienen los principales forrajes (alfalfa y rastrojo) y granos (maíz) para alimentar a los animales. Esta articulación de la agricultura y la ganadería ha provocado el desplazamiento de la superficie dedicada a la producción de alimentos para consumo humano por la producción de granos y forrajes para el ganado. Sin embargo, esta opción permite a los campesinos dar valor agregado a productos y subproductos agrícolas que, de no ser transformados por la actividad ganadera, tendrían poco valor en el mercado y en muchos casos un valor nulo como alimento para el consumo humano. Un estudio reciente, mostró que este sistema es competitivo al nivel internacional (Wiggins *et al.*, 2001).

La cría de estos animales bajo condiciones de estabulación genera productos primarios y también coproductos o externalidades, como el estiércol. La acumulación del estiércol provoca diversas alteraciones al ambiente (Cheeke, 1999; Prats, 1995), olores desagradables (Taiganides, 1992), mayor difusión de enfermedades, presencia de fauna nociva y contaminación de suelo (Meeus-Verdinne y Destain, 1993), aire (Paricio y Prats, 1995) y agua (Taminga, 1992).

Un estudio de caso realizado en nueve establos bajo el sistema LFPE en la zona de Tájaro-Cotzio dentro del municipio de Tarímbaro, Michoacán, midió la contaminación generada en ellos (Méndez *et al.*, 2000). El promedio estimado de producción de estiércol por establo por día fue de 494 kilogramos, y de 124 000 kilogramos por año; para la totalidad de los establos fue de 1 116 000. Considerando que existen unas 300 explotaciones en la zona, el volumen estimado es de 335 000 toneladas por año. Otra forma de medir la producción de estiércol es mediante la determinación de la relación producto y externalidad. Considerando que el promedio de producción de leche fresca por establo por día fue de 148 kilogramos, se tuvo una proporción estiércol/leche de 3.3, es decir, por cada kilo de leche producida también se generaron 3.3 kilos de estiércol.

Fueron analizadas muestras de estiércol obtenidas en tres etapas de desarrollo de los animales (vacas, vaquillas y becerras) en cada establo, y se encontró que tienen en promedio 14.2% de sólidos totales, 1.9% de nitrógeno y 0.79% de fósforo; no hubo diferencias en la composición del estiércol entre establos, lo que indica que la calidad del estiércol es homogénea. Estos resultados están dentro de los valores encontrados en la literatura (Iowa State University, 1985; Dalzell *et al.*, 1991).

El estiércol generado diariamente por el hato se apila en el establo durante varios días, hasta acumular una cantidad que justifique su transportación en una carreta tirada por caballo o tractor. El estiércol es apilado nuevamente en las orillas de la parcela hasta que se emplea como abono. No obstante que el estiércol se retira periódicamente, siempre se encuentran cúmulos de éste en el establo, anexo a las casas habitación, siendo una fuente de contaminación permanente.

Los productores incorporaron el estiércol fermentado a sus parcelas, antes del cultivo, con la planta en crecimiento y durante la escarda. Según diversos autores, la mejor época de aplicación del estiércol es la previa al cultivo, y en el caso del estiércol fresco se debe realizar cuando menos con un mes de anticipación del inicio del cultivo (Iowa State University, 1985). Estos resultados manifiestan la necesidad de estandarizar el manejo del producto pecuario y permitir un mayor ingreso al otorgarle un valor agregado.

En el presente estudio se encontró un flujo de nutrientes derivados del estiércol y la presencia de coliformes fecales en los mantos freáticos superficiales. Las muestras de agua de las norias aledañas a los establos presentaron un aumento en la concentración de fosfatos y nitratos, por lo que no puede ser utilizada para consumo humano. Sin embargo, los campesinos sólo utilizan este recurso para abrevar a sus animales en caso de falla en el suministro de agua potable, lo cual es permitido por la normatividad mexicana. Además, se encontraron niveles contaminantes de coliformes fecales en el 75% de las norias, que rebasaron los límites permisibles en la normatividad nacional entre 33 y 146 veces, cuando el líquido es empleado para riego agrícola y los valores son tomados como promedio mensual (NOM-001-SEMARNAT-1996). La presencia de estas bacterias indica contaminación fecal y por otras bacterias patógenas. El mecanismo mediante el cual se contaminan los mantos freáticos es por el drenado de líquidos que resumen del estiércol o del agua pluvial que lo lixivian. Estos resultados indican la necesidad de modificar el manejo del estiércol que los productores realizan actualmente.

El efecto del amontonamiento del estiércol no fue estudiado en este trabajo; sin embargo, se sabe que el estiércol apilado emite amoníaco que contamina el ambiente, y también reduce el contenido de nitrógeno y consecuentemente su capacidad fertilizante. También se conoce que el estiércol amontonado experimenta digestión anaerobia, lo que genera metano, gas que provoca el efecto invernadero (Sánchez y Gerón, 1992) y afecta a la capa de ozono (Paricio y Prats, 1995). Por otro lado, el estiércol apilado en la parcela facilita el desarrollo de plagas para los cultivos, como la gallina ciega y los roedores.

En los establos, el apilamiento del estiércol es fuente de gérmenes patógenos. Se sabe que bajo condiciones sanitarias deficientes, como las que se reseñan, los problemas de salud de los animales domésticos se incrementan. En los establos de la zona, se encontró como enfermedades relevantes para el ganado un 6.8% de brucelosis y un 3.3% de tuberculosis en los animales muestreados. El 88% de las unidades presentaron una mastitis superior al 50%, siendo de mayor magnitud la de tipo subclínico. Los gastos efectuados en el año anterior al estudio reflejaron el destino del 3.63% de la producción promedio proyectada por venta de leche en cada establo: para compra de medicamentos en el tratamiento de mastitis. En resumen, las condiciones higiénico-sanitarias de los establos manifiestan un potencial de contaminación para los animales y problemas de salud pública.

Este estudio muestra que el estiércol y su manejo deficiente representa un problema ambiental, de salud animal y pública, que requiere ser atendido. Para ello, existen varias alternativas disponibles acorde a este tipo de explotaciones, tales como el uso de biodigestores (Esquivel *et al.*, 2002), el composteo (Biocycle, 1998; Lara, 1998) y el vermicomposteo (Romero *et al.*, 2003).

5.8 Pesca

Carlos Escalera Gallardo
Rodrigo Moncayo Estrada
Sonia González Santoyo
Alma Lilia Fuentes Farías

Existen tres aspectos fundamentales que han hecho de la pesca una actividad relevante en el Estado de Michoacán. En primer lugar, la presencia de una gran cantidad de cuerpos de agua, lo que ubica a la entidad entre los principales productores dulceacuícolas al nivel nacional. En segundo lugar, la gran diversidad de peces, anfibios y crustáceos, tanto nativos como introducidos, lo que a su vez constituye una fuente importante de alimento y recursos para la población. Tercero, existe una notable tradición pesquera, de ahí que el nombre Michoacán se traduce del náhuatl como “lugar de pescadores”, recibiendo sus antiguos pobladores el calificativo de *michhuaque*, “los que tienen pescado”. No obstante el alto potencial que representan, los productos pesqueros constituyen sólo el 12% de la riqueza generada en el sector agropecuario, junto con la caza (CEDEMUN, 1999).

En la actividad pesquera de Michoacán destaca la pesca ribereña, ya que es fuente productora de alimento para consumo humano y es generadora de empleos (Ramírez y Gutiérrez, 1987). En ésta se usan embarcaciones menores impulsadas con motor fuera de borda o remos, empleándose simultáneamente dos o más artes de pesca para obtener, con un elevado esfuerzo, una reducida pero constante captura. Otro aspecto importante es su carácter multiespecífico, es decir, que normalmente se capturan varias especies con un mismo avío.

En lo que respecta al desarrollo y la evolución de la pesca, es evidente un cambio en su estructura. La pesca de carácter familiar, que utiliza pequeñas canoas y avíos tradicionales con una o dos personas (Argueta *et al.*, 1986a y 1986b), está siendo reemplazada por el uso de lanchas de fibra de vidrio con motores fuera de borda y redes de nylon (Lyons *et al.*, 1998). En términos generales, las pesquerías de los diferentes lagos y presas del Estado han sufrido un decremento importante; las estadísticas oficiales muestran una disminución que va de dos a diez veces el decremento. Esto no es nuevo, ya que desde finales de la década de los 1980, ya se hacía evidente que los recursos pesqueros no podrían sostener una explotación intensa y no controlada.

Como consecuencia de lo anterior, la captura de las especies que más se pescan también va en descenso. Por ejemplo, la captura de la tilapia ha sufrido un decremento del 57%, aspecto muy ilustrativo del estado de la

producción pesquera total. La pesca de las diferentes especies de charal (*Chirostoma* spp.) se encuentra casi colapsada en algunos cuerpos de agua como el Lago de Chapala, lo que refleja además otro aspecto crítico que afecta a las pesquerías: las fluctuaciones del volumen de los cuerpos de agua (Guzmán-Arroyo y Ortiz-Martínez, 1995). Este descenso en el volumen de agua es consecuencia de situaciones naturales de sequía cíclica, pero sobre todo de la derivación y extracción del vital líquido para uso agrícola, industrial y urbano.

En términos generales, la evaluación del estado de sustentabilidad de las pesquerías 1997-1998 destaca un desafortunado deterioro del 100% para las aguas continentales. La recomendación directa es formular con urgencia nuevos criterios de ordenación pesquera que tomen en cuenta los aspectos relativos a la **conservación** y el medio ambiente (INP, 1998).

El elemento clave que define a la pesca es la propiedad común de los recursos, y esto es precisamente lo que ha provocado la competencia entre los productores (Hannesson, 1996). Por ello, la incertidumbre en el uso del recurso ha forzado a los pescadores a elegir el enfoque economicista, en donde la competitividad se entiende como la obtención de la máxima ganancia con el menor tiempo y el menor esfuerzo invertido. Así, bajo las condiciones actuales, no resulta promisorio la cooperación entre los pescadores y las dependencias gubernamentales involucradas para resolver la problemática actual (Pomeroy, 1992).

Ante las alternativas de solución en el manejo pesquero, es fundamental adoptar una aproximación precautoria. Ésta incluye todos los estados de los procesos de manejo: planeación, implementación, fortalecimiento, monitoreo, reevaluación. También significa ejercitar la prudencia para evitar situaciones inaceptables, tomando en cuenta que los cambios en los sistemas pesqueros son reversibles, pero de una manera lenta y de difícil control (Caddy y Griffith, 1995).

Se requiere de una mejor información, tanto económica como ecológica. Si bien los costos para obtenerla son altos, la baja calidad de la información sobre los montos totales de captura resulta más costosa a largo plazo en términos de pérdidas de oportunidades para incrementar la seguridad alimentaria y la conservación del recurso (FAO, 1999).

De los cuerpos de agua del Estado se obtienen otros recursos de gran importancia para la economía local. Uno de estos es la extracción de insectos acuáticos conocidos como mosco, su explotación representa el 19.2% del ingreso para los pescadores de la región. En un estudio realizado entre 1998 y 1999 se encontraron en el Lago de Cuitzeo siete especies de "mosco" (hemípteros de las familias Corixidae y Notonectidae). Las especies son *Graptocorixa sp.*, *Corisella edulis*, *C. mercenaria*, *Trichocorixa parvula*, *Krizousacorixa azteca*, *Buenoa scimitra* y *Notonecta irrorata*, que constituyen nuevos registros para el lago. La especie del género *Graptocorixa* se ha registrado como la más abundante y de amplia distribución, mientras que *Krizousacorixa azteca* le sigue en densidad; sin embargo, su distribución se limita a sólo tres áreas dentro del lago.

En el anexo 5.15 se proporciona información adicional sobre las pesquerías en aguas continentales del Estado de Michoacán, proveniente del Anuario Estadístico Pesquero 2002 de la Subdirección de Planeación de la Comisión de Pesca (CONAPESCA, 2003). En éste se enlistan los municipios con más de 50 localidades que tienen embalses de agua en donde se realiza la pesca de carpa, rana, tilapia, trucha, pescado blanco, bagre, lobina y charal, principalmente. También se encuentran datos sobre la superficie que cubren y el esfuerzo actual con respecto al número de organizaciones, pescadores, embarcaciones, y las artes de pesca utilizadas. En el anexo 5.16 se encuentra la serie histórica (1991-2002) de la producción pesquera de siete especies (tilapia, carpa, trucha, bagre, langostino, charal y lobina) en aguas continentales.

Por otro lado, el Estado de Michoacán cuenta con importantes recursos pesqueros en su litoral. En 1976 se estableció el régimen de 200 millas náuticas de zona

económica exclusiva, quedando bajo su jurisdicción 589 000 hectáreas de mar territorial. En estas aguas se aprovechan once especies, aunque algunos investigadores sugieren la existencia de otras especies de potencial captura. Las principales especies que forman la captura michoacana son para consumo humano directo; esta captura se compone de peces óseos, como guachinango, mojarra y carpa; de elasmobranchios o peces cartilagosos como el tiburón y el cazón; algunos crustáceos, en donde los camarones y langostas son los más comunes; y de moluscos como el ostión, el pulpo y diversas especies de caracoles y almejas.

La producción pesquera del litoral del Estado de Michoacán representa el 1.39% del total nacional (CONAPESCA, 2001), porcentaje que podría incrementarse pues existen otros recursos potenciales que ofrecen las aguas marinas michoacanas, como mejillones, erizos, esponjas y corales, por sólo mencionar algunos. Aunque no existe cultura de uso y consumo de estas especies, algunas compañías extranjeras han contado con concesiones para explotarlas. Por ejemplo, el erizo está siendo extraído actualmente por compañías japonesas en nuestras costas. Esto debe ser considerado con cautela, ya que se han dado casos, como el del caracol púrpura (que es una especie de importancia histórica por sus usos tradicionales), para el cual se aprobó una concesión de extracción en la década de 1980 a una compañía japonesa, que lo llevó casi al borde de la **extinción** por la sobreexplotación infligida, por ello se ha enlistado en la Norma Ecológica Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2001).

Finalmente, en el anexo 5.17 se presenta la serie histórica (1991-2002) con relación a 14 especies marinas (almeja, túnidos, huachinango, langosta, pargo, lisa, mero, ostión, pulpo, róbalo, sardina, sierra, tiburón y cazón).

Recuadro 5.9

Aspectos generales de la pesca en el Estado de Michoacán.

Comisión de Pesca del Estado de Michoacán

El sector pesquero de México abarca un conjunto de actividades dedicadas a aprovechar los recursos bióticos de mares, lagunas y cuerpos de agua interiores, a través de captura, cultivo, transformación y comercialización. Al nivel nacional emplea directamente a más de 259 000 personas.

En el Estado de Michoacán la actividad pesquera y acuícola en aguas continentales representa hasta el 94% de la producción total en este sector. Ésta se lleva a cabo en 467 cuerpos de agua continentales que cuentan con un espejo de agua de aproximadamente 250 000 hectáreas.

Por su parte la pesca en aguas marinas es eminentemente ribereña y no supera el 6% de la producción pesquera estatal. Esto está determinado por la carencia de infraestructura y flota para la pesca de altura en aguas oceánicas y para la recepción y la conservación de producto de otras embarcaciones. El litoral del Pacífico michoacano cuenta con 213 kilómetros y una zona económica exclusiva que cubre 1.4 veces el territorio estatal.

En el marco social de la pesca tenemos que la población pesquera está constituida por 7 554 Pescadores. En cuanto a la organización, se sabe de la existencia de 59 cooperativas que cuentan con 2 323 socios; 123 uniones de pescadores que tienen 4 943 socios; 6 sociedades de solidaridad social con 123 socios; 2 grupos solidarios con 118 socios y 26 permisionarios que manejan a 47 pescadores.

La producción pesquera y acuícola en 2002 alcanzó las 21 871 toneladas y se posicionó en la escala nacional en décimo cuarto lugar con un valor de la producción de más de 153 millones de pesos. Las principales especies que se manejan son tilapia, carpa, charal, huachinango, sierra, bagre, tiburón, cazón, pargo y ostión.

Con respecto a la producción por medio de la acuicultura, el Estado de Michoacán ocupó, también el año 2002, el quinto lugar nacional con 15 693 toneladas que resultaron de 1 551 unidades de producción acuícola. Los principales centros acuícolas del Estado se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1 Principales centros acuícolas en el Estado de Michoacán
(fuente: SEPESCA com. pers.)

Centro	Especies	Capacidad instalada (crías/año)	Eficiencia operativa (%)	Propiedad	Producción de crías (2002)
Pucuató	Trucha	1 200 000	12.5	Federal	189 300
Zacapu	Carpa	4 500 000	97	Federal	4 341 300
Pátzcuaro	Carpa y lobina	400 000	--	Federal	93 400
Huingo-Araró	Tilapia y bagre	5 000 000	75	Comodato estatal	5 192 350
4 centros	5 especies	11 100 000	--	--	9 816 350

Recuadro 5.10

La pesca y el conocimiento popular.

Tohtli L. E. Zubieta Rojas

La pesca ribereña que se practica en los cuerpos de agua continentales del Estado de Michoacán depende del conocimiento que tienen las personas que se dedican a esta actividad de manera tradicional. Particularmente en los lagos de Pátzcuaro y Cuitzeo, el conocimiento pesquero es muy importante y podemos agruparlo en tres categorías principales; el sistema acuático, la influencia de la luna y los vientos en la pesca, y el conocimiento de las especies y su comportamiento.

El sistema acuático del Lago de Pátzcuaro es bien conocido por sus pescadores ya que diferencian los lugares de pesca por sus características físicas y biológicas. La zona norte, que incluye el seno Quiroga y el cuello del lago, son lugares de poca vegetación, con fondos arenosos y piedra; de mayor profundidad y con aguas bien oxigenadas en donde los pescadores buscan y localizan al pez blanco, el charal prieto y la akúmara. Por el contrario, los pescadores reconocen que la zona sur es de menor profundidad, la vegetación acuática es abundante por los fondos lodosos y azulados y hay poca oxigenación del agua. Aquí ellos localizan charal pinto y blanco, carpa, *tirhú*, *chehua* y *choromu* (ver anexo 4.35 para nombres científicos y taxonomía).

En el Lago de Cuitzeo los pescadores reconocen que las estaciones del año marcan su influencia en el nivel de la laguna. En la época de sequía el agua se retira mucho y provoca el desecamiento en la mayor parte de la superficie. En la época de lluvias, el nivel sube, el lago se hace más profundo y hay mayores posibilidades de pesca. Los pescadores identifican las partes más profundas del lago, que se localizan cerca de Irámuco, teniendo la creencia de que en dicha área existe un ojo de mar (manantiales), pues nunca se ha secado. También reconocen zonas de pesca para ciertas especies como el charal, que se le localiza en la zona oeste por ser la más salina.

Para los pescadores de los dos cuerpos de agua, la luna es un indicador importante para su trabajo. Relacionan la abundancia y el manejo de las artes de pesca con las fases lunares. En Cuitzeo, con respecto a la luna los pescadores dicen: «el pescado anda con la luna; cuando no sale pescado, decimos que la luna es muy mala para pescar; cuando la luna está llena, la pesca es buena». En cuanto a los vientos, éstos son bien identificados por los pescadores ya que generan cambios de corriente. Estos cambios traen como consecuencia que los pescadores cambien la posición del tendido de las redes. Los temblores también son indicativos de poca pesca ya que ésta disminuye considerablemente en las horas posteriores a los movimientos telúricos.

Con respecto al conocimiento de las especies y su comportamiento, los pescadores de Pátzcuaro nombran en lengua purépecha a las diez especies nativas, además de que conocen muy bien su hábitat y áreas de reproducción. Cuando acuden a los lugares donde los peces se reproducen y son abundantes, reconocen su presencia por el olor: «porque el agua huele», o por la existencia de zacate, tule o cierto tipo de piedras. Saben que el pez blanco «pone su huevera o *irata* en lugares poco profundos, donde hay piedra negra con algo de lama; es de color miel de colmena y de mayor tamaño que el de la huevera del charal. Además es buen nadador en aguas abiertas con poca vegetación». El pez blanco y el charal reciben diferentes nombres de acuerdo a su tamaño, de pequeño a grande: *tripilla*, *sapichu*, *hurepo* y *kurucha*. El *tirhu*, la *chehua* y el *choromu*, además del *godeido* de panza azul, se encuentran «en lugares con abundante hierba y fondo lodoso»; requieren del agua cálida de mayo a junio y presentan hábitos semejantes. La gente dice que «estos pescados tienen otra forma de criarse, ya que producen los pescaditos y en un ratito, todos salen».

Los pescadores de Cuitzeo encuentran el charal entre la chacame o pasto, y saben que ahí «sueltan su huevera». Conocen dos épocas de puesta, entre marzo y abril y entre agosto y septiembre, así como los lugares más importantes para la puesta que son La Estancia y Huandacareo. Algunos pescadores en Cuitzeo tienen problemas para diferenciar a las especies de la familia Goodeidae, ya que los reconocen con el mismo nombre aunque se trate de diferentes; sólo pueden separarlos entre «*tirhues*» y «*chehuas*». Los pescadores saben que estos peces «no ponen huevera», sino que expulsan a las crías vivas, y que habitan entre el chacame en donde hay fondo lodoso y las corrientes de agua.

5.9 Unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre

María Concepción Huerta Zamacona

Con el propósito de contribuir a compatibilizar y a reforzar la conservación de la biodiversidad con las necesidades de producción y desarrollo socioeconómico de México en el sector rural, la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, a través de la Dirección General de Vida Silvestre, creó como una estrategia nacional la formación de Unidades de Conservación y Manejo Sustentable para el Aprovechamiento de la Vida Silvestre, conocidas con las siglas UMAS (SEMARNAP, 1997). El 4 de julio del 2000 entra en vigor la Ley General de Vida Silvestre, donde se establece que todo aprovechamiento de flora y fauna silvestre, nacional o exótica, debe realizarse a través de este tipo de unidades (SEMARNAT, 2000b).

Las UMAS se definen como las unidades de producción o exhibición de cualquier especie de vida silvestre nacional o exótica, con la debida consideración de aquellas que por su estatus de conservación requieren de un manejo orientado a la recuperación. Operan en un área claramente delimitada, bajo cualquier tipo de régimen de propiedad, en donde se permite el aprovechamiento de ejemplares, productos y subproductos mediante su utilización directa o indirecta, a través de la autorización de un plan de manejo, tasa de aprovechamiento, sistema de marcaje y monitoreo de poblaciones. Su objetivo es promover esquemas alternativos de usos y producción compatibles con el cuidado del medio ambiente con el uso racional, ordenado y planificado de los recursos naturales (SEMARNAP, 1997; SEMARNAT, 2000b).

Bajo este esquema de aprovechamiento de la vida silvestre en el Estado de Michoacán (Delegación de SEMARNAT en Michoacán), se tienen registradas 125 UMAS en las modalidades intensiva y extensiva. En la modalidad intensiva se incluye a los jardines botánicos, herbarios, viveros y zoológicos; de éstas existen 95 unidades, mientras que de las unidades extensivas se cuenta con el registro de 30. Las UMAS se encuentran en terrenos con tenencia de tres tipos (cuadro 5.12) en 46 municipios que cubren una superficie de 134 822 hectáreas. En el anexo 5.18 se presenta una relación de 111 unidades de manejo, el nombre con el que se registraron y las especies permitidas para su manejo. En el anexo 5.19, una relación de especies registradas y los municipios en donde se encuentran las unidades que las manejan.

En las unidades de manejo se reproducen y manejan especies nacionales, como el venado cola blanca, hongos, aves canoras (por ejemplo, *Carduelis notata*, *Passerina*

Cuadro 5.12 Tenencia de la tierra y superficie que ocupan las UMAS en el Estado de Michoacán.

Tenencia de la tierra	Superficie (hectáreas)
Ejidal	42 013
Comunal	76 420
Privada	16 389
Total	134 822

Cuadro 5.13 Especies permitidas para su manejo en las UMAS michoacanas.

Nombre científico	Nombres comunes o grupos	No. de municipios
<i>Ambystoma dumerillii</i>	Achoque	1
<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo	
<i>Carduelis notata</i> , <i>Passerina amoena</i> , <i>Amazona fischeri</i> , <i>Cyanocorax sanblasianus</i> , entre otras	Aves canoras y de ornato	7
<i>Agapornis rosicollis</i> , <i>A. personata</i> , <i>Nymphicus hollandicus</i> , entre otras.	Aves de ornato exóticas	2
<i>Struthio camelus</i>	Avestruz	17
<i>Ammotragus lervia</i>	Borrego de Berbería	1
<i>Ovis musimon</i>	Borrego muflón	1
<i>Cephalocereus senilis</i> , <i>Mammillaria gigantea</i> , entre otras.	Cactáceas y suculentas	1
<i>Cervus elaphus</i>	Ciervo rojo	5
<i>Nasua nasua</i>	Coatí	3
<i>Crocodylus acutus</i>	Cocodrilo de río	3
<i>Philortyx fasciatus</i>	Codorniz rayada	1
<i>Sylvilagus cunicularius</i>	Conejo	2
<i>Canis latrans</i>	Coyote	2
<i>Crocodylus moreleti</i>	Cocodrilo prieto	1
<i>Dromaius novaehollandiae</i>	Emú	2
<i>Phasianus colchicus</i>	Faisán	1
<i>Felix rufus</i> o <i>Lynx rufus</i>	Gato montés	1
<i>Gopherus agassizi</i>	Tortuga del desierto	1
<i>Tricholoma magnivelare</i>	Hongo blanco	1
<i>Plerotus</i> spp.	Hongos	1
<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana negra	2
<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde	1
<i>Felis concolor</i>	Puma	1
<i>Cattleya skinneri</i> , <i>Cuitlauzina pendula</i> , entre otras	Orquídeas	2
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma de alas blancas	1
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	11
<i>Pavo cristatus</i>	Pavo real	1
<i>Tayasu tajacu</i>	Pecarí o jabalí de collar	2
<i>Pinus martinezii</i>	Pino de Martínez	1
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	25

Cuadro 5.14 Unidades de manejo cinegéticas con tasa de aprovechamiento autorizada en Michoacán (fuente: Delegación de SEMARNAT en Michoacán).

Municipios	Nombre de la unidad	Especies	Superficie aprox. (ha)
Apatzingán	Las Cajas 1	Vcb Ph	333
	Las Cajas 2	Vcb Ph	605
	Acatlán	Vcb Ph	10 988
	Alcalde-Bateas	Vcb Ph	2 788
Arteaga	El Huaricho	Pc Vcb Ph Pab C Co	87
	Rancho Viejo	Vcb	1 171
	Cinegética Morelos	Ph	3 240
	Las Cañas	Ph	3 829
Buenavista	Tomatlán Peña Colorada	Ph	2 522
Churumuco de Morelos	La Loma de Guayacán	Ph Pab	1 193
Coalcomán	Tierra Colorada	Vcb	706
	Casas Viejas	Vcb	1 682
	Contreras I	Vcb Pc	1 155
	Contreras II	Vcb Pc	532
Angamacutiro, Sixto Verduzco y Puruándiro	Bajío Michoacano	Ph	18 144
Susupuato y Benito Juárez	Ejidios Buena Vista y Tremesino	Ph C T A Te	661
Tacámbaro	Cerro El Lindero y La Sanguijuela	Ph Pab Vcb Cr, C	762
Tumbiscatío	Piedras Blancas	Ph	857
Tuzantla	El Venadito	Ph	364
	La Pila y Pueblo Viejo	Ph	173

Simbología: Ph paloma huilota, Pab paloma de alas blancas, Vcb venado cola blanca, Pc pecarí de collar, C conejo, Cr codorniz rayada, A armadillo, T tlacuache, Te tejón, Co coyote.

Cuadro 5.15 Aprovechamientos de palomas silvestres autorizados en Michoacán de 2001 a 2005 (fuente: Delegación de SEMARNAT en Michoacán).

TEMPORADA	CINTILLOS EXPEDIDOS		EJEMPLARES COSECHADOS*	
	HUILOTA	ALAS BLANCAS	HUILOTA	ALAS BLANCAS
2001 - 2002	138	29	4,140	870
2002 - 2003	560	31	16,800	930
2003 - 2004	310	90	10,850	3,150
2004 - 2005	366	71	12,810	2,485

* Datos calculados con base en los límites de posesión establecidos cada temporada y para cada especie.

amoena, *Amazona finschi*, *Cyanocorax samblasianus*) y orquídeas de diferentes especies, paloma huilota (que cuenta con poblaciones residentes y migratorias), pecarí de collar, conejo, paloma de alas blanca, entre otras (cuadro 5.13).

Entre las especies exóticas se encuentran el ciervo rojo (*Cervus elaphus*), el avestruz (*Struthio camelus*), el borrego muflón (*Ovis musimon*), el borrego de Berbería (*Ammotragus lervia*), diferentes aves canoras y de ornato (*Agapornis rosicollis*, *Nymphicus hollandicus*, *Phasianus colchicus*) y el emú (*Dromaius novaehollandiae*) (cuadro 5.13). En Michoacán existen aviarios con grandes producciones de periquitos inseparables (*Agapornis personata*), ninfas (*Nymphicus hollandicus*) y otras especies exóticas que ya cuentan con un mercado cautivo.

Las UMAS cinegéticas tienen una alta demanda por parte de los cazadores deportivos; sin embargo, siendo un esquema de aprovechamiento reciente, todavía hace falta avanzar en el proceso de consolidación de este tipo de unidades. Hasta el año 2004 se contaba con poco más de una veintena de unidades de manejo cinegéticas, que habían contado por lo menos con una autorización de cacería de especies como paloma huilota, paloma de alas blancas, venado cola blanca, pecarí de collar, conejo, armadillo, tlacuache, tejón y coyote. Estas unidades se encuentran en una superficie de 53 281 hectáreas, siendo las más extensas las conocidas como Bajío Michoacano y Acatlán, con 18 144 y 10 988 hectáreas, respectivamente (cuadro 5.14).

Los principales problemas de todo tipo de UMAS radican en los canales de comercialización y mercados, puesto que al comercializar las especies de manera legal aumentan los costos y así resulta difícil competir con los procesos ilegales. Esta situación se está comenzando a revertir a medida que se inspecciona y sanciona a las comercializadoras de estos productos, teniendo como consecuencia que solo adquieran ejemplares que cuenten con la documentación que acredite la procedencia legal, por lo tanto, en un futuro, los productores podrán competir en el mercado nacional e internacional. El esfuerzo de las UMAS se enriquecerá con la experiencia y la consolidación paulatina de los instrumentos legales, financieros y administrativos que se deberá impulsar en diversas instancias del sector público, social y privado, conjuntamente con la participación de la sociedad.

Es importante resaltar que hasta antes de la entrada en vigor de la Ley General de Vida Silvestre, la caza deportiva se realizaba sin conocer la condición y estructura poblacional de las diferentes especies que eran sujetas de aprovechamiento. Como antecedente y de acuerdo a datos conservadores proporcionados por la Delegación Federal de la SEMARNAT en la entidad, durante la temporada 1998–1999 se estimó a partir de las cuotas autorizadas para cada permiso de caza, una cantidad cosechada de 136 773 ejemplares al amparo de los permisos expedidos Tipo II Aves y 19 360 ejemplares cobrados con los permisos Tipo III Mamíferos; sin embargo, se desconoce la cantidad por especie o grupo de especies.

A partir de la temporada de aprovechamiento 2001–2002 se estableció como obligación cazar únicamente en UMA, por lo que en esa temporada se inició la autorización de aprovechamientos a las unidades registradas, después de que fuesen aprobados sus planes de manejo y a aquellas que contaban con resultados de muestreos poblacionales. Con base en los aprovechamientos de palomas silvestres registrados en la Delegación de SEMARNAT en Michoacán, se sabe de la cosecha de 44 600 palomas huilota (*Zenaida macroura*) y de 7 435 palomas de alas blancas (*Zenaida asiatica*) en los últimos cinco años.

5.10 Apropiación indígena de la naturaleza

Pablo Alarcón Cháires

Así como Michoacán es reconocido como uno de los cinco Estados del país con mayor riqueza biológica, florece también en su territorio una extensa riqueza cultural indígena representada por cuatro *etnias*: los nahuas, los purépecha, los otomíes y los mazahuas. La presencia de grupos indígenas y territorios biológicamente importantes no es producto del azar; puede ser entendido a la luz de las prácticas tradicionales de manejo de la naturaleza que estas culturas milenarias han desarrollado y que en la práctica ofrecen vías alternativas en el camino hacia la sustentabilidad. El uso eficiente de espacios, materiales, energía y procesos, aunado a una particular percepción del cosmos y un complejo sistema de conocimientos ambientales, entre otras cosas, han permitido a estos pueblos tanto su reproducción cultural como material durante siglos.

Por otro lado, las características fisiográficas de Michoacán sirven de referencia para la delimitación actual de los territorios indígenas: la región Sierra Madre del Sur-Costa Michoacana, al territorio nahua; la región Neovolcánica Purépecha, al territorio purépecha; y la región Oriental Michoacana, al territorio otomí y mazahua. Las diferentes características ecogeográficas de cada una de estas regiones implican el despliegue de diferentes estrategias de apropiación de la naturaleza de estos grupos indígenas.

Basada en la subsistencia, la producción tradicional indígena en Michoacán integra diferentes sistemas productivos, extractivos y *cinagéticos* como estrategia productiva, en la que la producción de maíz de temporal es el eje principal y donde las particularidades de esta producción están determinadas por las características *ecogeográficas* regionales.

En general, el uso de coa, yunta y semilla criolla es la característica común de la agricultura tradicional. El sistema de roza-tumba-quema es practicado por los nahuas aprovechando además los diferentes pisos ecológicos de la región serrana y costera, donde la producción de otros cultivos asociados al maíz, como la calabaza, la sandía, el cacahuate, el frijol y el pepino,

fortalece la autosuficiencia familiar. Para el caso de los purépecha, el cultivo de maíz asociado a la calabaza y al frijol tradicionalmente se hace bajo el sistema "año y vez" y permite el periodo de descanso de la tierra por un año. Durante este tiempo, el terreno es utilizado por el ganado para forrajear a la vez que aporta nutrientes al suelo. En algunos casos todavía se induce el crecimiento de abono verde, como la planta llamada regionalmente *tsirangeramani*, una leguminosa (*Lupinus sp.*) que tiene la propiedad de incorporar nitrógeno al suelo. Los otomíes, además del cultivo del maíz asociado a frijol y calabaza, y dadas las características ecológicas en que esta *etnia* se ha desarrollado, cultivan el maguey, del cual obtienen el pulque, aprovechando además sus fibras para el desarrollo de una rústica industria artesanal de ixtle.

Menos practicada, la agricultura de humedad o de jugo forma parte del esquema tradicional indígena y se desarrolla en la ribera de lagos, ríos, esteros o lagunas costeras, donde la infiltración suministra agua y nutrientes para el desarrollo del cultivo. Por otro lado, los solares familiares, además de complementar la economía doméstica indígena al diversificar la producción agropecuaria (plantas medicinales, comestibles, aromáticas, de ornato, frutales, hortalizas; ganado menor y mayor, y especies semi-domesticadas como el venado, la chachalaca y el jabalí), son un elemento importante en la *conservación* del *germoplasma* regional. Para el caso de los solares nahuas se han registrado alrededor de 30 especies vegetales y 12 animales (Alarcón-Cháires, 2003); en los *ekuaros* (solares purépecha) se tienen registradas 43 especies, que representan el 90% del total de especies que la familia purépecha consume, exceptuando las especies medicinales y alimenticias (hongos y setas) que colecta en el campo, y algunas otras que compra en comercios locales (Alarcón-Cháires, 2001). En el patio o huerto mazahua se han registrado 33 especies vegetales con uno o más usos.

La ganadería tradicional indígena está encaminada al autoconsumo y la utilización como medio de tracción y transporte. Su carácter extensivo permite el libre forrajeo

de los animales en los ambientes silvestre y urbano, actividad que generalmente es regulada por la propia comunidad para garantizar la protección de los cultivos, espacios y materiales familiares.

La producción forestal y la recolección de plantas están encaminadas al aprovisionamiento de insumos energéticos, comestibles, medicinales, artesanales y para la construcción. Durante el desmonte con fines agrícolas, el indígena nahua se aprovisiona de leña y plantas medicinales, a la vez que realiza ajustes en la distribución, la diversidad y la abundancia de determinadas especies silvestres en su parcela, según la estrategia productiva para ese año de siembra. El manejo del bosque por el indígena purépecha, está íntimamente relacionado con la ganadería y la agricultura; el manejo tradicional, por ejemplo, puede implicar la colecta de plántulas de pino al pie del "árbol tata" (árbol alto y de fuste recto y vigoroso) para reforestación o los cortes de madera según la fase lunar. Para el otomí, la producción de carbón es importante dentro de su estrategia productiva.

La cacería resulta ser un complemento dietético y económico esencial dentro de la economía familiar indígena. Para el caso de la región nahua, la extensión, el aislamiento y la diversidad ecogeográfica de su territorio permiten que la cantidad y la diversidad de especies potencialmente aprovechables sea grande. En esta región, los animales silvestres más consumidos son las iguanas, el venado, el jabalí, la chachalaca y las palomas. Para los otros grupos indígenas, las posibilidades son menores y se restringen a aves (patos y palomas silvestres), mamíferos (ardilla, tejón, tlacuache, jabalí y venado) y algunos reptiles.

La producción pesquera se encuentra fuertemente arraigada entre los nahuas y los purépecha. La pesca de peces, reptiles, crustáceos y moluscos, principalmente, ha sido de gran importancia para la economía de los pueblos nahuas de la costa de Michoacán desde tiempos prehispánicos. Si bien la actividad pesquera comercial y las artes que ésta implica son recientes en la región nahua, la pesca tradicional y artesanal se ha practicado desde siempre con fines de autoconsumo en los diferentes ambientes acuáticos y húmedos del litoral michoacano. Los purépecha, por su parte, han desarrollado un

complejo sistema de conocimientos ambientales y *etiológicos* de las especies pesqueras, que les permiten tener mejores resultados durante su captura. El Lago de Pátzcuaro, el de Zirahuén y diferentes cuerpos de agua ubicados en la ciénega de Zacapu han sido el marco ambiental para el aprovechamiento de especies como el achoque, el pez blanco, el charal, crustáceos y algunas especies vegetales de uso artesanal.

Sin embargo, este esquema tradicional ha sufrido fuertes transformaciones, y muchas de las actuales prácticas agropecuarias y forestales están contribuyendo al deterioro ambiental regional. El proceso de agroindustrialización basado en fertilizantes químicos, plaguicidas, variedades genéticamente mejoradas y tracción mecanizada de la parcela indígena, no únicamente ha implicado la transformación de la producción tradicional, sino que también el maíz, uno de los ejes de la cultura indígena, está siendo substituido por otros cultivos que tienden a la producción de *forraje* animal y al abastecimiento del mercado internacional en lugar de la satisfacción de las necesidades alimentarias humanas de región. Los solares campesinos están en proceso de pulverización por efecto de la modificación de las características de la vivienda indígena ante la carencia de espacios físicos para albergar a nuevas familias y en proceso de crecimiento. En algunos casos, como en la región nahua, la brusca inserción de este grupo en el resto de la sociedad mexicana ocurrida durante la década de los años 1980 con la construcción de la carretera costera, modificó el esquema productivo regional, en donde el proceso de deterioro ambiental, las invasiones de tierras o las nuevas actividades productivas como el turismo de masas están perfilando una sociedad más diferenciada en un entrono natural más degradado. Es decir, la pujante inercia global ha trastocado estas culturas milenarias y con ello al ambiente en donde habitan.

Afortunadamente y como contrapeso a esta inercia, diferentes experiencias exitosas de manejo de recursos naturales en ejidos y comunidades indígenas del país permiten vislumbrar otra expresión del desarrollo en el que la amalgama de conocimiento y prácticas del esquema tradicional y del moderno ofrece una vía más congruente para el arribo a lo que ahora es la utopía de la sustentabilidad.

Recuadro 5.11
Conocimiento purépecha de la naturaleza.

Pablo Alarcón Cháires

El indígena purépecha posee sobre su entorno natural un sofisticado conocimiento que aplica durante el proceso de apropiación de la naturaleza. En el caso del clima, por ejemplo, además de poseer un vocabulario específico en su lengua para diferentes fenómenos meteorológicos, es capaz de realizar acertadas predicciones de heladas y lluvias a través de la lectura de la dirección y la intensidad del viento.

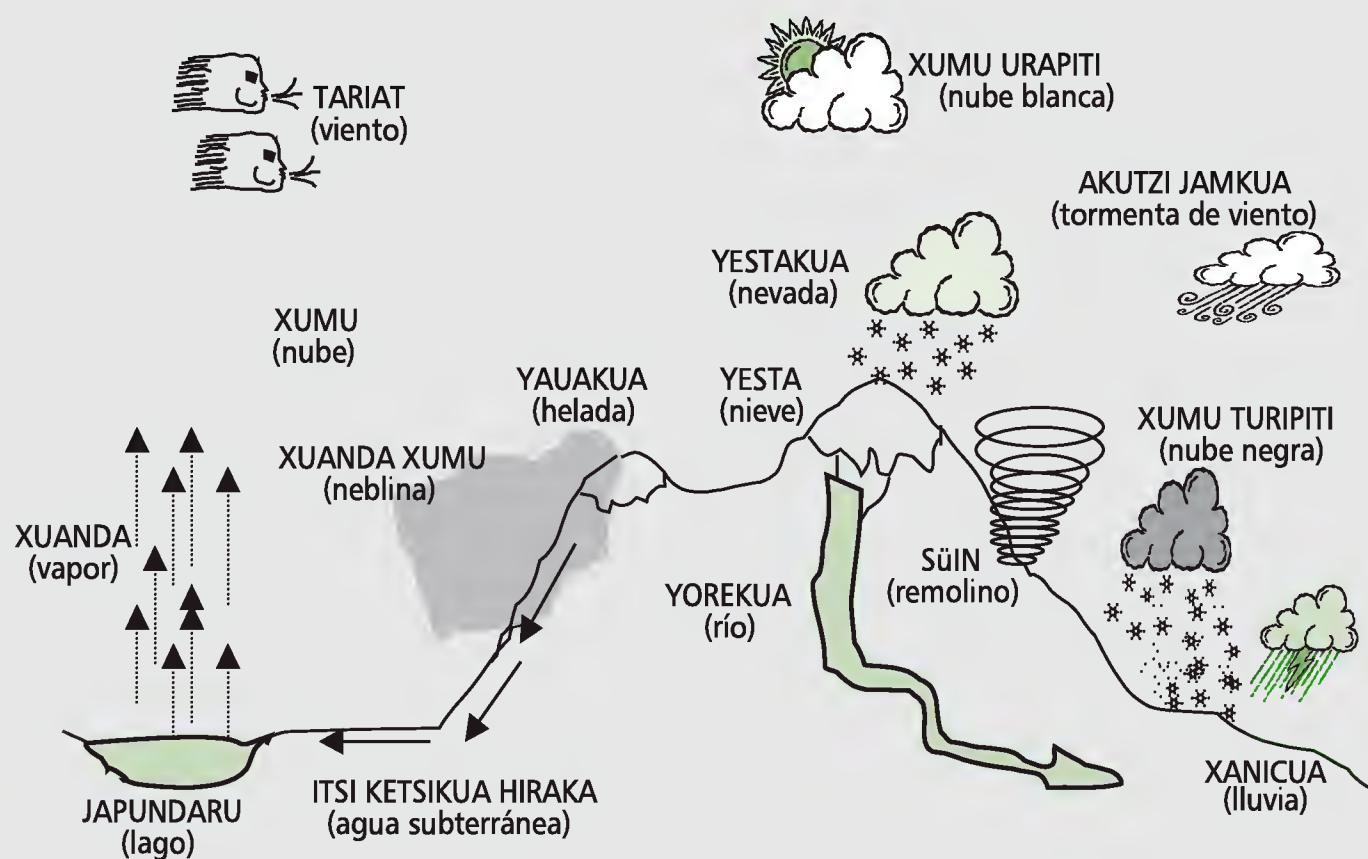


Figura 1. Nomenclatura purépecha de fenómenos meteorológicos del ciclo hidrológico, según Barrera (1988).

De acuerdo con Barrera (1988), los purépecha poseen un conocimiento sobre los suelos de la región, que les ha permitido desarrollar un sistema de clasificación incluso más preciso que el propuesto por la FAO (Food and Agriculture Organization). En esta clasificación de suelos, utilizan como criterios principales la textura y el color. También distinguen y nombran 24 comunidades vegetales, entre las que se incluyen bosques con distintas especies de encinos, pinos y oyameles, así como sus diferentes usos (Contreras y Osorio, 1985).

Se calcula que 400 especies de plantas tienen su nombre en purépecha y 224 son utilizadas para diversos fines en la ribera del Lago de Pátzcuaro (Caballero y Mapes, 1985). La clasificación purépecha de las plantas utiliza como criterios las formas de vida, textura, color, consistencia, tipo de flor y frutos, forma de las hojas, origen de la planta, hábitat, presencia de nutrientes en el suelo, parecido físico de la planta con algún animal y propiedades físicas y químicas de las plantas. También existe una nomenclatura para diferentes tipos de semillas y especies (Prado, 1988). Los purépecha definen a los hongos como *echeri uetsikuaro enganaka*, que significa «nacido de la tierra»; para ellos, el hongo no es una planta sino una flor de tierra, debido a que no tiene hojas (Mapes *et al.*, 1981). Esta observación coincide con el criterio utilizado por la ciencia occidental en el primer nivel de su clasificación, ya que los agrupa como *fungi*, que en latín significa «florecimiento o excrecencia de la tierra».

Argueta y colaboradores (1982) mencionan la existencia de casi cincuenta variantes distintas de maíz criollo, agrupadas en más de una docena de variedades en la región purépecha. Mapes (1987) por su parte reconoce 16 razas y menciona que cada una ha sido nombrada específicamente en lengua purépecha.

Además del complejo sistema de nomenclatura, la etnozooloía purépecha incluye conocimientos que explican las relaciones tróficas entre los vertebrados, conocimiento que incluye horarios alimentarios, estrategias de cacería de los carnívoros y rutinas de almacenamiento de roedores y aves, entre otros (Argueta, 1988).

5.11 Los recursos naturales como materia prima de uso artesanal

Amalia Ramírez Garayzar
Eva María Garrido Izaguirre

La habilidad y la destreza de los artesanos michoacanos resulta una de las características más evidentes del panorama cultural de este Estado, junto con la gran variedad de ramas artesanales que en la actualidad se elaboran, principalmente en las regiones donde se localizan los pueblos indígenas: el purépecha, el mazahua y el nahua, aunque no debemos menoscabar las aportaciones de una importante cantidad de localidades mestizas que también desde hace siglos han marcado la impronta de la diversidad de la artesanía michoacana. Para buscar los orígenes de esta diversidad nos remitiremos a las fuentes documentales, que nos proveen de valiosa información acerca de la utilización de recursos naturales para la fabricación de artesanías en el pasado de Michoacán.

5.11.1 Las artesanías en las fuentes documentales: siglos de manejo de recursos

A finales del siglo XV y principios del XVI, en el señorío tarasco, cuyo centro administrativo y religioso se situaba en la porción central del actual Estado, se desarrollaban muy diversos oficios artesanos. Existía en el reino una política tributaria que a través de una burocracia de tipo piramidal redistribuía los productos agrícolas, la pesca y los objetos manufacturados que se obtenían de ambientes muy diversos, por lo que la abundancia y la variedad de productos fue una característica que llamó la atención de los primeros cronistas del reino. El texto fundamental para conocer las antigüedades de este pueblo, la *Relación de Michoacán*, del franciscano Jerónimo de Alcalá (1540), nos ofrece algunos aspectos importantes de la actividad artesanal de los tarascos antiguos Alcalá (2000); aquí se

describe específicamente la división social, en la que se incluyen los oficios artesanos y –sobre todo– el aparato burocrático que los organizaba y controlaba.

Sobre los encargados de la administración, relata que “Hay otro llamado *piróvaqua vandari* que tiene cargo de recoger todas las mantas que da la gente, y algodón para los tributos y éste todo lo tiene en su casa y tiene cargo de recoger los petates y esteras de los oficiales para las necesidades del común [...] Había otro llamado *cacari*, diputado sobre todos los canteros y pedreros [...] Había otro llamado *vsquarecuri*, diputado sobre todos los plumajeros que labraban de pluma los atavíos de sus dioses y hacían los plumajes para bailar [...] Había otro llamado *curinguri*, diputado para hacer atabores y atabales para sus bailes; y otro sobre todos los carpinteros [...] Había otro llamado *cherénguequa vri* diputado para hacer jubones de algodón para las guerras [...] Había otro diputado sobre todos los que pintaban *xicales*, llamado *vrani atari* [...] Otro sobre todos los pintores, llamado *chúnicha* [...] Otro diputado sobre los olleros [...] Otro sobre los que hacen jarros y platos y escudillas llamado *hucaziqua vri*” (Alcalá, 2000: 560-563).

Lo anterior nos hace ver que los oficios estaban organizados, y que los funcionarios que los controlaban debieron mantener un censo o registro de quiénes ejercían qué profesión. Si bien no se hace manifiesto el que los gremios pertenecieran a poblaciones específicas, esto es muy probable debido al acceso a las materias primas que proveen los diferentes ambientes físicos de las regiones. Así, las poblaciones ribereñas del Lago de Pátzcuaro debieron dedicarse al trabajo de las fibras vegetales que ahí crecen, como la chuspata o el tule (cuadro 5.16); igual podemos decir de las comunidades de las selvas bajas que al estar pobladas de guacamayas y loros, estarían dedicadas a la colecta de plumas para los objetos suntuarios que reclamaba el señorío.

El tejido de mantas era una actividad absolutamente femenina, desde la producción de hilo, teñido y tejido de distintas fibras, principalmente el algodón, que lo había blanco y de color café. También había una producción importante de textiles de fibras de agaves, como el *ixtle*, cuyo uso en prendas de vestir paulatinamente ha decrecido hasta desaparecer, y se ha mantenido aunque en forma mínima para la elaboración de cordelería, lo que llamamos *mecates*. La especialización de género era algo común a toda Mesoamérica, pero definitivamente no se le ha dado la importancia que merece a esta capacidad productiva de las mujeres indígenas prehispánicas, puesto que sabemos que las mantas sirvieron como tributo de muchas poblaciones, y lo que es más, fueron utilizadas como moneda (De Rojas, 1993).

Cuadro 5.16 Algunas fibras vegetales utilizadas en la actualidad en el Estado de Michoacán para la elaboración de artesanías.

Familia	Especie	Nombre comunes
Agavaceae	<i>Agave lechugilla</i>	Ixtle, lechugilla
Arecacea	<i>Brahea dulcis</i>	Palma de abanico, palma dulce, palma apache
Cyperaceae	<i>Schoenoplectus californicus</i> <i>Schoenoplectus tabernaemontani</i> <i>Scirpus validus</i>	Tule, patsimu Tule, patsimu Tule
Poaceae	<i>Olyra latifolia</i> <i>Triticum aestivum</i>	Carrizo Trigo
Salicacea	<i>Salix humboldtiana</i>	Sauz
Typhaceae	<i>Typha latifolia</i> , <i>Typha domingensis</i>	Chuspata

La mano de obra femenina en aquellos tiempos fue fundamental para el sostenimiento de la economía tributaria del señorío tarasco e incluso después de la Conquista, pues en los primeros decenios del siglo, los españoles consintieron en mantener esta especie por tributo, habida cuenta de lo escaso de la moneda metálica.

Los cronistas de las órdenes religiosas que evangelizaron la provincia hicieron homenaje a la habilidad manual del tarasco. Fray Diego Basalenque, al describir la historia de la fundación del convento de Tiripetío, que inició su construcción en 1537, y del ordenamiento del pueblo de indios (Historia de la Provincia de San Nicolás de Tolentino de Michoacán), nos señala que los ministros de la orden agustina no perdieron detalle en cuanto a los oficios:

“En lo que más se esmeraron los primeros Ministros por evitarles ociosidad a que son inclinados [...], fue que aprendiesen todos los oficios, que son necesarios para vivir en policía, trayendo oficiales de fuera, que les enseñasen la sastrería, a que todos generalmente se inclinaron, porque luego se vistieron de paño, al modo español; [...] Enseñáronles la carpintería, con la facilidad de las maderas que tenían [...] y obraban muy bien, hasta hacer muy buenos escritorios y cosas pulidas. Aprendieron la herrería, en que hubo algunos muy primos, porque en general el ingenio de el tarasco, excede al de los otros indios de otras provincias; eran tintoreros, pintores [...] En lo que más se aventajaron fue en la cantería y samblaje, porque [...] se escogieron buenos oficiales españoles, de que ya había abundancia en la tierra, enseñáronles bien [...]. Al fin fue Tiripetío la escuela de todos los oficios para los demás pueblos de Michoacán [...]” (De la Torre, 1998: 509-510).

Este texto nos da muestra de que los artesanos españoles que contrataban los frailes enseñaron sus oficios a los indios. La sastrería era un oficio desconocido para el mundo indígena, pues ya dijimos que la provisión de ropa para vestir y cubrirse era cosa de mujeres; así, los hombres empezaron a confeccionar una nueva suerte de vestimenta, con géneros no utilizados antes y con diseños de español. El paño, es decir, el género de lana, fue trabajado a partir de la introducción de ovejas en América por los españoles; los zapatos de cuero y la talabartería, igualmente, a partir de que se empezaron a establecer las estancias ganaderas en la Nueva España y en la Provincia de Michoacán. Otro que alaba las calidades del tarasco es fray Alonso de Larrea, franciscano criollo, cronista de la orden seráfica en la provincia de Michoacán:

“Son eminentes en todos los oficios [...] particularmente en la escultura [...], son [...] eminentes pintores [...]. En la fundición, fueron en su antigüedad

los inventores de ella; [...] Y así, después de la conquista nuestros frailes, trayéndoles maestros de todos oficios, se consumaron en la fundición [...] En los demás oficios salieron perfectísimos con que dieron en hacer de todos géneros muy grandes empleos y atravesar toda la Nueva España; y así está asentado trato general en esta Provincia, de ropa de la tierra, jarcia y otros géneros muy corrientes y necesarios”. El padre Larrea no duda en enaltecer también los primores hechos de pluma, la escultura ligera de tipo religioso (pasta de caña de maíz), y la llamada pintura de Peribán, hoy conocida como maque (De la Torre, 1998: 551).

Franciscano también, el padre fray Isidro Félix de Espinosa hace otro documento en su calidad de cronista de la orden, destacando la figura del evangelizador fray Juan de San Miguel, quien en el siglo XVI recorrió la Provincia de Michoacán, congregando a los indios en pueblos, de los que fundó muchos, para su mejor conversión. Relata Espinosa del ilustre evangelizador:

“Luego que los tenía congregados, emprendía la fundación, dividiéndola en calles, plazas y edificios, que aunque no eran muy costosos, eran de mucha decencia y servían de ornato al nuevo pueblo. Instruíanles en el modo que habían de observar en su gobierno, componiendo sus repúblicas y trayendo maestros de todos oficios para que los aprendiesen y así salieron los tarascos tan grandes oficiales”. (De la Torre, 1998: 598).

El papel del obispo Vasco de Quiroga en la enseñanza de actividades productivas a los indígenas congregados en nuevos pueblos fue tan importante, que la tradición le atribuye el ser quien personalmente enseñaba oficios a los nativos michoacanos. No obstante, como indica Francisco Miranda (1997:35), podemos ajustar un poco el mito, y resolver que es a él a quién se debe el ordenamiento de una economía regional complementaria, al distribuir los “destinos” de los pueblos y los mercados donde circularon los productos elaborados en cada comunidad.

La Colonia trajo cambios fundamentales no sólo en la administración del territorio, sino también en las políticas extractivas de las riquezas. Se puso acento en la minería y se crearon nuevos oficios, los cuales eran necesarios para mantener a la población de origen español y a las nuevas castas. Así, no sólo se dieron cambios en las materias primas, sino también en la tecnología para su manufactura. La lana y el telar de pedales; los cueros y la curtiduría; la loza engretada o vidriada y los hornos de tipo mediterráneo; los óleos para decorar objetos, principalmente de madera; el hierro y sus técnicas de forja; la carpintería con sus herramientas de metal para producir mobiliario desconocido antes;

los estofados, las fraguas alimentadas con leña, para el trabajo de cobre trabajado al martillo, y otras tantas técnicas y herramientas que modificaron para siempre el panorama artesanal de Michoacán.

5.11.2 Técnicas artesanales y recursos naturales de origen prehispánico

Ha habido una serie de trabajos artísticos y artesanales originarios de Michoacán, que desde muy temprano fueron reconocidos como dignos de admiración y aprecio por propios y extraños: nos estamos refiriendo a la pasta de caña de maíz, al maque y al arte plumario. Hay literatura suficiente que ilustra el complejo proceso técnico de estas artesanías, pero pondremos el acento aquí sobre las materias primas que se empleaban para hacerlas.

En primer lugar, la pasta de caña era un material utilizado en la elaboración de esculturas ligeras de las deidades tarascas, lo que facilitaba su traslado en contextos de guerra, principalmente. Por su ligereza, la técnica se adoptó en la Colonia para la elaboración de imágenes religiosas procesionales. La pasta de caña estaba hecha principalmente de la caña de maíz, planta fundamental para entender la cultura mesoamericana de antes y la mexicana de la actualidad. Naturalmente, el maíz era cultivado, pero la preparación de la pasta incluía otros componentes silvestres, algunos endémicos. Como pegamento se empleaba el jugo y la materia de una de varias orquídeas posibles, como la flor de corpus, la flor de ánimas o el *tatzingueri* o limoncito. También se

refiere el uso de la baba de nopal³. Como insecticida se incluía el jugo de la hierba de mula, y actualmente se utiliza la flor de nochebuena (cuadro 5.17).

Por su parte, el maque se empleaba en la decoración de jícaras (calabazos de distintos tamaños) y en piezas de importancia ritual y jerárquica, como el guaje que portaba el *petámuti* o sacerdote principal del culto de la religión tarasca. Se aplicaba también sobre objetos de madera. Se utilizaban tierras naturales, la grasa extraída del cuerpo de la hembra del insecto conocido como aje (*Llaveia axin*) y el aceite de chía o chicalote, así como pigmentos naturales provenientes de la grana cochinilla (*Dactylopius coccus*), que proporciona tonos de rojo, del añil que da distintos tonos de azul, y tierras de distintos colores que proporcionaban a los artesanos una amplia paleta cromática para realizar sus obras (cuadro 5.18).

El arte plumario se empleaba para realizar objetos suntuarios y de distinción social (como rodela y capas) en la sociedad tarasca. En la Colonia fue también utilizado para el ornato de ropajes litúrgicos de las altas jerarquías de la Iglesia Católica. En su elaboración se empleaban plumas de colores de una gran variedad de aves, mismas que se fijaban a superficies diversas con la cera de abejas nativas. Existen referencias de que también las plumas podían ser teñidas con colorantes naturales.

En la actualidad, estas técnicas siguen vigentes aunque con cambios y adaptaciones en el uso de los recursos naturales derivados de la escasez de algunos de ellos. En el caso del maque, las tierras se han ido sustituyendo progresivamente por el uso de yesos, el aceite de chía por el de linaza, mientras que la ruptura de las redes de comercio regional del aje ha provocado su importación desde otras regiones de México. Por su parte, es evidente que el arte plumario se ve limitado por el difícil acceso de los artesanos a la materia prima, plumas que han sido sustituidas por las de ave de corral pintadas con pigmentos industriales. La pasta de caña tiene su dificultad ligada a la protección de especies como las orquídeas de la región del Lago de Pátzcuaro, lo que ha llevado a artesanos e instituciones de fomento de las artesanías a implementar acciones de reproducción y manejo sustentable de dichas especies para su uso artesanal.

Mención aparte merece la utilización de tintes naturales de origen animal y vegetal referida en las fuentes desde la época prehispánica, fundamentalmente en los textiles tejidos en telar de cintura con fibras blandas o duras. Este acervo de conocimientos no se perdió durante la Colonia, cuando tintes como el añil y la grana cochinilla fueron objeto de mercado altamente cotizados por la

Cuadro 5.17 Especies de plantas utilizadas en la elaboración de esculturas de pasta de caña en el Estado de Michoacán.

Familia	Especie	Nombre comunes
Cactaceae	<i>Opuntia spp.</i>	Nopal
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia pulcherrima</i>	Nochebuena
Orquidaceae	<i>Cattleya citrina</i> <i>Laelia autumnalis</i> <i>Laelia speciosa</i>	Tatzingueri (orquídea limoncito) Orquídea o flor de las ánimas Orquídea o flor de Corpus
Solanaceae	<i>Cestrum confertiflorum</i>	Hierba de la mula

Cuadro 5.18 Especies utilizadas en la técnica del maque en el Estado de Michoacán.

Familia	Especie	Nombre comunes
Bignoniaceae	<i>Crescentia alata</i>	Guaje cirían
Lammiaceae	<i>Salvia hispanica</i> <i>Amaranthus hypochondriacus</i>	Chía Chía de chopata
Linaceae	<i>Linux usitatissimum</i>	Linaza
Papaveraceae	<i>Argemone mexicana</i>	Chicalote
Dactylopiidae	<i>Dactylopius coccus</i>	Grana cochinilla
Margaroridae	<i>Llaveia axin</i>	Insecto aje

³ En lo referente a pegamentos naturales, ver Martínez, 1997.

administración colonial. Hasta la fecha, en comunidades indígenas, principalmente pertenecientes al pueblo náhuatl de la costa de Michoacán, se siguen extrayendo tintes de especies como el caracol púrpura (*Plicopurpura pansa*), las maderas de moralete (tonos amarillo), sangualica (tonos marrones rojizos), tapincerán (tonos marrones), palo de Brasil (tonos rojos), la corteza y cáscara de la fruta del granado (tonos amarillos) y una amplia variedad de maderas, flores y frutos que provee la selva baja caducifolia. Las mujeres purépecha también tiñen sus hilos pero con especies como el nogal, la flor de cempasúchil, y al igual que las anteriores, las especies que se encuentran en el medio ambiente circundante (cuadro 5.19).

Tanto el añil como la grana cochinilla han dejado de producirse regionalmente, si bien existen programas institucionales de recuperación de estos dos tintes cuya importancia fue fundamental para el comercio nacional hasta principios del siglo XX, cuando se sustituyeron por tintes industriales (ver recuadro 5.11).

5.11.3 Artesanía y cultura

Pensar en las materias primas de uso artesanal es pensar en maderas, fibras y tierras que se emplean en la elaboración de piezas en culturas determinadas. Cada máscara, olla bruñida, sombrero o petate tiene una función, y resuelve las necesidades materiales, espirituales y recreativas del vivir diario individual y colectivo (Rubín de la Borbolla, 2004).

La artesanía surge como respuesta a dichas necesidades: el cántaro se requiere para almacenar el agua, la olla para cocer los alimentos, el petate para dormir y el guanengo para cubrirse. Son piezas que tienen una función práctica y que suelen surgir allí donde el medio circundante provee las materias primas necesarias para su elaboración: cerca de las minas de barro o del lago donde crece la chuspata. Esta última afirmación puede parecer muy determinista, pues es cierto que muchas de las ramas artesanales desarrolladas en el Estado de Michoacán requieren para su elaboración materiales que no son originarios del contexto en el que se producen: la greta, la pintura de aceite, el aje; pero también es cierto que su vocación artesanal se definió en gran medida por el fácil acceso a la materia prima principal con la que se realizan las piezas.

Hemos dicho que la artesanía surge en primera instancia porque se necesita. Si no hay tuberías, entonces hay cántaros; si hay maíz, hay comales y metates. Pero las necesidades no son sólo prácticas. La cabeza de un armadillo esculpida en el metate no añade ninguna cualidad práctica al mismo; la función de este elemento decorativo es meramente estética. Ambas funciones, la práctica y la estética, suelen estar resumidas en un mismo

Cuadro 5.19 Algunas especies de plantas y animales utilizadas actualmente en el teñido de textiles en el Estado de Michoacán.

Familia	Especie	Nombre comunes
PLANTAS		
Annonaceae	<i>Annona purpurea</i>	Anón (anona morada)
Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i>	Coco, palma de coco
Asteraceae	<i>Tagetes erecta</i>	Flor de cempasúchil
Fabaceae	<i>Acacia angustissima</i> <i>Acacia pennatula</i> <i>Calliandra grandiflora</i> <i>Inga jinicuil</i> , <i>I. eriocarpa</i> <i>Indigofera suffruticosa</i> <i>Lysiloma acapulcensis</i>	Hizache Huizache Cabello de ángel Vaina, vainillo Añil Tepehuaje, tepeguaje
Leguminosae	<i>Hematoxylon brasiletto</i>	Palo de Brasil
Malvaceae	<i>Gossypium hirsutum</i>	Algodón americano
Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i>	Moralete, moral, chijchijtli
Punicaceae	<i>Punica granatum</i>	Granada
Sapindaceae	<i>Matayba domingensis</i>	Meztle
ANIMALES		
Dactylopiidae	<i>Dactylopius coccus</i>	Grana cochinilla
Margaroridae	<i>Llaveia axin</i>	Insecto aje
Muricidae	<i>Plicopurpura pansa</i>	Caracol púrpura

objeto artesanal, objeto que a la vez que transmite un mensaje cultural también cumple una función utilitaria.

¿Por qué destacar este aspecto? No sólo porque evidencia la relevancia de estas piezas más allá de su carácter funcional, sino porque la decoración y el embellecimiento de bateas, ollas, platos o blusas, reflejan en muchas ocasiones el entorno circundante. En Cachán de Echeverría, población costera, se modelan caracoles e iguanas; en Huáncito se pintan los cántaros con flores y aves locales con diseños estilizados. Cada uno de estos elementos es elegido; su corpus de imágenes no se limita a los motivos que ofrece la naturaleza y se seleccionan entre otros muchos porque cumplen con el gusto estético comunitario. Son estos motivos los que representan a la comunidad hacia el exterior, y es con éstos y no otros, con los que ésta quiere ser identificada. Con todo, la flora y fauna del lugar se dibuja, se esculpe o se borda en las piezas artesanales a modo de catálogo de especies locales.

5.11.4 Los usos rituales

La mayoría de las artesanías michoacanas que conocemos se orientan a un mercado local o regional que responde a una demanda regular; sin embargo, hay artesanos cuya producción es estrictamente temporal y coincidente con tiempos concretos de carácter festivo o ritual. Nos referimos a piezas como las máscaras de madera, los copaleros o candeleros de barro vidriado,

los arreglos de cera escamada, los petates, los equipales (cuadro 5.20) o las palmas de ramos, piezas que se emplean ocasionalmente en un ámbito distinto al cotidiano y que en casos como el de las máscaras y la cera escamada, son elaboradas por artesanos especializados en los tiempos rituales.

En muchas danzas purépecha la máscara es un elemento fundamental. La máscara transforma, es el signo por el que un danzante se convierte en corcobí, en negro, en viejo, en «puke» o en «feo» (Garrido, 2002). En el contexto de una celebración, religiosa o no, la danza es uno de los momentos públicos más importantes, observada y juzgada por la comunidad; de ahí la importancia que tiene la representación en sí y cada uno de los elementos que la conforman, entre los que destacan la máscara y la indumentaria. Esta última comúnmente es elaborada por mujeres ligadas a los danzantes de una u otra manera, madres, novias o esposas son las que suelen pasar horas bordando y agregando listones o lentejuelas a los trajes que se lucirán el día de la fiesta. El traje de un danzante se elabora al interior de la comunidad como una de las manifestaciones estéticas que encajan mejor en esa definición de «arte popular» que habla de un arte del pueblo y para el pueblo.

Algunos mascareros, como los de Tócuaro y Uruapan, se dedican de tiempo completo a la elaboración de máscaras que han representado al Estado de Michoacán en galerías y museos de México y el extranjero. Pero lo habitual es que la mayoría de los mascareros purépecha se dediquen de forma secundaria a esta ocupación, trabajando solamente en los tiempos previos a las celebraciones para cubrir la demanda regional o comunitaria. Cada máscara es una pieza en la que se conjunta la habilidad técnica para crear una obra duradera y ligera, con la intención estética de crear una obra que refleje la expresividad requerida por el personaje.

En estas máscaras, elaboradas con madera de aile o colorín por su suavidad y ligereza, se concentran no sólo el prestigio del mascarero al interior de la

comunidad sino del encargado y patrocinador de la danza, quien asume la responsabilidad de atender a una imagen religiosa y celebrar la fiesta en su honor. El suyo es un cargo religioso, una inversión en prestigio que es juzgada por su comunidad principalmente el día de la fiesta en la que se expone su buen hacer como carguero. De ahí la importancia que tiene cada uno de los elementos que intervienen en la celebración y por ende la de sus autores.

Fijemos nuestra mirada en otro ejemplo. El petate es una de las piezas que mejor ilustra el caso de ciertos objetos cuyo uso es tanto cotidiano como ritual, usos que conserva desde la época prehispánica, cuando se encontraba en el tianguis y estaba al alcance de todos, a la vez que era un elemento con el que se demarcaba el espacio para diversos rituales. El *petatl* o estera se menciona en las fuentes coloniales y en códices prehispánicos tanto en su uso cotidiano como ceremonial. Fray Bernardino de Sahagún destaca el uso de los petates en el capítulo dedicado al “asentamiento de los señores” en su *Historia General de las Cosas de la Nueva España*, donde afirma que “usaban también por estrados unos petates muy pintados y muy curiosos, que llamaban alaucapétatl” (Sahagún, 1977); ésta es una de las muchas referencias que hace a los petates, unos “bastos y ruines”, otros “lindos y escogidos”, petates hechos de “juncias o palma”, cuadrados, pintados, largos y angostos, que se vendían en los tianguis. Había petates para dormir pero también los había para el asiento de los señores y el entierro de principales como el Cazonzi tarasco, cuya tumba se forraba con petates.

Estas funciones se mantienen hasta la fecha. Los petates, elaborados con el tule que nace en la ribera del Lago de Pátzcuaro, se hacen grandes y sencillos si se utilizan para dormir; pequeños si se emplean para recoger la basura y vistosos en su diseño si se emplean para recibir una imagen religiosa. El petate, en el ámbito ceremonial de muchas comunidades indígenas del país y entre los purépecha de Michoacán, sigue siendo un elemento delimitador del espacio ritual.

Estas piezas también se utilizan para recibir la ofrenda de un difunto: la fruta, la calabaza, el copal o las velas, y para estos dos últimos, los alfareros de Tzitzuntzan, Santa Fe de la Laguna y Patámban elaboran copaleros y candeleros de barro vidriado cuyo uso es exclusivamente ceremonial. Y así lo es también la cera escamada con la que se realizan arcos y cirios decorados a base de hojas, flores y guirnalda de cera, coloreadas para el santo o la virgen del pueblo; o las palmas de ramos que resultan del trabajo hábil y artístico de mujeres artesanas, quienes año tras año transforman cada Semana Santa las hojas de palmeras en esculturas ligeras, piezas que se bendicen y que acompañan a las familias durante el año en sus casas.

Lo visto hasta aquí nos habla de la artesanía como algo más que objetos utilitarios o decorativos. Lo que no

Cuadro 5.20 Especies de plantas utilizadas en la elaboración de equipales en el Estado de Michoacán.

Familia	Especie	Nombre comunes
Annonacea	<i>Xylopiya frutescens</i>	Tamarindillo
Combretaceae	<i>Combretum farinosum</i>	Bejuco
Fabaceae	<i>Caesalpinia platyloba</i>	Coral, teposcuahuitl
	<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	San Miguel
	<i>Inga jinicuil</i>	Algodoncillo
	<i>Lonchocarpus eriocarinalis</i>	Cuero de vaca o palo de aro
	<i>Piscida americana</i>	Matzungo
	<i>Piscida piscipula</i>	Cachumba, zatzumbo
Hypocrateaceae	<i>Hippocratea volubilis</i>	Sacadilla
Poaceae	<i>Stenotaphrum secundatum</i>	San Agustín
Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guazima

vemos, lo que hay detrás de cada pieza, ilustra la significación y la relevancia que tienen las obras y sus creadores dentro de un contexto cultural determinado. Esto es importante de subrayar porque cada vez es mayor el número de especies utilizadas por artesanos que están incluidas en las normas de protección de los recursos naturales, y también son mayores, tanto las limitaciones para su uso como las acciones institucionales implementadas para el manejo sustentable de estos recursos (cuadro 5.21).

Para llevar a cabo estas acciones de forma exitosa es necesario acercarse a los productos artesanales desde la perspectiva de la cultura que las origina, conocer las implicaciones que tendrían dichas acciones no sólo desde el plano económico o productivo, y ser conscientes de que muchas piezas artesanales son más que meros objetos, son obras que portan mensajes, que significan, y de las que difícilmente se puede prescindir. Es decir, dejar de ejercer un quehacer tradicional no es una opción para aquellos que utilizan una técnica artesanal que emplea una especie en peligro de extinción. Es necesario buscar alternativas que contemplen la perspectiva comunitaria y que reconozcan el impacto en cada una de las tradiciones implicadas; solamente así se podrán obtener resultados positivos a largo plazo.

Es importante plantear el nuevo marco en el que están inmersas las artesanías en Michoacán. A los mercados tradicionales de tipo regional se añade ahora el mercado nacional y global. Las artesanías de Michoacán se encuentran en catálogos de comercializadoras nacionales, se pueden comprar a través de internet, las vemos en vitrinas de tiendas dentro y fuera de la República y en acervos de coleccionistas particulares. Es decir, ya no están hechas solamente para el uso comunitario o regional; su mercado y su demanda son mucho mayores, y en consecuencia el uso de las materias primas requeridas para su elaboración también lo es. La leña para las quemas de alfarería, las fibras vegetales del Lago de Pátzcuaro, el caracol púrpura y las maderas tintóreas se explotan más, para cubrir una demanda en aumento.

Trabajar con las comunidades artesanales del Estado para ejercer un manejo sustentable de los recursos naturales es necesario y ya está haciendo; algunas instancias gubernamentales de promoción artesanal están trabajando conjuntamente con los artesanos para asegurar a futuro los recursos naturales necesarios para la elaboración de las artesanías michoacanas. El número de especies utilizadas en cada una de las ramas artesanales⁴ realizadas en el Estado es muy amplio, tanto como el de las acciones necesarias para conciliar su conservación con la explotación artesanal, conciliación que no se puede eludir.

Finalmente, en el disco compacto que acompaña a esta edición se puede encontrar un par de anexos que incluyen información sobre las especies de origen vegetal

utilizadas en la elaboración de las artesanías michoacanas y sobre los lugares en donde se hace uso de éstas. En el anexo 5.20 se cuenta con un listado de 93 especies de 43 familias de plantas utilizadas en diferentes ramas artesanales como los textiles, la laudería, el maque, la pasta de caña, entre otras. En este mismo anexo se encuentra información sobre la parte de la planta utilizada, se dan ejemplos de las artesanías fabricadas y se han adicionado algunos comentarios con respecto a la forma en que se emplean. El anexo 5.20 se elaboró con información de campo inédita de Ramírez y Garrido; además se contó en la revisión taxonómica con el apoyo de los investigadores Xavier Madrigal Sánchez y Lydia Guridi Gómez, de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

El anexo 5.21 es un resumen de los registros para el Estado de Michoacán provenientes de la base de datos SNIB-CONABIO correspondiente al proyecto J002 «Inventario nacional de especies vegetales y animales de uso artesanal» (Bravo, 1999). En éste se enlistan 66 especies de 29 familias de plantas que se utilizan en 57 localidades de 31 municipios en la entidad. Esta base de datos se elaboró a través de la realización de seminarios en cada una de las seis zonas ecológicas definidas por Toledo y Ordoñez (1993), en los cuales participaron artesanos, recolectores de materias primas, investigadores de universidades, centros de investigación, organizaciones no gubernamentales y dependencias de gobiernos (Bravo y López 1999). En el inventario mencionado se encuentra información sobre 666 especies distintas, en donde 541 son plantas y 125 son animales.

En el anexo 5.20 se han identificado cinco especies de plantas que se enlistan en la Norma Ecológica Mexicana (NOM-059-ECOL-2001), bajo alguna categoría de riesgo, sólo una de éstas, la orquídea o flor Corpus (*Laelia speciosa*) es endémica a México (cuadro 5.21).

⁴ La Ley de Fomento Artesanal del Estado de Michoacán de Ocampo contempla 16 ramas artesanales: alfarería, maderas, textiles, fibras vegetales y popotería, juguetería, miniaturas, maque y laca perfilada en oro, metalistería, pasta de caña, papel picado, equipales y talabartería, lapidaria, cerería, arte plumario, vidrio soplado y laudería (Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Michoacán, 13 de marzo de 2000).

Cuadro 5.21 Especies vegetales utilizadas en la elaboración de artesanías en Michoacán enlistadas en la Norma Ecológica Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2001).

Familia	Especie	NOM-059	End.
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i>	A	NE
Betulaceae	<i>Carpinus caroliniana</i>	A	NE
Juglandaceae	<i>Juglans pyriformis</i>	A	NE
Orchidaceae	<i>Laelia speciosa</i>	Pr	E
Tiliaceae	<i>Tilia mexicana</i>	P	NE

NOM-059: A, amenazada; Pr, bajo protección especial; P, en peligro de extinción. End. NE, no endémica; E, endémica.

Recuadro 5.12

Recuperación del cultivo del añil (*Indigofera suffruticosa*).

Flavio Barrera Herrera
Gonzalo Ramírez Anguiano

La Casa de las Artesanías del Estado de Michoacán, con el apoyo técnico del Distrito de Desarrollo Rural 085 La Huacana, inició en 1998 el Programa de Recuperación del Cultivo del Añil, en el que se incluyó la recuperación de la historia oral y la búsqueda de lugares en donde se cultivaba la planta, con el fin de rescatar esta materia prima y dotar con ella a los artesanos michoacanos. En el pasado, el añil era ampliamente utilizado en el teñido de textiles. En los ciclos agrícolas de 1999 a 2003 se logró producir planta para la obtención de semilla aclimatada, y en suficiente cantidad para realizar cuatro pruebas de extracción de colorante en el municipio de La Huacana, Michoacán.

El añil, que quiere decir «color azul», es un colorante natural que se extrae de un arbusto de la familia de las leguminosas (*Indigofera suffruticosa*). La planta llega a medir 3 metros de altura; su tallo es erguido, subleñoso, ramificado y veloso; la raíz es sencilla o tuberosa; las hojas son compuestas con 11 hojuelas oblongas u ovals de 1 a 3 centímetros; las flores, amariposadas, pueden ser amarillas, rosadas o purpúreas; los frutos son vainas oblongas, lisas y encorvadas, que alojan de 5 a 10 semillas angulosas. El follaje se utiliza para extraer la sustancia colorante, antes de que la planta florezca o aun en el momento de la floración.

En Michoacán la utilización del añil se remonta a la época prehispánica; los purépecha lo llamaron *tzitzupu*. Su cultivo prevaleció desde la época de la Colonia hasta principios del siglo XX. Éste ha sido uno de los cultivos comerciales más importantes de la región Tierra Caliente del Estado, ya que además de ser vendido en las ciudades del país en donde existía actividad textil, y transportado a la Ciudad de México para su exportación, su producción estaba ligada de manera muy importante a la producción textil artesanal de artículos elaborados en telar de cintura, principalmente rebozos, así como los realizados en telar de pedal.

Como resultado de la investigación se identificaron diversos factores que podrían favorecer la reintroducción de este cultivo. En el municipio de La Huacana se encontraron antecedentes históricos sobre la importancia de varios sitios en donde se producía el colorante, desde la época de la Colonia hasta la década de 1940. En este municipio también se encontraron personas que habían laborado en el cultivo y el proceso del añil, además de que se pudo localizar añil silvestre; se suma a esto el interés de los campesinos en la reintroducción de la especie. En la región se usa el nombre común de «carne de perro» para el añil; esto, debido a la adaptación que la planta tiene a todo tipo de terrenos. Otras de las ventajas reconocidas son las siguientes: el cultivo no competiría con los ya establecidos, porque podría ser plantada en terrenos ociosos o de baja calidad; el valor del colorante en el mercado es alto; se siembra cada cuatro años; requiere de pocos cuidados; el periodo crítico es cuando la planta es pequeña y compite con malezas que impiden su desarrollo; la extracción del colorante no requiere de la utilización de productos químicos; los desechos se pueden incorporar al suelo para mejorarlo; la demanda internacional de colorantes naturales es alta.

Después de la revisión bibliográfica, de la realización de entrevistas a personas que hablaron de las características agronómicas bajo las cuales se explotó el cultivo y, de la producción de cuatro siembras, se evaluaron las condiciones de precipitación y temperatura y se identificó el paquete tecnológico recomendado para su siembra comercial.

5.12 Fenómenos sociales, sustentabilidad, pobreza y migración

Guadalupe Huacuz Elías

La reflexión que a continuación se presenta tiene como objetivo analizar, en el contexto del Estado de Michoacán, los vínculos de tres de las actuales problemáticas sociales: sustentabilidad, pobreza y migración. Michoacán es un Estado que posee una fabulosa variedad de recursos naturales, algunos de ellos en peligro de desaparición; por tal motivo, los esfuerzos encaminados a la conservación y la preservación tendrían que tomar en cuenta “la voz de los actores mujeres y hombres”, su visión de mundo, sus necesidades y condiciones socioculturales y, al mismo tiempo, fortalecer políticas de conservación encaminadas a mejorar la situación de pobreza, especialmente en las localidades rurales.

Sobre la situación de pobreza, Julio Boltvinik (2003a) señala que el Estado de Michoacán se identifica como la undécima entidad en pobreza rural y la octava en pobreza urbana. De acuerdo al método de *medición integrada de la pobreza* (Boltvinik, 2003b) ocupa el octavo lugar, de peor a mejor, en este aspecto; de hecho, algunos de los municipios rurales michoacanos se pueden comparar con los Estados más pobres del país (Chiapas, Oaxaca y Guerrero).

En este contexto, la reducción de la pobreza tiene una importancia crucial para lograr la sustentabilidad a largo plazo, pues las comunidades pobres difícilmente podrán hacerse responsables de mantener vivas todas las especies, ya que éstas forman parte fundamental de su subsistencia y de su economía doméstica (Huacuz-Elías, 2002).

Una realidad económica estatal determinada por situaciones de pobreza nacional y mundial tiene efectos devastadores para el ambiente. Algunas organizaciones internacionales han señalado que “en términos mundiales la cooperación norte-sur tiene importancia vital para lograr eliminar la pobreza absoluta, y también procurar la equidad de los mercados, mitigar las deudas, prestar asistencia para el desarrollo y efectuar inversiones extranjeras directas” (PAI, 2002).

Por otra parte, el análisis de la migración es importante en el debate sobre sustentabilidad y pobreza en el Estado. Según los datos del XII Censo General de Población y Vivienda del año 2000, Michoacán tiene una intensidad migratoria de retorno del 3.19%, y una intensidad de migración del 80%, sólo superada al nivel nacional por el Estado de Zacatecas (Alba, 2002; INEGI 2001), lo que define a la entidad como un Estado de tradición migratoria relacionada con patrones de migración circular que se desenvuelve, en gran medida, al margen de los marcos legales establecidos.

La migración y la situación transnacional, especialmente de la población masculina, propicia modificaciones en los patrones de cultivo y tenencia de la tierra, cuyas consecuencias tienden a perjudicar severamente el medio. La migración también afecta la carga de trabajo de las mujeres de áreas rurales cuando ellas

tienen que asumir la responsabilidad de las parcelas, especialmente si no tienen hijos hombres jóvenes o mayores de edad o no logran contratar jornaleros para realizar las tareas agrícolas más pesadas.

La pobreza y la migración pueden producir daños locales que se perciben en un bosque destruido para obtener tierras de pastoreo, como en la localidad de El Ticuiz, municipio de Coahuayana (Huacuz-Elías, 2000); en un lago de grandes proporciones agotado por el riego y las descargas de desechos sólidos, como es el caso del “agonizante” Lago de Pátzcuaro, al que un número considerable de investigadores, programas gubernamentales y organizaciones sociales han dedicado recursos y tiempo (Toledo *et al.*, 1993).

Los efectos de la devastación a escala mundial son bien conocidos y han sido objeto de numerosas publicaciones. Las secuelas de las acciones de los seres humanos sobre el ambiente se dan en función del tamaño de la población, el consumo per cápita y la tecnología que se utilice para producir lo que se consume. El rápido crecimiento de la población, el abandono o la sobre-explotación de las tierras y la pobreza intensifican las amenazas a la salubridad medioambiental. La pobreza y la degradación del medio ambiente son factores vinculados estrechamente. Las mujeres y los hombres poseen diferentes papeles y responsabilidades respecto a sus vidas, familias, hogares y comunidades. Tienen diferente conocimiento de los recursos naturales, diferente control y acceso a los mismos, diferentes oportunidades para participar en la toma de decisiones sobre su uso. Esta situación hace preciso entender la relación de ambos con el medio ambiente para diseñar soluciones que permitan utilizar los recursos naturales de forma sostenible.

Implementar acciones con perspectiva de género significa tomar en cuenta los diferentes papeles sociales que tienen los hombres y las mujeres, y las relaciones de poder entre ellos. El género como categoría influye en la forma en que están estructuradas las comunidades, los hogares y las instituciones, así como el modo en que se toman las decisiones y el uso que se hace de los recursos. En Michoacán son todavía muy pocas las experiencias de sistematización y monitoreo de programas de desarrollo sustentable desde una perspectiva de género; un ejemplo de éstos es el proyecto de agricultura orgánica emprendido por una organización de mujeres en el municipio de Panindícuaro (EMAS, A. C.).

La experiencia de organizaciones sociales e instituciones gubernamentales que trabajan a favor del medio ambiente en el Estado, así como las investigaciones sobre el tema, sugieren acciones que pueden ser adoptadas por los tomadores de decisiones, hombres y mujeres, para integrar las demandas sociales en el ordenamiento ecológico y garantizar el éxito de los proyectos.

Referencias

- Acuña, R. 1987. Relaciones geográficas del Siglo XVI: Michoacán. UNAM, México. En: E. Barragán (Coord.). Los frutos del campo michoacano. El Colegio de Michoacán, A. C. México.
- Aguilar R., M. 1996. La problemática forestal y algunas propuestas de solución en la Meseta Tarasca. INIFAP-CEFAP, Uruapan. 12 pp.
- Aguilar, A. G., B. Graizbord y A. Sánchez C. 1996. Las ciudades intermedias y el desarrollo regional en México. UNAM-CONACULTA-COLMEX. México.
- Agustín J., A. 1995. Especies potenciales para el estado de Michoacán. pp. 13-20. En: Recursos genéticos potenciales, tecnologías, alternativas y mercados para la agricultura de la región centro occidente de México. Memorias de la Reunión regional, Universidad Autónoma Chapingo. 6-8 septiembre 1995. Morelia, Mich.
- Alarcón-Cháires, P. 2001. Ecología y transformación campesina en la Meseta P'urhepecha. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 261 pp.
- Alarcón-Cháires, P. 2003. Estrategias de sobrevivencia nahuas. Reporte técnico para el Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Alba, F. 2002. Migración internacional: consolidación de los patrones emergentes. En: Demos, IISUNAM, México.
- Alcalá, J. 2000. Relación de las ceremonias y ritos y población y gobernación de los indios de la Provincia de Mechuacán. M. Franco, M. (Coord.). El Colegio de Michoacán, Gobierno del Estado de Michoacán. Zamora, Mich.
- Angón T., M. del P. y M. Gómez P. 2003. Base de datos del proyecto: Sobrevivencia familiar y actividades extractivas de las Sierras altas de la Cuenca del Cuitzeo. Universidad Autónoma de Chapingo y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. (Clave: UACH-CONACyT-UMSNH proyecto: 20000303004).
- Argueta A. 1988. Etnobiología y civilización mesoamericana. México Indígena 24:171-23.
- Argueta A., A. Ramírez y P. Alonso. 1982. El maíz en la cultura Purhepecha de Michoacán. Cuaderno 22. Culturas Populares-SEP.
- Argueta A., D. Cuello y F. Lartigue. 1986a. La pesca en aguas interiores. Centro de Investigación y Estudios Superiores en Antropología Social, SEP. Serie: Los pescadores de México, Vol. 13. Cuadernos de la Casa Chata Núm. 122, México. pp. 218.
- Argueta A., M. Merino, T. Zubieta R., S. Campos, J.L. Cávez y J. Rauda. 1986b. Japondarhu Anapu, o de la pesca en los lagos Michoacanos. En: A. Argueta, D. Cuello y F. Lartigue. La pesca en aguas interiores. Vol. 13. Cuadernos de la Casa Chata Núm. 122. Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social. 218 pp.
- ASERCA. 2002. Descripción de los sectores Agroalimentario y Pesquero y Características del Medio Rural. Revista "Claridades Agropecuarias", Un horizonte ASERCA del mercado agropecuario. ASERCA. Secretaría de Agricultura GARPA. México, D. F.
- Ávila G., P. 1996. Escasez de agua en una región indígena: El caso de la Meseta Purépecha. El Colegio de Michoacán. México. 428 pp.
- Barrera B., N. 1988. Etnoedafología purhépecha. México Indígena No. 24, Año IV. INI, 47-52.
- Barrios, E. 2003. Proyecto de rediseño del programa nacional de monitoreo. En: P. Ávila (Edit.) Agua, medio ambiente y desarrollo en el siglo XXI: México desde una perspectiva global y regional. El Colegio de Michoacán. México.
- Bayuelo-Jiménez, J. S., N. Alcántar-Rivera y I. Ochoa. 2004a. Evaluation of promising Sapotaceae species for fruit production in Michoacan, Mexico. 3rd International Symposium on tropican and subtropical fruits. 12-17 Septiembre. Fortaleza, Ceara, Brasil. p. 86
- Bayuelo-Jiménez, J. S., J. C. Lozano-Rico y I. Ochoa. 2004b. Research and fruit production potential of changunga *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth in Michoacan, Mexico. 3rd International Symposium on tropican and subtropical fruits. 12-17 Septiembre. Fortaleza, Ceara, Brasil. P. 68.
- Biocycle. 1998. Composting for manure management. The JG Press, Inc. Pennsylvania. EUA.
- Boltvinik, J. 2003a. Economía moral. La pobreza en Michoacán. La Jornada Virtual. <http://www.jornada.unam.mx/2003/feb03/030221/026a1eco.php?origen=index.html>
- Boltvinik, J. 2003b. Tipología de los métodos de medición de la pobreza. Los métodos combinados. En: Comercio Exterior, Vol. 53, núm. 5. Pp. 453-465. México.
- Borys M., W. 1999. Lo trascendente de los frutales. Fundación Sánchez-Colín, CICTAMEX, S.C. Coatepec Harinas, Estado de México. México.
- Borys M., W. y H. Borys L. 2001. El potencial genético frutícola de la República Mexicana. Fundación Salvador Sánchez Colín, Coatepec Harinas, México.
- Bravo M., C. 1999. Inventario nacional de especies vegetales y animales de uso artesanal. Asociación Mexicana de Arte y Cultura Popular, A. C. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto J002.
- Bravo M., C. y A. M. López G. 1999. Inventario de especies vegetales y animales de uso artesanal. Biodiversitas. Revista bimestral de CONABIO. Núm 22, enero 1999. Pp. 9-14.
- Caballero, J. y C. Mapes. 1985. Gathering and subsistence patterns among the Purhepecha indians of Mexico. Journal of Ethnobiology 5: 31-47.
- Caddy, J. F. y R. C. Griffith. 1995. Living marine resources and their sustainable development. Some environmental and institutional perspectives. FAO Fisheries Technical Paper, No. 353. 167 pp.
- Canela-Trujillo, J. A. y G. Salas-Raza. 2003. Caracterización de la estructura reproductiva de la ganadería bovina en el municipio. XIV Encuentro de Investigación Veterinaria y Producción Animal. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-UMSNH.
- Caratachea, A. 2003. Situación actual de la avicultura en Michoacán, intensiva y de traspatio. Primera Reunión sobre la ganadería en Michoacán. División de Estudios de Posgrado. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-UMSNH
- Casas, A., J. Caballero, C. Mapes y S. Zárate. 1997. Manejo de la vegetación, domesticación de plantas y origen de la agricultura en Mesoamérica. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 61:31-47.
- Casas, A. y J. Caballero. 1996. Traditional management and morphological variation in *Leucaena esculenta* (Fabaceae: Mimosoideae) in the Mixtec Region of Guerrero, Mexico. Econ. Bot. 50(2): 167-181.
- CEDEMUN. 1999. Enciclopedia de los municipios de México, Tomo 1. Secretaría de Gobernación (CD).
- CENAPRED. 2001. Atlas de riesgos en México. Centro Nacional para la Prevención de Desastres. México.
- Cheque, P. R. 1999. Environmental concerns involving livestock production. En: P. R. Cheeke. Contemporary Issues in Animal Agriculture. Interstate Publishers, Inc. Danville, Illionis. EUA.
- CNA. 2201a. Programa Nacional Hidráulico 2001-2006. Comisión Nacional del Agua. México.
- CNA. 2201b. Compendio básico del agua en México 2002. Comisión Nacional del Agua. México.
- CNA. 2202a. Estadísticas del agua 2003. Comisión Nacional del Agua. México.
- CNA. 2002b. Situación del agua en Michoacán. Comisión Nacional del Agua. México.

- CNA. 2003. Informe sobre asuntos conflictivos. Comisión Nacional del Agua. México.
- CNA. 2004. SIGA-Sistema de Información Geográfica del Agua: Base de datos. Comisión Nacional del Agua. México.
- COFOM. 2001. Atlas forestal del Estado de Michoacán. Comisión Forestal del Estado de Michoacán. México, 97 pp.
- COFOM. 2002. Informe técnico de ejecución para la instrumentación en el Estado de Michoacán del Programa Nacional de Reforestación PRONARE. COFOM-CONAFOR. Michoacán, México. 14 pp.
- CONABIO. 2000. Agua y diversidad biológica en México. Comisión Nacional para la Conservación y Uso de la Biodiversidad. México.
- CONAPESCA. 2001. Anuario estadístico de pesca, 2000. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca, SAGARPA. México, D. F.
- CONAPESCA. 2003. Anuario estadístico de pesca, 2002. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca, SAGARPA. <http://www.sagarpa.gob.mx/conapesca/planeacion/anuario2002/> México, D. F.
- CONAPO. 2001. Índice de marginación 2000. Consejo Nacional de Población. México.
- Contreras, A. y M. L. Osorio. 1985. Comparación del uso del bosque en tres comunidades del área purhépecha. Revista de la Universidad Michoacana No. 3:2-10.
- Coronado P., R. y A. Márquez. 1980. Introducción a la entomología, morfología y taxonomía de insectos. Editorial Limusa. México. Pp:13-15.
- Cuevas H., J. P. 1992. Jocote, ciruelo (*Spondias purpurea*) En: J. E. Hernández-Bermejo y J. León (Edits.). Cultivos marginados: otra perspectiva de 1492. Colección FAO: Producción y protección vegetal No. 26. Roma, Italia. pp. 109-114.
- Dalzell, H. W., A. J. Biddleston, K R Gray y K Thurarairajan. 1991. Manejo del suelo: producción y uso del composteo en ambientes tropicales y subtropicales. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. Ginebra, Suiza.
- De la Torre, V. E. 1998. Selección, prefacio, notas y tablas. Lecturas Históricas Mexicanas. Tomo I. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- De Rojas, J. L., 1993. Mantas y tributos en la Nueva España en el siglo XVI. En: R. D. Fernández (Edit.). Herencia española en la cultura material de las regiones de México. El Colegio de Michoacán. Zamora, Michoacán.
- DEP-FMVZ. 1993. Documento de referencia de la Maestría "Desarrollo Tecnológico en sistemas de producción animal". Departamento de Posgrado de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.
- Downing, K. J., G. Leslie y J. A. Thomson. 2000. Biocontrol of the sugarcane borer *Eldana saccharina* by expression of the *Bacillus thuringiensis* Cry1Ac7 and *Serratia marcescens* chiA genes in sugarcane-associated bacteria. Appl. Environ Microbiol. 66:2804-2810.
- Dulmage, H. T. 1970. Production of d- endotoxin complex by variants of *Bacillus thuringiensis* in two supplement in media. J. Invertebr. Pathol. 16:385-389.
- Dulmage, H. T. y K. Aizawa. 1982. Distribution of *Bacillus thuringiensis* in nature. En: E. Kurstaki (Edit.). Microbial and viral pesticide. New York. USA. Pp:209-237.
- Esquivel R., R. M. D. Méndez y C., T. R. Preston y G. Pedraza. 2002. Aspectos importantes al introducir biodigestores en explotaciones lecheras de pequeña escala. Livestock Research for Rural Development. 14(3):16
- FAO. 1994. Plant Genetic Resources of the New World. pp. 3-22 En: J.E. Hernández-Bermejo y J. León (Edits.). Neglected crops 1492 from a different perspective. FAO Plan Production and Protection. Series No. 26. Roma.
- FAO. 1999. Review of the state of world fishery resources: inland fisheries FIRI/C942-ISSN 0429-9329.
- Galán L., J., J. A. García, S. M. Ellis, Z. I. Quintero y H. A. Luna O. 1996. Production of *Bacillus thuringiensis*. En : Avances en la biotecnología de *Bacillus thuringiensis*. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México. 139-152.
- Garrido I., E. 2002. Máscaras purépechas. En: Catálogo de máscaras purépechas. Casa de las Artesanías CASART, Gobierno del Estado de Michoacán. Morelia, Michoacán.
- Gómez P., M. y M. del P. Angón T. 2004. Recursos forestales no maderables aprovechados en Morelia. Serie Fuentes para el conocimiento natural de Michoacán. No. 7. Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente, Gobierno del Estado de Michoacán. Morelia, Mich. 110 pp.
- Guerrero M., J. 2002. Exportan fruta. Provincia. Periódico de Michoacán. Miércoles 8 de mayo 2002, Sección B, p. 6.
- Guillén-Rodríguez, D., R. Farías-Rodríguez, E. C. López-Barbosa, J. Peña-Cabriales J., y J. M. Sánchez-Yáñez. 2001. Granos de almacén una fuente de aislamiento de *Bacillus thuringiensis*. Ciencia Nicolaíta. 28:179-192.
- Guzmán-Arroyo, M. y J. M. Ortiz-Martínez. 1995. Distribución espacial. Pp. 73-91. En: M. Guzmán-Arroyo (Edit.). La pesca en el lago de Chapala: hacia su ordenamiento y explotación racional. Universidad de Guadalajara y Comisión Nacional del Agua.
- Habitat. 1996. An urbanizing world: global report on human settlements. Centro de las Naciones Unidas para los asentamientos humanos. Oxford University Press-United Nations. Gran Bretaña.
- Hannesson, R. 1996. Fisheries missmanagement: the case of the North Atlantic. Cod. Fish. News Books, Londres. 160 pp.
- Hardoy, J., D. Mitlin y D. Satterthwaite. 1992. Environmental problems in Third World Cities, EARTHSCAN. Londres.
- Hernández, H., A. Chávez, H. Bourges y E. Mendoza. 1974. El valor nutritivo de los alimentos. Instituto Nacional de Nutrición, México.
- Hobbs R., J. y D. A. Norton. 1996. Towards a conceptual framework for restoration ecology. Restoration Ecology. 4:93-110.
- Huacuz-Elías, D. del C. 2000. Programa de conservación y manejo de *Crocodylus acutus* (Inédito).
- Huacuz-Elías, D. del C. 2002. Programa de conservación y manejo de *Ambystoma dumerillii*. El achoque del Lago de Pátzcuaro. Morevallado Editores. México.
- INEGI. 2000. Anuario Estadístico Michoacán. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Michoacán.
- INEGI. 2001. Michoacán de Ocampo: XII Censo general de población y vivienda 2000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, Ags. México. 7v. 4582 pp.
- INEGI. 2002a. El sector alimentario en México, edición 2002. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, Ags.
- INEGI. 2002b. Catálogo de Especies y Productos Agropecuarios, Forestales y Pesqueros-CEPAFOP http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/metodologias/censos/cepafof/intro_cepafof.asp
- INEGI-SEMARNAP. 1999. Estadísticas del Medio Ambiente. Tomo I. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Aguascalientes, Ags.
- INP. 1998. Sustentabilidad y pesca responsable en México evaluación y manejo. Resumen Ejecutivo. Instituto Nacional de Pesca - Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (INP-SEMARNAP). 26 pp.
- Iowa State University. 1985. Dairy housing and equipment handbook. Midwest plan service. Iowa State University. EUA.
- Jaffee, D. 1997. Restoration where people matter: reversing forest degradation in Michoacán, México. Restoration and Management Notes 15(2):147-155.

- Lara, I. 1998. Composteo aeróbico de estiércol bovino para fines agrícolas. Tesis de Maestría. División de Estudios de Posgrado, Facultad de Medicina, Veterinaria y Zootecnia. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.
- Lambert, B. y M. Perferoen. 1992. Insecticidal promise of *Bacillus thuringiensis*. Facts and mysteries about a successful biopesticide. *Bioscience*. 42:112-122.
- Ledig F., T. 1988. The conservation of diversity in forest trees. *Bioscience* 38(7):471- 478.
- Lyons J., G. González-Hernández, E. Soto-Galera y M. Guzmán-Arroyo. 1998. Decline of freshwater fishes and fisheries in selected drainages of west-central Mexico. *Fisheries management* 23(4):10-18.
- Magaña, V. y C. Gay G. 2002. Vulnerabilidad y adaptación regional ante el cambio climático y sus impactos ambientales, sociales y económicos. *Gaceta Ecológica*, núm. 65, México.
- Mapes, C. 1987. El maíz entre los purépecha de la cuenca del Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. *América Indígena* 47(2):345-379.
- Mapes, C., G. Guzmán y J. Caballero. 1981. Etnomicología P'urhepecha: El conocimiento y uso de los hongos en la cuenca del Pátzcuaro, Michoacán. Serie Etnociencia, Cuadernos de Etnobiología No. 2, SEP.
- Martínez C., F. 1997. Pegamentos, gomas y resinas en el México Prehispánico. *Resistol*, S.A. México.
- Masera O., R., M. Ordóñez J. y R. Dirzo. 1997. Carbon emissions from Mexican forests: Current situation and long-term scenarios. *Climatic Change* 35: 265-284
- Medrano G., M. A., H. A. Luna O., J. J. Peña-Cabriales y J. M. Sánchez-Yañez. 2000. Supervivencia de células vegetativas de *Bacillus thuringiensis* en la espermósfera-rizósfera de frijol. *TERRA*. 18:333-337.
- Meeus-Verdinne K. y J. P. Destain. 1993. Contaminación del suelo por los desechos de la cría de ganado. *En: Residuos ganaderos*. Aedos. Barcelona. España.
- Méndez y C., M. D., R. Tzintzún R. y D. Val-Arreola. 2000a. Evaluación productiva, de efecto ambiental y de problemas relevantes en explotaciones lecheras de pequeña escala. *Livestock Research for Rural Development*. 12(1)1-10.
- Méndez y C., M. D., R. Tzintzún R. y D. Val-Arreola. 2000b. Production evaluation, environmental effects and problems in small-scale dairy farms. *Livestock Research for Rural Development*, Centre for the Investigation of Sustainable Systems of Agricultural Production, Cali, Colombia.
- Millar C., I. y W. Libby J. 1991. Strategies for conserving clinal, ecotypic, and disjunct population diversity in widespread species. *En: A. Falk D. y E. Holsinger K. (Edits.)*. Genetics and conservation of rare plants, Oxford University Press, Nueva York.
- Miranda, F. 1997. Sobrevivencias de artesanías prehispánicas. *En: V. Oikión S. (Coord.) Manos Michoacanas*. El Colegio de Michoacán, Gobierno del Estado de Michoacán y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Zamora, Michoacán.
- Nienstaedt, H. 1994. Reforestación en México con semilla mejorada. *Boletín Mendel*. Sociedad Mexicana de Genética. 3(1): 3-6.
- Nienstaedt, H., K. E. Clausen y T. Eguiluz-Piedra. 1990. La primera zonificación de semillas en México: caso Durango y Chihuahua. *Nota Técnica* 6. Centro de Genética Forestal, A. C., Chapingo, México. 9 pp.
- NOM-001-SEMARNAT-1996. Norma Oficial Mexicana que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales y bienes nacionales. Publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 6 de enero de 1997. 18 pp.
- NOM-059-SEMARNAT-2001. Protección ambiental- Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*. 6 de marzo del 2002.
- Ortega P., R., M. A. Martínez A. y G. Rincón E. 1998. Principales cultivos de México y sus regiones de mayor diversidad. Resúmenes del XVII Congreso de Fitogenética. Acapulco, Gro., México.
- Ortiz-Hernández, Y., M. Livera-Muñoz y L. Tirado-Torres. 1994. El cultivo de pitahaya (*Hylocereus* spp.) y sus perspectivas en México. pp. 111-122. *En: XXXV Aniversario Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, Primera Reunión Internacional y Segunda Reunión Nacional Frutales Nativos e Introducidos*. Montecillos, México.
- PAI. 2002. Population Action International. www.populationaction.org
- Paricio, i F. S. y Prats, i R. I. L. 1995. Los residuos ganaderos y su incidencia en la atmósfera. *En: C. Buxade (Edit.) Zootecnia bases de producción animal*. Tomo IV. Genética, Patología y Residuos Animales. Editorial Mundi- Prensa. Madrid, España.
- Pennington, T.D. y J. Sarukhán K. 1968. Manual de campo para la identificación de los principales árboles tropicales de México. INIF-FAO. México. 417 pp.
- Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Michoacán de Ocampo. 2000. Ley de Fomento Artesanal del Estado de Michoacán de Ocampo. Sección Quinta. 13 de marzo de 200.
- Pimienta-Barríos, E. y P. S. Nobel. 1994. Pitaya (*Stenocereus* spp., Cactaceae): An ancient and modern fruit crop of Mexico. *Econ. Bot.* 48:76-83.
- Pomeroy, C. 1992. Obstacles to institutional development in the fisheries of lake Chapala, Mexico. Third Conference of the International Association for the Study of Common Property. Washington, D. C.
- Prado R., X. 1988. Plantas y medicina tradicional en San Andrés Tziróndaro, Michoacán, México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.
- Prats i R. I. L. 1995. Los residuos ganaderos y su agresión al medio ambiente. *En: Buxa de C. Zootecnia bases de producción animal*. Tomo IV. Genética, Patología y Residuos Animales. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Quist, D. y I. H. Chapela. 2001. Transgenic DNA introgressed into traditional maize landraces in Oaxaca, Mexico. *Nature* 2001, Vol. 414, 541-543.
- Ramírez P., V., R. Ortega P., A. López H., F. Castillo G., M. Livera M., F. Rincón S. y F. Zavala G. (Edits.). 2000. Recursos filogenéticos de México para la alimentación y la agricultura. *En: SAGAR 2000. Informe Nacional*. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas y Sociedad Mexicana de Citogenética, A. C. Chapingo, México. pp. 95-190.
- Ramírez R., E. M. y C. Gutiérrez U. 1987. Importancia relativa y variación temporal de catorce especies de peces en el área de Bahía Magdalena, B. C. S., México. *Simposium sobre investigación en biología y oceanografía pesquera en México*. La Paz, B. C. S., México. pp. 123.
- Rodríguez, R. y T. Silva. 2003. Conservación de la calidad del agua subterránea: reto del fin del milenio. *En: P. Ávila (Edit.)*. Agua, medio ambiente y desarrollo en el siglo XXI: México desde una perspectiva global y regional. El Colegio de Michoacán. México.
- Romero E., E., M. D. Méndez y C., R. Ortega G., I. Rentería S., R. Mejía A. y M. D. Villaroel M. 2003. Comparación en el grado de descontaminación y calidad de vermicomposta entre lombriz local (*Helodrilus foetidus*) y roja de California (*Eisenia foetida*). *Memorias del XIV Encuentro de Investigación Veterinaria y producción animal*. Pp. 176-181.

- Rossett, P. 2001. Genetically engineered crops: Will they feed the hungry and reduced poverty? *Leisa Magazine on Low External Input and Sustainable Agriculture*. Vol 17, No. 4 6-8 pp.
- Rowe, G.E y A. Margaritis. 1987. Bioprocess developments in the production of bioinsecticides by *Bacillus thuringiensis*. En: G.G. Stewart y I. Russel (Edits.). *Critical Reviews of Biotechnology*. CRC Press, Boca Ratón, Florida, EUA. 6:87-127.
- Rubí-Arriaga, M., L. López-López y A. Martínez-Garza. 1995. La chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) una alternativa para el desarrollo frutícola de la región centro occidente de México. Pp. 39-43 En: Recursos genéticos potenciales, tecnologías, alternativas y mercados para la agricultura de la región centro occidente de México. Memorias de la reunión regional, Universidad Autónoma Chapingo. 6-8 septiembre 1995, Morelia, Mich.
- Rubín de la Borbolla, D. 2004. El universo de las artesanías y la educación. En: Martínez G., et. al. *Cultura Popular y Educación*, CREFAL. No. 2004. http://atzimba.crefal.edu.mx/bibdigital/acervo/cuader/cua01_12/cuacre10.pdf
- Saenz-Romero, C., 1990. Unidades de Conservación Genética Forestal: Una propuesta con especial referencia al Estado de México. Memorias del II Simposio Internacional de áreas naturales protegidas en México. UNAM, México D. F., 22-26 octubre 1990. p.17.
- Saenz-Romero, C. y A. Martínez-Palacios, 2000. Variación genética altitudinal de pinos. *Nuestro Bosque* 1(2): 10-11.
- SAGAR. 2001. Centro de Estadística Agropecuaria. Secretaría de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural. Comunicación personal.
- SAGARPA. 2000. Anuario Estadístico Estatal 2000, Agropecuario, forestal y de pesca. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Gobierno de Michoacán. Morelia, Mich.
- SAGARPA. 2002a. Sistema de Información Agropecuaria de Consulta, 1980-2001. (SIACON). México, D. F.
- SAGARPA. 2002b. Anuario Estadístico de la Producción de los Estados Unidos Mexicanos, 2001. México, D. F.
- SAGARPA. 2002c. Delegación Estatal en Michoacán. Departamento de Evaluación. Estadísticas de Cultivos en los DDR 1996 –2002. Morelia, Michoacán.
- SAGARPA. 2004. Centro de Estadística Agropecuaria (CEA). www.sagarpa.gob.mx Consultado en línea 17 de julio de 2004.
- Sahagún, Fray B. 1977. Historia General de las Cosas de la Nueva España. Vol. II, Libro VIII, Cap. XI. Editorial Porrúa, México.
- Sánchez V., A y D. X. Gerón. 1992. Los gases de efecto invernadero. Universidad Autónoma de Chapingo. Texcoco, México.
- Sánchez-Pego, M. A. 1995. The forestry enterprise of the indigenous community of Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán, México. En: Proceedings of the symposium forestry in the Americas: community based management and sustainability. Institute for Environmental Studies and Land Tenure Center, University of Wisconsin-Madison. 3-4 February 1995, Madison, Wisconsin, USA. pp 173-196.
- SARH. 1985. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola Nacional. Dirección General de Estudios. Información Estadística Sectorial, México, D. F. México.
- SEDAGRO. 2003a. Desarrollo Rural Michoacán, Desarrollo estratégico de Michoacán. Secretaría de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural, Subsecretaría de Desarrollo Rural. Morelia, Mich.
- SEDAGRO. 2003b. La ganadería en el Estado de Michoacán: Problemática actual y propuesta de solución. Primer Foro de participación ciudadana, la ganadería y el desarrollo rural integral en México, opciones para el cambio en el subsector pecuario. Octubre. Morelia, Michoacán.
- SEDESOL. 2003. Índice de marginación urbana 2000. México.
- SEI. 2004. Risk and vulnerability Program. Stockholm Environment Institute. Estocolmo. <http://www.sei.se>
- SEMARNAP. 1997. Programa de conservación de la vida silvestre y de diversificación productiva en el sector rural. México. Primera edición. 207 pp.
- SEMARNAT. 2000a. Evaluación de las reforestaciones en Michoacán. Reporte interno. México D. F., SEMARNAT. 18 pp.
- SEMARNAT. 2000b. Ley General de Vida Silvestre, Diario Oficial de la Federación del 3 de julio de 2000.
- Shiklomanov, I. 2002. World water resources at the beginning of the 21st Century. PHI-UNESCO.
- Taiganides E., P. 1992. Pig waste management and recycling. IDRC. Ontario, Canadá.
- Taminga, S. 1992. Nutrition management of dairy cows as a contribution to pollution control. *Journal of Dairy Science*. 75: 345-357.
- Tiscareño, M. 2003. Patrones de precipitación en año El Niño: su efecto en la agricultura y seguridad alimentaria en México. En: P. Ávila (Edit.). *Agua, medio ambiente y desarrollo en el siglo XXI: México desde una perspectiva global y regional*. El Colegio de Michoacán. México.
- Toledo, V. M., y M. J. Ordoñez. 1993. El panorama de la biodiversidad de México: una revisión de los hábitats terrestres. Pp. 739-758 En: T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot, y J. Fa, (Edits.), *Diversidad Biológica de México. Orígenes y Distribución*. Mexico: Instituto de Biología, UNAM.
- Toledo V. M., P. Álvarez-Icaza y P. Ávila P. (Eds.). 1993. Plan Pátzcuaro 2000. Una investigación multidisciplinaria para el desarrollo sostenido. Friedrich Ebert Stiftung. México.
- UNESCO-IHE. 2004. International hydrological education program. París. <http://www.unesco.org/water>
- Val-Arreola D., E. Kebreab, J. A. N. Mills, S. L. Wiggins y J. France. 2004. Forage production and nutrient availability in small-scale dairy systems in central Mexico using linear programming and partial budgeting. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*.
- Varis, O. 2003. Escasez de agua y vulnerabilidad: México desde una perspectiva global. En: P. Ávila (Edit.). *Agua, medio ambiente y desarrollo en el siglo XXI: México desde una perspectiva global y regional*. El Colegio de Michoacán. México.
- Wiggins S., C. Arriaga J., R. Tzintzún R., G. Ramírez M., G. Ramírez R. E., V. Ramírez F., A. Espinoza O., G. Rivera H., G. Ortiz O. y B. Piña C. 2001. Costos y retornos de la producción de leche en pequeña escala en la zona central de México: La lechería como empresa. CICA-UAUEM *Cuadernos C. I.* Vol. 19, México, 61 pp.
- Wiggins, S. 2002. Lechería a pequeña escala como pieza angular de los modos de vida rural. International seminar: New trends in the socioeconomic analysis of the dairy industry in the globalisation context
- Winpenny, J. T. 2004. Managing water scarcity for water security. FAO, sf, <http://www.fao.org/ag/agl/aglw/webpub/scarcity.htm> (agosto 2004).
- Zárate P., S. 1994. Revisión del género *Leucaena* Benth. de México. *Anales del Instituto de Biología, Serie Botánica* 65:83-162.
- Zárate P., S. 1997. Domestication of cultivated *Leucaena* (Leguminosae) in Mexico: The Sixteenth Century documents. *Economic Botany* 51:238-250.
- Zárate P., S. 2000. The archaeological remains of *Leucaena* (Fabaceae) revised. *Economic Botany* 54:477-499.

CAPÍTULO 6

Conservación de la biodiversidad

6.1 La conservación de la mariposa monarca en México

Eduardo Rendón Salinas

La migración de la mariposa monarca (*Danaus plexippus* L.) en Norteamérica es un fenómeno que ha captado la atención de gente de ciencia y del público en general desde 1856 (Brower, 1995). En las últimas tres décadas, la responsabilidad de su conservación se ha concentrado tradicionalmente en México debido a que en el continente la hibernación de la población más numerosa de monarca se presenta en las montañas del Eje Neovolcánico Mexicano.

Sin embargo, las presiones selectivas que sufren las generaciones reproductivas de monarca, al igual que aquellas experimentadas por la generación migratoria determinan la densidad poblacional de este insecto, por lo cual los esfuerzos de conservación deben ser repartidos entre Canadá, Estados Unidos y México.

6.1.1 Biología de la monarca

La mariposa monarca es un insecto holometábolo del orden lepidóptera, en cuyo suborden Rhopalocera se incluye a la Superfamilia Papilionoidea (Kristensen, 1984); pertenece a la familia Nymphalidae y a la subfamilia Danainae (Scott, 1986). El género *Danaus* contiene 11 especies distribuidas en tres subgéneros, dentro de los cuales el *Danaus* comprende a la especie *Danaus plexippus* L. (Kitching *et al.*, 1993).

La monarca es una especialista debido a que sus larvas se alimentan de plantas de la familia *Asclepidaceae*, particularmente del género *Asclepias* (Woodson, 1954), aunque se conoce que ocasionalmente se pueden alimentar de plantas de la familia *Apocinaceae* (Urquhart, 1960; Brower *et al.*, 1972) y se han reportado

oviposiciones y larvas comiendo plantas de familias como la *Convolvulaceae*, la *Euphorbiaceae*, la *Malvaceae* y la *Rutaceae* (Wells y Wells 1992), casos que se consideran aislados (Ackery y Vane-Wright, 1984).

Existen 108 especies de *Asclepias*, de las cuales la monarca utiliza 27 cuya concentración de "glucósidos cardíacos" (GC) es intermedia (Malcolm y Brower, 1989). Los GC son metabolitos secundarios que las larvas adquieren de las *Asclepias* de las que se alimentan y cuyo efecto vomitivo para los vertebrados representa un mecanismo de defensa que la monarca utiliza contra sus depredadores (Brower, 1984; Malcolm y Brower, 1989).

La relación de la alimentación con su defensa química representa un ejemplo de cómo un factor densodependiente –abundancia y distribución del alimento– define el patrón de historia de vida de la especie (Southwood, 1977; Denno y Dingle, 1981) y su biogeografía (Woodson, 1954; Malcolm y Brower, 1989). Respecto al origen de la especie, se sugiere un tiempo aproximado de 1.75 millones de años (Kitching, 1986), y las relaciones sistemáticas del género *Danaus* apoyan dicho origen en el Nuevo Mundo.

La monarca se encuentra en el hemisferio oeste y fue introducida en Hawai y Australia en el siglo XIX (Eanes y Koehn, 1978). En América se distribuyen desde el norte de Saskatchewan en Canadá (cerca de los Grandes Lagos) hasta el sur de Perú y noroeste de Argentina (Hayward, 1963, 1969, 1972). Aparentemente la monarca cruzó el océano Pacífico en barco llegando hasta Nueva Zelanda, y

en 1860 se hace mención de ellas en las Islas Carolinas y las Marquesas, así como en Australia, donde se registran en 1870 (Marks, 1963; New, 1991).

En 1880 la monarca se estableció en Tasmania, las Islas Canarias, Nueva Caledonia, las Islas Molucas y las Solomón (Scott, 1986), y en los siguientes 15 años se registraron en Hong-Kong, Taiwan, Java, Borneo y las Filipinas (Ackery y Vane-Wright, 1984). La migración se da estrictamente en el norte de América, y en Australia se retrae su distribución (Smithers, 1965 y 1977; James, 1984). Se ha registrado ocasionalmente en la Gran Bretaña y el oeste de Europa (New, 1991; Bretherton, 1982).

En un caso peculiar de mariposas no migratorias, en la Bermuda la monarca presenta un alargamiento de su etapa adulta y vive hasta trece semanas (Hilburn, 1989), mientras que las reproductivas viven de cuatro a cinco semanas y las migratorias viven hasta siete meses, lo que representa una diferencia sustancial que hace de esta especie un sistema biológico cuyo análisis representa una posibilidad sin igual para el estudio de la evolución de las historias de vida.

6.1.2 Migración de otoño

Las mariposas monarca de Norteamérica se dividen en dos grupos de acuerdo a los sitios donde pasan el invierno. La monarca que hiberna en el Eje Neovolcánico Mexicano emerge al este de las Montañas Rocallosas en el norte y el centro de Estados Unidos, así como en el sur de Canadá (Urquhart, 1976; Brower, 1977). Por su parte, la monarca que hiberna en California emerge al oeste de las Rocallosas (Urquhart, 1976). Con la migración al sur, la monarca evita los crudos inviernos en los sitios de reproducción (Brower, 1985).

La monarca puede viajar hasta 129 km por día (Urquhart, 1960). La razón de esta capacidad de vuelo se debe a que utilizan las corrientes de viento para planear (Schmidt-Koenig, 1979; Gibo y Pallett, 1979; Gibo, 1981), y con ello las mariposas pueden recorrer 3 900 km en un mes de viaje y alcanzar los sitios de hibernación durante la última semana de octubre y principios de noviembre (figura 6.1).

Las mariposas migratorias son adultos inmaduros sexualmente que se encuentran en estado de diapausa reproductiva como resultado de la disminución de la producción de la hormona juvenil, que es la encargada de la maduración sexual durante la metamorfosis; este cambio fisiológico se debe al acortamiento de la longitud del día (<12 h) y al descenso de la temperatura (<20°C) conforme se acerca el otoño en los sitios de reproducción de verano (Barker y Herman, 1976; Herman, 1981; Rankin y Rankin, 1979; Gossard y Jones, 1977; Zalucki, 1981).

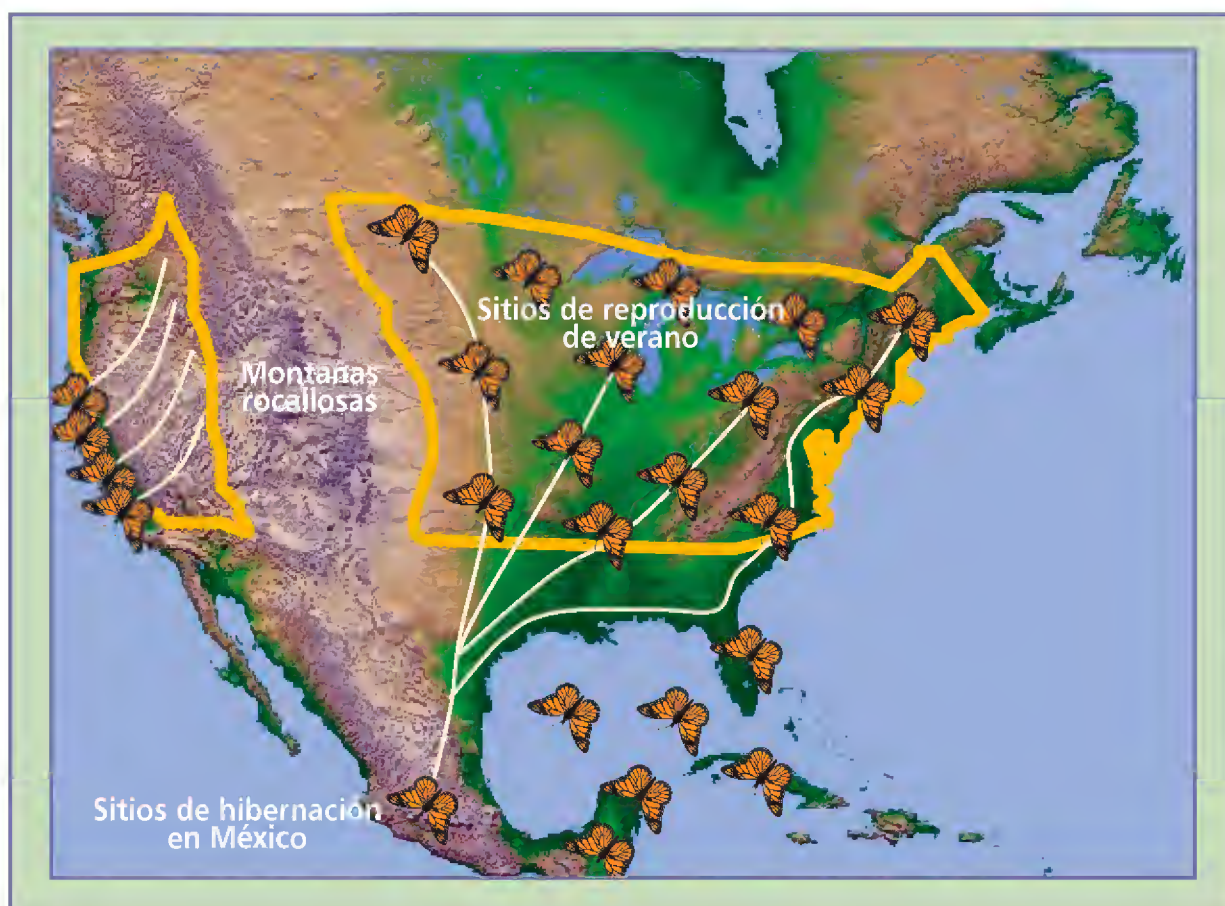


Figura 6.1 La mariposa monarca que hiberna en México migra en el otoño desde los sitios de reproducción de verano al oriente de las Montañas Rocallosas.

A cambio de la capacidad reproductiva, las mariposas migrantes pueden almacenar lípidos y arriban a los sitios de hibernación en México con el 600% de la energía de los adultos reproductivos (Alonso-Mejía, 1996; Rendón-Salinas, 1997; Alonso-Mejía *et al.*, 1997). Esta energía es el resultado de la transformación del néctar que las mariposas colectan durante el viaje migratorio de otoño y cuyos azúcares son oxidados directamente y convertidos en triglicéridos (Brown y Chippendale, 1974; Turunen y Chippendale, 1980).

Cuando las mariposas monarca alcanzan el Eje Neovolcánico, se establecen en colonias de hibernación donde utilizan las ramas y los troncos del oyamel que encuentran en los bosques ubicados en las pendientes suroeste, donde permanecen durante cinco meses desde su arribo hasta su partida a finales de marzo (Urquhart y Urquhart, 1976; Brower, 1977; Brower, 1985; Calvert y Brower, 1986). Las colonias que se conocen están localizadas en 12 santuarios y en promedio se establecen diez colonias por año (cuadro 6.1).

6.1.3 La hibernación en México

Una vez establecidas las colonias de hibernación, las mariposas permanecen en el mismo sitio del bosque con ligeros desplazamientos que se intensifican en febrero, cuando la temperatura se incrementa y la humedad disminuye. Entonces las mariposas se mueven sustancialmente pendiente abajo donde la humedad es mayor (Alonso-Mejía, 1996), cerca de los arroyuelos de las cañadas donde se agruparon al iniciar la hibernación (Calvert y Brower, 1986).

Los movimientos individuales están determinados por los diferentes niveles de iluminación y la velocidad del viento (Leong, 1990), así como por la búsqueda de fuentes de agua (Hill *et al.*, 1976 *En*: Wells y Wells, 1992). Mientras tanto, la temperatura (García-Serrano, 1997), la humedad y la evaporación determinan el desplazamiento de la colonia (Alonso-Mejía, 1996).

Aunque se ha mencionado la posibilidad de que las mariposas busquen néctar durante la hibernación (Calvert y Brower, 1986), actualmente se sabe que las plantas con flores presentes durante el invierno en los sitios de hibernación son en su mayoría de la familia *Compositae*, cuya producción de polen las excluye como fuentes de néctar (Rendón-Salinas, 1997). Por otro lado, la calidad energética de las mariposas al arribar a los sitios de hibernación sugiere que no existe necesidad de alimentarse para sobrevivir a la hibernación, e incluso para realizar el viaje de regreso en primavera (Alonso-Mejía, 1996; Alonso-Mejía *et al.*, 1997; Rendón-Salinas, 1997).

Cuadro 6.1 Colonias de hibernación conocidas en la región de la monarca.

Localidades con presencia de colonias de hibernación Estado de Michoacán	Estado de México
*El Rosario, Sierra Campanario	*Capulín, Cerro Pelón
*Cerro Prieto, Sierra Chincua	*Las Palomas, La Mesa
*Contepec, Cerro Altamirano	Palomas, en San Antonio Albarranes
*Lomas de Aparicio	San Francisco Oxtotilpan
*Chivatí-Huacal	Herrada, Los Saucos
San Andrés, Los Azufres	
Mil Cumbres, Queréndaro	

*Colonias dentro de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca.
Nota: Estas localidades pueden sostener más de una colonia.

Durante la hibernación la monarca muere por diversas causas, y la depredación por aves es la más importante (Calvert *et al.*, 1979; Fink y Brower, 1981). Las especies de aves que depredan son las calandrias o bolseros (*Icterus parisorum* e *I. abeillei*) y los picogordos de la especie *Pheucticus melanocephalus* (Calvert *et al.*, 1979). Brower y Calvert (1985) determinaron que un 9% de la totalidad de una colonia de 2.25 hectáreas puede ser depredada por aves, mientras que otros estudios sugieren que podrían morir por esta causa hasta el 15% de los individuos en los sitios perturbados del bosque (Montesinos-Patiño, 1996; Alonso-Mejía *et al.*, 1998). La evidencia que se tiene sobre la depredación indica que ésta es mayor en sitios periféricos de la colonia y en donde el arbolado es joven (Brower y Calvert, 1985).

Sin embargo, los estudios mencionados tienen el problema de que se reportan cifras porcentuales de mortalidad, las cuales se han calculado tradicionalmente con base en una densidad de 10 millones de mariposas por hectárea (Brower y Calvert, 1985) y cuya veracidad se ha confrontado fuertemente debido a que la mortalidad durante la hibernación del año 2002 evidenció que dicha cifra subestima de manera importante la realidad poblacional de las mariposas que hibernan en México (Brower *et al.*, 2004; Rendón-Salinas, datos no publicados).

Existen otros peligros que amenazan el hábitat de hibernación de la monarca en México; entre ellos se cuentan el cambio en el uso del suelo de las zonas aledañas a los bosques de hibernación (Honey *et al.*, 2004), la apertura de los sitios de hibernación a un turismo básico e incipiente, y los aprovechamientos maderables permitidos. Asimismo, la tala ilegal representa el factor más importante de perturbación de la cobertura arbórea no sólo en el interior de la Reserva, sino también en su zona de influencia.

Finalmente, cuando las temperaturas aumentan en febrero, la monarca sufre la ruptura de la diapausa

reproductiva y se libera la producción de la hormona juvenil, con lo que se maduran los tractos reproductivos (Herman, 1981; Hilburn, 1989). En pocos días los adultos -maduros sexualmente- comienzan con las actividades de apareamiento para dar inicio a la reproducción en tierras mexicanas (Malcolm y Brower, 1989; Alonso-Mejía, et al. 1997; Rendón-Salinas, 1997).

Después de un mes de apareamiento, las mariposas parten en la migración de primavera y llegan hasta los sitios de reproducción en el sur de Estados Unidos. Las hembras ovipositan en tres especies de *Asclepias* (*A. humistrata*, *A. viridis* y *A. asperula*) (Brower, 1984; Zalucki y Brower, 1992; Malcolm y Brower, 1989) y se presentan dos generaciones, de las cuales la segunda repuebla los sitios de reproducción de verano de donde originalmente partió el contingente migratorio de otoño (figura 6.2). En estos sitios transcurren tres generaciones que se alimentarán en mayor proporción de *A. syriaca* (Malcolm et al., 1992).

6.1.4 La protección de la hibernación

La conservación de la monarca (*Danaus plexippus* L.) se inició en México cuando el doctor Urquhart (1976) reportó en el Eje Neovolcánico los bosques de «oyamel» (*Abies religiosa* [HBK] Schlecht. y Cham.) donde hibernan las mariposas migrantes de Estados Unidos y Canadá. En consecuencia, esta hibernación se convirtió en la más importante debido a que dichos bosques albergan a la población del oriente de las Montañas Rocallosas, la cual representa -en términos poblacionales- a la mayoría de la monarca norteamericana.

En respuesta a los pronunciamientos científicos y ambientalistas por la conservación de la monarca migratoria, el Gobierno estableció como zona de reserva y de refugio silvestre los lugares donde la mariposa monarca hiberna en México (Diario Oficial de la Federación, 1980). Sin embargo, la protección no resultó eficiente debido a que se restringieron las actividades de uso de los recursos en los bosques sólo durante la estancia de las mariposas. Por ello, las presiones conservacionistas no cesaron y exigieron una protección permanente.

Ante esto se decretaron como Área Natural Protegida 16 110 hectáreas distribuidas en cinco santuarios independientes a lo largo del límite de los Estados de Michoacán y México (Diario Oficial de la Federación, 1986), con lo que nació la «Reserva Especial de la Biosfera Mariposa Monarca» (REBMM), que a la postre daría lugar a la actual «Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca» (RBMM), cuya extensión total es de 56 259 hectáreas que se distribuyen en el polígono de Altamirano, con 1 770.4 ha, y el de Chincua-Campanario-Chivatí, con 54 488.6 hectáreas (Diario Oficial de la Federación, 2000).

Con la definición de la RBMM dentro del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas, el Gobierno cumple con lo previsto en Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en el sentido de proteger las regiones susceptibles dentro del territorio nacional. En el caso de la región de la monarca, es preciso distinguir que su designación como área protegida obedece originalmente a que los bosques incluidos son el refugio de la mariposa.

En la actualidad se considera que la RBMM protege la biodiversidad y los endemismos presentes, y que significa una herramienta de gestión para el desarrollo social, donde se pretende integrar la conservación al tiempo que se aplican estrategias de aprovechamiento sustentable de los recursos, con lo que se busca impulsar el desarrollo sustentable de la región.

6.1.5 Las estrategias de protección

Las estrategias gubernamentales por proteger la migración y la hibernación de la mariposa monarca en México nacen de la gestión de instituciones como el *Lepidoptera Specialist Group* de la *Species Survival Comisión*, la que reunida en Washington en 1976 declara como prioridad absoluta la conservación de las colonias de monarca en México. Más tarde, en 1979, este grupo se reúne en Costa Rica y solicita al entonces presidente José López Portillo su intervención para proteger la hibernación; instituciones como la National Geographic, la

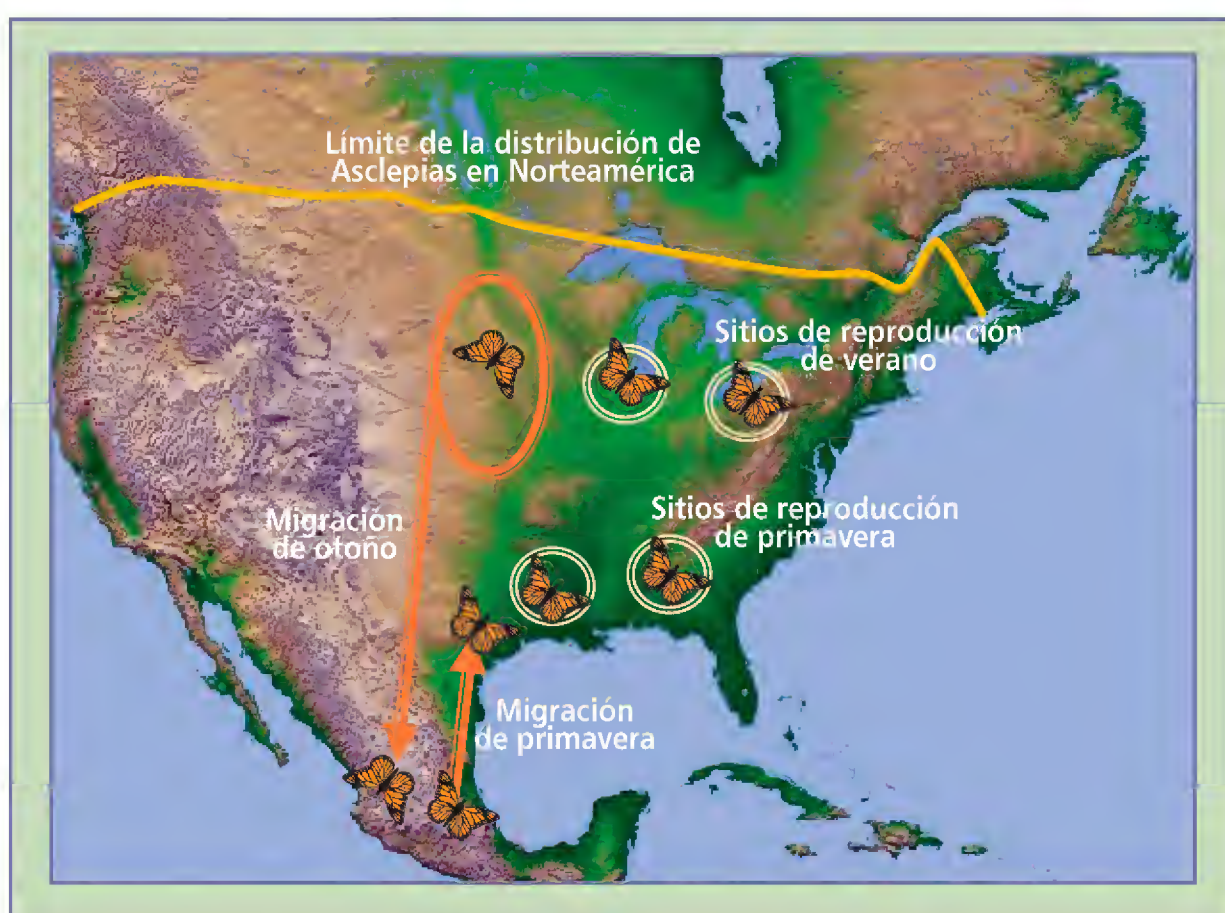


Figura 6.2 El ciclo anual migratorio de la mariposa monarca en Norteamérica. Los adultos de la generación migratoria (rojo) llegan a vivir siete meses, mientras que los adultos de las generaciones reproductivas viven de cuatro a cinco semanas.

Secretary of the Smithsonian Institute y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) respaldan la propuesta (Rendón-Salinas *et al.*, 1987).

Para entonces un grupo internacional de investigadores encabezados por el Dr. Lincoln P. Brower de la Universidad de Florida, y la Dra. Leonila Vázquez junto con el M. en C. Héctor Pérez, ambos del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), auxiliados por el Instituto de Geografía de la UNAM y por monarca A. C. realizan una propuesta de área de conservación que es utilizada como base para establecer el primer decreto de protección de la monarca en 1980.

A partir de entonces, se elaboraron planes, proyectos, propuestas y programas dirigidos a proteger la hibernación. El primero fue un programa de protección realizado en 1982-1983 por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) y más tarde, en 1983-1984, la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE) realizó un anteproyecto de programa de conservación; sin embargo, en 1991 esta dependencia abandonó su ingerencia en la reserva (Rendón-Salinas *et al.*, 1997).

En junio de 1993, Monarca A. C. elabora el primer programa de manejo para la reserva con cuatro componentes; a) El Desarrollo Social y la Conservación, b) La Reglamentación, c) La Capacitación y la Gestión y d) La Administración (Rendón-Salinas *et al.*, 1997). Dicho programa no es aceptado y en ese año el personal técnico de la reserva - que inicia su operación - elabora planes emergentes desde 1994 y hasta 1997, todos ellos basados en los antecedentes de planeación. Con ello se establecen a partir de 1995 seminarios/taller que cuentan con la participación de organizaciones no gubernamentales (ONG), instituciones académicas, gobiernos estatal y federal, así como comunidades indígenas y ejidos de la entonces *REBMM* (Rendón-Salinas *et al.*, 1997).

En los talleres se pide el aval de las comunidades y se difunden las tres propuestas siguientes: *i* El Programa de Desarrollo Regional, *ii* El Ordenamiento Ecológico y *iii* El Programa de Manejo de la *REBMM*. Con base en los resultados se envía un programa de manejo al Banco Mundial (Rendón-Salinas *et al.*, 1997) y se realizan los programas emergentes para 1998 y 1999. Mientras tanto el WWF inicia un proyecto para definir el área óptima de hibernación y la entonces Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (*SEMARNAP*) realiza la gestión para la redefinición de la zona protegida, llegando así al decreto del año 2000.

6.1.6 El manejo de la zona protegida

Al decreto del 2000 le siguió la publicación del Programa de Manejo, como documento donde se establecen las acciones y los proyectos a través de los cuales el gobierno -en sus tres niveles- pretende contener el deterioro ambiental, generalizar las prácticas y tecnologías para la producción sustentable, y en la medida de lo posible mejorar la calidad de vida de la población para disminuir la presión sobre los recursos naturales y lograr su conservación (CONANP, 2001).

Con el Programa de Manejo como directriz técnica, operativa y administrativa para la dirección de la RBMM, se establece el Programa Operativo Anual (POA) donde se integran las actividades de cada proyecto y su planificación a futuro. Estas actividades se organizan en un "marco lógico" basado en la problemática de la reserva y su zona de influencia. En este marco se integran principalmente dos estrategias, la de protección de los recursos y la social.

En el marco de la protección de los recursos, el POA posee un proyecto que busca directamente el fortalecimiento de la investigación para el manejo de los recursos, dentro del cual se considera la investigación y el monitoreo de la hibernación de la mariposa monarca. Adicionalmente, se promueve la implementación de proyectos productivos, así como la inspección, la vigilancia, el control y el combate de incendios y el fortalecimiento de la estructura social a la par de un programa de educación ambiental, todos ellos para mitigar el impacto de la sociedad sobre los recursos.

Asimismo, la dirección de la reserva tiene la responsabilidad de establecer mecanismos de gestión interinstitucional para canalizar la inversión gubernamental y de la iniciativa privada y atender las prioridades temáticas y geográficas, con el fin de reorientar y concentrar los esfuerzos de conservación de manera tal que el impacto de la gestión ambiental se cristalice en un verdadero esquema de conservación.

Para concluir, cabe destacar que si bien es cierto que la conservación de los recursos es una prioridad para el mantenimiento del hábitat de hibernación de la monarca, también es cierto que esta conservación se tiene que ver a la luz de la problemática social debido a que existe la presión sobre los recursos de 500 mil personas que viven en la zona de influencia. Por ello se tienen que establecer mecanismos económicos, así como incentivos a la conservación, del tipo de "pago por servicios ambientales", que ofrecen a los propietarios de los terrenos protegidos por la RBMM una entrada de dinero que promueve el mantenimiento del bosque.

6.2 La conservación de las tortugas marinas

Javier J. Alvarado Díaz

Las tres especies de tortugas marinas que anidan en Michoacán se encuentran amenazadas. De acuerdo al listado de la IUCN (siglas en inglés de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*) es una especie en peligro crítico; la tortuga golfina y negra (*Lepidochelys olivacea* y *Chelonia agassizi* = *C. mydas agassizi*) se consideran en peligro (World Conservation Union, 2001). De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2001), las tres se encuentran en peligro de extinción.

Las características biológicas que resultan relevantes para la conservación de las tortugas marinas son: a) su naturaleza migratoria, lo que requiere de esfuerzos coordinados entre los países a lo largo de sus rangos de distribución; b) su ciclo de vida complejo, que incluye diferentes ambientes conforme sus etapas de vida; c) su tendencia a regresar a las playas donde nacieron, lo que sugiere que las poblaciones anidantes son demográficamente independientes en escalas de tiempo; d) su crecimiento lento y madurez tardía; e) su vulnerabilidad durante la reproducción, tanto de los huevos, como de las crías y los adultos, particularmente de las hembras que salen a desovar; f) su fidelidad al sitio de anidación, lo que podría ser un atractivo para los depredadores, además de que la explotación humana es también facilitada; y finalmente, g) la definición del sexo de acuerdo a la temperatura de anidación.

La importancia de la conservación de las tortugas marinas en México y particularmente en Michoacán incluye aspectos ecológicos, de subsistencia, económicos y culturales. En cuanto al primero, se sabe que las tortugas marinas son importantes exportadores de nutrientes de sus hábitats de alimentación (Bjørndal, 1997). Con respecto a la subsistencia, la carne y los huevos de las tortugas marinas han representado un alimento tradicional para los pobladores costeros de México (Caldwell, 1963; Alvarado y Figueroa, 1990).

Históricamente, hasta antes de la veda en México en 1990, la importancia económica de las tortugas marinas fue significativa. La piel se destinó a la fabricación de artículos diversos, mientras que la carne se comercializaba como alimento. Otros subproductos, como el aceite y las escamas, se destinaban a la fabricación de cosméticos, artesanías y joyería; los huesos y las vísceras se utilizaban

como abono o para elaborar alimento para aves de corral. En la actualidad, las actividades ecoturísticas en diferentes partes de México se basan en la observación y la liberación de tortugas marinas en playas de anidamiento y zonas de alimentación.

En cuanto a la importancia cultural, las tortugas marinas se encuentran estrechamente vinculadas a las comunidades étnicas en México: huaves en Oaxaca, seris en Sonora, nahuas en Michoacán y mayas en el Caribe. Éstas las asocian con la fertilidad y la gratitud por alimentos y beneficios obtenidos; además, han sido motivo de inspiración para la creación de cantos, cuentos, leyendas y fabricación de artesanías (INE-SEMARNAP, 2000).

Existe una amplia documentación sobre los efectos de la explotación humana sobre las poblaciones de tortugas marinas, señalándola como la causa principal del declive y en algunos casos de la extinción de las poblaciones. El indicador más práctico del estado de conservación de estas especies es la tendencia en los tamaños de poblaciones particulares. La cuantificación de las hembras y de sus nidos, al menos durante diez años, representa la información comúnmente utilizada para estimar dichas tendencias (Magnuson, *et al.* 1990, IUCN 2001).

6.2.1 Tortuga golfina

La golfina es la especie de tortuga marina más abundante en el mundo. La explotación comercial de la tortuga golfina en el Pacífico de México se inició en 1961 (Márquez *et al.* 1976). Durante las décadas de 1960 y 1970, fue capturada en Michoacán con la finalidad de comercializar su piel, al mismo tiempo que se desarrolló el comercio ilegal de sus huevos, sobre todo en los Estados de Oaxaca, Michoacán y Jalisco. Entre 1965 y 1969 se capturaron aproximadamente 775 000 individuos a lo largo del Pacífico. Así, para los primeros años de la década de 1970, tres de las cuatro colonias anidantes más importantes ya habían sido exterminadas, mientras que la única colonia remanente, en la playa Escobilla de Oaxaca, estaba siendo intensamente explotada. Históricamente, las colonias reproductoras más importantes se registraron en los Estados de Oaxaca, Guerrero y Jalisco. Michoacán no ha sido una región importante para el anidamiento de esta especie; a pesar de ello, su recuperación también se ha registrado en playas michoacanas, destacando la playa Ixtapilla. Tomando

como indicador de las tendencias poblacionales de golfinos en Michoacán el número de nidos registrados en Colola de 1982 a 2002, se cuenta con un promedio anual de 955. En el periodo anterior a la implementación de la veda, 1982 a 1990, el promedio anual fue de 884 y en el periodo post-veda, 1991 a 2002, de 1 046 nidos.

6.2.2 Tortuga negra

Desde el siglo diecinueve la tortuga negra era explotada en la Península de Baja California por barcos balleneros que utilizaban su carne como alimento para sus tripulaciones (Felger y Clifton, 1977). En los inicios del siglo veinte, ya se había establecido una sólida pesquería comercial de esta especie en Baja California; la carne era enlatada y exportada a Inglaterra, mientras que ejemplares completos eran enviados a San Francisco California. Para la década de 1930, la demanda de carne disminuyó en el extranjero, pero aumentó en Baja California y Sonora. En la actualidad se estima que aproximadamente 15 000 tortugas negras son capturadas anualmente en aguas de Baja California (Nichols, 2000). Antes de los 1950, las playas de anidamiento en Michoacán se encontraban en estado prístino, ya que la zona estaba poco habitada y era de difícil acceso; por ello la explotación comercial se inició más tarde que en Baja California. Fue en esa misma década, cuando los poblados de Maruata y Colola, se establecieron en la zona costera de Michoacán. A principios de los setentas, casi 70 000 huevos eran extraídos cada noche durante la temporada de anidamiento en Colola, y de 10 000 a 20 000 de la playa de Maruata (Clifton *et al.*, 1982). Esta misma tendencia continuó hasta que a principios de los 1980 se establecieron viveros para la protección de los nidos. Durante la década de los 1970, de 7 000 a 15 000 tortugas negras se capturaban anualmente en Michoacán para ser comercializadas (Clifton *et al.*, 1982).

Utilizando el número de hembras anidadoras en la playa de Colola, como indicador del estado de conservación de la tortuga negra en Michoacán, encontramos que en 1981 se registraron 2 011 hembras y en el siguiente año, 1 090. A partir de este año se registró un declive de la población, hasta que en el 2001 se registró un incremento a 2 097 hembras. Este aumento en número ha sido continuo, de tal manera que se podría pensar que se trata

del inicio de una etapa de recuperación, si se compara con los datos recabados en el inicio del programa de conservación en 1981 en la playa de Colola. Sin embargo, si comparamos los números recientes con los de mediados de la década de los 1960, que llegaban hasta 25 000 individuos, la recuperación está lejos de alcanzarse.

6.2.3 Tortuga laúd

Debido a que su carne es aceitosa, no ha sido utilizada comúnmente como alimento. Sin embargo, su aceite era utilizado como combustible en lámparas y para tratar la madera de embarcaciones, y sus nidos se han consumido a lo ancho de su rango de distribución. Desde el inicio de los 1970, los nidos de tortuga laúd en el Playón de Mexiquillo, principal área de anidamiento en Michoacán, han sufrido un intenso saqueo. De 1970 a 1980 la extracción fue prácticamente de la totalidad de los huevos y a pesar de las actividades de conservación que se iniciaron en 1982, el saqueo se mantiene, aunque en menor grado. A mediados de los ochentas, en la mejor parte de la temporada, se llegaban a registrar hasta 500 nidos por noche, aproximadamente 5 000 nidos por temporada (Pritchard, 1982).

A principios de los 1990, se registró una drástica reducción en el número de nidos y hembras, con apenas 100 nidos por temporada, provenientes de una docena de hembras. En 1996, Sarti y colaboradores estimaron una disminución del 90% de la población anidadora en los últimos 10 años. Además de la extracción de nidos, otro factor de mortalidad importante es la captura de adultos en pesquerías pelágicas que utilizan redes de deriva y palangres; precisamente en la década de los 1990, unas 1 500 hembras de laúd se capturaban al año a través de estas prácticas pesqueras. En el 2000, Spotila y colaboradores estimaron una población de sólo 1 690 hembras anidantes en todo el Pacífico oriental.

La recuperación de las poblaciones de tortuga marina, especialmente de las tortugas laúd y negra en el Pacífico oriental, dependerá significativamente de las estrategias de protección y manejo que se implementen en Michoacán, ya que el tamaño de sus poblaciones depende en gran medida de la producción de crías en playas michoacanas. Las acciones de conservación instrumentadas en Michoacán durante los últimos 25 años han dado como resultado la reducción de algunas

amenazas, como la captura de adultos y la extracción y comercialización de sus nidos. Además, se ha logrado la incorporación de un segmento importante de las comunidades costeras a las labores de protección y conservación, así como la declaración de algunas playas importantes como áreas protegidas.

A pesar de la veda de 1990 cuando se prohíbe en México la captura, la utilización y la comercialización de las tortugas marinas, sus productos y subproductos, en Michoacán persiste, aunque en menor grado, la explotación de tortugas y el consumo y el mercadeo de sus huevos. Desafortunadamente, los riesgos asociados a la degradación y la destrucción de los hábitats de

anidamiento y a la perturbación del proceso de anidamiento se han incrementado en Michoacán.

De aproximadamente cinco campamentos de conservación existentes en Michoacán a principios de los 1980, para el año de 2003 este número se incrementó a 22. Desde 1980, entre el 85 al 95% de los nidos de tortugas negra y golfinas depositados en las playas de Colola y Maruata han sido protegidos. En Mexiquillo, desde 1980 se han protegido los nidos de tortuga laúd. En 1986, las playas de Mexiquillo, Colola y Maruata fueron decretadas reservas naturales para la conservación de las tortugas marinas, y recategorizadas como santuarios con el mismo propósito en el año 2002 (CONANP, 2002).

Recuadro 6.1

Programa universitario de protección de la tortuga negra en Michoacán.

Javier Alvarado Díaz
Alfredo Figueroa López
Carlos Delgado Trejo

Las áreas continentales más importantes para la reproducción y el anidamiento de la tortuga negra, *Chelonia agassizi*, son las playas de Colola y Maruata en el Estado de Michoacán, México. El número de tortugas anidantes se ha reducido drásticamente debido a la sobreexplotación de adultos y nidos, por lo que la tortuga negra se considera una especie amenazada o en peligro, de acuerdo a World Conservation Union (2001). En Michoacán la tortuga negra comparte límites geográficos con las poblaciones de indígenas nahuas. Existen registros arqueológicos precolombinos en la playa de Maruata Viejo que verifican la coexistencia de grupos nahua y tortugas antes de la conquista española, así como registros de los siglos XVI y XVII que documentan el gran número de tortugas negras que se encontraban a lo largo de la costa michoacana, especialmente en la Bahía de Maruata (Brand, 1958). Después de la llegada de los españoles, los asentamientos en la costa fueron abandonados a favor de poblados en las serranías costeras. La selva avanzó sobre los pueblos abandonados y a finales del siglo XIX y principios del XX; el matorral espinoso que rodea a Maruata y las hordas de mosquitos transmisores de paludismo (enfermedad que ingresó en los 1880 vía Manzanillo) impidieron el reasentamiento en estas áreas (Brand, 1958). Hasta finales de la década de 1950 no existían asentamientos en Maruata y Colola, pero los huevos de tortuga negra eran cosechados y transportados a los pueblos en la sierra para complementar la dieta de los nahuas.

La expansión de los mercados internacionales hacia el uso de la piel de tortuga marina como sustituto de la piel de cocodrilo, en la década de 1960, resultó en un incremento en la presión de captura sobre las poblaciones de tortuga marina en el Pacífico mexicano. En la misma década se establecieron los asentamientos nahua de Colola y Maruata. Cuando la demanda de productos de tortuga marina alcanzó la costa michoacana, estos asentamientos crecieron rápidamente. La intensa explotación de tortuga negra en sus áreas de forrajeo en Baja California y en sus áreas de anidamiento en Michoacán resultó en un colapso de la población. Clifton y colaboradores (1982) estimaron una población de tortuga negra en el Pacífico oriental de 150 000 individuos en los sesentas. Para finales de la década de 1980, permanecían solamente entre 7 000 y 10 000 adultos en la población.

En 1980 Kim Clifton, del Museo del Desierto de Arizona-Sonora, inició un proyecto de conservación para la protección de la tortuga negra en Michoacán, y en 1982 la responsabilidad del proyecto fue transferida a la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. El principal objetivo del proyecto ha sido lograr la recuperación de la población de tortuga negra de Michoacán a niveles históricos. Al inicio del proyecto se identificaron las amenazas para la recuperación de la población de tortuga negra: la captura legal e ilegal de tortugas adultas (subsistencia y comercial), el saqueo de nidos (subsistencia y comercial) y la destrucción y degradación del hábitat de anidamiento, fueron las más importantes. De 1980 a 1985 se otorgó una cuota legal de 250 machos de tortuga negra por mes (septiembre-diciembre) a una cooperativa pesquera local. Adicionalmente se estimó que, entre 1979 y 1982, aproximadamente 2 000 hembras y 1 000 machos de tortuga negra eran capturados ilegalmente cada año en Michoacán (Alvarado y Figueroa, 1987). Durante el mismo periodo se estimó un promedio de 1 250 tortugas negras ilegalmente capturadas cada año en Michoacán con propósitos de subsistencia. A principios de la década de los 1970, aproximadamente 90 000 huevos eran extraídos ilegalmente por noche durante la temporada de anidación en Colola y Maruata (Clifton *et al.*, 1982). Esta cosecha, que representaba casi el total de los huevos puestos por temporada continuó hasta 1980 cuando se inició la protección de estas playas (Alvarado y Figueroa, 1987). La principal amenaza potencial para la integridad ecológica del hábitat de anidación, registrada en 1982, fue la pérdida y deterioro de las playas de anidación debido al desarrollo turístico comercial, la construcción de viviendas y la deforestación de las áreas adyacentes a las playas, especialmente en los poblados de Colola y Maruata.

Las acciones realizadas para contrarrestar estas amenazas han incluido el patrullaje de las playas de anidación y de la zona marina frente a éstas; la reubicación de nidos en corrales protegidos; el cabildeo para declarar Maruata y Colola áreas protegidas para la conservación de las tortugas marinas y la prohibición de cualquier tipo de captura de tortugas, así como la labor comunitaria para contar con el apoyo de la población local (Alvarado y Figueroa, 1991). En 1985 se logró la cancelación del sistema de cuotas para la captura de tortuga negra en Michoacán, y en 1986 Colola y Maruata fueron decretadas área de reserva para la protección de las tortugas marinas. Entre 1982 y 2003 la tasa de captura ilegal de tortuga negra y sus nidos mostró un descenso continuo en Michoacán; en el mismo periodo el trabajo de campo indicó la inexistencia de captura comercial de esta especie en Michoacán, siendo la captura para fines de subsistencia, baja. Reconocimientos matutinos de las principales playas de anidación indicaron que desde 1989 un promedio de 12 tortugas anidadoras (rango = 8–18) fueron capturadas en cada temporada, mientras que entre el 80% y 90% de los nidos fueron protegidos cada temporada en los corrales situados en las playas, así como en áreas de nidos naturales. Sin embargo, Nichols (2000) estimó en el área de Baja California una captura anual aproximada de 15 000 tortugas negras. Si bien el desarrollo del turismo comercial en el área de anidación de la tortuga negra ha permanecido incipiente, la construcción de viviendas en las playas ha aumentado desde 1982, especialmente en Maruata. Estimamos que hasta el año 2003 se ha perdido el 20% del hábitat de anidación, por lo que ahora las principales amenazas para la recuperación de la población de tortuga negra en Michoacán se enfocan a la destrucción de su hábitat de anidamiento y la alta tasa de captura en aguas bajacalifornianas.

6.3 Áreas naturales protegidas

*Laura E. Villaseñor Gómez
Javier Salvador Robles del Valle
Laura A. Briseño Cázares
Alfredo Amador García*

6.3.1 El Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas

Una de las estrategias para la conservación de la biodiversidad ha sido la protección de especies particulares que por su tamaño, atractivo o valor cultural, han tenido importancia política, económica o estética. Otra estrategia es la conservación de ambientes que presentan una extensión o distribución restringida y que contienen especies biológicas exclusivas o características, o ambientes que cumplen con servicios ambientales importantes, o aquellos que están siendo modificados o destruidos por las actividades humanas.

La creación de áreas naturales protegidas (ANP) es uno de los instrumentos más importantes al nivel mundial para llevar a cabo la conservación de la biodiversidad. La necesidad de preservar las condiciones naturales de los ecosistemas de México ha tenido como resultado la designación de este tipo de áreas naturales representativas de la diversidad biológica. En respuesta a lo anterior, en 1983 la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE), por medio de la Dirección General de Parques y Reservas, promovió la creación de un Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINANP) conformado por áreas naturales de carácter federal que por su gran biodiversidad resultaban ser prioritarias.

En 1988 se retomó la integración de dicho sistema en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). Las reformas a la LGEEPA de diciembre de 1996 ratificaron la necesidad de integrar este sistema nacional con el propósito de incluir en él las áreas que por su diversidad y características ecológicas se consideraran de especial importancia en el país (LGEEPA, 1996).

Así, en el Programa de Áreas Naturales Protegidas de México 1995-2000 se establecieron los elementos para el funcionamiento del sistema. A partir de estos elementos la CONANP realizó una evaluación que dio como resultado la definición de los criterios biológicos, ecológicos y de conservación de los recursos naturales para seleccionar las áreas que deben ser integradas al SINANP, e identificó la primera relación de áreas naturales protegidas (INE-SEMARNAP, 1996).

El objetivo primordial de las ANP es la conservación de la diversidad biológica y el mantenimiento de los recursos y los servicios derivados de las mismas. El SINANP actualmente tiene como función la integración de las diferentes categorías de áreas naturales protegidas existentes y la sistematización de los criterios para su administración y manejo.

En este sentido, en el Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2001-2006 se estableció la integralidad de la nueva política ambiental, en la que se considera que “los recursos naturales deben ser manejados en forma conjunta y no aislada”, además de la evaluación de las implicaciones sociales y económicas de su manejo. Los objetivos planteados en el Programa de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, las ANP de México, persiguen el fortalecimiento de la capacidad institucional para conservar los ecosistemas, sus servicios ambientales y sus recursos naturales, así como la regulación de su aprovechamiento sustentable y la participación de la sociedad en su protección, preservación, restauración y administración (SEMARNAT, 2002).

Asimismo, con los decretos de las ANP en sus distintas categorías se pretende crear un sustrato jurídico que tienda a generar un proceso propio de organización, favoreciendo o induciendo la integración de grupos locales y la participación de instituciones académicas y gobiernos estatales y municipales a favor de la conservación (SEMARNAT 2001). De acuerdo a la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (última reforma DOF 23-02-2005) son ocho las categorías de ANP de competencia federal: Reserva de la Biosfera, Parque Nacional, Monumento Natural, Área de Protección de Recursos Naturales, Área de Protección de Flora y Fauna y Santuario, mientras que las categorías de Parques y Reservas Estatales y Zonas de Preservación Ecológica de los centros de población son responsabilidad de los gobiernos de los Estados y del Distrito Federal (LGEEPA, 1996).

Por otro lado, la misión de la CONANP, de acuerdo al Programa de Trabajo 2001-2006, se determinó como el «Conservar el patrimonio natural de México a través de las áreas naturales protegidas y de los Programas de Desarrollo Regional Sustentable en Regiones Prioritarias para la Conservación» (PRODERS), un afán de abrir las posibilidades para una efectiva conservación (SEMARNAT, 2001).

El SINANP no comprende todas las áreas naturales protegidas decretadas, sino sólo aquellas que han pasado por una revisión muy cuidadosa. Hasta el mes de agosto de 2003, la extensión de las ANP llegó a 17 856 227 hectáreas, equivalente al 9.1% por ciento de la superficie total del país, lo que representa un crecimiento del 2% del área prevaleciente al cierre de 2002.

6.3.2 Áreas naturales protegidas de carácter federal en el Estado

A lo largo de los últimos 69 años, en el Estado de Michoacán se han decretado 42 áreas naturales con jurisdicción federal. El total de estas ANP ocupa 1 022 797 hectáreas, lo que representa el 17% de la superficie total de la entidad (cuadro 6.2). Aparentemente, esta cifra rebasa el mínimo recomendado por organismos internacionales, pero desafortunadamente algunos de los parques nacionales y la reserva de la biosfera han sido objeto de una protección parcial; el resto sólo se trata de reservas decretadas en «el papel».

La creación de ANP en Michoacán comenzó en 1936 con el decreto del Parque Nacional Cerro de Garnica en la región de Mil Cumbres, y las zonas protectoras forestales (actualmente áreas de protección de recursos naturales) de las cuencas hidrológicas del Lago de Pátzcuaro y el Río Chiquito de Morelia y la región de Tacámbaro. Todos los parques nacionales (PN) del Estado de Michoacán, con excepción del PN Rayón, fueron decretados entre 1938 y 1941 (Vargas *et al.*, 2000). Desafortunadamente, los parques de mayor extensión se encuentran prácticamente en el abandono, lo que ha permitido la tala clandestina, el cambio de uso de suelo por los asentamientos irregulares, el sobrepastoreo, y la incidencia de incendios y plagas forestales, lo que a su vez se refleja en la erosión y en la pérdida de biodiversidad.

Entre las 42 ANP con jurisdicción federal se encuentran seis parques nacionales (cuadro 6.3). En la presente revisión no se incluye al Parque Bosencheve, ya que la mayor parte de su superficie se encuentra en el Estado de México.

La problemática que enfrenta cada parque tiene sus propias peculiaridades. El grado de organización y manejo en cada uno de ellos es muy variable, y va desde el completo abandono hasta la existencia de una estructura completa en diferentes aspectos, como el administrativo, legal, normativo, académico, entre otros. Actualmente

tres PN son administrados por la SEMARNAT con la colaboración de los ayuntamientos respectivos: Barranca de Cupatitzio en Uruapan, el Lago de Camécuaro en Tangancícuaro y Rayón en Tlalpujahuá.

El PN Lago de Camécuaro cuenta con una mesa directiva y un programa de manejo; más que un sitio que conserve el entorno, es un área dedicada a la recreación en donde se rebasa la capacidad de carga en los días de asueto, especialmente. Otro caso es el PN Pico de Tancítaro, el cual se encuentra en trámite de recategorización con una superficie propuesta de 23 406 hectáreas, y que cambiaría de parque nacional a área de protección de flora y fauna (Garibay y Bocco, 2002; Bocco y Mas, 2003).

Por otro lado, los terrenos del PN Barranca de Cupatitzio, adquiridos por el Gobierno Federal en 1939, fueron objeto de un convenio de descentralización que dicha instancia firmó el 20 de junio de 1979 a través de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, y en el que se le confirió al ayuntamiento de Uruapan su gestión. Aunque en el decreto se habla de un patronato, éste se instauró el 22 de junio de 1996 en sesión de cabildo del municipio de Uruapan. El 15 de diciembre de 1999 el patronato se constituyó como asociación civil, y bajo el convenio del 23 de noviembre de 2003, la CONANP transfirió la totalidad de la administración del parque a la asociación civil, situación en la que actualmente se encuentra (Javier Ponce, com pers.).

Actualmente el parque representa un espacio muy importante para el turismo regional, nacional e internacional, con una consecuente relevancia en términos de generación de empleo así como de difusión y educación ambiental.

La Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca (RBMM) es la ANP de mayor extensión en el Estado de Michoacán (cuadro 6.4). Se ubica en el parteaguas de las cuencas de los ríos Lerma y Balsas, en donde las corrientes superficiales se encuentran poco desarrolladas, aunque la cantidad de manantiales es significativa: en la región Lerma-Santiago se encuentran ocho de gran magnitud y en la del Balsas, 15. La riqueza hídrica que generan las sierras alimenta un total de 23 manantiales, ocho presas y numerosos cuerpos de agua que abastecen a los centros urbanos y localidades de la región, así como a las ciudades de México y Toluca, entre otras (CONANP, 2001). Éste es sólo uno de los aspectos por los que la reserva reviste importancia considerable. Sin embargo, las extracciones clandestinas han tenido fuertes impactos en la actividad forestal y en las condiciones de los bosques de la RBMM, y por lo tanto en la pérdida de suelo y la capacidad e infiltración de agua. Si bien durante el tiempo de la veda y en las décadas posteriores el clandestinaje forestal representaba un fuerte

Cuadro 6.2 Áreas naturales federales decretadas en el Estado de Michoacán.

Tipo de áreas naturales	Número de ANP	Superficie aproximada (ha)
Parques nacionales	6	28 933
Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca	1	(56 259 ¹) 42 000 ²
Santuarios	3	144
Áreas de protección de recursos naturales ³	32	951 720
TOTAL	42	1 022 797

1. Superficie total que incluye las partes correspondientes a los Estados de México y Michoacán.

2. Superficie aproximada correspondiente al Estado de Michoacán.

3. Antes denominadas zona protectora forestal con decretos individuales y con decreto general de 1949.

Cuadro 6.3 Resumen descriptivo de los parques nacionales del Estado de Michoacán.

Nombre del parque	Fecha del decreto	Región fisiográfica	Sup. (ha) ¹	Municipios	Tipos de vegetación	Rango altitudinal (msnm)
Cerro Garnica	05-09-1936	SVT	968.00	Queréndaro	BOP	2 700-3 000
Barranca de Cupatitzio	02-11-1938	SVT	452.00	Uruapan	BPE, BMM	1 600-2 100
Insurgente José María Morelos y Pavón	22-02-1939	SVT y declives de la DB	4 324.75	Charo, Tzitzio e Indaparapeo	BPE, BTC, BE	1 340-2 400
Pico de Tancítaro	27-07-1940 (Recategor.)	SVT	23 154.11 (23 406)	Peribán, San Juan Nuevo Parangaricutiro, Uruapan y Tancítaro	BOP, BMM	2 064-3 845
Lago de Camécuaro	08-03-1941	SVT	9.65	Tangancícuaro	VSAR	1 700
Rayón	29-08-1952 12-09-1954	SVT	25.00	Tlalpujahuá	PC, VS	2 600-2 700

Región fisiográfica: SVT, Sistema Volcánico Transversal; DB, Depresión del Balsas.
 Tipos de vegetación: BOP, bosque de oyamel-pino; BPE, bosque de pino-encino; BMM, bosque mesófilo de montaña; BE, bosque de encino; BTC, bosque tropical caducifolio; VSAR, vegetación acuática y riparia; PC, plantación de cedros; VS, vegetación secundaria.
 1. Extensión de acuerdo a Vargas (1997). La superficie cambia según a la recategorización propuesta.

problema, su incidencia se acentuó a partir de 1992, cuando la legislación cambió drásticamente la regulación de la actividad forestal, favoreciendo la multiplicación de las industrias forestales (Caro, 1998). Aunque la reserva cuenta con un programa de manejo, un consejo técnico asesor y presupuesto del Gobierno Federal y organismos internacionales (CONANP, 2001), la problemática es sumamente compleja para que pueda resolverse en un tiempo corto, sobre todo cuando no se ha aplicado cabalmente el programa de manejo y se trata de la reserva en México con una mayor densidad poblacional.

Bajo la categoría de Santuario se agrupan las superficies decretadas para la protección de las tortugas marinas que desovan en playas mexicanas (cuadro 6.4). La denominación de zona de reserva y sitios de refugio para la protección, conservación, repoblación, desarrollo y control de las diversas especies de tortuga marina del decreto original (DOF, 29 octubre 1986) se ha modificado recientemente pasando a la categoría de Santuario en el DOF el 16 julio del 2002.

En los santuarios de Colola, Maruata y Mexiquillo, en donde se realizan labores de conservación de tres especies de tortuga marina, no se incluye a los ecosistemas terrestres adyacentes, por lo que el cambio de uso del suelo y la erosión de estas áreas es evidente. Los esfuerzos de conservación han sido encabezados por académicos y estudiantes de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo en las dos primeras playas, y de la Universidad Nacional Autónoma de México en la tercera; en estos esfuerzos se ha involucrado a las comunidades locales. Debido a que las tortugas marinas presentaron una disminución significativa de sus poblaciones por la explotación irracional, la Secretaría de Pesca estableció una veda total e indefinida de sus especies y subespecies (DOF 31 mayo 1990).

Las áreas de protección de recursos naturales (APRN) son áreas destinadas a la preservación y protección del suelo, las cuencas hidrográficas, las aguas y en general los recursos naturales localizados en terrenos de aptitud preferentemente forestal. Aquí se incluyen presas,

Cuadro 6.4 Resumen descriptivo de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca y los santuarios en Michoacán.

	Fecha del decreto	Región fisiográfica	Sup. (ha)	Municipios	Tipos de vegetación	Rango altitudinal (msnm)
Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca	Primer decreto 30-09-1986 Último decreto 10-10-2000	Sistema Volcánico Transversal	42 000 (56 259*)	Ocampo, Angangueo, Senguio, Zitácuaro, Contepec	BOP, BE, BPOC, BPE, MJ	2 800-3 200
Santuarios de Tortuga Marina Colola/ Maruata/ Mexiquillo	29-10-1986 Recategorización 05-06-2002	Costa	144	longitud de las playas 12.5 km Aquila	BTC, DC	0-50

Tipos de vegetación: BOP, bosque de oyamel-pino; BPE, bosque de pino-encino; BE, bosque de encino; BPOC, bosque de oyamel-pino-cedro; BTC, bosque tropical caducifolio; MJ, matorral de Juniperus; DC, dunas costeras. * La superficie en los Estados de México y Michoacán.

Cuadro 6.5 Principales áreas de protección de recursos naturales en el Estado de Michoacán.

	Fecha del decreto	Región fisiográfica	Sup. (km ²)	Municipios	Tipos de vegetación	Rango altitudinal (msnm)
Cuenca del Lago de Pátzcuaro	23-01-1936	SVT	957.0	Pátzcuaro, Huiramba, Tzintzuntzan Quiroga y Erongarícuaro	BPE, BE, MS	2 150-2 500
Cuenca del río Chiquito de Morelia	08-09-1936	SVT	73.75	Morelia	BPE, BMM	1 960-2 400
Ciudad de Tacámbaro	18-09-1936	SVT y declives de la DB	360.0	Tacámbaro	BPE, BTC	1 200-2 100
Ciudad de Zitácuaro	04-01-1937	SVT	136.8	Zitácuaro	BPE, BOP	2 400-3 100
Ciudad de Uruapan	17-02-1937	SVT	136.6	Uruapan	BPE, BMM, BE	1 400-1 800
Ciudad Ario de Rosales	16-06-1937	SVT	138.0	Ario de Rosales	BPE	1 800-2 600
Ciudad de Jiquilpan	18-11-1938	AM	70.0	Jiquilpan de Juárez	MS, BE	1 800-2 000
Los Azufres	20-09-1979	SVT	86.81	Zinapécuaro, Hidalgo y Maravatío	BOP, BPE	2 600-3 000
El Temazcal	22-02-1939	SVT	8.64	Charo e Indaparapeo	BPE	1 800-2 400
Superficie total			2,047.6			

Región fisiográfica: SVT, Sistema Volcánico Transversal; DB, Depresión del Balsas; AM, Altiplano Mexicano.
Tipos de vegetación: BOP, bosque de oyamel-pino; BPE, bosque de pino-encino; BMM, bosque mesófilo de montaña; BE, bosque de encino; BTC, bosque tropical caducifolio; MS, matorral subtropical.

Cuadro 6.6 Áreas de protección de recursos naturales decretadas en Michoacán para la protección de cuencas hidrográficas que alimentan sistemas de irrigación.

Zona Protectora Forestal	Extensión (ha)	Municipio
Presa Agostitlán (Mata de Pinos)	5 000	Hidalgo
Presa Barraje de Ibarra	200 000	Briseñas, Venustiano Carranza y Pajacuarán
Presa Chincua	20 000	Senguio
Presa Cointzio	20 000	Morelia
Presa Copándaro (Presa del Padre)	19 000	Copándaro (Jiménez)
Presa de Gonzalo	12 600	Vista Hermosa de Negrete
Presa El Pejo	10 000	Huetamo
Presa Guaracha	17 900	Villamar (Emiliano Zapata)
Presa Jaripo	9 600	Villamar (Emiliano Zapata)
Presa José María Morelos	137 000	Lázaro Cárdenas (Mich.) y La Unión (Gro.)
Presa Laguna del Fresno	4 900	Maravatío
Presa Malpaís	15 600	Queréndaro y Zinapécuaro
Presa Melchor Ocampo	54 200	Angamacutiro
Presa Pucuat	4 900	Hidalgo
Presa Sabaneta	1 000	Hidalgo
Presa San Juanico	15 100	Cotija de la Paz
Presa Tarecuato	5 400	Tinguindín
Presa Tepuxtepec	16 000	Contepec y Epitacio Huerta
Presa Urepetiro	25 800	Tlazazalca
Presa Zicuirán	150 000	La Huacana

sistemas nacionales de riego, cuencas hidrográficas, arroyos, lagunas y ríos. Aun cuando todas cuentan con un decreto federal de protección, su situación administrativa se encuentra en proceso de revisión para recategorizarlas, ya que la mayoría no funcionan de acuerdo al esquema de las ANP planteado en la legislación. En Michoacán se han decretado 32 APRN, nueve de éstas de manera específica, que en conjunto cubren una superficie de 204 760 hectáreas, lo que representa el 3.42% de la entidad (Cuadro 6.5); también se han decretado otras 20 que no cuentan con una situación suficientemente clara desde su definición (cuadro 6.6).

Diferentes áreas boscosas, ciudades, presas y cuencas hidrográficas de la República Mexicana, al decretarse originalmente se les colocó en la categoría de zona protectora forestal, una buena parte sin una designación precisa de sus límites. Una de éstas es la cuenca hidrográfica del Lago de Pátzcuaro que actualmente sustenta jurídicamente las acciones de conservación en un decreto de área vedada, lo cual no es respetado en ningún aspecto. Las ciudades de Tacámbaro, Morelia, Zitácuaro, Uruapan, Ario de Rosales y Jiquilpan, además de las regiones de El Temazcal y Los Azufres, también cuentan con su respectivo decreto como APRN (Vargas, 2000) (cuadro 6.5). Se calcula de manera aproximada una superficie de 951 720 hectáreas en APRN, sin incluir la ciudad de Morelia, las cuencas hidrográficas de los ríos Duero y Lerma y las presas que limitan con el Estado de Guerrero.

6.3.3 Biodiversidad en los parques nacionales

A continuación se presenta un análisis de la riqueza registrada en los PN del Estado de Michoacán, en especial de los grupos de vertebrados terrestres, anfibios, reptiles, aves y mamíferos (cuadro 6.7). Los inventarios recientes han evidenciado que la riqueza en las ANP de Michoacán es mayor y que se requiere de un trabajo de campo más intensivo, sobre todo para conocer otros grupos menos estudiados, como por ejemplo los insectos y arácnidos.

En el PN Cerro Garnica se han registrado 254 especies de vertebrados terrestres. Existen 5 especies de anfibios, de las cuales 4 son endémicas de México, 2 se encuentran amenazadas y una está protegida (anexo 6.1). De las 4 especies de reptiles registradas, 3 son endémicas y 2 están bajo protección especial (anexo 6.2). Entre las 240 especies de aves, 26 son endémicas de México, 8 cuasiendémicas, una amenazada y 11 protegidas (anexo 6.3). De las 5 especies de mamíferos de las que se tiene conocimiento, 2 se comparten con Estados Unidos de Norte América y no hay ninguna que se encuentre bajo cualquiera de las categorías de riesgo que maneja la Norma Oficial Mexicana (anexo 6.4) (NOM-059-SEMARNAT-2001).

En este parque se han realizado diferentes estudios sobre los diversos grupos biológicos, como en el caso de las aves (Barajas, 1994) y los líquenes (Díaz y Chávez, 1991 En: SEDUE-Michoacán 1991). Así mismo, se tiene referencia del trabajo de diferentes colectores y científicos extranjeros, como Selander y Wagner, que visitaron la región y llevaron a cabo colectas extensivas (Davis, 1962).

En el PN Barranca de Cupatitzio, de acuerdo a estudios llevados a cabo en el área de conservación, se sabe de la existencia de al menos 407 especies de plantas (Bello y Madrigal, 1996); entre éstas, dos especies se reconocen bajo la categoría de amenazadas, una sujeta a protección especial y otra en peligro de extinción, de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2001). En cuanto a la fauna, de acuerdo a una compilación realizada por Villaseñor *et al.* (en prensa) basada en trabajo de campo y documentos inéditos, se cuenta con el registro de 247 especies de vertebrados terrestres. De éstas, 10 son especies de anfibios, de las cuales 8 son endémicas de México, una se encuentra amenazada y 3 están protegidas (anexo 6.1). Entre las 14 especies de reptiles registradas, 12 son endémicas, 2 están amenazadas y 4 están bajo protección especial (anexo 6.2). De las 177 especies de aves, 24 son endémicas de México, 4 cuasiendémicas, una amenazada y 8 protegidas (anexo 6.3) (Villaseñor *et al.* 2000). De las 46 especies de mamíferos de las que se tiene conocimiento, 8 son

Cuadro 6.7 Número de especies de vertebrados terrestres registrados en los parques nacionales del Estado de Michoacán.

Parque Nacional	Anfibios	Reptiles	Aves	Mamíferos	Totales
Cerro Garnica	5	4	240	5	254
Barranca de Cupatitzio	10	14	177	46	247
Insurgente José María Morelos y Pavón	8	12	247	34	301
Pico de Tancítaro	6	30	246	88	370
Lago de Camécuaro	1	3	25	2	31
Rayón	0	0	13	7	20

endémicas de México y 12 son cuasiendémicas de distribución más neártica; 2 se consideran amenazadas, una en peligro de extinción y otra más bajo protección especial (anexo 6.4).

En el PN Insurgente José María Morelos y Pavón, conocido en forma coloquial como "Kilómetro 23" por su ubicación en la carretera federal No.15 México-Morelia-Guadalajara, vía Mil Cumbres, se tiene el registro de 301 especies de vertebrados terrestres. Existen 8 especies de anfibios, de las cuales 7 son endémicas de México, 3 se encuentran amenazadas y 2 están bajo protección especial (anexo 6.1). Entre las 12 especies de reptiles registradas, 10 son endémicas y 3 se encuentran bajo protección especial (anexo 6.2). Entre las 247 especies de aves, 28 son endémicas de México, 8 cuasiendémicas, una sola se ha identificado como amenazada y 12 están protegidas (anexo 6.3). De las 34 especies de mamíferos de las que se tiene conocimiento de su presencia en el área, 6 son endémicas de México y 8 son cuasiendémicas con distribución compartida con Estados Unidos de América; sólo una se considera amenazada (anexo 6.4). Se tiene conocimiento de algunos trabajos inéditos sobre la vegetación, un listado micológico y un estudio sobre lampreas, entre otros (Facultad de Biología, UMSNH), además de inventarios esporádicos de especies de aves (diarios de campo de Laura E. Villaseñor y Felipe Martínez).

Para el PN Tancítaro, en vías de redefinirse bajo la categoría de área de protección de flora y fauna, destaca el último registro, en el año de 1951, de la existencia del carpintero real (*Campephilus imperialis*), especie que de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2001) se encuentra extinta. También son de sumo interés los registros del trogón salvador (*Euptilotis neoxenus*), así como de las poblaciones disminuidas de la cotorra serrana occidental (*Rhynchopsitta pachyrhyncha*) lo cual es consecuencia de la perturbación de su hábitat natural (Villaseñor, 1992) (anexo 6.3).

Existe un estudio sobre la flora del PN Tancítaro en donde se presenta un listado de 526 especies pertenecientes a 108 familias de Pteridofitas,

Gimnospermas y Angiospermas. Destacan las especies endémicas *Tigridia alpestris obtusa* Molseed, cuya distribución está restringida a las laderas rocosas del bosque de coníferas; *Salvia vazquezii* Rammamoorthy & Iltis, que había sido reportada para la Sierra de Manantlán, en Jalisco, además de una nueva especie que corresponde a *Sedum neovolcanicum* (García et al. 2002).

De acuerdo a la revisión general realizada en este trabajo, se tiene el registro de 356 especies de vertebrados terrestres para el PN Tancítaro. Existen 6 especies de anfibios (anexo 6.1), de las cuales 5 son endémicas de México, una se encuentra amenazada y 3 están protegidas. Entre las 30 especies de reptiles registradas, 22 son endémicas, 6 están amenazadas y 7 están bajo protección especial (anexo 6.2). Entre las 246 especies de aves, 32 son endémicas de México, 8 cuasiendémicas, 5 amenazadas, una extinta (el carpintero imperial), una en peligro de extinción y 15 protegidas (anexo 6.3). De las 88 especies de mamíferos de las que se tiene registro, 17 son endémicas de México y 18 son cuasiendémicas de distribución neártica, 3 se consideran amenazadas y 2 bajo protección especial (anexo 6.4).

Se han identificado investigaciones importantes sobre la avifauna en el área realizadas por E. Nelson y E. Goldman (1893, 1903 y 1904 – diarios de campo), Blake y Hanson (1942), Villalón (1990), Salas (1986) y Villaseñor (1992); sobre la vegetación, los estudios de Leavenworth (1946), McVaugh (1972), Rodríguez y Espinosa (1995), Madrigal (1982), Medina y colaboradores (2001); en cuanto a la herpetofauna, Duellman (1965), Estrada (2001), Alvarado-Díaz y Campbell (2004).

Recientemente, Garibay y Bocco (2000) hicieron un exhaustivo análisis de la situación legal del parque en el contexto de las áreas naturales protegidas. Durante la gestión de la administración federal 1995-2000, la Delegación de la SEMARNAT en Michoacán y los gobiernos de los municipios relacionados con este PN condujeron la organización de cuatro foros de consulta sobre el decreto, en donde se destacó la conveniencia de recategorizarlo como un área de protección de flora y fauna.

La composición florística del PN Lago de Camécuaro está representada principalmente por añejos ejemplares de ahuehuetes (*Taxodium mucronatum*); se registran además árboles de sauce blanco (*Salix sp.*), casuarina (*Casuarina equisetifolia*), eucalipto (*Eucalyptus sp.*) y fresno (*Fraxinus uhdei*) (UCODEFO No. 8, 1993). Los alrededores presentan vegetación de matorral subtropical perturbado y áreas de cultivo.

La ictiofauna del lago la componen especies introducidas desde hace algunas décadas, primariamente carpas, tilapias y trucha arco iris (Villaseñor, 1993). La

información sobre la fauna de vertebrados terrestres es muy escasa, por lo que se considera necesario realizar investigaciones al respecto; solamente se tiene el registro de 31 especies. Se conoce una especie de anfibio, que no se encuentra en ninguna de las categorías de riesgo de la Norma Oficial (NOM-059-SEMARNAT-2001) (anexo 6.1). De las 3 especies de reptiles registradas, sólo una de ellas es endémica (anexo 6.2). Entre las 25 especies de aves, 3 son endémicas de México y ninguna se encuentra bajo categoría de riesgo (anexo 6.3). Sólo 2 especies de mamíferos se conocen para el área y no se encuentran en situación crítica de riesgo (anexo 6.4). Se han realizando estudios de la zona por parte del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR) del Instituto Politécnico Nacional, tales como un análisis fitoecológico del Lago de Camécuaro y una descripción limnológica del embalse. Esta misma institución ha entregado al consejo directivo del parque, y a las autoridades correspondientes al nivel federal, el Programa de Manejo (Escalera et al., 2001).

Para el PN Rayón no se conoce la riqueza de vertebrados y solamente se tiene el registro de 20 especies de aves y mamíferos; no se sabe nada de la herpetofauna. En cuanto a las aves, sólo se conoce la existencia de 13 especies, una de ellas es endémica para México (anexo 6.3). De las 7 especies de mamíferos registradas, una es endémica de México y 3 son cuasiendémicas de distribución hacia el norte (anexo 6.4). Ninguna de las especies conocidas se encuentra bajo alguna de las categorías de riesgo de acuerdo a la Norma Oficial (NOM-059-SEMARNAT-2001).

El presente análisis de la riqueza de vertebrados registrados en los PN del Estado de Michoacán no se considera exhaustivo; probablemente existan más estudios que aporten al conocimiento de la biodiversidad de estas áreas naturales, pero no se encuentran en la literatura. En especial, el conocimiento es escaso para los PN Lago de Camécuaro y Rayón.

6.3.4 Áreas naturales protegidas de carácter estatal

En el Diario Oficial de la Federación del 17 de mayo de 2004 se dio a conocer el Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Michoacán, en el cual se cita en el título sexto el aspecto de las áreas naturales protegidas. En su capítulo I, se establece que el Sistema Estatal de Áreas Naturales Protegidas comprende seis categorías, que se describen a continuación de manera textual.

1. **Reserva Natural.** Es el área terrestre, marina o una combinación de ambas, de competencia estatal, en la que

estén representados dos o más ecosistemas en buen estado de conservación y con una superficie de al menos 100 hectáreas, en donde no se presenten asentamientos humanos y cuyo objetivo es el de asegurar la integridad funcional de los ecosistemas. La relación del área natural protegida se sustenta en los elementos físicos, geográficos y biológicos, tomando en consideración la presencia de especies de flora y fauna con alguna categoría de protección o con cierto valor para la conservación de recursos genéticos o por la vulnerabilidad de los ecosistemas que precisan de una protección estricta.

Los criterios ecológicos que deberán confederarse para el establecimiento de una reserva natural serán: a) presencia de especies en riesgo; b) presencia de ecosistemas relictuales; c) presencia de fenómenos naturales importantes o frágiles; d) integridad funcional de los ecosistemas; y, e) importancia de los servicios ambientales generados.

En la delimitación del área de la reserva natural se determinará una zonificación que considere: a) Zona núcleo: el área en la que se pondrán desarrollar únicamente actividades de protección, restauración, investigación científica, monitoreo ambiental y las determinadas en el Programa de Manejo; y, b) Zona de amortiguamiento: el área que rodea la zona núcleo y sirve para minimizar los impactos en la misma. En ésta se podrán desarrollar actividades de manejo sustentable de los recursos naturales, investigación científica y monitoreo ambiental con base en el Programa de Manejo.

2. Refugio de flora y fauna. Es el área terrestre, marina o una combinación de ambas, definida por la distribución de poblaciones de especies de flora o fauna bajo alguna categoría de protección, cuyo objetivo es el manejo del área para asegurar el mantenimiento del hábitat y en consecuencia los requerimientos de las especies bajo protección. En el caso de la fauna deberán considerarse también sitios relevantes, por ser corredores para especies transitorias o migratorias. La superficie del área a decretar deberá estar en función de la dinámica poblacional de la especie de flora y fauna que se está protegiendo.

Los criterios obligatorios que deberán considerarse para el establecimiento de un refugio de flora y fauna serán: a) Presencia de especies en riesgo; b) Presencia de ecosistemas relictuales; c) Presencia de especies endémicas o de distribución restringida; y, d) Presencia de especies susceptibles de aprovechamiento sustentable.

En la delimitación del área de refugio de flora y fauna se determinará una zonificación que considere: a) Zona núcleo: el área en la que se pondrán desarrollar únicamente actividades de protección, restauración, investigación científica, monitoreo ambiental y las

determinadas en el Programa de Manejo; y, b) Zona de amortiguamiento: el área que rodea la zona núcleo y sirve para minimizar los impactos en la misma. En ésta se podrán desarrollar actividades de manejo sustentable de los recursos naturales, investigación científica y monitoreo ambiental con base en el Programa de Manejo.

3. Parque Natural. Es el área terrestre o marina, o una combinación de ambas, en la que estén representados uno o más ecosistemas en buen estado de conservación, con escasa o nula presencia de población humana, cuyo objetivo es la conservación y el manejo del o los ecosistemas, para garantizar la integridad biológica del sitio vía la restauración del ecosistema y el desarrollo de su potencial como área de investigación, educativa y recreativa. La relevancia del área se sustenta en la importancia local del sitio por la existencia de flora y fauna representativa, la presencia de elementos geológicos o valores históricos culturales, por la belleza escénica del sitio, por su valor como proveedor de servicios ambientales, educativos y de recreo, así como los que resulten de especial relevancia a nivel local.

Las actividades que en las áreas incluidas en esta categoría se podrá desarrollar, serán aquellas encaminadas a la investigación, protección, recuperación, rehabilitación y restauración del sitio. Se podrá desarrollar también actividades tendientes al manejo sustentable de los recursos naturales y servicios para satisfacer las necesidades locales con base en su Programa de Manejo.

4. Reservas Patrimoniales. Es el área terrestre o marina, o una combinación de ambas, en la que estén representados uno o más ecosistemas, cuyo objetivo es la conservación del patrimonio natural y cultural del sitio en el que están interesados comunidades o ejidos, o se desarrollan actividades tendientes al manejo sustentable de los ecosistemas con el objetivo de conservar, restaurar y rehabilitar el hábitat natural a través de proyectos tradicionales de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y generar estrategias de preservación del legado histórico cultural del manejo integral de los recursos locales.

Los ejidos o comunidades deberán iniciar ante la Secretaría, el trámite de la declaratoria de Área Natural Protegida de terrenos de su propiedad y serán las propias comunidades y ejidos los encargados de administrar estas áreas. Al igual que en otras categorías, deberá existir un Consejo y un encargado de la administración.

5. Parques Urbanos Ecológicos. Son aquellas áreas de uso público dentro de los centros de población, que tienen como objetivo preservar el equilibrio de las áreas urbanas e industriales, entre las construcciones,

Cuadro 6.8 Resumen de las áreas naturales estatales decretadas en Michoacán.

Tipo de áreas naturales	Número de ANP	Superficie (hectáreas)
Zonas sujetas a conservación ecológica	17	2 977-31-52.883
Parques urbanos ecológicos y prototipo	10	306-98-17.46

Cuadro 6.9 Zonas sujetas a conservación ecológica decretadas en Michoacán.

Municipio		Superficie aprox. (hectáreas)	Tenencia de la tierra**	Año del decreto
Apatzingán	La Laguna de Chandio	11.67	F, P	2004
Coalcomán	La Chichihua	55.74	P	2004
Huandacareo	Las Tinajas de Huandacareo	254.27	Ej	2005
Jiménez	La Alberca de los Espinos	142.12	F, Ej, P	2003
Los Reyes	Chorros del Varal	72.77	F, Ej, P	2004
Marcos Castellanos	Agua Caliente	38.07	F, P	2004
Morelia	Loma de Santa María y depresiones aledañas de la ciudad de Morelia	232.79	P, Ej	1993
	Cerro Punhuato	78.86	P	2005
	Ex Escuela Agrícola La Huerta	271.48	Es	2005
	Manantial La Mintzita	419.60	F, Ej, P	2005
Paracho	Cerro Pelón	23.50	C	1995
Parácuaro	Los Manantiales de Parácuaro	70.13	F, P	2004
Pátzcuaro	Cerro del Estribo Grande	273.21	P, Ej	1994
Puruándiro	Parque Ecológico Agua Tibia-Jeroche	687.11	F, Ej, P	2005
Tacámbaro	Cerro Hueco y La Alberca	31.58	F, Ej	2005
Tzitzio	Mesa de Tzitzio	212.85	C	2003
Zacapu	Laguna de Zacapu y su ribera Tzacapo Tacanendam	56.34	F, P	2003
TOTAL		2 977.31		

** C.- Comunidad indígena; Ej.- Ejidal; Es.- Estatal; F.- Federal; P.- Privada.

Cuadro 6.10 Parques urbanos ecológicos decretados en Michoacán.

Municipio		Superficie aprox. (hectáreas)	Tenencia de la tierra**	Año del decreto
Briseñas	La Eucalera de Paso de Hidalgo	76.27	F	2003
Jiquilpan	Bosque Cuauhtémoc	22.03	P	2005
	Parque Juárez	27.89	P	2005
La Piedad	Taquiscuareo	11.94	C	1995
Morelia	Fideicomiso de la Ciudad Industrial de Morelia	89.11	P, Ej	1995
	Francisco Zarco (modalidad prototipo)	17.85	Es	1987
Tarímbaro	Instituto Tecnológico Agropecuario No. 7	16.94	F	1998
Uruapan	Uruapan	52.41	Ej	1995
	Capacuaro	7.59	C	1995
Zitácuaro	Cerrito de La Independencia	2.76	E, M	1997
TOTAL		324.79		

** C.- Comunidad indígena; Ej.- Ejidal; Es.- Estatal; F.- Federal; M.- Municipal; P.- Privada.

equipamientos e instalaciones respectivas y los elementos naturales.

Las actividades que pueden desarrollarse serán aquellas encaminadas a la protección, recuperación, rehabilitación y restauración del sitio, así como a la investigación, educación ambiental, recreación y turismo sustentable. No podrá realizarse aprovechamiento alguno de los recursos naturales en el área.

6. Zonas Sujetas a Preservación Ecológica. Son aquellas áreas circunvecinas a los asentamientos humanos, en las que exista uno o más ecosistemas en buen estado de conservación, destinados a preservar los elementos naturales indispensables del equilibrio ecológico.

Las actividades que pueden desarrollarse serán aquellas encaminadas a la protección, recuperación, rehabilitación y restauración del sitio, así como a la investigación, educación ambiental, recreación y turismo sustentable. No podrá realizarse aprovechamiento alguno de los recursos naturales en el área.

Entre los años de 1987 a 2005 se han decretado 26 áreas naturales protegidas en el Estado de Michoacán; 17 son zonas sujetas a conservación ecológica (ZSCE) y nueve son parques urbanos ecológicos (PUE), uno de ellos en la modalidad prototipo, el Parque Francisco Zarco (cuadro 6.8).

En resumen, se cuenta con 42 ANP federales dentro del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas, mientras que en el Sistema Estatal se encuentran reconocidas 27 ANP en 20 municipios que cuentan con decreto (cuadros 6.9 y 6.10).

6.3.5 Representatividad de los ecosistemas en las ANP michoacanas

En Michoacán, la mayoría de las áreas naturales protegidas se localiza en zonas de importancia forestal del Sistema Volcánico Transversal, por lo que otras regiones fisiográficas están representadas en forma escasa o nula, como es el caso de la Sierra Madre del Sur, la Depresión del Balsas y la región costera, zonas consideradas de importancia prioritaria de acuerdo a diferentes análisis realizados (Villaseñor y Villaseñor, 1997; Arizmendi y Márquez-Valdelamar, 2000; Arriaga *et al.*, 2000; SEDUE-UMSNH, 2000, entre otros).

En cuanto a la inclusión de los tipos de vegetación primaria en las ANP, los bosques mixtos de pino-encino, los pinares, los encinares y el bosque de oyamel son los que se encuentran mejor representados. Sobresale la poca representatividad de la vegetación característica de las regiones de baja altitud, en donde existen comunidades vegetales de afinidad tropical, como los bosques tropicales y subtropicales, a pesar de que estos últimos son los sitios con mayor diversidad biológica del planeta, que mantienen al menos a dos tercios de las especies del mundo, y donde se presentan las tasas más elevadas de pérdida de especies (Janzen, 1988; Raven, 1988; Toledo y Ordóñez, 1998).

Los bosques secos subtropicales están presentes sólo en las ZPF de las presas que limitan con el Estado de Guerrero y en una pequeña porción del PN José María Morelos; éstos son de gran importancia por su diversidad florística, su alto número de *endemismos* y por la extensión que ocupan en el Estado (14.37%) (Amador, 1997). Otros tipos de vegetación que no están presentes en ninguna ANP decretada son el manglar y el bosque de galería.

Otro aspecto preocupante de las áreas naturales es su tamaño, que en muchos casos no es suficiente para asegurar la viabilidad de las poblaciones biológicas locales. Si se considerara el establecimiento de un sistema de corredores biológicos para asegurar la conectividad entre las áreas y el intercambio genético entre las poblaciones, se podría garantizar en buena medida el objetivo principal de las ANP.

Debido a que no se ha logrado cabalmente desde su decreto el proceso de indemnización de terrenos de la mayoría de las áreas naturales protegidas, los objetivos para los que fueron creadas estas áreas no se cumplen en su totalidad. En la actualidad el régimen de uso de la tierra se ha complicado aún más, ya que los propietarios legales continúan realizando actividades extractivas dentro de las ANP, modificando el patrón de uso de suelo hacia actividades agrícolas y ganaderas, y realizando otras actividades no compatibles con los objetivos de la conservación.

Un aspecto importante a tomar en cuenta es que la conservación de la biodiversidad no se debe de circunscribir solamente a la existencia de un decreto. Es necesario que en las ANP se diseñen estrategias de planificación y manejo que permitan obtener resultados positivos en la conservación, sobre todo con la participación de sus moradores. Un elevado número de las ANP en México son sitios modificados en grados altos y moderados por las actividades antropogénicas, y de éstos depende la producción de alimentos de la población; en ellos se debe buscar la manera de aplicar técnicas que favorezcan el mantenimiento de la diversidad local, a través de la ordenación y la planificación de uso de suelo, la recuperación de los terrenos ociosos, el uso mínimo de técnicas agresivas y de insumos, y el incremento de la cobertura vegetal.

6.3.6 El futuro de las áreas naturales protegidas

El establecimiento de las áreas naturales protegidas ha sido un proceso difícil. En la mayoría de los casos, además de la problemática social implícita, no existe el apoyo técnico y financiero necesario para un funcionamiento eficiente. Se hace cada vez más urgente la búsqueda de nuevas estrategias a través del enfoque del manejo integral y diversificado de los ecosistemas, comenzando con un proceso de reordenamiento de las áreas decretadas, con la finalidad de lograr la conectividad entre ellas y la planificación en el uso del suelo en los territorios adyacentes. También es necesario que en el diseño de estrategias de planificación y manejo de las

ANP participen en forma activa sus moradores y vecinos.

Las 28 ANP estatales que se encuentran en 20 municipios se hallan en terrenos con diferentes regímenes de tenencia: propiedad privada, ejidal, comunidades indígenas, federal, estatal y municipal, lo que refleja la preocupación de los diferentes niveles de gobierno y los grupos sociales por conservar sus sitios de interés. Un aspecto muy importante que se ha venido dando, sobre todo en las áreas más recientemente decretadas, es el de los procesos de socialización de los programas de manejo, de esta forma se asegura el sentido de pertenencia y compromiso comunitario y por ende la conservación en el largo plazo (Velásquez *et al.*, 2005).

Actualmente la Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente (SUMA) y algunos organismos de representación social, como el Consejo Estatal de Ecología (COEECO) entre otros, así como las principales instituciones de educación superior (UNAM, UMSNH) se encuentran trabajando en el decreto de nuevas áreas. Este esfuerzo se encuentra plasmado en el Programa de Conservación para el Estado de Michoacán 2003-2007, para el cual se elaboraron las Bases para la Conformación del Sistema de Áreas de Conservación del Estado de Michoacán. Este documento describe los resultados para definir, establecer y operar un Sistema de Áreas de Conservación para el Estado de Michoacán (SACEM). Con éste se pretende plantear una estrategia innovadora en la creación y la sistematización de las ANP, partiendo de la situación que actualmente se vive en Michoacán y sus regiones. Para tal fin, se tomaron en cuenta ejemplos encaminados a construir una estrategia de conservación a la medida del Estado. En este esfuerzo, y de manera muy importante, se toma en cuenta el aspecto social como un punto fundamental de su verdadero desarrollo (Velásquez *et al.*, 2005).

Para poder avanzar hacia el manejo adecuado de las ANP en el Estado, deben considerarse los siguientes aspectos:

- a) Proceder a la definición correcta de todos los polígonos.
- b) Promover la vinculación y la colaboración de los gobiernos federal, estatal y municipal, para facilitar la asignación de personal y la elaboración de los programas de manejo y zonificación indicados en el artículo 49 del Reglamento de la LGEEPA en materia de ANP (SEMARNAT, 2000).
- c) Divulgar de manera eficiente la importancia de las ANP, en la conservación de la biodiversidad, los servicios ambientales directos e indirectos, entre otros aspectos, al nivel oficial y entre el público en general; implementar programas de educación ambiental.
- d) Implementar programas de investigación científica para el conocimiento, el manejo y la conservación de dichas áreas.
- e) Impulsar el monitoreo y la evaluación permanentes de las ANP en Michoacán.
- f) Impulsar el Sistema Estatal de ANP con la participación de los tres sectores gubernamentales, el académico, la sociedad y la empresa privada.

Recuadro 6.2

La riqueza de vertebrados terrestres en las áreas naturales protegidas federales

Laura E. Villaseñor Gómez

Los vertebrados terrestres que han sido registrados en las Áreas Naturales Protegidas (ANP) Federales del estado de Michoacán suman un total de 767 especies de 132 familias y 31 órdenes, lo que representa el 86.56% de la riqueza total de estos grupos animales.

Se ha registrado un total de 35 especies de anfibios (dos órdenes y siete familias), de las cuales 22 son endémicas a México, tres se encuentran bajo la categoría de amenazadas y once bajo el estatus de protección especial; un 87.5% de los anfibios registrados para el estado de Michoacán se encuentran en las ANP federales.

Los reptiles se encuentran representados por 104 especies (dos órdenes y 21 familias), de las cuales 59 son endémicas al país, 14 se encuentran amenazadas, 4 en peligro de extinción (tortugas marinas) y 34 bajo la categoría de protegidas; el 71.23% de las especies de reptiles que se conocen para la entidad se encuentran en las áreas federales.

Se sabe de la existencia de 489 especies de aves dentro de las ANP (19 órdenes y 79 familias), lo que corresponde al 89.39% del total registrado para el estado de Michoacán (Villaseñor en preparación), de éstas, 52 son endémicas a México y 14 cuasiendémicas. Del total de especies de aves, 10 están amenazadas, una se considera extinta (el carpintero imperial, *Campephilus imperialis*), cuatro están en peligro de extinción (la guacamaya verde *Ara militaris*, la 'cotorra serrana occidental' *Rhynchopsitta pachyrryncha*, el 'loro cabeza amarilla' *Amazona oratrix* y la 'mascarita transvolcánica' *Geothlypis speciosa*) y 39 especies bajo el estatus de protección especial; el 78.8% de la avifauna estatal se encuentra en las áreas protegidas.

De los mamíferos se tiene conocimiento de 139 especies registradas (ocho órdenes y 25 familias), de las cuales 28 son endémicas a México y 27 se comparten con el sur de los Estados Unidos de Norteamérica; seis de las especies se consideran amenazadas, cuatro en peligro de extinción (la tuza *Zygoeomys trichopus*, el tigrillo margay *Leopardus wiedii*, el ocelote *Leopardus pardalis* y el jaguar *Panthera onca*) y cinco especies bajo el estatus de protección especial. La representatividad dentro de las ANP federales se encuentra en este último grupo, con el 90.8%. En forma muy conservadora podemos decir que 161 especies endémicas a México se encuentran en el estado de Michoacán. En cuanto a las especies que se encuentran señaladas en alguna categoría de riesgo, se han identificado 131 especies que representa el 14.78% de la riqueza registrada en las ANP federales, las cuales se encuentran bajo cierta problemática con respecto a su **conservación**. En la categoría de amenazadas se han señalado a 33 especies; en peligro de extinción a 12; mientras que en las especies que se consideran bajo protección especial, se enlistan a 89; finalmente, una sola especie se considera extinta (anexos 6.1-6.4).

Cuadro 1 Riqueza, endemismos y especies en riesgo de vertebrados terrestres de las ANP federales.

Grupo	Estado de Michoacán	Número de especies					
		ANP federales	End. (Cuasi)*	(A)	(P)	(Pr)	(E)
Anfibios	40	35	22	3	0	11	0
Reptiles	146	104	59	14	4	34	0
Aves	547	489	52 (14)	10	4	39	1
Mamíferos	153	139	28 (27)	6	4	5	0
Totales	886	767	161	33	12	89	1

End., Especies endémicas; (Cuasi)*, Cuasiendémicas.
 NOM-059-SEMARNAT-2001: A, amenazada; P, en peligro de extinción; Pr, sujeta a protección especial. E, probablemente extinta del medio silvestre.

6.4 Las áreas potenciales para la conservación

Laura E. Villaseñor Gómez

Precisamente en el aspecto de las iniciativas y los compromisos, que tanto gobierno como sociedad en general deben buscar y desarrollar en pro de la conservación de la biodiversidad, en los últimos años la Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente (SUMA) y la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo se han dado a la tarea de realizar acciones conjuntas en favor de este esfuerzo. Una de las primeras iniciativas fue la integración de una base de datos con la información básica del estado actual de los recursos naturales, específicamente fauna y flora. Dicha recopilación fue la base para la producción del «Catálogo Selecto de la Biodiversidad en Michoacán» (SEDUE-UMSNH, 2000).

6.4.1 Esquemas de identificación de áreas prioritarias para la conservación

Como antecedentes se tomaron en cuenta los diferentes esquemas que se han diseñado a nivel nacional, como la propuesta de la Comisión Nacional para el Conocimiento y el Uso de la Biodiversidad (CONABIO) sobre las regiones prioritarias terrestres (Arriaga *et al.*, 2000), el esquema de las AICA – Áreas Importantes para la Conservación de las Aves (Arizmendi y Márquez-Valdelamar 2000), y otras propuestas al nivel estatal, desarrolladas por investigadores michoacanos (e.g. Suazo y Alvarado, en prep.; Figueroa-López, com. pers. y Villaseñor y Villaseñor, 1997).

Anteriormente, la CONABIO ya había identificado 155 regiones prioritarias terrestres (RPT) en una superficie total estimada de 407 151 km², lo que representa aproximadamente el 20.6% del territorio nacional. Esta información fue generada en el “Taller de Identificación de Regiones Prioritarias Terrestres (RPT) para la Conservación en México”, en donde participaron 32 especialistas de 17 instituciones nacionales, quienes seleccionaron las regiones prioritarias en el país, que por sus características biológicas se consideraban importantes para enfocar los diversos esfuerzos de conservación. Treinta de estas regiones ya correspondían al esquema del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP) o incluían áreas naturales protegidas anteriormente decretadas bajo algún tipo de categoría (Arriaga *et al.*, 2000).

La propuesta de la CONABIO contempla regiones cuyas características físicas y bióticas favorecen condiciones adecuadas para la conservación. La selección

de las RPT estuvo orientada conforme a: 1) nueve criterios de valor biológico; 2) las amenazas actuales y potenciales que pesan sobre la biodiversidad; y 3) las oportunidades de conservación. Para el Estado de Michoacán, se reconocieron como prioritarias cinco regiones terrestres: Cerro Trompetero–Cuitzeo, Tancítaro, Sierra de Coalcomán, Infiernillo y Sierra de Chincua.

Entre las iniciativas de tipo regional también se conoce el esfuerzo que la Comisión Técnica Permanente de Ordenamiento Ecológico del Consejo Consultivo de la Región Centro-Occidente II (el cual aglutina las entidades de Aguascalientes, Colima, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Querétaro, San Luis Potosí y Zacatecas) realizó al elaborar un Catálogo de Áreas Naturales Prioritarias de la región, “bajo una óptica de percepción pública y de estudios de su comunidad científica”. El catálogo fue una de las metas a conseguir en el Seminario Regional sobre ANP, que se llevó a cabo en la Universidad de Guadalajara en julio de 1996. En el seminario se presentaron diversas propuestas, que al final permitieron la determinación de 44 áreas que vendrían a “fortalecer las áreas naturales ya protegidas”. Para el Estado de Michoacán se incluyó sólo un área, la Sierra Purépecha a diferencia del alto número de áreas que se propusieron para otros Estados (e.g. 17 para Jalisco y 11 para Querétaro).

Otra iniciativa desarrollada en México para identificar y seleccionar de áreas para la conservación, es el programa de las Áreas Importantes para la Conservación de las Aves, conocido por las siglas AICAS. En este programa internacional “se pretende formar al nivel mundial una red de sitios que destaquen por su importancia en el mantenimiento a largo plazo de poblaciones de aves que ocurren de manera natural en ellos”. Este esfuerzo de enfoque mundial fue iniciado y está siendo llevado a cabo en México por el Consejo Internacional para la Preservación de las Aves en México (CIPAMEX), que agrupa a numerosas instituciones y ornitólogos nacionales. El programa sigue los lineamientos especificados por BirdLife International, la organización pionera en la definición de prioridades para la conservación de la avifauna.

Recientemente fue publicada la propuesta de las AICA, en donde se ha plasmado el conocimiento y la experiencia de 208 especialistas mexicanos. Las AICA son sitios de importancia internacional en donde se pretende preservar

la avifauna a escalas de tipo subregional o global, y se constituyen de manera muy importante como herramientas en la conservación. La selección de estas áreas se hizo de acuerdo a criterios estandarizados al nivel internacional, buscando características como el que fueran áreas lo suficientemente grandes para mantener poblaciones viables de las especies; que existieran posibilidades reales para su conservación; que incluyeran –si resultaba apropiado– las redes existentes de áreas naturales protegidas; y de manera muy importante, que fuesen parte de un plan general en donde se tome en cuenta la preservación y el manejo de especies y hábitats como unidades de conservación (Arizmendi y Márquez-Valdelamar 2000).

Como resultado del trabajo de los ornitólogos mexicanos, se identificaron 226 AICAS, de las cuales ocho corresponden al Estado de Michoacán (Villaseñor *et al.* En: Arizmendi y Márquez-Valdelamar, 2000), y que ya habían sido señaladas previamente por Villaseñor y Villaseñor (1997). Para identificarlas se consideraron los criterios de riqueza, porcentaje y número de especies de aves incluidas en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-ECOL-1994), y la representatividad de las especies en las provincias fisiográficas y en los diferentes tipos de vegetación. A continuación se enlistan las ocho áreas importantes para la conservación de las aves, seleccionadas para el Estado de Michoacán de acuerdo a los criterios del programa de AICAS (cuadro 6.11).

6.11 Áreas importantes para la conservación de las aves (AICAS) en Michoacán.

Categoría y definición	No. Aica	Nombre de la AICA
G1 - sitios que contienen una población de una especie considerada como globalmente amenazada, en peligro o vulnerable (de acuerdo al libro rojo de Birdlife).	2	Cuitzeo
	3	Páztcuaro
	5	Tancítaro
	23	Cuenca Baja del Balsas
	25	Coalcomán Pómaro
G2 - el sitio mantiene poblaciones significativas de un grupo de especies de distribución restringida (menor de 50 000 km ²).	4	Tumbiscatío
MX1 - el sitio contiene al menos una población de una especie considerada en las listas oficiales del país como amenazada, en peligro o vulnerable (NOM-ECOL, CIPAMEX).	54	Tacámbaro
NA2 - Esta categoría incluye sitios importantes para especies con rangos globales restringidos aunque mayores de 50 000 km ² , pero que presentan poblaciones grandes dentro de Norteamérica y que no están restringidas a un bioma particular.	36	Sierra Chincua

Además del proceso de selección de las áreas, se llevó a cabo un ejercicio de jerarquización de las AICAS, las cuales se clasificaron en cinco categorías según criterios sobre los números significativos de especies en riesgo y los grados de ese riesgo (cuadro 6.10). Por ejemplo, desde si las poblaciones de una determinada especie se consideran globalmente amenazadas según el Libro Rojo de Bird Life International, hasta el que sean consideradas vulnerables en listas al nivel más local. Para conocer más información sobre este programa se puede consultar la obra publicada (Arizmendi y Márquez-Valdelamar, 2000) y la página de CONABIO <http://www.conabio.gob.mx> (Benítez, *et al.* 1999); en esta última también se encuentran los listados de especies de aves que se registran para cada área.

En el caso de los anfibios se contó con una propuesta de priorización de las 40 especies registradas para la entidad de acuerdo a su grado de vulnerabilidad, tomando como base criterios de distribución, abundancia, utilización, endemidad, distintividad taxonómica y fragilidad de hábitat (Suazo y Alvarado, en preparación).

6.4.2 Primer Taller de Áreas Prioritarias para la Conservación en el Estado

La Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE) y la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo realizaron un taller en el mes de septiembre de 2000, con la finalidad de identificar las áreas prioritarias para la conservación (APC) de la biodiversidad en la entidad (SEDUE-UMSNH 2000), con los objetivos de: a) Plantear el proceso de definición de las APC acorde con las estrategias nacionales y estatales; b) Establecer y uniformizar criterios para la definición de APC; c) Definir y priorizar las APC de acuerdo a los criterios identificados.

Se contó con la participación de 19 especialistas de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana y personal de dos dependencias gubernamentales (SEDUE y SEMARNAP), quienes bajo la toma de decisiones por consenso analizaron, discutieron y produjeron una propuesta, la cual se describe más adelante. Una de las aportaciones más importantes de esta iniciativa fue la generación de mapas para la ubicación de las APC (figuras 20 y 21) (SEDUE-UMSNH, 2000). La discusión y el trabajo en reuniones adicionales a las sesiones del taller se dieron en tres equipos que se establecieron de acuerdo a las

especialidades de los participantes. Se definieron tres enfoques a desarrollar para la elaboración del diagnóstico: a) abiótico; c) florístico y de vegetación y; c) faunístico.

Diagnóstico del enfoque abiótico

El Estado de Michoacán presenta una gran diversidad en cuanto a componentes del medio físico se refiere, los que afectan en mayor o menor medida a otro conjunto de condiciones para el establecimiento de poblaciones y comunidades tanto vegetales como animales, al igual que el de las propias poblaciones humanas.

Con referencia al aspecto fisiográfico, se consideró que los terrenos con pendientes superiores al 12% son proclives a manifestar mayores y más acelerados procesos de degradación, debido principalmente al efecto de las prácticas agrícolas, pecuarias y en general, a un uso de suelo distinto al forestal. Por otra parte, los sitios con altitudes mayores de los 2 800 m presentan climas, tipos de suelo y condiciones geológicas que repercuten en el establecimiento de comunidades vegetales excepcionales como los bosques de oyamel. Por su importancia en el componente geológico se consideró la presencia de malpaíses y lagos crátericos, que favorecen la captación e infiltración del agua para el abastecimiento de acuíferos y el desarrollo de comunidades de flora y fauna excepcionales. El componente hidrológico comprendió las áreas de recarga para consumo y la condición endorreica de las microcuencas.

Aunque no se contó con una propuesta de APC que incluyera localidades y regiones, se señalaron los siguientes puntos como importantes para los criterios de conservación (cuadro 6.12).

Diagnóstico del enfoque florístico y de vegetación

En la definición de los criterios para identificar las APC bajo este enfoque, se consideraron los antecedentes y la experiencia de los participantes de la mesa de trabajo. Los criterios fueron los tipos de vegetación, su grado de conservación, los centros de riqueza de especies, la distribución de tipos de vegetación (corredores), la distribución de especies en estado crítico de conservación, las especies clave, la diversidad de usos, las cuencas, la sucesión primaria y la presencia de vegetación acuática. Como resultado, se obtuvo un listado de 53 áreas prioritarias para la conservación (figura 6.3, cuadro 6.13).

Cuadro 6.12 Principales criterios definidos de acuerdo al enfoque abiótico para aplicarse en la identificación de APC.

- Las laderas con pendientes superiores al 12%, por su proclividad a procesos de erosión del suelo.
- El piso altitudinal superior a los 2 800 metros, por su singularidad.
- Las regiones con presencia de malpaís, o sea los sitios con derrames lávicos y otras rocas extrusivas originadas en el Cuaternario.
- Los lagos crátericos, que son formaciones geológicas muy singulares.
- Las zonas de captación y recarga de acuíferos para el abastecimiento de los principales asentamientos humanos de la entidad.
- Regiones en donde se presenta la condición endorreica de las microcuencas.

En las áreas prioritarias de conservación propuestas se encuentran representados todos los tipos de vegetación de Michoacán. El grado de diversidad y los criterios para las áreas seleccionadas fue variable para cada una de las áreas propuestas. La mayor representatividad corresponde a la selva baja caducifolia, el bosque de pino-encino y el bosque mesófilo de montaña. También se han considerado de manera muy especial los tipos de vegetación que tienen mayor susceptibilidad a desaparecer, los cuales son el bosque mesófilo de montaña, el mezquital, la vegetación sabanoide, el matorral de ciprés, el manglar, el bosque de cedro y el bosque de táscate.

En el cuadro 6.13 se señalan los tipos de vegetación y un tipo de condición (la presencia de cuencas de captación de agua); los números designados coinciden con los de la leyenda de la figura 6.3; en la misma figura, los números del 1 al 9 que se encierran en círculos corresponden a las regiones que se consideraron al final del taller como el conjunto de APC reconocidas bajo los enfoques florístico y faunístico.

Diagnóstico del enfoque faunístico

La propuesta de áreas prioritarias con el enfoque de la herpetofauna se basa en un análisis de los aspectos zoogeográficos de las serpientes michoacanas (Huacuz, 1995), el estudio para la elaboración del Atlas Geográfico de Michoacán (en prensa), el Catálogo de la Biodiversidad en Michoacán (SEDUE y UMSNH, 2000) y el grado de

Cuadro 6.13 Listado de áreas prioritarias de acuerdo al enfoque florístico y de vegetación en Michoacán.

Tipo de Vegetación o condición	Localidades
1. Mezquital	Santa Ana Maya, Panindícuaro y Cojumatlán
2. Matorral subtropical	Santa Ana Maya, Panindícuaro y Cojumatlán
3. Tular y carrizal	Cuitzeo, Pátzcuaro y Zinapécuaro
4. Bosque de pino-encino	Epitacio Huerta (cañada El Cinabrio), Morelia (Agua Zarca), Coalcomán (C. Ocotoso, Puerto del Pinabete), Tumbiscatío-Arteaga, Uruapan (San Andrés Coru)
5. Bosque de pino	Tancítaro
6. Bosque de encino	Churintzio-Zináparo (Las Mesas), Coeneo y Juárez
7. Bosque mesófilo de montaña	Zitácuaro (Aputzio de Juárez) Tingambato, Coalcomán (C. Las Conchas)
8. Bosque de oyamel	Madero, Salvador Escalante y Coalcomán (C. Las Conchas)
9. Selva baja caducifolia	Tuzantla - Tiquicheo, La Huacana (Zicuirán), Tumbiscatío (Caramicuas), Tumbiscatío - Huacana, Arteaga (Toluquilla-Paso del Chivo) y Churumuco
10. Selva baja caducifolia espinosa	Buena Vista, Huetamo y Francisco J. Mújica
11. Selva mediana subcaducifolia	Coahuayana-Aguila, Tumbiscatío - Arteaga
12. Bosque de cedro	Tlalpujahuá-Anganguero y Coalcomán (Puerto del Pinabete)
13. Bosque de táscate	Tuxpan
14. Manglar	Coahuayana (El Ticuiz) y Lázaro Cárdenas (El Pichi)
15. Palmar	Coahuayana (El Ticuiz)
16. Dunas costeras	Coahuayana (El Ticuiz)
17. Bosque de galería	Maravatío, La Huacana (río Cupuán) y Aguila (río Cachán)
18. Sucesión primaria (vegetación en malpaís)	Uruapan- Nuevo San Juan Parangaricutiro (volcán Paricutín) y La Huacana (volcán El Jorullo)
19. Cuencas de captación	Salvador Escalante (lago de Zirahuén), Erongarícuaro, Quiroga, Tzintzuntzan y Pátzcuaro (Lago de Pátzcuaro) y Lago de Cuitzeo
20. Vegetación sabanoide	Coahuayana - Chinicuila
21. Matorral de ciprés	Anganguero - Ocampo (Llano de Las Papas y C. El Campanario)
22. Vegetación acuática	Jiménez (La Alberca de los Espinos) y Salvador Escalante (Lago de Zirahuén)

vulnerabilidad de las especies de anfibios (Suazo y Alvarado, en prep.; Alvarado, com. pers.).

Se realizaron por separado dos análisis: uno en el que se incluyó a anfibios y reptiles (Huacuz, com. pers.) y otro sólo para anfibios (Alvarado, com. pers.). Los criterios utilizados en el primer análisis fueron la distribución y la riqueza de especies, las áreas de endemismos, el estado de conservación de las especies y sus hábitats, y la distribución de las especies de importancia económica. Resultado del primer análisis fueron las áreas que se ubican dentro de los municipios de Tancítaro, Pátzcuaro, Huetamo, Coalcomán, Coahuayana, así como en los que se encuentran dentro de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca (figura 6.4). Los criterios utilizados en la designación de APC de acuerdo a las especies de anfibios ya fueron descritos en la sección de antecedentes en este capítulo. De acuerdo con Alvarado (com. pers.), las áreas que se reconocieron

como importantes para conservar fueron las siguientes: a) La porción norte de la Reserva Mariposa Monarca; b) La sección limítrofe de los Estados de Guerrero y Michoacán en la Depresión del Balsas; c) La periferia de la Presa de Infiernillo; d) Un polígono ubicado en la Sierra de Coalcomán.

Utilizando el conocimiento generado acerca de la avifauna para el Estado de Michoacán (Villaseñor y Villaseñor, 1997), se seleccionaron ocho áreas para enfocar la conservación de las aves y por ende de los hábitats. Éstas fueron Cuitzeo, Sierra Chincua, Tancítaro, Pátzcuaro, Tacámbaro, Coalcomán-Pómaro, Tumbiscatío, y la Cuenca Baja del Balsas. Estas mismas son las áreas reconocidas como AICAS; los fundamentos de la propuesta ya fueron explicados en la sección de antecedentes de esta colaboración (figura 6.4).

Los criterios que se tomaron en cuenta para el análisis de la mastofauna se basaron en el trabajo de Ceballos y



Figura 6.3 Áreas Prioritarias para la conservación de la biodiversidad en Michoacán de acuerdo con el enfoque florístico y de vegetación.

Rodríguez (1993), quienes analizaron la fracción endémica de la fauna mastozoológica de México, evaluando su diversidad taxonómica y los patrones geográficos de riqueza de las especies endémicas en el país, así como su estado de conservación. Las especies que ellos señalan como importantes para su conservación son las endémicas, las que se presentan en áreas de distribución restringida y las que están catalogadas en algún grado de riesgo de extinción.

Con base en la revisión bibliográfica y en la discusión generada en el taller de APC, se propusieron las siguientes regiones: a) Coalcomán y Coahuayana, por su mayor riqueza de especies; b) Infiernillo y la Huacana en la Depresión del Balsas, por el número de especies endémicas; c) Las áreas de Tancítaro, Nahuatzen y Pátzcuaro dentro del Sistema Volcánico Transversal; d) La región lacustre del Lago de Cuitzeo, como parte del Altiplano Mexicano (figura 6.4).

Con base en los análisis realizados con los enfoques de flora, vegetación y fauna se elaboraron dos mapas de las Áreas Prioritarias para la Conservación (APC) en Michoacán (figuras 6.3 y 6.4) y un cuadro de equivalencias de APC y ANP en las que se señalan las nueve regiones principales en las que se puede conjuntar la propuesta (cuadro 6.13): **1**, Monarca **2**, Cuitzeo; **3**, Pátzcuaro-Zacapu; **4**, Tacámbaro; **5**, Tancítaro-Apatzingán; **6**, Aquila-Coalcomán-Coahuayana; **7**, Arteaga-Tumbiscatío; **8**, Infiernillo; y **9**, Tiquicheo-Huetamo-San Lucas. En el cuadro 6.13 se presentan las equivalencias entre las regiones que contienen áreas naturales protegidas federales (ANP), las regiones señaladas en los esquemas desarrollados a nivel nacional, como CONABIO (1996) y AICAS (2000), en las que se reconocen sitios importantes para enfocar esfuerzos y políticas para su preservación, y las regiones que se proponen como Áreas Prioritarias para la Conservación (APC) de acuerdo a los enfoques florístico y faunístico, resultado del taller descrito.

Cuadro 6.14 Equivalencia de las Áreas Prioritarias para la Conservación (APC) propuestas y las Áreas Naturales Protegidas (ANP) federales del Estado de Michoacán.

Región propuesta para APC*	ANP federales	RPC CONABIO 1996	AICAS 2000	PROPUESTA ACTUAL DE APC			
				A	B	C	D
1. Monarca	RB Mariposa Monarca, PN Rayón y ZPF de Zitácuaro	Sierra Chincua (114)	Sierra Chincua (36)	Epitacio Huerta, (Cañada el Cinabrio) Aputzio de Juárez, Tlalpujahua-Anganguero, Tuxpan.	Reserva de Mariposa Monarca (incluye también E. Huerta y Contepec)	Reserva de Mariposa Monarca	X
2. Cuitzeo	X	Cerro Trompetero Cuitzeo (101)	Cuitzeo (2)	Lago de Cuitzeo, Santa Ana Maya y Zinapécuaro	X	Cuitzeo	Zona este de la cuenca del Lago de Cuitzeo
3. Pátzcuaro-Zacapu	ZPF de la cuenca hidrográfica de Pátzcuaro	X	Pátzcuaro (3)	Pátzcuaro, San Andrés Coru, Erongarícuaro, Quiroga, Tzintzuntzan	Pátzcuaro-Zacapu	Pátzcuaro	Cuenca de Pátzcuaro
4. Tacámbaro	X	X	Tacámbaro (54)	Madero (parcialmente)	X	Tacámbaro	X
5. Tancítaro-Apatzingán	PN Barranca de Cupatitzio y Pico de Tancítaro	Tancítaro (111)	Tancítaro (5)	Tingambato, Tancítaro, volcán Parícutín	Tancítaro-Apatzingán	Tancítaro	Pico de Tancítaro
6. Aquila-Coahuayana	X	Sierra de Coahuayana (112)	Coahuayana Pómaro (25)	Cerro Ocotoso, Puerto del Pinabete, Cerro las Conchas, El Ticuiz, Coahuayana - Aquila, Río Cachán	Coahuayana-Coahuayana	Coahuayana-Pómaro	Coahuayana - Coahuayana
7. Arteaga-Tumbiscatío	X	X	Tumbiscatío (4)	Arteaga- Tumbiscatío, Caramicuas, Toluquilla-Paso de Chivo	X	Tumbiscatío	X
8. Infiernillo	X	Infiernillo (113)	Cuenca Baja del Balsas (23)	Churumuco	Infiernillo	Cuenca baja de Balsas	Infiernillo
9. Tiquicheo-Huetamo-San Lucas	X	X	X	Tuzantla, Tiquicheo,	Tiquicheo-Huetamo-Huetamo	X San Lucas	Tiquicheo- Huetamo-San Lucas

* Los números designados para las regiones generales propuestas como APC se utilizan en la figuras 19 y 20. ANP Federales; B, Reserva de la biosfera; PN, Parque nacional; ZPF, Zona protectora forestal. RPC CONABIO, 1996. Regiones Prioritarias para la conservación de México (Arriaga et al., 2000). AICAS, 2000. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (Arizmendi y Márquez-Valderrama, 2000). PROPUESTA ACTUAL DE APC: A. vegetación y flora, B. anfibios y reptiles, C. aves, D. mamíferos. Las regiones sombreadas indican áreas sin acciones de conservación formal.

Finalmente, las recomendaciones que se señalaron en el taller de APC del año 2000 fueron las siguientes:

- Es necesario llevar a cabo el reconocimiento puntual, específico y georreferido de porciones del territorio estatal que reúnan uno o más de los criterios señalados, así como profundizar en el estudio de las interacciones que las perturbaciones a estos elementos tienen sobre los factores biótico y humano.
- En algunas de las áreas prioritarias para la conservación existe un fuerte deterioro, por lo que se sugiere que se apliquen medidas inmediatas para frenar el avance de los daños.
- Es importante darle seguimiento a esta iniciativa a través del trabajo interdisciplinario e interinstitucional. También se propone la modificación de las estrategias para la conservación de las APC, involucrando al máximo posible a las comunidades locales y a las autoridades municipales.

Es necesario que en un futuro el enfoque metodológico para definir áreas prioritarias para la conservación (APC) y redefinir las existentes áreas naturales protegidas (ANP) sea tomado en cuenta en el modelo de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Michoacán, para incorporar la mayor cantidad de opiniones, conocimientos y enfoques de especialistas e interesados en la toma de decisiones, y sobre todo, precisar los mecanismos que garanticen en los hechos la adecuada conservación de dichas áreas.

6.4.3 Sistema de Áreas de Conservación del Estado de Michoacán (SACEM)

Para el desarrollo de un sistema estatal que incluya las ANP se está llevando a cabo un proyecto dividido en tres fases. La primera fase, que ya se concretó y se presenta en una publicación (Velásquez et al., 2005), consistió en identificar áreas a través de talleres participativos con los sectores social, académico y

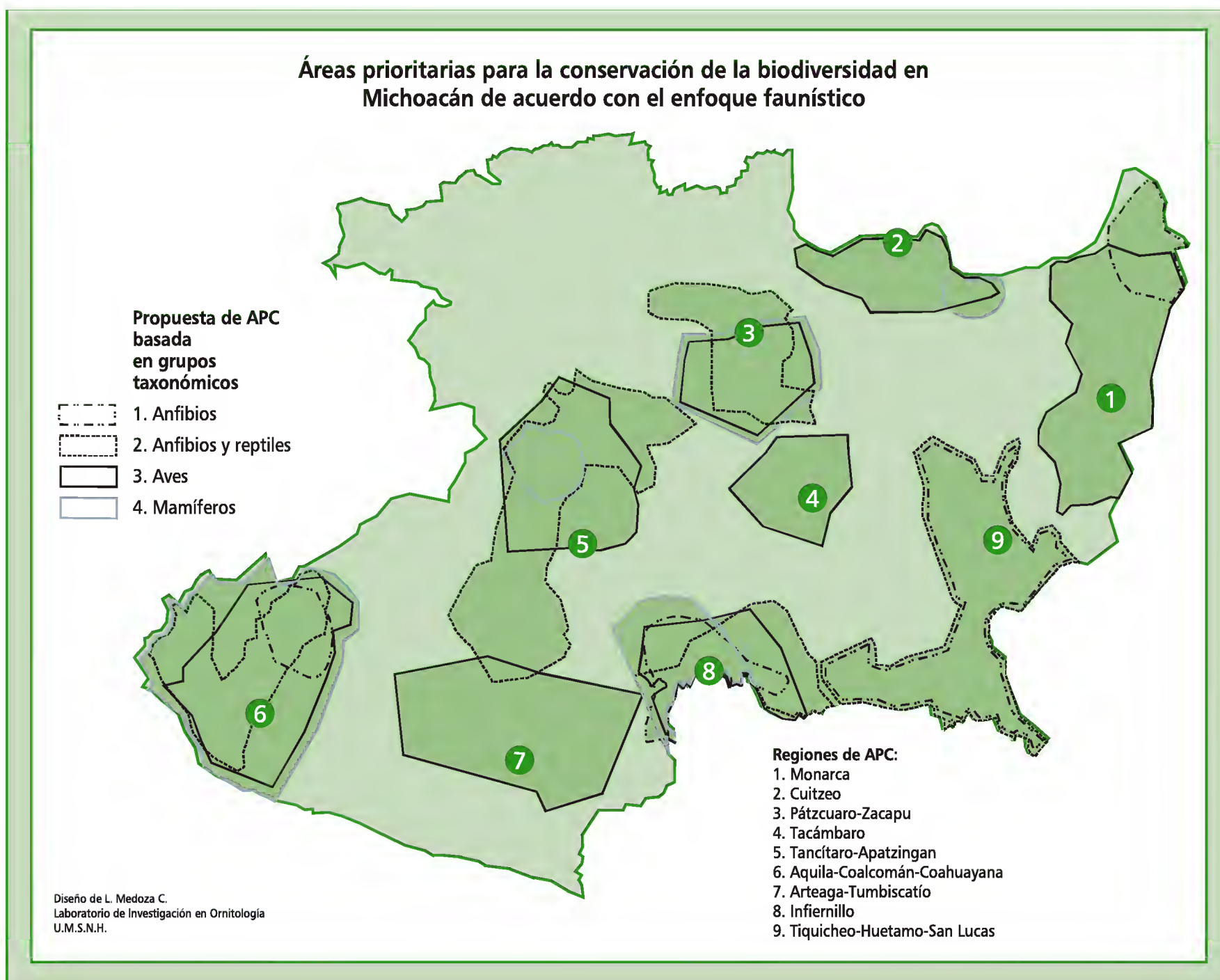


Figura 6.4 Áreas Prioritarias para la conservación de la biodiversidad en Michoacán de acuerdo con el enfoque faunístico.

gubernamental. En la segunda fase se pretende lograr la caracterización de las áreas mediante el análisis ponderado de las mismas, así como la elaboración de estudios técnicos justificativos, para así definirse las principales alternativas de manejo de las ANP. En la tercera fase, se efectuará el decreto y el plan de manejo de las ANP que finalmente se insertarán en programas de ordenamiento regional.

Para llevar a cabo las actividades correspondientes a la primera fase, se procedió a generar insumos cartográficos de apoyo que permitieran capturar las propuestas derivadas de diversos sectores de la sociedad con base en criterios ambientales, sociales y económicos. A través de técnicas de modelaje espacial se procedió a integrar la información recopilada en talleres participativos desarrollados con los siguientes grupos de colaboradores: el sector social de incidencia regional (ejidos, comunidades y municipios); el sector dependencias de gobierno (programas federales,

estatales, grupos internacionales, consejos, organizaciones no gubernamentales selectivas); el sector académico (universidades, institutos y colegios con experiencia profunda en el Estado). A partir de esto se procedió a crear una matriz que permitiera analizar las diversas condicionantes de cada región; para generar escenarios probables de áreas con alto, medio y bajo valor como parte de la SACEM. Cada uno estos atributos se representó en una base de datos; en conjunto se analizaron con criterios de decisión múltiple y se contrastaron de manera ponderada hasta lograr una propuesta integral jerarquizada de las áreas con mayor potencial de conservación según la respuesta social, la menor densidad poblacional, la mejor conectividad paisajística, mayor complejidad ecológica, y la mejor inversión financiera. Finalmente la propuesta resultante del SACEM incluye 12 áreas que cubren aproximadamente 7 310 km², casi el 14% de la superficie del Estado (Velázquez *et al.*, 2005).

6.5 Restauración ecológica y rehabilitación de áreas

Roberto Lindig Cisneros

Como hemos visto en las secciones anteriores del capítulo, el uso irracional, la falta de planeación y otros factores han afectado a los recursos naturales de Michoacán, a veces de manera moderada, pero en otras muchas ocasiones de forma severa. Es precisamente en los sitios perturbados, y en muchos casos improductivos, donde la restauración ecológica debe jugar un papel fundamental para su recuperación. En el caso de los bosques, ya se discutió la problemática asociada al uso irracional de los mismos. En este contexto, los programas de reforestación necesitan replantarse, y se debe reconocer que los programas actuales de reforestación en muchos casos no logran llegar a la meta aceptada para la restauración ecológica, es decir, que se recupere la composición, la estructura y la función biológica del sitio en términos de su estado original o de un sistema natural de referencia (SER, 2002). Si el objetivo de los programas de reforestación es lograr la restauración ecológica de los sitios reforestados, es necesario investigar nuevas técnicas que coadyuven para lograr este fin.

En particular se debe desarrollar métodos que permitan implementar estrategias específicas para distintos grados de degradación del sitio (Hobbs y Norton 1996). Por ejemplo, es necesario ensayar el uso de plantas nativas, ya sea de especies fijadoras de nitrógeno o de especies que atraigan dispersores de semillas, para mejorar las condiciones de los sitios degradados, en algunos casos incluso previamente al establecimiento de plantas de las especies arbóreas de interés. La restauración ecológica también debe permitir recuperar recursos forestales renovables no maderables, tanto en los sitios donde la sobreexplotación los ha diezmado, como en aquellos donde los programas de reforestación han logrado establecer plantaciones exitosas, pero que carecen de un estrato arbustivo y herbáceo diverso que contenga especies útiles por sus propiedades medicinales y alimenticias, y que proporcionen hábitat para otras especies. Para lograr esto se requiere, como ya se mencionó en secciones anteriores, controlar el sobrepastoreo de las zonas reforestadas y someterlas a programas de restauración ecológica. De hecho, en otras latitudes se ha comprobado que con el control del ganado se ha permitido la restauración de los bosques en una forma natural (Wilson, 1994).

La restauración ecológica también puede ayudar a complementar los planes de manejo de cuencas, permitiendo el control de la erosión y de los aportes de nutrientes que causan eutrofización en los cuerpos de agua, entre otros aspectos. La restauración de los humedales asociados a lagos y ríos, así como la restauración o creación de humedales en sitios clave de las cuencas, pueden auxiliarnos en la reducción del impacto de las actividades humanas al nivel del paisaje (Zedler, 2003). Mantener el uso agrícola en las partes altas de las cuencas ayuda a controlar algunos de los factores que más afectan a los recursos acuáticos, como eutrofización, sedimentación, y otros.

La restauración ecológica debe desempeñar un papel fundamental en la recuperación de las áreas naturales protegidas que presentan algún grado de deterioro, para que de esta manera se cumpla con los objetivos de conservación de estas zonas. De manera similar, las técnicas desarrolladas en el campo de la restauración ecológica se han aplicado para recuperar la capacidad productiva de sitios degradados a través de la creación de sistemas agrosilvopastoriles (Walters 1997).

Pocos son los proyectos de restauración ecológica en Michoacán donde se incorporen resultados de la investigación científica con el fin de desarrollar y adaptar técnicas de restauración, de acuerdo a las necesidades y condiciones ambientales de las comunidades del Estado. Uno de estos proyectos se realiza en forma colaborativa entre la Facultad de Biología de la UMSNH y la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro. El proyecto busca la restauración del bosque de pino en sitios cubiertos por ceniza volcánica, especialmente donde la vegetación nativa no ha logrado recuperarse, de tal manera que pueda ser incorporada dentro de las zonas de uso conforme los planes de manejo sustentable. El proyecto de colaboración incluye el estudio de los factores que limitan el establecimiento de la vegetación en los sitios a restaurar (Lindig-Cisneros *et al.*, 2002), el ensayo de especies nativas para revegetar estas áreas, incluyendo leguminosas y pinos, así como la adaptación de técnicas que han resultado exitosas bajo condiciones similares en otros sitios. Es un hecho que en el futuro cercano existirán muchos proyectos como el anterior, que en el mediano y largo plazo lograrán detener y eventualmente revertir el proceso de degradación de los recursos naturales del Estado.

6.6 Biotecnología

Rafael Salgado Garciglia
José Mario Aguilar Ramírez
Nehyra Katyuska Guerrero González

La palabra *biotecnología* fue empleada por primera vez hace unas ocho décadas por el húngaro Kark Ereky, refiriéndose a todos los procesos que producen bienes de consumo y servicios utilizando organismos vivos o sus productos" (Thalasso, 2002). El amplio gradiente de tecnologías en este campo va desde las técnicas antiguas de la biotecnología «tradicional», como la fermentación de alimentos y el control biológico, hasta las nuevas técnicas de la biotecnología moderna, como el cultivo de células y tejidos, la ingeniería genética, el uso de anticuerpos monoclonales y las enzimas, entre otros muchos.

La biotecnología vegetal tiene como una de sus bases el cultivo de tejidos de plantas, el cual consiste en una serie de técnicas que permiten el cultivo y la manipulación, bajo condiciones artificiales y controladas, de células, tejidos y órganos vegetales. La propagación vegetativa *in vitro* puede presentar enormes ventajas para obtener altas tasas de multiplicación a partir de segmentos de tejidos; el control de numerosos individuos en espacios reducidos; y la conservación de germoplasma y el intercambio nacional e internacional del mismo (Villalobos *et al.*, 1984). Además, podría llegar a ser muy importante para la propagación rápida de genotipos excepcionales, así como para la distribución y el transporte de plantas seleccionadas que, libres de patógenos, eliminan el riesgo de introducir enfermedades.

Actualmente, en el Laboratorio de Biotecnología Vegetal del Instituto de Investigaciones Químico Biológicas de la UMSNH, con la colaboración de la Facultad de Biología, se están investigando plantas en riesgo de extinción, con la finalidad de desarrollar técnicas de propagación masiva y su conservación *in vitro*. El objeto de estudio son las especies cuyas poblaciones se han mermado debido a la sobreexplotación: cactáceas, orquídeas, helechos arbóreos y cícadas.

En el caso de tres especies de cactáceas (*Echinocactus grusonii* Hildmann, *Mammillaria beisei* Diers, y *Coryphantha recurvispina* 'De Vriese' Bremer), la tarea ha sido desarrollar un método óptimo de cultivo para la producción de plantas por semilla y por la vía de morfogénesis *in vitro*, con la finalidad de asegurar su reproducción masiva y el mantenimiento de individuos completos para su conservación *in vitro* y en invernadero (Cruz, 1999).

Otro grupo de interés son las orquídeas, algunas de ellas endémicas de Michoacán y consideradas bajo alguna categoría de riesgo de extinción de acuerdo a la NOM-059-ECOL-2001. De este grupo, se han establecido cultivos *in vitro* de *Cattleyopsis lindenni* 'Hamlyn', *Laelia speciosa* 'HBK' Schlechter, *Laelia autumnalis*, *Oncidium cavendishiani*, *Euchile citrina* y *Encyclia adenocaula*, a partir de la siembra de semillas que se obtuvieron de frutos colectados en campo o de colecciones personales. Por ejemplo, *Cattleyopsis lindenni* tiene gran popularidad entre los coleccionistas, junto con *Euchile citrina*, la cual se registra como especie sujeta a protección especial y es endémica de México. La orquídea conocida como "flor de mayo" o "flor de Corpus" (*Laelia speciosa*) porque su época de floración es de mayo a julio, es una especie endémica de México registrada como sujeta a protección especial; en algunas localidades de Michoacán se utiliza en la fabricación de artesanías (Soto, 1990).

De las especies de orquídeas mencionadas se mantienen plántulas cultivadas *in vitro* para su conservación, lográndose establecer un sistema de micropropagación con la regeneración de protocormos o brotes de segmentos de hojas y pseudobulbos; asimismo, se ha realizado con éxito su trasplante y aclimatación (Ávila y Salgado-Garciglia, 2000; García, 2001; Sarabia, 2001; Becerril, 2003). Actualmente se realizan los estudios necesarios para su cultivo en invernadero.

Las especies de helechos arbóreos que se están trabajando en el laboratorio están comprendidas también en alguna categoría de riesgo de extinción; de ahí la urgencia de desarrollar estrategias para su propagación masiva y así contribuir a su conservación. En laboratorio se han obtenido plántulas *in vitro* de tres diferentes especies de helechos (*Cyathea myosuroides*, *Cyathea sp.* y *Lophosoria quadripinnata*) las cuales se lograron obtener a partir de pinas con soros incubadas en el medio correspondiente bajo condiciones controladas de temperatura y luz; también se han propagado por la siembra de segmentos de esporofitos jóvenes (Rangel, 2003).

Por otro lado, se está comenzado con los cultivos *in vitro* de cícadas (*Dioon edule*, *D. tomasellii* y *Zamia sp.*), especies endémicas incluidas en la norma oficial vigente bajo protección especial, principalmente por la extracción

masiva y la destrucción de su hábitat de las que han sido objeto, pero también por su baja producción de semillas y la poca viabilidad de estas.

Las técnicas de cultivo de tejidos son un gran potencial para la multiplicación de las especies forestales y en los métodos tradicionales de mejoramiento genético, particularmente en el área de evaluación de genotipos, en lo que se refiere a tasas de crecimiento, resistencia a enfermedades y tolerancia a la sequía. Además, estos métodos ayudan a explorar mutaciones espontáneas y características cuantitativas, las cuales no pueden obtenerse por métodos sexuales. Estas técnicas pueden ser de gran importancia para recuperar sitios perturbados en donde la vegetación ha sido profundamente alterada, como ha ocurrido en la Meseta Tarasca, donde casi han desaparecido especies arbóreas como el cirimo, el trueno, el azulillo y el guardalagua (Aguilar, 1991). Otras especies con estatus de amenazadas en nuestro Estado son: *Pinus rzedowskii*, *P. maximartinezii*, *Tilia mexicana* (cirimo), *Litsea glauscences* (Laurel) y *Carpinus carolineana* (palo barranco o tzaráracua), también estas son de nuestro interés dentro de las investigaciones.

De acuerdo con el Programa Forestal y de Suelo 1995-2000, México tiene una de las tasas de deforestación más altas de América Latina. Con la finalidad de reducir la presión al bosque y recuperar la frontera silvícola, se han planteado diversas estrategias, siendo una de las principales, producir plantas para

reforestar 31 millones de hectáreas y establecer plantaciones comerciales en otros 8 millones de hectáreas, lo cual beneficiaría a más de 10 millones de mexicanos que habitan las zonas boscosas.

Por lo anterior, el Laboratorio de Cultivo de Tejidos del Campo Experimental Uruapan, Michoacán, del INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias), ha enfocado su trabajo principalmente a las especies forestales. A través de la investigación se pretende producir planta de alta calidad genética, libre de virus y enfermedades, tanto para rescatar especies forestales amenazadas o en peligro de extinción, como para producir en grandes cantidades diversas especies con valor ecológico y económico. Otra de las tareas del laboratorio es la conservación de las plantas medicinales; es importante la preservación de las especies y variedades de uso local, como el toronjil (*Agastache*) y el té nurite (*Satureja macrostema*).

Mientras el uso de estas tecnologías se enfoque de manera exhaustiva sobre las necesidades del país, y en la medida de sus posibilidades las resuelva se estará cumpliendo con las expectativas que se han generado alrededor de los laboratorios nacionales de investigación biotecnológica. El reto sigue siendo no solamente crear nuevos conocimientos de frontera, sino también responder a demandas específicas del sector productivo y de la sociedad, siempre respetando y restaurando la armonía entre nuestros valiosos recursos naturales.

Recuadro 6.3

Programa de conservación *ex situ* de Godeidos.

Omar Domínguez Domínguez

Los ecosistemas acuáticos en México sufren una fuerte crisis ambiental. La contaminación, la deforestación de las cuencas, introducción de especies exóticas y las malas acciones de manejo, como el dragado de los cuerpos de agua sin un estudio del impacto previo (e. g. Laguna de Zacapu en el Estado de Michoacán), son sólo algunos de los problemas que han contribuido a su degradación y han puesto en peligro a los organismos que los habitan. Por ello, la conservación y la restauración de estos ecosistemas son acciones que requieren toda la atención y, aunque esta urgencia de restauración y conservación enfrenta la complejidad inherente al proceso de implementación del manejo. Por ello tiene que ser tomado en cuenta en los planes de manejo la diversa problemática de tipo ecológico, cultural, económico, social y político. Por desgracia, hay casos en que es casi imposible salvar de la agonía a los ecosistemas acuáticos y su biota. Dentro de dicha fauna, un grupo de gran importancia son los peces, de los cuales México cuenta con una importante riqueza de especies nativas y endemismos. Los miembros de la familia Goodeidae (tiros y chehuas) son de especial interés para nuestro país, ya que 42 de sus especies son endémicas de México (el total de la subfamilia Goodeinae) y más aun, muchas de ellas están restringidas a pequeños cuerpos de agua, principalmente en los Estados de Jalisco y Michoacán. A pesar de lo anterior, las políticas encaminadas a investigar y conservar los peces están enfocadas principalmente a especies nativas con importancia económica. No obstante, y gracias al gran auge internacional que han tenido los godeidos como especies predilectas en el estudio de la evolución y la reproducción, así como al interés de los acuaristas internacionales, algunas especies de godeidos han sido cultivadas en el extranjero durante décadas; tal es el caso de *Skiffia francesae* y *Zoogoneticus tequila*, especies que se presumen extintas en nuestro país (NOM-059-ECOL-2001; Anónimo, 2002), pero que en el extranjero se venían manteniendo en cautiverio y que gracias a los esfuerzos internacionales han regresado a nuestro país después de 20 años de exilio. Otro número importante de especies de esta familia está en riesgo de correr la misma suerte; tal es el caso de *Allotoca maculata*, *Ameca splendens*, *Allotoca meeki*, *Hubbsina turneri* y *Characodon audax*. Adicionalmente la NOM-059-ECOL-2001 enlista 14 especies de godeidos en alguna categoría de riesgo de extinción.

En este sentido, una medida emergente que puede dar frutos a corto o mediano plazo es la conservación *ex situ* de los organismos acuáticos, ello mientras se dan soluciones a la problemática ecológica, que evidentemente es a largo plazo. Por todo lo anterior y debido a la ubicación estratégica del Laboratorio de Biología Acuática de la Facultad de Biología de La Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo con respecto a la distribución de esta familia, en el año de 1997 se puso en marcha un programa de preservación, conservación y manejo de godeidos mexicanos, cuyo objetivo pilar es el mantener una colección viva de godeidos de todo el país con el fin de estudiarlas, reproducirlas y mantener un banco de germoplasma, y así resguardar de la extinción a las especies de esta familia. A la fecha se mantienen el total de las especies de godeidos (aproximadamente 42), colectadas y transportadas de los Estados de San Luis Potosí, Durango, México, Hidalgo, Zacatecas, Aguascalientes, Colima, Morelos, Jalisco, Guerrero, Nayarit y Michoacán.

El 98% de las especies se han logrado reproducir con éxito en cautiverio, y actualmente se cuenta con crecientes poblaciones de la mayoría de ellas, las cuales son mantenidas bajo un estricto protocolo con el fin de evitar al máximo la pérdida de la variabilidad genética. Es claro que la conservación *ex situ* representa solo una herramienta en la lucha contra la extinción, y que la conservación es una labor multidisciplinaria, la cual requiere de los esfuerzos de una gran variedad de disciplinas en las ciencias biológicas y sociales. Por ello, a la par del programa de conservación *ex situ*, se han planteado proyectos colaterales encaminados al estudio de la biología y la ecología, así como el estado de conservación en su medio natural, su hábitat y su entorno social y cultural, para que todos estos resultados y experiencias nos puedan dar la pauta en las estrategias de conservación de esta familia y su hábitat. Así mismo, se ha iniciado el proyecto para lograr la reintroducción de *Zoogoneticus tequila* a su hábitat original (Teuchitlán, Jalisco), siendo este servicio una de las razones por las que fue creada la colección viva de godeidos.

Referencias

- Ackery, P.R. y R.I. Vane-Wright. 1984. Milkweed butterflies: Their cladistics and biology. London: British Museum of Natural History; and Ithaca, N.Y. Cornell University Press.
- Alonso-Mejía, A. 1996. Biology and conservation of overwintering monarch butterflies in Mexico. PhD. Thesis, University of Florida.
- Alonso-Mejía, A., E. Montesinos-Patino, E. Rendón-Salinas, P. Brower, L. y K. Oyama. 1998. Influence of forest canopy closure on rates of bird predation on overwintering monarch butterflies *Danaus plexippus* L. *Biological Conservation* 85: 151-159.
- Alonso-Mejía, A., E. Rendón-Salinas, E. Montesinos-Patiño, y P. Brower L. 1997. Use of lipid reserves by monarch butterflies (*Danaus plexippus* L.) overwintering in Mexico: implications for conservation. *Ecological Applications* 7: 934-47.
- Alvarado D., J. 2000. Anfibios. Capítulo 13, pp. 281-290. En: UMSNH-SEDUE. Catálogo de la Biodiversidad en Michoacán. México. 390 pp.
- Alvarado, D. J., y A. Figueroa. 1991. Comportamiento reproductivo de la tortuga negra *Chelonia agassizii*. *Ciencia y Desarrollo* 17(98):43-49.
- Alvarado, J. y A. Figueroa. 1987. The ecological recovery of sea turtles of Michoacán, México. Special attention: the black turtle, *Chelonia agassizi*. Final report 1986-1987 submitted to U.S.F.W.S and W.W.F.-U.S.
- Alvarado, J. y A. Figueroa. 1990. The ecological recovery of sea turtles of Michoacán, México. Special attention: the black turtle, *Chelonia agassizii*. Final Report 1989-1990 submitted to US FWS & WWF, USA.
- Alvarado-Díaz, J. y J. A. Campbell. 2004. A new montane rattlesnake (Viperidae) from Michoacán, México. *Herpetologica*. 60 (2)281-286.
- Barajas L., F. C. 1994. Lista comentada de la avifauna de la región de El Temazcal, Michoacán, México: una zona de transición. Tesis de Licenciatura de la Escuela de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán. 52 pp. + 6 figs.
- Barker J., F. y S. Herman W. 1976. Effect of photoperiod and temperature on reproduction of the Monarch butterfly, *Danaus plexippus*. *Journal of Insect Physiology* 22: 1565-68.
- Bello, G. M. A. y Madrigal-Sánchez, X. 1996. Estudio florístico del Campo Experimental «Barranca del Cupatitzio», Uruapan, Michoacán. Folleto Científico No. 2. INIFAP, CIRPAC, CAMPO EXP. URUAPAN. Morelia, Mich. 47 pp.
- Benítez, H., C. Arizmendi y L. Márquez. 1999. Base de Datos de las AICAS. CIPAMEX, CONABIO, FMCN y CCA. México (<http://www.conabio.gob.mx>).
- Bjorndal, K. A. 1997. Foraging ecology and nutrition of sea turtles. Pp. 199-231 En: P. L. Lutz y J. A. Musick (Eds.). *The Biology of Sea Turtles*. CRC Press. Boca Raton, Florida.
- Blake, E. R. y H. C. Hanson 1942. Notes on a collection of birds from Michoacan, Mexico. *Field Mus. Nat. Hist., Zool. Ser.*, 22(9):513-551.
- Bocco, G. y J. F. Mas. 2003. Geomorfología y manejo de recursos naturales en el Parque Nacional Pico de Tancítaro, Michoacán 2000-2003. Proyecto con financiamiento de DGAPA. Centro de Investigaciones en Ecosistemas, UNAM, México.
- Brand, D. 1958. Coastal Study of Southwest Mexico. University of Texas, Austin, Texas.
- Bretherton, R. F. 1982. Lepidoptera immigration to the British Isles. 1969 to 1977. *Proc. Trans. British Entomol. Nat. Hist. Soc.* 15:98-110.
- Brower L., P. 1984. Chemical defense in butterflies. Pages 109-134 in R. Vane-Wright and P. Ackery (editors), *The biology of butterflies*. Academic Press.
- Brower L., P. 1985. New perspectives on the migration biology of the monarch butterfly, *Danaus plexippus* L. En: *Migration: Mechanisms and Adaptive Significance* (ed. M. A. Rankin), pp. 748-785. Austin, TX: Univ. Texas Contrib. Marine Sci. 27 (Supplement).
- Brower L., P. y H. Calvert, W. 1985. Foraging dynamics of bird predators on overwintering monarch butterflies in Mexico. *Evolution* 39: 852-868.
- Brower L., P., P.B. McEvoy, K.L. Williamson y M.A. Flannery. 1972. Variation in cardiac glycoside content of monarch butterflies from natural populations in eastern North America. *Science* 177:426-429.
- Brower L., P., R. Kust D., E. Rendón-Salinas, E. García Serrano, R. Kust K, J. Miller, C. Fernandez del Rey y K. Pape. 2004. Catastrophic Winter Storm Mortality of Monarch Butterflies in Mexico during January 2002. Pp. 151-166 in *The Monarch Butterfly: Biology and Conservation*. Oberhauser KS, Solensky MJ (eds). Cornell University Press, Ithaca, NY
- Brower L., P. 1977. Monarch Migration. *Natural History* 84: 40-53.
- Brower, L.P. 1995. Understanding and misunderstanding the migration of the monarch butterfly (Nymphalidae) in North America: 1857-1995. *Journal of the Lepidopterists' Society* 49:304-385.
- Brown J., J. y G. Chippendale M. 1974. Migration of the monarch butterfly *Danaus plexippus*: energy sources. *J. Insect Physiol.* 20: 1117-1130.
- Caldwell, D. K. 1963. The sea turtle fishery of Baja California, México. *Calif. Fish Game* 49(3):140-151.
- Calvert W., H. y P. Brower L. 1986. The location of monarch butterfly (*Danaus plexippus* L.) overwintering colonies in Mexico in relation to topography and climate. *J. Lepid. Soc.* 40: 164-187.
- Calvert W., H., E. Hedrick L. y P. Brower L. 1979. Mortality of the monarch butterfly (*Danaus plexippus* L.): avian predation at five overwintering sites in Mexico. *Science* 204: 847- 851.
- Caro, R. 1998. El clandestinaje forestal en Michoacán. Documento interno de la Delegación de SEMARNAP en Michoacán. México.
- Cliffton, K., D. O. Cornejo, y R. S. Felger. 1982. Sea turtles of the Pacific coast of México. Pp. 199-209 En: K. A. Bjorndal (Ed.) *Biology and Conservation of Sea Turtles*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- Cliffton, K., D. O. Cornejo, y R. S. Felger. 1982. Sea turtles of the Pacific coast of México, 199-209 (K. A. Bjorndal, ed.) *Biology and Conservation of Sea Turtles*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- CONANP. 2001. Programa de Manejo Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Primera reimpression. México. 159 pp.
- CONANP. 2002. Programa de Trabajo. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2001-2006 (segunda edición). SEMARNAT. México.
- Davis, J. 1953. Birds of Tzitzio region, Michoacán, México. *Condor* 55:90-98.
- Davis, J. 1962. Notes on some birds of the state of Michoacán. *Condor* 64(4):325.
- Denno, R. F. y H. Dingle. 1981. Considerations for the development of a more general life history theory. En Denno, R. F. y H. Dingle. *Insect Life History Patterns: Habitat and Geographic Variation*. Springer-Verlag, New York. Pp. 1-6.

- Diario Oficial de la Federación. 1980. Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos. Decreto de la Reserva Especial de la Biosfera Mariposa Monarca. Disposición miércoles 9 de abril de 1980. México.
- Diario Oficial de la Federación. 1986. Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos. Decreto de la Reserva Especial de la Biosfera Mariposa Monarca. Disposición 30 de septiembre de 1986. Decreto 9 de octubre. México.
- Diario Oficial de la Federación. 2000. Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos. Decreto por el que se declara área natural protegida, con el carácter de Reserva de Biosfera, la región denominada mariposa monarca, ubicada en los municipios de Temascalcingo, San Felipe del progreso, Donato Guerra y Villa de Allende en el Estado de México, así como en los municipios de Contepec, Senguio, Anganguero, Ocampo, Zitácuaro y Aporo en el Estado de Michoacán, con una superficie total de 56,259-05-07.275 hectáreas. 10 de noviembre del 2000. México.
- DOF 12 septiembre 1954. Decreto que reforma el que creó el Parque Nacional Rayón del Municipio de Tlalpujahua, Mich. Diario Oficial de la Federación, 12 de septiembre de 1954.
- DOF 16 junio 1937. Decreto por el cual se declara Zona Protectora de la Ciudad de Ario de Rosales, Mich., los terrenos que el mismo delimita. Diario Oficial de la Federación Tomo CII, No. 31:13
- DOF 17 febrero 1937. Decreto que declara Zona Protectora Forestal Vedada una porción de los terrenos que rodean a la ciudad de Uruapan, Mich. Diario Oficial de la Federación Tomo C, No. 39:10-11.
- DOF 18 septiembre 1936. Decreto que declara Zona Protectora Forestal la extensión de terrenos que el mismo delimita, en Tacámbaro, Mich. Diario Oficial de la Federación Tomo XCVIII, No. 15:7-8.
- DOF 2 noviembre de 1938. Decreto que declara Parque Nacional "Barranca de Cupatitzio" los terrenos que el mismo menciona. Diario Oficial de la Federación, 2 de noviembre de 1938.
- DOF 20 septiembre 1979. Decreto por el que por causas de interés público se establece zona de protección forestal en la región conocida como Los Azufres, en los Municipios de Hidalgo, Zinapécuaro y Maravatío, Mich. Diario Oficial de la Federación, Tomo CCCLVI No.14:6-7.
- DOF 22 febrero 1939. Decreto que declara Parque Nacional "Insurgente José Ma. Morelos y Pavón", la región del Temascal, en Morelia, Mich. Diario Oficial de la Federación, 22 de febrero de 1939.
- DOF 23 enero 1936. Decreto que declara Zona Protectora Forestal Vedada, los terrenos que forman la cuenca hidrográfica del Lago de Pátzcuaro. Diario Oficial de la Federación, enero 23 de 1936.
- DOF 27 julio de 1940. Decreto que declara Parque Nacional «Pico de Tancítaro» los terrenos que el mismo limita del Estado de Michoacán. Diario Oficial de la Federación, Tomo CXXI No.24:1-2.
- DOF 29 agosto 1952. Decreto que declara Parque Nacional Rayón, los terrenos conocidos con el nombre de cerro El Gallo, ubicados en el Municipio de Tlalpujahua, Estado de Michoacán. Diario Oficial de la Federación, Tomo CXCVIII No.52:5-6.
- DOF 29 octubre 1986. Decreto por el que se determinan como zonas de reserva y sitios de refugio para la protección, conservación, repoblación, desarrollo y control, de las diferentes especies de tortuga marina, los lugares en que anida y desova dicha especie. Diario Oficial de la Federación Tomo CCCXCVIII, No. 40:8-10.
- DOF 3 de agosto de 1949. Decreto que declara Zonas Protectoras Forestales y de Repoblación las cuencas de alimentación de las obras de irrigación de los Distritos Nacionales de Riego, y se establece una veda total e indefinida en los montes ubicados dentro de dichas cuencas. Diario Oficial de la Federación, 3 de agosto de 1949. Tomo CLXXV, No. 29.:2-4.
- DOF 4 de enero de 1937. Decreto que declara Zona Protectora Federal Vedada los terrenos que rodean la Ciudad de Zitácuaro, Mich. Diario Oficial de la Federación, enero 4 de 1937.
- DOF 5 septiembre 1936. Decreto que declara Parque Nacional el «Cerro de Garnica», en Queréndaro, Mich. Diario Oficial de la Federación Tomo CXCVIII, No. 5:11-12.
- DOF enero 1938. Decreto que declara Zona Protectora Forestal, los terrenos de Jiquilpan, Mich, que el mismo delimita. Diario Oficial de la Federación, enero de 1938.
- DOF marzo 1939. Ampliación de Zona protectora de la Ciudad de Tacámbaro. Diario Oficial de la Federación, marzo de 1939.
- DOF marzo 8 1941. Decreto que declara Parque Nacional el "Lago de Camécuaro", en Tangancícuaro, Mich. Diario Oficial de la Federación, 8 de marzo de 1941.
- DOF octubre 9 1986. Decreto por el que por razones de orden público e interés social, se declaran áreas naturales protegidas para los fines de migración, internación y reproducción de la mariposa monarca, así como la conservación de sus condiciones ambientales la superficie de 16,110-14-50 hectáreas, ubicadas en los municipios que se indican, pertenecientes a los Estados de Michoacán y del Estado de México. Diario Oficial de la Federación Tomo CCCXCVIII, No. 27:33-41.
- DOF septiembre 1936. Decreto que declara Zona Protectora Forestal Vedada, la cuenca hidrográfica del río Chiquito de Morelia, Mich. Diario Oficial de la Federación, agosto de 1936.
- Duellman, W. E. 1961. The amphibians and reptiles of Michoacan, México. Univ. of Kansas Public. Mus. Nat. Hist. 15(1): 1-148.
- Duellman, W. E. 1965. A biogeographic account of the herpetofauna of Michoacan, Mexico. Univ. Of Kansas Public. Mus. Nat. Hist. 15 (14): 627-709. pls. 29-36, 5 figs.
- Eanes, W. F. y R. K. Koehn. 1978. An analysis of genetic structure in the monarch butterfly, *Danaus plexippus* L. *Evolution*, 32: 784-797.
- Escalera G., C., R. E. Flores R., E. R. Romero E. y T. Silva G. 2001. Programa de manejo del Parque Nacional Lago de Camécuaro. CIIDIR-IPN-Michoacán. 156 pp. + Anexos.
- Estrada V., A. 2001. Catálogo de la diversidad de anfibios y reptiles del municipio de Tancítaro, Michoacán, México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 156 pp.
- Felger, R. S., y K. Clifton. 1977. Conservation of sea turtles of the Pacific coast of Mexico. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources and World Wildlife Fund for Nature. Project no. 1471. Gland, Switzerland.
- Fink, L. y L. Brower P. 1981. Birds can overcome the cardenolide defense of monarch butterflies in Mexico. *Nature* 291:67-70.
- Flores-Guevara, F. 1998. Programa de Manejo. Área recreativa Parque Nacional Barranca de Cupatitzio. Agronomía Integral. Uruapan, mich. México. 146 pp + Anexos.
- García R., I. J. Nava V., R. E. Flores R., M. Cházaro B., J. A. Machuca N. y E. del Río N. 2002. Flora del Parque Nacional Pico de Tancítaro, Michoacán. Serie: Fuentes para el conocimiento natural de Michoacán. SUMA, Gobierno del Estado de Michoacán. Edicolor Digital, S. A. de C. V. México. 135 pp.

- García-Serrano, E. 1997. Relación entre la temperatura y humedad con el movimiento de las colonias de mariposa monarca (*Danaus plexippus* L.) en sus sitios de hibernación en México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.
- Garibay O., C. y G. Bocco V. 2002. Legislación ambiental, áreas protegidas y manejo de recursos en zonas indígenas forestales. El caso de la microregión del Pico de Tancitaro. 248 pp.
- Gibo D., L. 1981. Altitudes attained by migrating monarch butterflies, *Danaus plexippus* (Lepidoptera: Danaidae), as reported by glider pilots. *Can. J. Zool.* 59: 571-572.
- Gibo D., L. y J. Pallett M. 1979. Soaring flight of monarch butterflies, summer migration in southern Ontario. *Can. J. Zool.*, 57, 1393-1401.
- Goldman, E. A. 1951. Biological Investigations in Mexico. Smith. Misc. Coll. 115:XIII + 470 pp.
- Goldman, E. A. y R. T. Moore 1945. The Biotic Provinces of Mexico. *Jour. Mammalogy.* 26(4):347-360.
- Gómez, J. R. 1988. Parador Turístico en el Parque Nacional Cerro de Garnica. Tesis Profesional Escuela de Arquitectura, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.
- González L., E. (Coord). 2000. Estudio de flora y fauna del campo experimental Barranca de Cupatitzio, municipio de Uruapan, Michoacán, México. Reporte técnico entregado a la Presidencia Municipal de Uruapan.
- Gossard, T. y R. Jones. 1977. The effects of age and weather on egg-laying in *Pieris rapae* L. *Journal of Animal Ecology* 14:65-71.
- Hall, E. R. y B. Villa-R. 1940. An annotated checklist of the mammals of Michoacán, México. *Univ. Kansas Publ. Mus. Nat. Hist.*, 1: 431-472.
- Hayward, K. J. 1963. Migration of butterflies and moths in northwestern Argentina, late spring and summer, 1962-1963. *The Entomologist*, 96: 258-264.
- Hayward, K. J. 1969. Notes on butterfly migration in Argentina between April 1966 and May 1968. *The Entomologist*, 102: 10-11.
- Hayward, K. J. 1972. Observations on migration of Lepidoptera in north-west Argentina, November 1968-June 1971. *The Entomologist*, 105: 206-208.
- Herman, W. S. 1981. Studies on the adult reproductive diapause of the monarch butterfly, *Danaus plexippus*. *Biological Bulletin*, 160: 89-106.
- Hilburn, D. J. 1989. A non-migratory, non-diapausing population of the monarch butterfly, *Danaus plexippus* (Lepidoptera:Danaidae) in Bermuda. *Florida Entomologist*, 72:494-499.
- Hill, F. H., A. M. Wenner y P. H. Wells. 1976. Reproductive behavior in an overwintering aggregation of monarch butterflies. *Am. Mid. Nat.*, 95, 10-19.
- Honey, R. J., E. Rendón-Salinas, J. López-García, A. Peralta, P. Ángeles, I. Contreras-Franco y C. Galindo-Leal. 2004. Monitoreo Forestal del Fondo Monarca 2003. Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF). En prensa.
- Huacuz E., D. del C., E. Franco T. y F. Aguirre G. 2000. Reptiles (Capítulo 14). pp. 291-317 En: UMSNH-SEDUE. Catálogo de la Biodiversidad en Michoacán. México. 390 pp.
- INE-SEMARNAP. 1996. Programa de áreas naturales protegidas de México 1995-2000. Instituto Nacional de Ecología-Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca, México, D. F.
- INE-SEMARNAP. 2000. Programa Nacional de Protección, Conservación, Investigación y Manejo de Tortugas Marinas. Instituto Nacional de Ecología-Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca, México, D. F.
- IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources). 2001. IUCN Red List Categories:Version 3.1. Prepared by the IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK
- James, D. G. 1984. Phenology of weight, moisture and energy reserves of Australia monarch butterflies, *Danaus plexippus*. *Ecol. Ent.*, 9, 421-428.
- Kitching I., J. 1986. Allozyme variation in the milkweed butterflies (Lepidoptera: Danainae). *Zoological Journal of the Linnean Society* 86: 367-389.
- Kitching I., J., R. Ackery P. e I. Vane-Wright, R. 1993. Systematic perspectives on the evolution of the Monarch butterfly. En: B. Malcolm, S. y M. Zalucki, (Eds.), *Proceedings of the Second International Conference on the Monarch Butterfly*: 11-16. Los Angeles County Museum, Los Angeles.
- Kristensen, N. P. 1984. Studies on the morphology and systematics of primitive Lepidoptera (Insecta). *Steenstropia* 10:141-191.
- Leavenworth, C. W. 1946. A preliminary study of the vegetation of the region between Cerro Tancitaro and the Rio Tepalcatepec, Michoacan, Mexico. *Amer. Midl. Natur.* 36:137-206.
- Leong, K. 1990. Microenvironmental factors associated with the winter habitat of the monarch butterfly (Lepidoptera: Danaidae) in central California. *Annals of the Entomological Society of America* 83: 906-910.
- LGEEPA 1996. Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Ediciones Delma. México, D.F. 220 pp.
- López-Hernández, R. (En preparación). Lineamientos para el manejo del Parque Nacional Barranca del Cupatitzio. Proyecto de tesis de Maestría. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Documento inédito.
- Madrigal S., X. 1982. Claves para la identificación de las coníferas silvestres del Estado de Michoacán. INIF-SARH. México. 110 pp.
- Magnuson, J. J., K. A. Bjorndal, W. D. DuPaul, G. L. Graham, D. W. Owens, P. C. H. Pritchard, J. I. Richardson, G. E. Saul, y C. W. West. 1990. Decline of Sea Turtles Causes and Prevention. National Academy Press, Washington, D.C.
- Malcolm S., B. y L. Brower P. 1989. Evolutionary and ecological implications of cardenolide sequestration in the monarch butterfly. *Experientia* 45:284-295.
- Malcolm, S. B., B. J. Cockrell y L.P. Brower. 1992. Spring recolonization of eastern North America by the monarch butterfly: successive brood or single sweep migration?. En Malcolm, S. B. y M. P. Zalucki. *Biology and conservation of the monarch butterfly*. Los Angeles County Museum of Natural History, Los Angeles, California.
- Marks, E. N. 1963. The first record of *Danaus plexippus* L. from Australia. *Journal of the Entomological Society of Queensland*, 2: 8.
- Márquez M., R., A. Villanueva O., y C. Peñaflores S. 1976. Sinopsis de datos biológicos sobre la tortuga golfina, *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829). Instituto Nacional de Pesca, Secretaría de Industria y Comercio, Subsecretaría de Pesca, México.
- McVaugh, R. 1972. Contributions from the University of Michigan Herbarium. Vol 9, Nos. 3-7. Pp. 205-522. The University of Michigan Herbarium. 93 pp.
- Miranda, F. 1979. Uruapan. Monografías Municipales. Gobierno del Estado de Michoacán 270 pp.
- Medina, C., F. Guevara-Fefer, M. A. Martínez, P. Silva-Sáenz, M. A. Chávez C. e I. García. 2001. Estudio florístico en el área de la comunidad indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán, México. *Acta Botánica Mexicana*. 52:5-41.

- Montesinos-Patiño, E. 1996. Estudio de la depredación de la mariposa monarca por aves, en relación con la estructura del bosque de oyamel en un sitio de hibernación en el Estado de Michoacán, tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Nelson, E. N. y E. A. Goldman 1893, 1903, 1904. Copias de los diarios de campo originales.
- New, T. R. 1991. Butterfly Conservation. Oxford University Press, Melbourne, Australia.
- Nichols, W. J. 2000. Biology and conservation of sea turtles in Baja California, México. Doctoral dissertation. Wildlife and Fisheries Science. University of Arizona, Tucson.
- NOM-059-SEMARNAT-2001. Protección ambiental- Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. 6 de marzo del 2002.
- Núñez G., A. 1989. Los mamíferos silvestres del Estado de Michoacán. Boletín de la Coordinación de la Investigación Científica, UMSNH Morelia, Mich. 12:22-26.
- Núñez G., A. 1999. Mamíferos silvestres del Estado de Michoacán. Distribución y estado actual de sus poblaciones. Facultad de Biología, UMSNH.
- Núñez G., A. 2000. Mamíferos (Capítulo 16). pp. 359-384. En: UMSNH-SEDUE. Catálogo de la Biodiversidad en Michoacán. México. 390 pp.
- Núñez G., A. y G. Pastrana H. 1990. Manual de identificación 'Los roedores michoacanos'. Coordinación de la Investigación Científica, UMSNH. Morelia, Mich. 124 pp.
- Orduña T. C. y M.A. Salas P. y P. Gaytán Torres 1993. Aves y mamíferos del campo Experimental Forestal "Barranca de Cupatitzio", Uruapan, Michoacán. Folleto Técnico No. 7. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. 16 pp.
- POGCEMO 1991. Reglamento interior del Parque Nacional «Lago de Camécuaro» Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Michoacán de Ocampo, 12 agosto 1991. pp. 1-6.
- Pritchard, P. C. H. 1982. Nesting of the leatherback turtle *Dermochelys coriacea*, in Pacific Mexico, with a new estimate of the world population status. Copeia 1982:741-747.
- Rankin, M.A. y S.M. Rankin. 1979. Physiological aspects of insect migratory behavior. In R. Rabb y G. Kennedy (eds.) Movement of Highly Mobile Insects: Concepts and Methodology in Research. North Carolina State University. pp. 35-63.
- Rendón Salinas, E. 1997. Diagnóstico de las mariposas monarcas hibernantes que intentaron alimentarse y la estructura del rodal del bosque donde se agrupó la colonia del llano del toro en la Sierra Chincua, Mich., durante la temporada de hibernación 1993-1994. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Rendón-Salinas, E., J. A. de la Cruz H., E. Montesinos-Patiño y E. García-Serrano. 1987. Diagnóstico social y biológico en la Reserva Especial de la Biósfera Mariposa Monarca (REBMM). Informe presentado al Environmental Law Institute por el Grupo de los Cien Internacional, A. C. Febrero de 1997, México.
- Romero, A. 1990. Los Hongos del Parque Nacional Cerro de Garnica. Tesis de Licenciatura de la Escuela de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.
- Salas P., M. 1986. Aves de la Sierra Purépecha, Michoacán, México. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 78 pp.
- Sarti M., L., S. A. Eckert, N. T. García, y A. R. Barragán. 1996. Declina la agregación anidadora más grande del mundo de tortugas baúlas. Noticiero de Tortugas Marinas (74):2-5.
- Schmidt-Koenig, K. 1979. Directions of migrating monarch butterflies (*Danaus plexippus*; Danaidae; Lepidoptera) in some parts of the eastern United States. Behav. Process. 4: 73-78.
- Scott, J. A. 1986. The butterflies of North America. Stanford University Press. 583 pp.
- SEDUE-Michoacán 1991. Reporte técnico de operación, conservación y preservación del Parque Nacional Cerro de Garnica. Documento interno 1991. 43 pp. + 2 anexos.
- SEMARNAT 2002. Programa de Trabajo 2001-2006. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. En: <http://www.semarnat.gob.mx>
- Smithers, C. N. 1965. A note on overwintering in *Danaus plexippus* (Linnaeus) (Lepidoptera: Nymphalidae) in Australia. Aust.Zool., 13(2): 135-136.
- Smithers, C. N. 1977. Seasonal distribution and breeding status of *Danaus plexippus* (L.) (Lepidoptera: Nymphalidae) in Australia. J. Aust. Ent., Soc. 16, 175-184.
- Southwood T., R.E. 1977. Habitat, the templet for ecological strategies? J. Animal Ecol. 46: 337-365.
- Spotila, J. R., R. D. Reinn, A. C. Steyemark, P. T. Plotkin y F. V. Paladino. 2000. Pacific leatherbacks face extinction. Nature (405):529-530.
- Turunen S. y G. M. Chippendale. 1980. Lipid transport in the migrating monarch butterfly, *Danaus p. plexippus*. Experientia, 37: 266-267.
- UCODEFO No. 8 1993. Parque Nacional Lago de Camécuaro. Información general, acciones desarrolladas y problemática. Documento interno. Unidad de Conservación y Desarrollo Forestal No. 8. 5 pp.
- UMSNH-SEDUE, 2000. Catálogo selecto de la biodiversidad de Michoacán. Gobierno del Estado- Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología- Michoacán. 390 pp.
- UMSNH-Facultad de Biología. Base de datos de las 'Aves del Estado de Michoacán'. BIOTICA versión 2.0. Edificio B-4, Ciudad Universitaria - Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Urquhart F., A. 1960. The Monarch Butterfly. University of Toronto Press. Toronto, Canada.
- Urquhart F., A. 1976. Found at last: The monarch's winter home. National Geographic Magazine 150: 161-73.
- Urquhart F., A. y R. Urquhart N. 1976. The overwintering site of the eastern population of the monarch butterfly (*Danaus p. plexippus*; Danaidae) in southern Mexico. J. Lepidopt. Soc. 30, 153-158.
- Vargas M., F. 1997. Parques nacionales de México. Vol. III. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. SEMARNAP- 48 pp.
- Villalón, M. R. 1990. Análisis altitudinal de la avifauna del transecto Tancítaro-Parácuaro, Michoacán, México. Tesis de Licenciatura de la Escuela de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.
- Villaseñor G., A. E. 1993. Áreas naturales protegidas en Michoacán. SEDUE - Michoacán, Documento inédito, 25 pp.

- Villaseñor G., J. F. y L. E. Villaseñor G. 2000. Aves (Capítulo 15). pp. 319-357 En: UMSNH-SEDUE. Catálogo de la Biodiversidad en Michoacán. Gobierno del Estado de Michoacán-SEDUE Michoacán. 390 pp.
- Villaseñor G., J. F. y L. E. Villaseñor. 1997. Diversidad de aves como indicador de áreas prioritarias para la conservación biológica en Michoacán. *Ciencia Nicolaita* 15:83-101.
- Villaseñor G., J. F., L. E. Villaseñor G., G. Chávez L., R. M. Villalón C. y H. Benítez D. 2000. Descripción de las AICAS Cuitzeo, Pátzcuaro, Tumbiscatío, Tancítaro, Cuenca baja del Balsas, Coalcomán-Pómaro, Sierra Chincua y Tacámbaro. En: M. del C. Arizmendi y L. Márquez-Valdelamar (Eds.). Áreas de importancia para la conservación de las aves en México. 440 pp.
- Villaseñor G., L. E. (En preparación). Las aves del Estado de Michoacán: riqueza y modelación de su distribución. Tesis doctoral. Facultad de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México.
- Villaseñor G., L. E. 1992. Análisis del estado actual de la avifauna del Parque Nacional Pico de Tancítaro, Michoacán, México. Reporte Técnico. Coordinación de Investigación Científica, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich.
- Villaseñor G., L. E., F. Martínez M., L. Villaseñor G. 2000. Reporte del estudio avifaunístico en el Campo Experimental 'Barranca de Cupatitzio', Uruapan, Michoacán. En: E. González L. Estudio de flora y fauna del campo experimental Barranca de Cupatitzio, municipio de Uruapan, Michoacán, México. Reporte técnico entregado a la Presidencia Municipal de Uruapan.
- Velásquez M., A., N. Sosa G., J. A. Navarrete P. y A. Torres G. 2005. Bases para la conformación del Sistema de Áreas de Conservación del Estado de Michoacán. SUMA-UNAM. Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente del Gobierno del Estado de Michoacán y Universidad Nacional Autónoma de México. Primera edición. 90 pp. + anexos y mapas.
- Wells H. y H. Wells P. 1992. The monarch butterfly: A review. *Bulletin Southern California Academic Sciences*. 91: 1-25.
- Woodson R., E. 1954. The North American species of *Asclepias* L. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 41: 1-211.
- World Conservation Union. 2001. Ruling of the IUCN red list standards and petitions subcommittee on petitions against the 1996 listings of four marine turtle species. *Species (Newsletter of the species survival commission)* (36):31-34.
- World Conservation Union. 2001. Ruling of the IUCN red list standards and petitions subcommittee on petitions against the 1996 listings of four marine turtle species. *Species (newsletter of the species survival commission)* (36):31-34.
- Zalucki M., P. 1981. The effects of age and weather on egg laying in *Danaus plexippus* L. (Lepidoptera: Danaidae). *Researches on Population Ecology (Kyoto)* 23:318-327.
- Zalucki M., P. y P. Brower L. 1992. Survival of first instar larvae of *Danaus plexippus* L. in relation to cardiac glycoside and latex content of *Asclepias humistrata*. *Chemoecology*, 3: 81-93.

CAPÍTULO 7

Amenazas a la biodiversidad

Se calcula que en México una importante cantidad de especies, prácticamente de todos los grupos taxonómicos, se encuentran amenazadas en mayor o menor grado. Cerca de 1 000 especies de plantas, 129 de mamíferos, 272 de aves, 218 de reptiles y anfibios y 126 de peces dulceacuícolas se encuentran en peligro de desaparecer; esto es, 50% de las especies de vertebrados y cerca del 4% de las plantas vasculares del país (Ceballos, 1993).

En numerosos trabajos se documentan las amenazas principales a la biodiversidad. Al igual que en otros países, éstas son la destrucción y la modificación de los hábitats, ya sea por incendios, erupciones, inundaciones y terremotos, o bien por el cambio de uso de suelo y vegetación; la contaminación por la influencia de compuestos químicos y tecnologías utilizadas en la fertilización de suelos y fumigación de cultivos; el proceso de urbanización; la sobreexplotación legal e ilegal de las especies; y la introducción de especies exóticas. Pero definitivamente, la problemática más intrínsecamente relacionada con la pérdida de la biodiversidad en México tiene que ver con los aspectos sociales vinculados a la marginalidad y a la pobreza.

En el Estado de Michoacán se cuenta con muy poca información acerca de las amenazas y el deterioro actual de la biodiversidad. Han sido muy pocos los investigadores que se han dedicado a conocer la situación actual.

7.1 Monitoreo de los cambios de cobertura del suelo en Michoacán

Jean-François Mas Causse
Alejandro Velásquez Montes
Tania Fernández Vargas

En México, se dan procesos muy rápidos de cambio de uso del suelo y vegetación. Muchos estudios han demostrado que estos cambios tienen un impacto negativo sobre la hidrología regional, el cambio climático y la biodiversidad, entre otros aspectos. No obstante, no existe información confiable y detallada sobre estos procesos. Por ejemplo, en México las estimaciones de la tasa de deforestación varían entre 365 000 y 1 500 000 hectáreas por año (FAO, 1997; SARH, 1994). Los objetivos de la presente colaboración son describir y cuantificar de manera general los cambios de cobertura para el Estado de Michoacán. Un análisis realizado por Mas *et al.* (2002b) para Michoacán mostró una reducción importante de la superficie forestal durante las últimas décadas. Entre 1976 y 2000, la superficie de bosques templados y tropicales disminuyó de 1 755 000 a 1 552 000 ha y de 2 049 600 a 1 730 800 ha, lo que representa tasas de cambio de 0.47 y 0.65 % por año respectivamente.

Los cambios de cobertura pueden evaluarse mediante el análisis de imágenes de satélite o por la

comparación de mapas de diferentes fechas. En el presente estudio se utiliza el segundo método. En una primera etapa, se llevó a cabo una revisión de la cartografía sobre uso del suelo y vegetación disponible, con el fin de seleccionar mapas compatibles en cuanto al sistema clasificatorio, la escala y los métodos de clasificación.

En una etapa siguiente, los mapas de diferentes fechas se cruzaron en el sistema de información geográfica para generar mapas y matrices de cambio. Las tasas de cambio se calcularon utilizando la ecuación (Nascimento, 1991)

$$t = 1 - \left(1 - \frac{S_1 - S_2}{S_1} \right)^{1/n} \quad (1)$$

Donde t es la tasa de cambio, S_1 la superficie en la fecha 1, S_2 la superficie en la fecha 2, y n el número de años del periodo estudiado (fecha 1 – fecha 2).

Los mapas de 1976 y 2000 (figuras 7.1 y 7.2), derivados respectivamente de la cartografía sobre uso del suelo y vegetación (serie I) del INEGI y del Inventario Forestal Nacional 2000 (INEGI, 1980; Palacio *et al.*, 2000; Velásquez *et al.*, 2001; Mas *et al.*, 2002a), se cruzaron para generar un mapa de cambio para el periodo 1976-2000, del cual se derivaron las tasas de cambio. Se seleccionaron dos bases de datos sobre uso del suelo y vegetación a una escala semidetallada (1:250 000):

1) La cartografía "serie I" de uso del suelo y vegetación elaborada por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) con base en la fotointerpretación de fotografías aéreas y un intenso trabajo de campo. El sistema de clasificación se basa en criterios estructurales, florísticos, fenológicos y de conservación de la vegetación o del tipo de uso, y comprende cerca de 300 categorías (INEGI, 1980).

2) La cartografía del Inventario Forestal Nacional 2000, que fue elaborada por el Instituto de Geografía de la UNAM en estrecha colaboración con el INEGI. En este caso se actualizó la cartografía "serie II" del INEGI con base en la interpretación visual de imágenes Landsat ETM+. El sistema clasificatorio, que tiene 75 categorías, es una simplificación del INEGI y se obtuvo a través de talleres con especialistas en vegetación y percepción remota (Palacio *et al.*, 2000; Velásquez *et al.*, 2001; Mas *et al.*, 2002a).

La confiabilidad de los datos es un aspecto muy crítico en el estudio de los cambios por comparación de

Cuadro 7.1 Superficie de los principales tipos de cobertura en 1976 y 2000, y tasas de cambio para el periodo 1976-2000.

Tipos de cobertura	Superficie (ha)		Tasa de cambio (%/año)
	1976	2000	1976-2000
Agricultura	1 458 439	1 705 48	-0.60
Bosque de coníferas	513 498	410 170	0.86
Bosque de coníferas y latifoliadas	841 995	822 249	0.09
Bosque de latifoliadas	389 093	309 787	0.87
Bosque mesófilo de montaña	8 804	8 526	0.12
Matorral xerófilo	1 777	1 414	0.88
Otros tipos de vegetación	98 343	142 493	-1.44
Pastizales	478 658	710 210	-1.53
Selva caducifolia y subcaducifolia	20 495 76	1 730 808	0.65
Vegetación hidrófila	13 254	12 299	0.29

mapas, ya que el error se incrementa al cruzar diferentes capas de información. Por esta razón, se utilizaron diferentes mecanismos para mejorar y evaluar la confiabilidad de los insumos utilizados para la construcción de la base de datos sobre cambios, los que se describen en detalle en Mas *et al.* (2002b y 2004).

Los mapas de 1976 y 2000 (figuras 7.1 y 7.2) se cruzaron para generar un mapa de cambio para el periodo 1976-2000, del cual se derivaron las tasas de cambio. En el cuadro 7.1 y la figura 7.1 se presentan las superficies de los principales tipos de vegetación y uso del suelo. Se puede observar un importante incremento de los pastizales y cultivos, y un decremento de las áreas forestales.

Entre 1976 y 2000, más de 200 000 hectáreas de bosque y 30 000 de selva fueron desmontadas, lo que representa tasas de deforestación de 0.47 y 0.65 por año respectivamente. Como comparación, estas tasas para todo el territorio nacional son 0.25 y 0.76 % por año respectivamente (Mas *et al.*, 2004).

La figura 7.4 es el mapa de cambio para el Estado, en el cual se puede apreciar la distribución espacial de algunos cambios de uso del suelo y vegetación (deforestación, permanencia de cobertura antrópica, permanencia de coberturas naturales y recuperación de la vegetación natural).

La caracterización cartográfica de los cambios de cobertura y uso del suelo permite, más allá de la simple cuantificación de las tasas de cambio, una mejor caracterización y comprensión de los procesos de cambio: Permite la evaluación de la confiabilidad de los datos sobre cambio, su utilización en el ordenamiento territorial, la caracterización de la fragmentación y la pérdida de hábitat, la identificación de regiones de cambios rápidos, así como la modelización y la predicción de los cambios. Durante las últimas décadas, Michoacán presentó tasas de deforestación elevadas en comparación con otras entidades del país. Un estudio con imágenes de satélite recientes permitiría evaluar las tendencias actuales de cambio de las coberturas del suelo en el Estado.

La base de datos que fue utilizada en este estudio se elaboró en el ámbito del proyecto Regionalización ecológica a nivel regional: Análisis del cambio de uso del suelo, financiado por el Instituto Nacional de Ecología (INE).

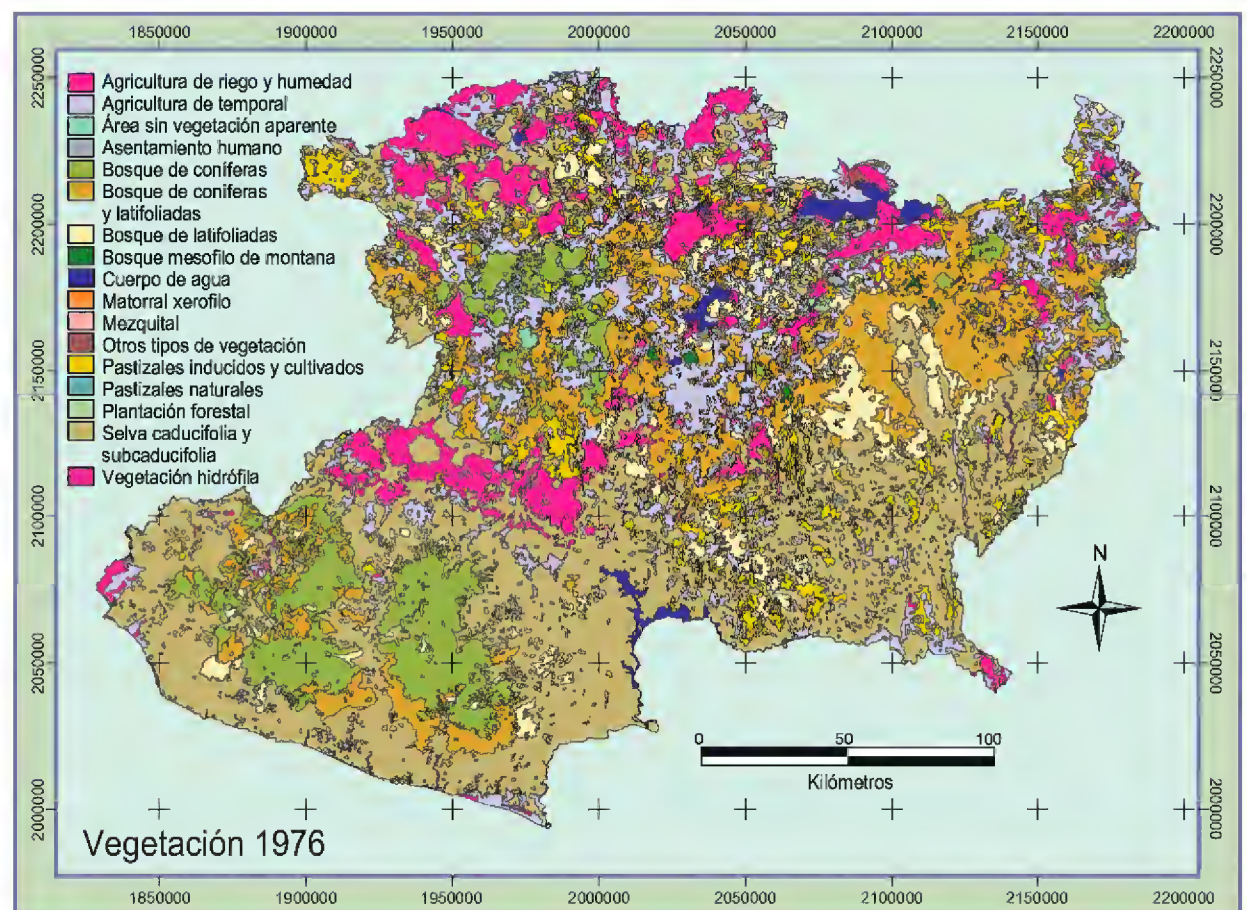


Figura 7.1 Mapa de las principales coberturas en 1976.

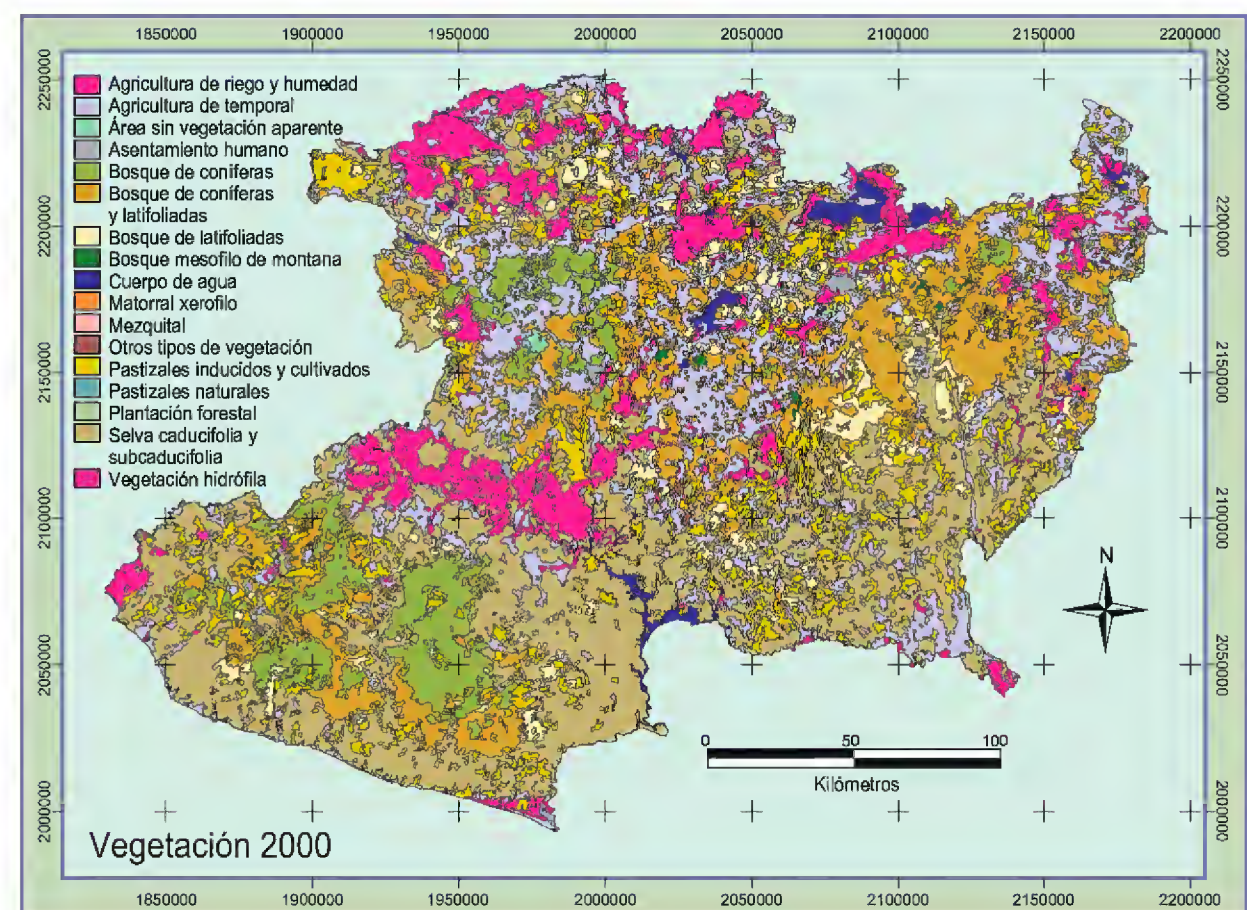


Figura 7.2 Mapa de las principales coberturas en 2000.

7.2 Contaminación

Ma. Silvia Aguilera Ríos
Otoniel Buenrostro Delgado

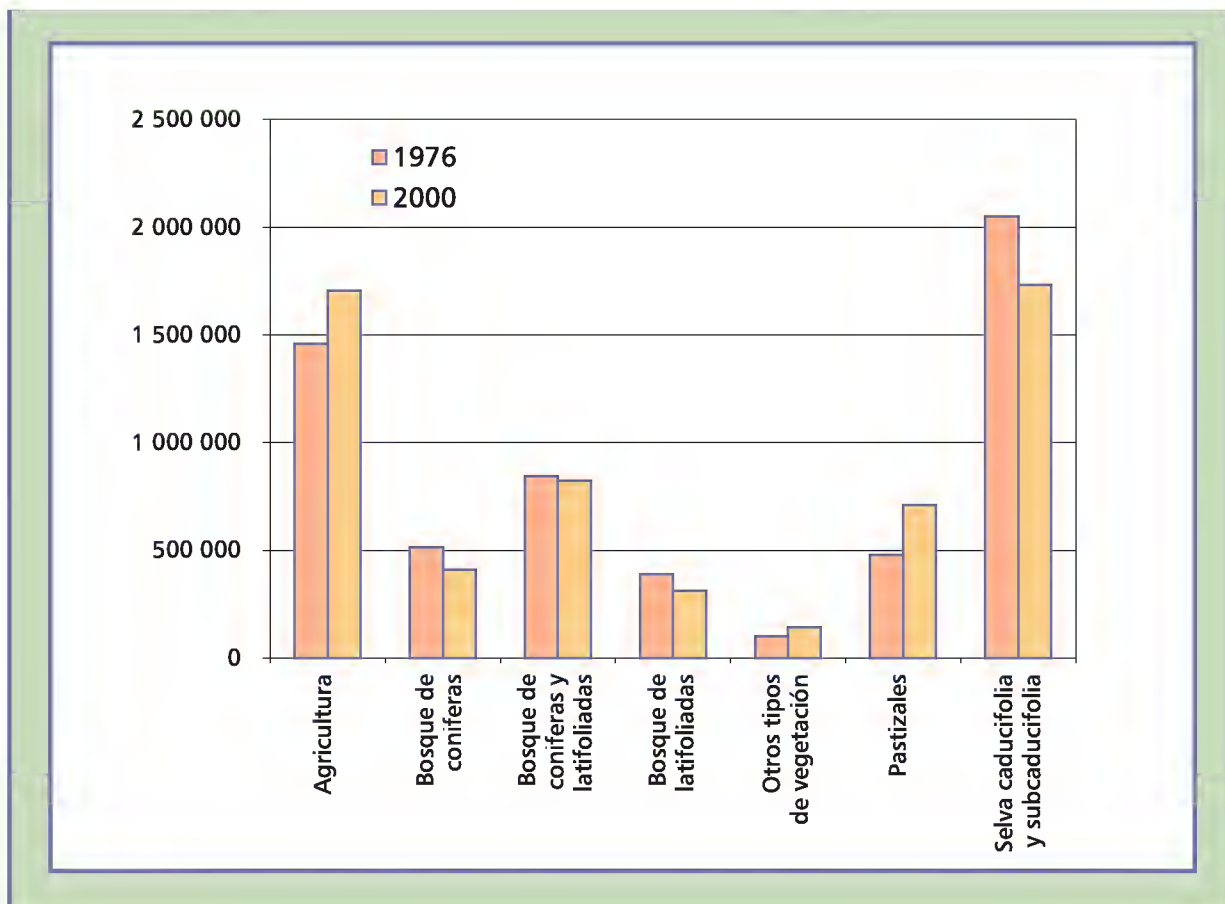


Figura 7.3. Superficie en hectáreas de los principales tipos de vegetación y uso del suelo en 1976 y 2000.

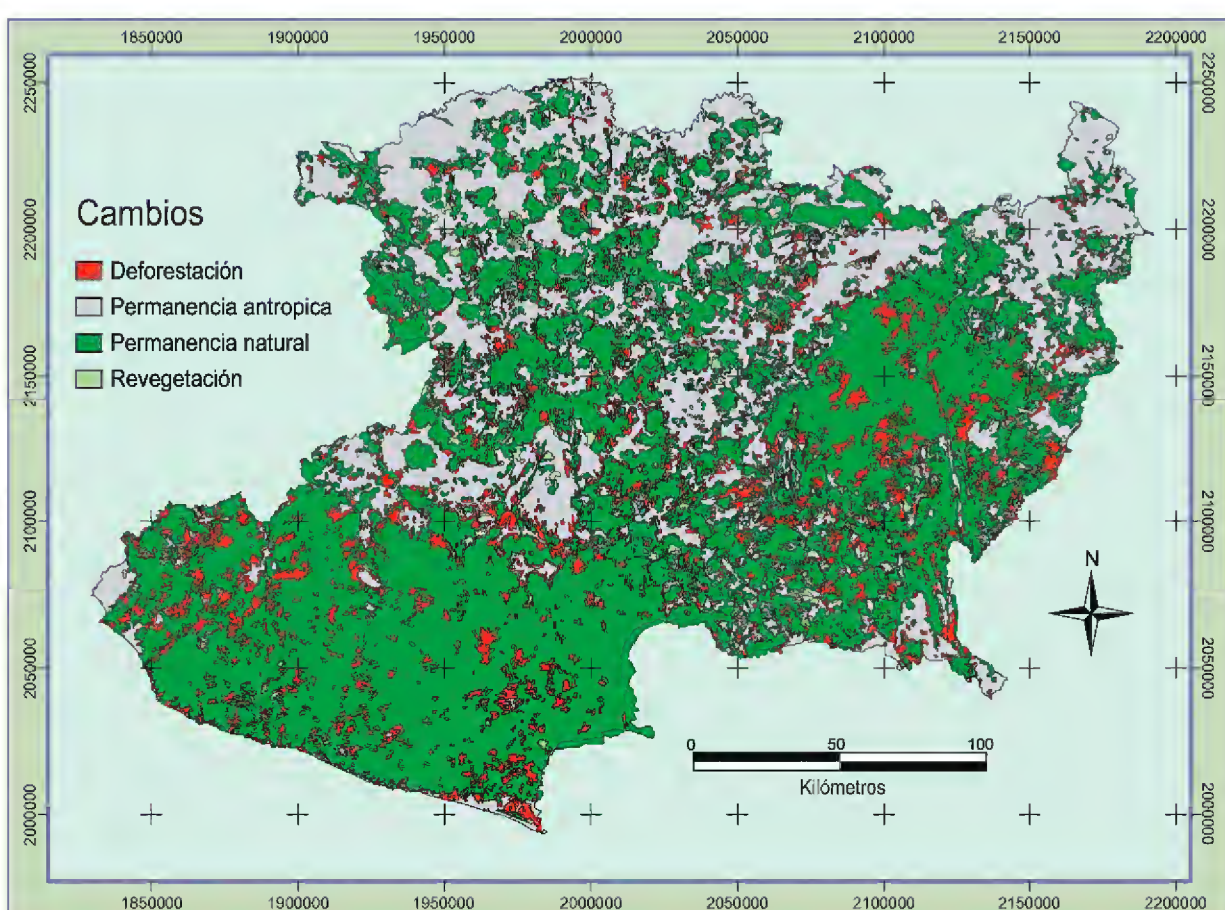


Figura 7.4 Mapa de los principales procesos de cambio en la cobertura de la vegetación.

En Michoacán, al igual que en el resto del país, se ha presentado durante los últimos años un aumento de la contaminación ambiental, originado por la planificación inadecuada de la actividad económica y por la selección de procesos agrícolas o industriales obsoletos, los cuales generan residuos líquidos, sólidos y gaseosos que son vertidos al ambiente, modificando las condiciones y la composición natural de los sistemas que lo componen. Las principales fuentes de contaminación en Michoacán son la industria que se desarrolla principalmente en Morelia, Lázaro Cárdenas, Uruapan, Zacapu, Zamora, Zitácuaro, y la agropecuaria en la Piedad y Apatzingán.

7.2.1 Contaminación del agua

Los cuerpos de agua que registran un mayor deterioro en calidad en el Estado son el Río Grande de Morelia, el río Lerma y el río Duero. Las principales fuentes de contaminación son los grandes volúmenes de aguas residuales municipales, aguas residuales industriales, aguas de retorno agrícola, actividades pecuarias y lixiviados que se producen en los tiraderos municipales al no contar la mayoría con manejo, tratamiento y disposición adecuadas.

El río Grande de Morelia, recibe grandes volúmenes de aguas residuales municipales e industriales de varias empresas, como por ejemplo Celulosa y Papel de Michoacán, (CRISOBA S. A. de C. V.), las cuales llevan una gran carga de contaminantes orgánicos coliformes, así como otros compuestos inorgánicos, y son utilizadas como agua de riego en el distrito de riego No. 20 (Morelia- Queréndaro); el remanente se vierte en el Lago de Cuitzeo.

El río Angulo recibe importantes descargas industriales de Celanese Mexicana S.A. de C.V. e Industrias Químicas de México, S.A (actualmente IVAMEX), aguas residuales de la Ciudad de Zacapu y la población de Villa Jiménez, y las de retorno agrícola de la Ciénega de Zacapu, principalmente. El río Duero recibe aguas residuales domésticas e industriales principalmente de Zamora y Jacona, así como aguas de retorno agrícola de los distritos de riego Zamora y Ciénega de Chapala.

El Lago de Pátzcuaro recibe descargas de aguas residuales domésticas de las poblaciones de Pátzcuaro, Erongarícuaro, Quiroga y Tzintzuntzan. El río Cupatitzio, aguas abajo del Parque Nacional recibe las aguas residuales de la ciudad de Uruapan, así como

las aguas del río Santa Bárbara, en las cuales se vierten las aguas residuales de la industria papelera y las de la elaboración de alimentos y bebidas. Estas aguas se utilizan para irrigar el valle de Nueva Italia, en el cual se encuentra el ejido más grande del país y uno de los principales impulsores de la economía en el Estado, ya que allí se produce la mayor parte del melón, mango, pepino y maíz.

El río Lerma recibe las aguas residuales municipales e industriales de La Piedad y de las actividades pecuarias de la región, lo cual incide en una alta carga orgánica para una de las cuencas más contaminadas del país.

El Río Zitácuaro, recibe aguas residuales municipales de la ciudad y aguas residuales industriales de varias empresas como REXCEL, S.A. de C.V., "planta Vikingo". Simultáneamente, en la costa michoacana se vierten aguas residuales industriales de las empresas establecidas en la Isla del Cayacal, principalmente de la planta siderúrgica Lázaro Cárdenas - Las Truchas (SICARTSA), Fertinal, Imexsa y NKS.

Es necesario ampliar el programa de monitoreo permanente de los cuerpos de agua, tanto en las 10 estaciones establecidas por la Comisión Nacional del Agua (CNA) en la Red Nacional de Monitoreo en el estado, como en aquellos cuerpos de agua que se considere que están siendo afectados por actividades antropogénicas; asimismo, es importante instalar plantas de tratamiento de aguas residuales con un diseño adecuado que corresponda a estudios técnicos previos que garanticen su operación y eficiencia.

7.2.2 Contaminación del aire

Los contaminantes liberados a la atmósfera, así como los formados y transportados por ésta, como la deposición ácida, mercurio, ozono de bajo nivel, partículas (PM), compuestos orgánicos volátiles (COV) y contaminantes orgánicos persistentes (COP), afectan la salud de la población; la capacidad productiva de los ecosistemas terrestres y acuáticos también está en riesgo y hay indicios contundentes de que son un factor significativo de la pérdida de biodiversidad global, por lo que es improrrogable evaluar el impacto de estos contaminantes en la salud pública, para lo cual es necesario que se realicen estudios epidemiológicos en la población susceptible de recibir estos contaminantes.

Las fuentes de contaminantes emitidos a la atmósfera en el Estado de Michoacán son:

- El sector industrial (SO_x , NO_x , mercurio, plomo, cadmio, etc.)
- Las fuentes móviles que queman combustibles fósiles (NO_x , COV y ciertos COP)
- La incineración de residuos peligrosos producidos en diversas fuentes como hospitales y laboratorios de análisis clínicos (PM, Mercurio y dioxinas).
- Las quemas agrícolas y la quema de los residuos sólidos en los tiraderos municipales.

7.2.3 Contaminación del suelo

La contaminación del suelo se ocasiona principalmente por la disposición inadecuada de los residuos sólidos que se generan de las actividades agrícolas, industriales y municipales en el Estado. Estos últimos han presentado durante los últimos cuarenta años un acelerado cambio en su composición y tasas de generación (cuadro 7.2), debido básicamente a la modificación de los patrones de consumo, en la cual ha incidido el proceso de urbanización. En Michoacán el conocimiento sobre la cantidad y la composición de los residuos sólidos municipales (RSM) es escaso, ya que no existen sistemas de monitoreo permanentes. Los datos disponibles proceden de investigaciones realizadas en zonas urbanas, por lo que el desconocimiento de las tasas de generación y composición de los RSM para zonas rurales es aún mayor. No obstante, las diferencias en el ingreso económico y la dispersión geográfica de la población determinan en el sector rural tasas de generación *per cápita* menores, y un amplio rango de estacionalidad.

Los estudios sobre la composición de los residuos sólidos realizados en diferentes municipios del Estado confirman la tendencia, en regiones urbanas y rurales, hacia la modificación y la homogeneización de los patrones de consumo de productos con un mayor nivel de procesamiento y por ende, hacia una mayor heterogeneidad en la composición de los residuos sólidos, la cual se sitúa en un 52% para la fracción orgánica en las fuentes residenciales y de un 24% para las fuentes no residenciales.

7.2.4 El impacto ambiental y en la salud pública de los residuos sólidos municipales

La creciente generación de residuos sólidos municipales (RMS) en Michoacán y la planeación inadecuada de los sistemas de aseo municipales tienen

Cuadro 7.2. Fuentes de generación y residuos sólidos municipales en Michoacán.

Generador	Fuentes de generación	Contribución del total de las fuentes (%)	Generación (ton día-1)	Contribución del total de la generación (%)
Industrial	14 881	1.7	23.8	1.10
Comercial	54 007	6.1	32.4	1.49
Mercados	7 062	0.8	51.2	2.36
Comercio temporal	11 558	1.3	83.8	3.87
Especial	20 379	2.3	14.3	0.66
Institucional/servicios	2 798	0.3	2.2	1.01
Residencial	781 632	87.5	1 954	90.3
Total	892 317	100	2 161.7	100

Fuente: Buenrostro, 2001.

como resultado que la mayor parte de los residuos sólidos generados se depositen en tiraderos a cielo abierto. En general estos sitios no cumplen con la normatividad ambiental, principalmente por una administración deficiente de los sitios o porque no cumplen con los requisitos básicos de ubicación de los sitios y de construcción de las obras para minimizar el impacto al ambiente y proteger la salud de la población. Es una práctica común la incineración de los residuos sólidos y que ciertos residuos peligrosos, como los hospitalarios y los de algunos procesos de la industria cárnica, de la elaboración y entintado de telas y de la talabartería, se recolecten y se depositen mezclados por las mismas rutas que recogen los residuos residenciales, lo cual incrementa el riesgo de contaminación del acuífero inmediato en el subsuelo y se constituye en un serio riesgo a la salud de la población, por lo que es apremiante que se adopten medidas de gestión oportunas para contrarrestar los impactos ambiental, social y de salud pública que ocasionan el manejo actual de los residuos sólidos del Estado (cuadros 7.3 y 7.4).

Para mejorar la gestión de los RMS, es necesario vincular la investigación básica con la investigación aplicada y social, a efecto de definir, diseñar e implementar

Cuadro 7.3 Cobertura del servicio de recolección en los municipios michoacanos analizados.

Municipio	Localidades	Habitantes con el servicio	Cobertura del Servicio (%)
Acuitzio	39	5480	54
Álvaro Obregón	29	9328	47
Copandaro	13	7365	76
Cuitzeo	16	21635	84
Charo	47	6155	34
Chucandiro	20	2023	25
Huandacareo	6	7032	58
Huiramba	17	2559	39
Indaparapeo	33	11007	67
Lagunillas	7	2366	44
Morelia	159	Nd	30*
Morelos	30	2795	23
Querendaro	26	8992	63
Santa Ana Maya	16	13643	99
Tarímbaro	46	5012	13
Zinapécuaro	75	26378	54

Fuente: Buenrostro, O. "Los tiraderos municipales y el impacto ambiental de los residuos sólidos en la cuenca del lago de Cuitzeo, México". En: Geología de Morelia y sus alrededores. (En prensa).

Cuadro 7.4 Producción total de residuos sólidos urbanos en los municipios de la cuenca de Cuitzeo (kg peso fresco).

Municipio	Industria	Comercio	Especiales	Instituciones y servicios	Construcción	Kg/día	Total urbanos	Contribución porcentual
Acuitzio	4.29	145.10	19.75	17.17	0.00	2973	3,159.46	0.14
Álvaro Obregón	19.75	171.72	42.93	54.09	0.00	5778	6 066.35	0.65
Copándaro	5.15	69.55	14.60	11.16	0.00	2628	2 728.40	0.17
Tarímbaro	44.65	272.17	18.03	33.48	0.00	11 746	12 114.76	1.47
Cuitzeo	115.05	310.81	38.64	25.76	0.86	7 347	7 837.67	3.80
Charo	4.29	65.25	1.72	11.16	0.00	5 062	5 144.84	0.14
Chucándiro	0.86	38.64	0.86	3.43	0.00	2 398	2 442.07	0.03
Huandacareo	41.21	121.92	42.07	36.06	14.60	3 941	4 196.39	1.36
Huiramba	10.30	64.39	4.29	5.15	0.00	1 871	1 954.88	0.34
Indaparapeo	69.55	200.91	16.31	18.89	0.00	4 638	4 943.54	2.30
Lagunillas	5.15	109.04	7.73	9.44	0.00	1 680	1 811.41	0.17
Morelia	2 508.78	12 312.93	3 630.09	3 137.26	139.09	348 747	370 475.06	82.85
Morelos	6.01	94.44	12.88	14.60	0.00	3 277	3 404.51	0.20
Queréndaro	25.76	212.93	40.35	19.75	0.00	3 743	4 041.66	0.85
Santa Ana Maya	26.62	182.88	18.89	25.76	0.00	4,102	4 356.13	0.88
Zinapécuaro	140.81	685.15	127.07	88.43	34.34	14 630	15 706.29	4.65
Total	3 028.22	15 057.82	4 036.20	3 511.60	188.89	424 560.7	450 383.44	100.00

Fuente: Buenrostro, O. "Los tiraderos municipales y el impacto ambiental de los residuos sólidos en la cuenca del lago de Cuitzeo, México". En: Geología de Morelia y sus alrededores. (En prensa).

programas que involucren a todos los sectores de la sociedad y a los tres niveles gobierno: municipal, estatal y federal. Es importante que las estrategias se enfoquen interdisciplinariamente y en las que se incluyan aspectos socioeconómicos, ambientales y tecnológicos, ya que la variable afín a la generación de residuos sólidos se circunscribe al mal manejo de los recursos naturales.

Otros puntos importantes son los siguientes: que el gobierno cree las condiciones para que se establezcan normas y reglamentos municipales más claros y

específicos sobre el ámbito de las atribuciones en materia de regulación; crear las condiciones para una vinculación real entre los diferentes sectores de la sociedad y que el gobierno establezca las condiciones jurídicas y administrativas para que se pueda implementar la gestión ambiental; promover y desarrollar estrategias de educación ambiental en la sociedad civil a través de los medios de comunicación, incidiendo en el ámbito de la educación informal, para propiciar la participación de ésta en el cuidado del medio ambiente.

7.3 Agentes que podrían contaminar cuerpos de agua de la región norte de Michoacán, una primera aproximación

Isabel Israde Alcántara

El rápido crecimiento industrial y urbano no planificado ha dado como resultado que sustancias tóxicas orgánicas e inorgánicas sean continuamente acarreadas hacia los cuerpos de agua superficial y subterránea del país, sin contar con las descargas urbanas sin tratar, que comúnmente llevan en suspensión abundantes coliformes fecales (aguas negras); todo esto hace al acuífero vulnerable a la contaminación.

Otras sustancias tóxicas, tal vez las más peligrosas, son los pesticidas, organoclorados y componentes de hidrocarburos más comunes de tipo industrial. Algunas industrias requieren de grandes cantidades de agua para su procesamiento de materias primas y sus residuos son arrastrados hacia ríos y lagos. Nuestros lagos, ríos y suelos han sido afectados en gran manera por el aumento de la población y por ende de la industria. Los más deteriorados son los ríos y lagos que arrastran y acumulan sustancias tóxicas en su recorrido. Podemos citar el Lago de Chapala, donde algunas concentraciones de metales y sustancias orgánicas rebasan las normas en gran magnitud. En el río Lerma, sobre todo en la zona que atraviesa La Piedad, los pesticidas, organoclorados, metales pesados (Cd, Cr, Cu, Pb, Ni, Hg y Zn) y los componentes de hidrocarburos sobrepasan los límites permisibles para los ríos (Hansen y Van Afferden, 2001).

La calidad del agua del río Lerma no sólo se ve alterada por estos componentes; otros que son más visibles son la gran turbidez y la cantidad de materia orgánica en suspensión, cantidades altas de amonio y las bajísimas cantidades de oxígeno disuelto que son causantes de la escasa abundancia de peces. A pesar de ello algunos sectores del río Lerma se autodepuran a través del ingreso

de aguas de manantiales, incremento de la velocidad de las corrientes y presencia de macrofitas que retienen sobre todo el amonio (Israde *et al.*, 2004).

En el Lago de Pátzcuaro existen también residuos de metales y otras sustancias orgánicas en su substrato (Israde-Alcántara, 2000 y 2002), más asociados a fuentes de contaminación antrópica (originada por las actividades humanas) Otro de nuestros lagos que ya presenta contaminación por actividad humana es el Lago de Zirahuén, en donde desde hace cinco años aparece *Fragilaria crotonensis*, que es un alga indicadora de ambientes contaminados; esta alga no se observa en años precedentes (Alvarado, 2003).

La acumulación de metales en traza en pequeñas concentraciones puede causar serios problemas ambientales en los ecosistemas acuáticos. Ya que nuestros cuerpos de agua superficiales están sometidos a marcados periodos de lluvias y estiaje, este último favorece la concentración de metales en los sedimentos y en los organismos que los habitan.

Los acuíferos subterráneos también han sido deteriorados grandemente a través del ingreso de residuos químicos para uso agrícola, cuyos componentes que no son absorbidos por las plantas escurren y permanecen en los suelos y son posteriormente acarreados por drenajes o absorbidos en capas más profundas del suelo, llegando a alcanzar los acuíferos subterráneos.

Otra forma importante de contaminación de los acuíferos subterráneos- de donde ulteriormente será extraída el agua a través de pozos- se localiza en el entorno de las zonas urbanas, donde las industrias vierten sus tóxicos en forma de polvos que se mezclan en los camiones recolectores municipales, integrándose con los residuos urbanos; éstos en conjunto llegan al tiradero municipal migrando hacia el acuífero e invadiendo los pozos de riego con sus tóxicos (Israde *et al.*, 1999; Israde, 2002).

En zonas urbanas, otra fuente de contaminantes son las estaciones de servicio de gasolina y aceite; algunas de ellas aun fuera de servicio y en proceso de

desmantelamiento contaminan con hidrocarburos y residuos de metales, entre ellos plomo (Iturbe *et al.*, 2003).

El substrato característico de la región nor-noroeste de Michoacán está constituido por arcillas expansivas y fallas geológicas, lo que favorece la rotura de tuberías, algunas de ellas muy antiguas, llegando a invadir mantos de agua subterráneos que sucesivamente ascienden a la superficie a través de la extracción de agua de los pozos urbanos.

A pesar de que los metales pueden ser introducidos desde fuentes naturales, en zonas donde éstos están enriquecidos por actividades industriales, por ejemplo en zonas mineras, zonas geotérmicas e incluso por manejo de insumos de actividades artesanales se puede generar contaminación del agua.

En zonas geotérmicas como Los Azufres, donde las lagunas de evaporación generan salmueras hipersalinas afectando los suelos del entorno o fugas de las tuberías de conducción o derrames en los pozos de reinyección que incrementan las concentraciones de elementos traza Fe, Mn, F, B y As que migran de su fuente de natural (Birkle-P y Merkel-B).

La contaminación fecal en zonas agrícolas causada por la irrigación de agua proveniente de drenajes urbanos es ampliamente conocida, dando como resultado la implantación de huevos, entre ellos de *Taenia* sp.; a pesar de ello, algunos cultivos irrigados con aguas conteniendo coliformes no contienen altos grados de contaminación en nuestro Estado (Felix *et al.*, 1996).

Otro contaminante pernicioso para la salud y sobre todo en zonas aldoneras, donde fue aplicado en grandes cantidades, es el DDT, que ha sido detectado en aves migratorias. Todavía el DDT se utiliza para controlar la malaria (Mora, 1997). Otra forma de contaminación más directa es la que se genera en algunos talleres de producción de piezas cerámicas del Estado y donde aún es común el uso del óxido de plomo, comúnmente llamado greta; éste se acumula en el suelo y puede estar presente incluso en el aire, sobre todo en periodos de vidriado. Se ha detectado que en casas con cualquier

piso que no sea de tierra, y que se haya pintado cada año la cantidad de plomo presente en el ambiente se reduce (Fernández *et al.*, 1997). Este metal se concentra en la ropa, las manos, e incluso en los utensilios de cocimiento de alimentos, son significativos y los niveles de plomo asociados a la ingestión de alimentos en niños y adultos; es por ello que se recomienda usar vidriados alternativos (Hibbert *et al.*, 1999).

Una técnica muy útil y de bajo costo económico para retener la contaminación en el agua, suelos y algunos vapores (Acuna *et al.*, 1999) la constituyen las asociaciones de sistemas bacterianos, de microalgas y hongos, que funcionan como biofiltros; y se han utilizado para retener metales pesados en ambientes alterados aunque está en una etapa inicial la aplicación de estos procesos de biorremediación (Cervantes y Moreno, 1999).

Además de ello se ha demostrado que las comunidades de plantas acuáticas emergidas (macrofitas) que se encuentran en los márgenes de los ríos presentan una buena retención de amonio que es un constituyente esencial de los detergentes, la retención es mayor en sectores de ríos y canales angostos que tienen una cierta velocidad de corriente (Wilcock *et al.* 2004)

Para solucionar los problemas diversos de contaminación que existe se requiere, primeramente, de una evaluación concienzuda que provea un claro entendimiento de la

Problemática, para esto se debe de: 1) realizar un mapeo geoquímico de los cuerpos de agua superficiales y subterráneos; 2) detectar los contaminantes más peligrosos para la salud; 3) el mecanismos de ingreso de los contaminantes hacia los cuerpos de agua subterránea y superficial; 4) determinar los sitios en los que se hayan obtenido los valores críticos y priorizar la atención en estos; 5) dar seguimiento a la caracterización de los sitios identificados y otros sitios potenciales a contaminarse, mediante la exploración con técnicas biológicas, geológicas, geoquímicas y de ingeniería.

Recuadro 7.1

Implicaciones socio-ecológicas de la carretera costera en Michoacán.

Pablo Alarcón-Cháires

El relativo aislamiento de la costa michoacana hasta finales de la década de los 1970's, había permitido en la región la continuación de una economía familiar basada en el cultivo del maíz y la ganadería complementada con la forestería, la pesca, la recolección y la caza, lo cual mantuvo una dinámica relativamente estable entre la sociedad y su entorno natural. Esta forma de apropiación tuvo como base la gran riqueza ecogeográfica regional representada en diferentes pisos ecológicos por bosques, selvas, palmares, dunas, manglares, ríos, esteros y el mar, que albergan diferentes especies de uso medicinal, alimenticio, para la construcción, artesanal y recreativo, entre otros.

Sin embargo, la construcción de la carretera costera en Michoacán, modificó drásticamente y súbitamente las relaciones sociales y facilitó la extracción de diferentes recursos naturales de la región, a tal grado que los lugareños tienen como referente del «antes» y del «ahora», la construcción de dicha carretera. Y es que esta brusca inserción en la dinámica nacional, trastocó los usos y costumbres de la población regional (indígenas nahuas principalmente), lo cual también permeó la percepción y aprovechamiento de la naturaleza. Aunado a ello, la demanda del mercado regional y nacional de los abundantes recursos terrestres y pesqueros condujo, por ejemplo, al colapso de poblaciones de especies marinas como la lapa, la langosta, el ostión, el tiburón, la tortuga marina, diferentes especies de caracol y peces, que anteriormente eran utilizadas como alimento dando por resultado que para principios de los años 1990's, varias de ellas desaparecieron de la zona y actualmente otras están en vías de hacerlo. Situación similar ocurre con algunas especies vegetales como el palo de brasil por su venta y/o uso como leña.

La estocada final que delineó el actual y precario perfil socioambiental de la población costera, fueron las políticas nacionales agrícolas que implicaron, entre otras cosas, la disminución de subsidios y créditos lo cual tuvo implicaciones en la economía de subsistencia regional. Muchos indígenas nahuas abandonaron la poco redituable actividad agrícola para migrar o en el mejor de los casos, dejar en segundo término la ancestral costumbre de sembrar este grano; en otros casos, buscando aumentar la producción agrícola, se incrementaron los terrenos desmontados con la consecuente deforestación, degradación de suelos y disminución de la biodiversidad.

Por otro lado, la belleza de la región costera michoacana impulsó el surgimiento de la actividad turística, foco de atención de nacionales y extranjeros, lo cual ha representado una importante fuente de ingresos económicos que alivia la precaria situación económica regional. Sin embargo, el hecho de que el turismo sea una actividad nueva en la costa michoacana, ha incrementado la presión antrópica sobre los recursos naturales regionales ante la falta de la infraestructura y organización que permita controlar la disposición de desechos y el impacto sobre la flora y fauna de un creciente turismo de masas. Además, la presión para invadir el territorio de las comunidades indígenas nahuas de la costa michoacana se ha incrementado no únicamente desde la región serrana cuyo origen se remonta a las últimas décadas del siglo XIX, sino que con la carretera costera se abrió la posibilidad de creación de nuevos centros turísticos, desencadenando luchas de las comunidades indígenas contra la implantación de estos intereses de particulares y de grandes empresas extranjeras.

Finalmente, es conveniente señalar que las comunidades indígenas de la región actualmente pasan por un proceso de re-empoderamiento comunitario y toma de control de diferentes eventos y fenómenos que durante los años inmediatos a la construcción de la carretera costera parecieron estar fuera de su alcance. La formación de profesionistas que están regresando al «terruño comunitario» fortalece este fenómeno social, jóvenes que además de tener un conocimiento más profundo sobre la manera en que las comunidades deben vincularse con el resto de la sociedad nacional, tiene una participación más directa en la toma de decisiones y en la formación de los cuerpos de gobierno de las comunidades indígenas.

7.4 Sobreexplotación de la biodiversidad

Dolores del C. Huacuz Elías
María Concepción Huerta Zamacona

A través de la historia, la biodiversidad de México ha proveído de beneficios y provecho a las poblaciones humanas, las que han resuelto diversas necesidades inmediatas mediante su uso; sin embargo, muchas especies han sido utilizadas a un ritmo que supera su capacidad de reproducción y por consecuencia de renovación de sus poblaciones, llegando a la sobreexplotación, produciendo que especies con ciclos de vida y crianza prolongados y potencial reproductivo bajo, como las ballenas, las tortugas marinas y los grandes árboles madereros, se encuentren en peligro de extinción.

Un caso documentado es el de las tortugas marinas, que fueron abundantes en sus áreas de distribución hasta el siglo XIX, contando sus poblaciones con millones de individuos. A partir de la segunda mitad del siglo XX, la importancia de las tortugas marinas como pesquería ribereña aumentó rápidamente, sobre todo en los años sesenta (SEMARNAP, 2000).

En México, la captura de tortugas marinas durante casi dos décadas (1965-1982) contribuyó al mercado con más de la mitad de la producción mundial debido a que su piel se utilizó como sustituto de la piel de cocodrilo, el caparazón y la carne se procesaron industrialmente y se recolectaron grandes cantidades de huevo para su venta. La captura se mantuvo hasta 1989, con uno de los peores años para la pesquería de tortuga golfina; sin embargo, al no considerarse los límites biológicos de las poblaciones, pronto se rebasaron los niveles óptimos de explotación y se agotaron varias de las colonias más importantes de la tortuga golfina; las otras especies fueron llevadas con mayor rapidez a niveles incosteables para propósitos de captura legal (SEMARNAP, 2000).

Las pesquerías de tortuga marina en las aguas nacionales fueron prohibidas total e indefinidamente mediante el acuerdo por el que se establece la veda total para las especies y subespecies de tortuga marina en aguas de jurisdicción federal del 31 de mayo de 1990. Derivado de esta prohibición y aunado a la falta de opciones de desarrollo económico así como a la permanente demanda, la cotización de productos y subproductos de las tortugas marinas se incrementó, fomentando su captura en forma clandestina, sin que sea factible contar con datos reales de dicha actividad (SEMARNAP, 2000).

En la actualidad las poblaciones de las diferentes especies de tortugas marinas se encuentran reducidas,

esta merma en el ámbito de su distribución mundial es resultado de la interacción de diversas causas como: la pesca excesiva (sobreexplotación), el comercio ilícito, el saqueo de nidadas, la captura y sacrificio de hembras anidadoras, la modificación y degradación de hábitat y la captura incidental de juveniles y adultos.

En Michoacán anidan tres especies de tortugas marinas: laúd (*Dermochelys coriacea*), negra (*Chelonia agassizzi*) y golfina (*Lepidochelys olivacea*), las cuales se protegen bajo el programa nacional de protección y conservación de tortugas marinas, en 24 centros para la protección y conservación de tortugas marinas (Campamentos tortugueros) a lo largo de la costa, en los municipios de Coahuayana, Aquila y Lázaro Cárdenas.

En las actividades realizadas de protección y conservación de estos organismos, se han descrito a nivel general, las tendencias al incremento en el número de hembras anidadoras inferido por el número de nidadas protegidas en la tortuga golfina, de igual manera las tendencias a la disminución en las tortugas negra y laúd (SEMARNAP, 1999). Cabe señalar que tres de las playas donde anidan estas especies (Colola, Maruata y Mexiquillo) fueron decretadas como zona de reserva y sitios de refugio para la protección, conservación, repoblación, desarrollo y control (DOF 29-oct.-1986) y se recategorizaron a santuario en el DOF del 16 de julio de 2002.

La siguiente gráfica muestra los resultados de las actividades de protección y conservación de las tortugas marinas en el Estado de Michoacán a partir de 1981. Se observa una marcada disminución en la temporada de anidación de 1998-1999, en el número de huevos incubados y crías liberadas, en estos se establecieron menor número de campamentos (15 y 11 respectivamente), lo que se compara con las temporadas del 2000 al 2003 cuando se establecieron 22, 23 y 24 campamentos. En la temporada 2001-2002 se observa un mayor número de crías liberadas que de huevos sembrados en vivero, esto se debe a que en la playa de Ixtapilla comenzaron a llegar arribadas de hasta 10 000 tortugas golfinas cada 22 días aproximadamente, por lo que se dejaron los nidos in situ y se contabilizaron las crías que eclosionaron.

Otro ejemplo que es posible documentar, está relacionado con la práctica de la cacería, ya sea de subsistencia o deportiva, como una de las actividades que conllevan a la sobreexplotación de la fauna silvestre.

Cuadro 7.5 Centros de Protección y Conservación de Tortugas Marinas del Estado de Michoacán.

Coordinación a cargo de	Nombre del centro	No. colectores	Longitud de playa protegida (km)	Ubicación
SCPP	El Balsas	51	8.0	17°57.359' - 102°16.329'
UDEP	La Tortuga	16	5.5	17°58.441' - 102°19.419'
SCPP	Barra Pichi	26	2.5	17°58.491' - 102°19.612'
SCPP	Taracosta	14	2.0	17°58.973' - 102°21.540'
UDEP	Barra Tigre	17	5.0	17°59.125' - 102°22.163'
COMITE	Solera De A.	18	5.0	18°00.315' - 102°26.241'
SCPP	Peñas	40	8.0	18°01.187' - 102°29.207'
COMITE	Boca Seca	12	5.0	18°02.463' - 102°34.937'
SCPP	Chuquiapan	20	1.0	18°02.959' - 102°36.590'
SEMARNAT	Mexiquillo	35	12	18°05.966' - 102°49.223'
RANCHO	Linda Vista	7	12	18°06.876' - 102°51.451'
SCPP	Pichilinguillo	16	7.0	18°11.651' - 103°03.596'
SCPP	Cachan de E.	23	5.0	18°14.224' - 103°15.274'
COMITÉ	Paso de Noria	20	1.0	18°15.665' - 103°18.475'
COMITE	Maruata	39	2.5	18°16.304' - 103°20.503'
UMNSH	Colola	38	6.0	18°18.153' - 103°25.481'
COMITÉ	Motin del Oro	40	6	18°19.219' - 103°28.034'
COMITÉ	Faro de B.	12	5.0	18°21.048 - 103°30.619'
COMITÉ	Ixtapilla	50	4.0	18°24.996' - 103°32.093'
COMITÉ	La Ticla	26	5.0	18°27.174' - 103°33.389'
COMITÉ	La Placita	23	9.0	18°31.464' - 103°36.006'
SCPP	Ticuiz	5	8.0	18°39.404' - 103°42.229'

Fuente: Delegación Federal de SEMARNAT en Michoacán (Com. Pers.) 2004.

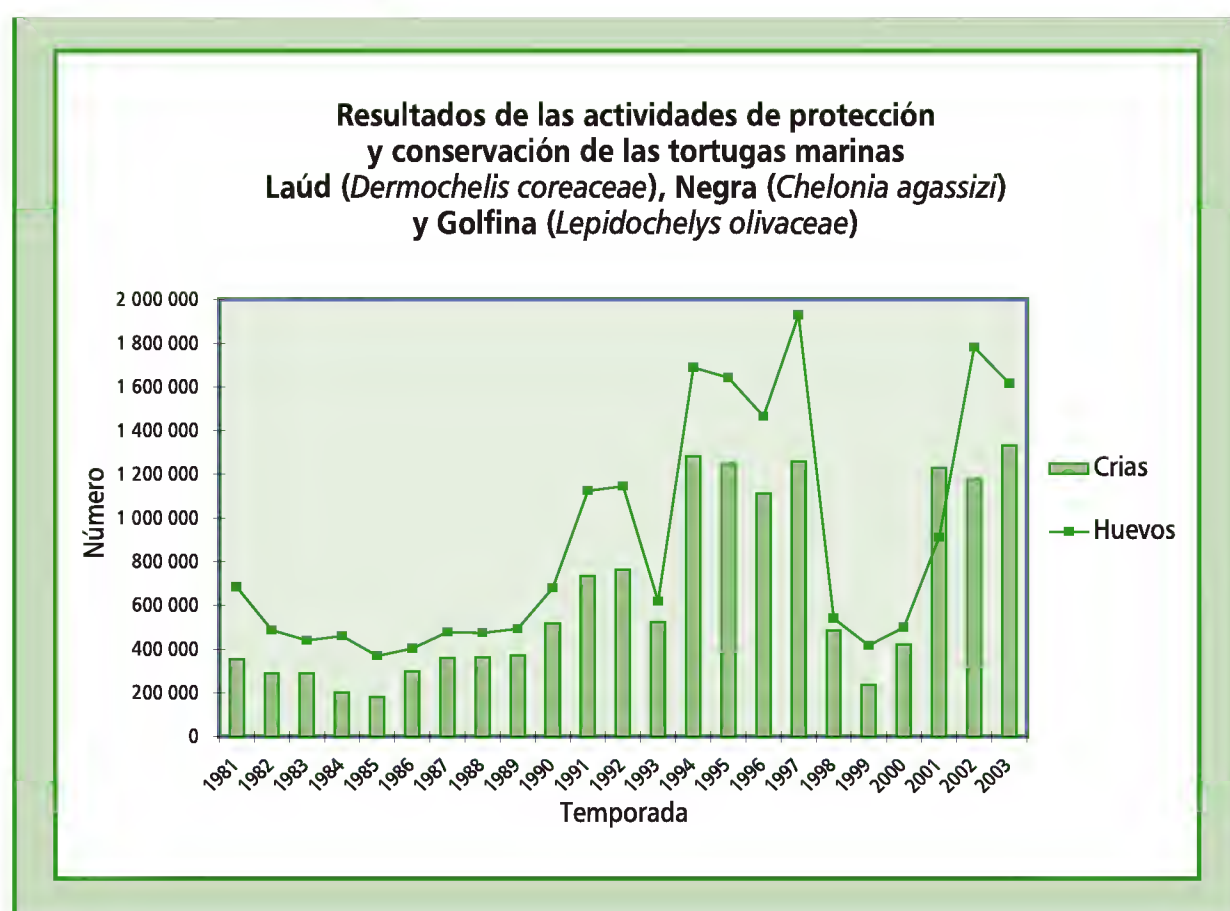


Figura 7.5 Resultados de las actividades de protección y conservación de las tortugas marinas, Laúd (*Dermochelis coriacea*), negra (*Chelonia agassizii*) y golfina (*Lepidochelys olivacea*).
Fuente: Delegación Federal de SEMARNAT en Michoacán (Huerta-Zamacona, com. pers.), 2004.

Para lograr un análisis real de los efectos que tiene esta actividad en la fauna silvestre sería necesario evaluar la cacería furtiva, de subsistencia y para usos tradicionales, así como las especies y épocas de caza que realmente son aprovechadas por los cazadores deportivos, además de tener estudios poblacionales de las especies sujetas a la cacería, que permitieran conocer su estado actual, para así poder compararlas a través del tiempo y conocer que tanto afecta este deporte en las poblaciones de estas especies.

En el Estado existen registrados ante SEMARNAT 44 clubes cinegéticos para los cuales se han expedido hasta octubre de 2004, 3 950 licencias de caza deportiva (*identificación que ampara a su propietario como cazador deportivo, no le da permiso para realizar la actividad*). En esta entidad las piezas cobradas son principalmente de paloma huilota (*Zenaida macroura*), paloma de alas blancas (*Zenaida asiatica*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), pecarí de collar (*Tayasu pecari*) y diversas especies de patos y cercetas.

Cuando la cacería se regulaba a través de la Ley Federal de Caza y el Acuerdo por el que se establece el calendario de aprovechamiento cinegético y de aves canoras y de ornato para la temporada 1998 – 1999, hubo tres tipos de permiso: Tipo I, venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) permiso de caza dentro de UMA; Tipo II “aves”, gallareta (*Fulca americana*), patos y cercetas (*Anas acuta*, *A. strepera*, *A. americana*, *A. alipeata*, *A. discolor*, *A. cyanoptera*, *Dendrosygnia bicolor*, *Aythya americana*, *A. valisineria*, *A. collaris*, *A. affinis*, *Lophodytes cucullatus* y *Oxiura jamaicensis*.) paloma alas blancas (*Zenaida asiática*), paloma de collar (*Columba fasciata*), paloma huilota (*Zenaida macroura*), agachona (*Gallinago gallinago*), codorniz enmascarada o común (*Colinus virginianus*), chachalaca y ganga (*Bartramia longicauda*), tipo III “mamíferos”, ardilla (*Sciurus aureogaster*, *Spermophyllus mexicanus*, *Spermophyllus variegatus*), armadillo (*Dasyopus novemcinctus*), conejo (*Sylvilagus floridanus*), coyote (*Canis latrans*), liebre (*Lepus californicus*), mapache (*Procyon lotor*), tejón o coatí (*Nasua nasua*), tlacuache (*Didelphis marsupialis*), zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y pecarí de collar (*Pecari tajacu*). Estos se expedían solamente con un pago de derechos y no se tenía control en cuanto al número de ejemplares que se cazaban por permiso, ni si las especies correspondían a las que estaban permitidas, para esa temporada se analizaron los cuestionarios que se les proporcionaba a los cazadores para conocer sus actividades deportivas, teniendo como resultado una sobreexplotación del recurso del 86 % en aves, 56 % en pequeños mamíferos y 100 % en venado cola blanca, la depresión del balsas fue la zona mayor presión cinegética en el estado (Huerta-Zamacona, en prensa)

A partir de la instalación de Unidades de Manejo para la conservación de vida silvestre cinegéticas en el estado, la cacería deportiva legal disminuyó notablemente la presión en las poblaciones animales sujetas a esta actividad, desde el año 2000, los permisos cinegéticos se dejaron de expedir, el cintillo de caza deportiva es ahora el sistema de marcaje que ampara la legal posesión de los ejemplares cazados. En esa época solamente dos Unidades de Manejo obtuvieron tasas de aprovechamiento, por lo que disminuyó notablemente la expedición de cintillos de cobro cinegético. En la última temporada (2002–2003) nueve UMA en el estado obtuvieron tasa de

aprovechamiento, pero aún así, solo de paloma huilota se cazo legalmente la tercera parte de los ejemplares que eran autorizados con los permisos de caza (cuadro 7.6), además ahora se cuenta con la ventaja de que al realizar estudios poblacionales y de hábitat se podrá conocer a través del tiempo el comportamiento de estas poblaciones para asegurar su sobrevivencia, dependiendo del administrador y dueño de la Unidad de Manejo que se respeten las autorizaciones para la cacería deportiva, pues si se permite que las personas sobreexploten el recurso, provocaría el detrimento de las poblaciones animales y de los intereses económicos del empresario (C. Huerta, 2004 en prensa).

El ejemplo de sobreexplotación que se presenta en el recuadro 7.3. está relacionado con el uso del caracol púrpura (*Purpura pansa*), del cual se ha extraído tradicionalmente tinte, y de cómo se ha resuelto parcialmente su problemática.

Contrario a lo anterior se presenta en el recuadro 6.4. la problemática relacionada con la sobreexplotación del achoque del lago de Pátzcuaro *Ambystoma dumerilii*, la cual hasta este momento no ha sido resuelta y coloca a esta especie al borde de la extinción.

Cuadro 7.6. Relación de permisos cinegéticos y cintillos de cobro expedidos en la Delegación de la SEMARNAT en Michoacán a partir de la temporada 1998-1999.

Temporada cinegética	Tipo de permisos	No. de permisos y/o cintillos expedidos	No. de ejemplares autorizados por permiso	Total de animales aprovechados por temporada
1998 - 1999	Tipo II (aves)	1 638	35	57 330
	Tipo III (mamíferos)	971	6	5 860
1999 - 2000	Tipo II (aves)	1 553	35	54 355
	Tipo III (mamíferos)	625	6	3 755
2000 - 2001	Venado cola blanca	12	1	12
	Pecarí de collar	30	1	30
2001 - 2002	Venado cola blanca	32	1	32
	Pecarí de collar	18	1	18
	Paloma huilota	117	40	4 680
2002 - 2003	Venado cola blanca	43	1	43
	Pecarí de collar	18	1	18
	Paloma huilota	553	35	19 355
	Paloma de alas blancas	38	35	1 330
	Conejo	8	6	48
	Armadillo	7	2	14
	Tlacuache	3	2	6
Tejón	2	2	4	

Fuente: Delegación Federal de SEMARNAT en Michoacán.

Recuadro 7.2

Explotación del caracol púrpura.

Alma Lilia Fuentes Farías

En México, tanto la concha como el tinte de caracol *Purpura pansa* Gould, 1853, tienen un simbolismo tan sublime y particular que en el mundo ha sido reflejo del misticismo que guardan las tradiciones étnicas en el país. Tanto el caracol como la concha han tenido un significado cultural sorprendente ya que representan valores ecológicos, religiosos y antropológicos.

La importancia de este caracol se remonta a la época de los cretenses. Los pueblos minoicos y fenicios lo utilizaban para teñir sus prendas; mientras que en el antiguo Japón utilizaban su tinte para pintar las vestiduras de quienes pertenecían a la nobleza. En América el *Purpura pansa* habita desde México hasta el Perú. En México la utilización tintórea de éste ha sido transmitida de generación en generación por Zapotecos, Huaves, Chontales y Nahuas para quienes el caracol representa la fertilidad y la nobleza; sus usos están plasmados en Códices como el Florentino y el Nutall. En el Códice Nuttall, de origen mixteco, aparecen cien pictografías de capas, quechquémitl, maxtlatl y enredos que sugieren el uso del tinte del caracol marino *Purpura pansa* así como el arte de la pintura corporal mostrado por 25 personajes. También se utilizó como una forma de pagar tributos a la capital Mexica enviando pacas de manta teñidas con caracol según se relata en la segunda parte del Código Mendocino (1925), (Turok, 1988).

Durante la colonia se mantuvo la tradición mexicana de tinción con el caracol púrpura. En las costas de Oaxaca, Michoacán Colima y Jalisco los grupos étnicos continuaron viajando a las costas durante cierta época del año para sacar los caracoles del mar, ordeñarles el tinte y devolverlos a su medio en épocas adecuadas, cuando no se afecta su reproducción. Pero con el tiempo fueron los Mixtecos y los Nahuas quienes conservaron con más perseverancia esta tradición con un importante significado para su cultura y economía.

La llegada de una compañía japonesa a la región, a partir de 1981 hasta 1985 alteró la obtención tradicional del tinte, convirtiéndola en una actividad de lucro desmedido y colocando al caracol púrpura en peligro de extinción (Turok, 1988). Pero gracias a la enérgica protesta de las etnias, que estaban viendo amenazado su recurso, en Marzo de 1988 se firma acuerdo intersecretarial de protección al caracol el cual indica, que se prohíbe matar este molusco para extraerle el tinte, trasladarlo fuera del área donde vive, o comercializar cualquier parte del caracol que no sea su propio tinte. Algo muy importante de este acuerdo es que plantea que el aprovechamiento del tinte sólo podrá ser efectuado por los miembros de las comunidades indígenas que lo han explotado tradicionalmente (Diario Oficial de la Federación). Aún con lo anterior existen algunas dificultades no salvadas en la conservación del *Plicopurpura pansa*, una de las más graves es que esta especie habita en lugares atractivos para el turismo.

En la actualidad los Nahuas de la costa Michoacana poseedores de la vieja tradición de la tinción, lo siguen utilizando y con apoyo del gobierno anualmente se realiza un concurso de artesanías en la comunidad de Pomaro, cabecera de la comunidad del mismo nombre, con la finalidad de apoyar esta tradición, en donde teñidores y tejedoras pueden mostrar sus productos: huipiles, blusas, pasahuancos, mantelitos, pañuelos, rebozos, carpetas, etc. (Álvarez, 1989)

Recuadro 7.4

Captura y explotación de *Ambystoma dumerilii* el achoque del Lago de Pátzcuaro.

Dolores del C. Huacuz Elías

Ambystoma dumerilii (achoque), es una especie endémica del Lago de Pátzcuaro, sujeta a Protección especial de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana (NOM-059), citada en la lista II de CITES. Los achoques son conocidos por la mayoría de los habitantes del área, y en la actualidad siguen siendo comercializados y consumidos principalmente como alimento y para la fabricación del «jarabe de achoque», atribuyéndoles diversas propiedades medicinales.

Uno de los problemas más importantes de esta especie son las altas tasas de extracción a las que ha sido sometida, por lo que la percepción generalizada de los diferentes actores sociales involucrados con el recurso, es que, en los últimos 5 o 6 años la especie se ha visto drásticamente disminuida. Con el objeto de saber si esta percepción es acertada se realizó un análisis de la captura comercial de esta especie durante un periodo de catorce años comprendido entre 1987 a 2000, utilizando los registros de captura proporcionados por 26 organizaciones de pescadores a la entonces Subdelegación de Pesca de la SEMARNAP, se debe hacer notar que esta es la única fuente, que puede ser confiable o no, de donde es posible obtener series históricas de datos, por lo que pueden existir sesgos importantes en la información proporcionada. La captura total por 14 años fue de 27,592 kg (en promedio 1971 kg/año), o sea 197,086 organismos, considerando que el peso promedio de los organismos es de 0.140 kg, equivaldría a 14,078 organismos en promedio anual.

Los meses en que se realizó mayor captura fueron febrero, abril y junio, coincidiendo con la época de reproducción de *A. dumerilii*, lo que hace a esta especie más vulnerables a la captura por la tendencia a formar «congregaciones» reproductoras aumentando la cantidad de organismos que pueden estar activos y por tanto accesibles.

La mayor captura es realizada por las organizaciones localizadas en la parte norte, en el seno Quiroga y en la porción central (más de 1000 kg), y las áreas de captura incidental (menos de 100 kg) se localizan en el seno Erongarícuaro. La localización de las áreas de mayor captura podría estar relacionada con una distribución diferencial de la especie en el lago y con la presencia de congregaciones de organismos.

La densidad de organismos de *A. dumerilii* en el Lago de Pátzcuaro es muy baja (1.1 organismos/ha), en comparación con las densidades de otras poblaciones en otras localidades (*A. velasci*, Presa Atlangatepec Tlaxcala, 7, 300 organismos/ha. Pérez et al., 1989), lo que podría reflejarse en una apresurada pérdida de la población, ya que se ha observado en diversos organismos incluso en aquellos con alta movilidad que a bajas densidades disminuye la capacidad de reproducción debido a diversos factores denso-dependientes, por lo que, de continuar esta tendencia podría reflejarse en una disminución de la variabilidad genética y colocar a la especie en un importante cuello de botella, que podría significar un proceso de extinción.

Sin embargo, han sido planteadas alternativas de solución propuestas por los diversos actores sociales, plasmadas en un Programa de conservación y manejo, que incluyen la concientización sobre la importancia de cuidar sus recursos naturales, la información y capacitación para el conocimiento de la especie, la corresponsabilidad de todos y en especial de las instituciones para generar proyectos encaminados a conservar el achoque y su hábitat.

7.4.1 Comercio ilegal

Uno de los problemas más importantes que enfrenta la vida silvestre en México, como en diversos países, es el comercio y tráfico ilegal de especies, impulsado por la creciente demanda de productos de flora y fauna silvestres en los mercados nacionales e internacionales (WWF, 2001).

Comercio y tráfico ilegal son actividades altamente rentables que dejan a las mafias millonarias ganancias obtenidas con pocos riesgos ya que las multas y sanciones son mínimas comparadas con las impuestas para el narcotráfico o el tráfico de armas y, sin embargo, las utilidades económicas son similares. La cotización en el mercado internacional de la biodiversidad de México, varía de 35 dólares para la tarántula de patas rojas a 50 000 dólares en el borrego cimarrón, lo cual lo hace un atractivo negocio.

Se desconocen con exactitud las cifras que representa el tráfico ilegal de vida silvestre, sin embargo, estimaciones conservadoras calculan que cada año alrededor de 150 mil aves, en su mayoría loros y guacamayas, son contrabandeados hacia Estado Unidos, por la frontera de México, por donde también llegan a países europeos o asiáticos, y que son comercializadas anualmente entre 9 y 12 millones de plantas de orquídeas y de 7 a 8 millones de cactáceas, de las cuales México es el principal centro de origen (SEMARNAP, WWF, UICN).

No existen estimaciones del comercio ilegal interno, pero se considera que puede ser igual o mayor que el comercio internacional, ya que todos los días se trafica en los mercados de la mayoría de las ciudades de la república con diversas especies de flora y fauna, las que tienen mayor demanda ilegal son las orquídeas (varias especies), cactus (varias especies), palmas (*Brahea spp* y *Erythea spp.*), cicadas (*Cerotozamia spp*, *Dioon spp* y *Zamia spp*), cotorra cabeza roja (*Amazona viridigenalis*), cotorra cabeza amarilla (*Amazona oratrix*), loro (*Amazona chrocephala*), guacamaya roja (*Ara macao*), guacamaya verde (*Ara militaris*), tucán pecho amarillo (*Ramphastus sulfuratus*), gavilán cola roja (*Buteo jamaicensis*), halcón peregrino (*Falco peregrinus*), mono araña (*Ateles geoffroyi*), mono aullador (*Alouata palliata*), borrego cimarrón (*Ovis canadiensis*), venados (varias especies), boa (*Boa constrictor*) y la tarántula patas rojas (*Brachypelma smithi*) (SEMARNAP, 1997).

Michoacán contribuye al mercado internacional y nacional, presentando también un mercado interno que no ha sido evaluado. Las principales especies que se comercializan son tejones, armadillos, mapaches, tlacuaches, loros, aves de presa, guacamayas, tortugas, iguanas, boas, serpientes de cascabel, falsos camaleones, ranas, achoques, salamandras, tarántulas, orquídeas, plantas medicinales y cactáceas entre otras, además de la comercialización de sus partes y derivados. Se ha documentado la repatriación de 410 ejemplares de tarántula (*Brachypelma smithi*) decomisadas en el aeropuerto de Alemania en mayo de 2000, las cuales fueron liberadas en el estado y la confiscación de 9 950 huevos de tortuga marina (*Cheloniidae*) en septiembre de 2000 (WWF, 2001).

Se tiene conocimiento de aseguramientos en Michoacán por parte de la Procuraduría Federal para la Protección al Ambiente (PROFEPA), de cotorra cucha (*Amazona autumnalis*), perico atolero (*Aratinga cunicularis*), tarántulas (*Brachypelma smithi*), que son vendidas en mercados o tiendas de mascotas, así como, la carne y pieles de venado (*Odocoileus virginianus*), pecarí de collar (*Tayasu tajacu*), iguanas negra y verde (*Ctenosaura pectinata* e *Iguana iguana*), huevos de tortuga (*Dermodochelys coriacea*, *Chelonia agassizzi* y *Lepidochelys olivacea*), sin embargo, se desconoce el número de ejemplares y especies que realmente son sujetas a esta actividad.

Mercados y veterinarias de Morelia, Ciudad Hidalgo, Zitácuaro, Sahuayo y Coahuayana, pueden dar idea de las especies que son comercializadas regularmente, como ejemplo se presentan los grupos de especies y los precios de fauna silvestre de vertebrados terrestres, anfibios, ranas (*Hyla spp.*) 15 pesos, salamandras y achoques (*Ambystoma spp.*), varía de acuerdo al tamaño del ejemplar de 10 a 25 pesos; reptiles falsa coralillo (*Lampropeltis spp.*), culebras semiacuáticas (*Thamnophis sp.*), 20 a 30 pesos, alicantes (*Pituophis sp.*), 200 a 300 pesos, cascabel (*Crotalus sp.*), de 100 a 500 pesos, geckos (*Phylodactylus spp.*), falsos camaleones (*Phrynosoma sp.*), escorpiones (*Heloderma horridum*), e iguanas (*Iguana iguana*, *Ctenosaura pectinata*), de 250 a 1 200 pesos, tortuga de río (*Kinosternon spp.*), 15 a 20 pesos; aves jilgueros 650, pareja de canarios 200, pareja de clarines 650, gorrión 100, cardenal 200, esmeralda japonés 150, cenizontle 70 a 80 pesos, ninfas 400, pericos 600 a 1600, mamíferos principalmente partes, armadillo 30 a 40, piel de armadillo 120, tlacuache 60 a 200, hígado de zorrillo 30, tejón 100 y hurones 1 500 pesos.

Esta demanda comercial de especies, sobre todo en estados como el nuestro, está asociada con aspectos sociales, culturales y medicinales principalmente, no obstante existen especies que son solicitadas por moda o por su estatus, principalmente aquellas que se encuentran en mayor riesgo o presentan algún estatus de protección. Las especies mexicanas protegidas y en riesgo de extinción que más se demandan son los pericos, las guacamayas y las cactáceas.

La demanda de animales silvestres y sus productos derivados obedece, en la mayoría de los casos, a un desconocimiento de las implicaciones ecológicas y sanitarias que la extracción de especímenes tiene en sus poblaciones naturales. Por ejemplo, se ha estimado que, por cada loro que llega vivo a un consumidor, han muerto entre cinco y diez loros más, debido a lo inadecuado de los métodos de captura, alimentación, condiciones de transporte y almacenamiento, y al estrés al que son sometidos. Además se desconoce que algunos animales silvestres pueden representar un riesgo para la salud humana ya que pueden ser vectores de enfermedades peligrosas (zoonosis).

La impunidad con la que actúan los traficantes de vida silvestre esta en relación con la falta de operatividad de un reglamento sobre la Ley General de vida silvestre, aunado a la carencia de suficientes inspectores de vida silvestre (120 para todo el País), la falta de orientación y capacitación para la comercialización, sobre todo de aquellos poseedores del recurso (campesinos, ejidatarios, comuneros). Un caso típico es aquel en donde el pajarero que baja al perico del nido recibe sólo entre el 2 y 5% del valor del organismo si este es capturado ilegalmente, pero si recibe un permiso podría obtener hasta el 100% del valor comercial, y finalmente la capacitación en acciones de vigilancia participativa a la sociedad en general para la denuncia y la no participación en el consumo.

Aun cuando en México la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), asegura que se busca identificar las rutas ilegales del claudestaje, y que se tienen identificadas las zonas críticas (de mayor venta en el País), y probablemente en el Estado, y se llevan a cabo diferentes operativos de vigilancia, la realidad es que ante estas grandes mafias poco se puede hacer, sobre todo si se aprovechan de la problemática social de las comunidades rurales.

Relacionados con la sobreexplotación y el comercio ilegal existen dos problemas más, por una parte el hecho de que un organismo tenga documentos que acrediten su legal procedencia no quiere decir que no se estén viendo afectadas sus poblaciones, existen organismos con tasas reproductivas bajas, con hábitats amenazados y con pocos estudios (o ninguno), de monitoreo continuo, que

definan las tasas reales de extracción de las especies y sin embargo los permisos son otorgados con planes o programas de manejo que no han sido avalados por especialistas calificados.

El otro problema esta relacionado con las Unidades de Manejo y Aprovechamiento de la Vida Silvestre (UMAs), que establecidas y reglamentadas para regular el comercio y aprovechamiento de la vida silvestre, se han convertido muchas de ellas de acuerdo con la PROFEPA y la WWF, en "lavaderos" de fauna silvestre, al menos de las siguientes formas detectadas: a través de la legalización de organismos adquiridos ilegalmente; reportando una producción de la UMA inexistente mientras que en la realidad los organismos provienen del medio silvestre; utilizando el permiso, anillo, chip o cualquier tipo de marcaje el cual en lugar de dejárselo al organismo, lo van pasando de un ejemplar a otro al momento de la comercialización o utilización; así con un solo permiso venden una gran cantidad de ejemplares, comprando ilegalmente a los poseedores del recurso y/o los predios la extracción de organismos.

7.4.2 Especies exóticas

Los ejemplares o poblaciones de especies exóticas son aquellas que se encuentran fuera de su ámbito de distribución natural, lo que incluye a los híbridos o modificados, sólo se puede llevar a cabo su manejo en condiciones de confinamiento de acuerdo a un plan de manejo donde se establecen las condiciones de seguridad y de contingencia para evitar efectos negativos que estos

Recuadro 7.4

Comercialización de aves canoras y de ornato en la ciudad de Morelia, Michoacán.

Manuel A. Lemus Aguirre
Laura E. Villaseñor Gómez

Entre los años de 1990 a 1992 se registraron 137 especies de aves canoras y de ornato en diferentes puntos de venta en la ciudad de Morelia, Michoacán. Esto representa casi la cuarta parte de la riqueza avifaunística del estado (24.8%). En los 10 sitios de venta en donde se realizó la investigación se reportaron 109 especies, mientras que las 28 restantes se expendían bajo pedido explícito con algunos vendedores. El orden de importancia de los sitios de venta de acuerdo al porcentaje de individuos vendidos es como sigue: Mercado Independencia (60.4%), Mercado Revolución (21.6%), Mercado del Auditorio (11.9%), Tianguis del Panteón (3.8%) y en otros cinco lugares ocasionales (2.3%). De las 20 familias registradas, ocho son las que más se comercializan (Cardinalidae, Emberizidae, Turdidae, Mimidae, Fringillidae, Ptilonotidae, Corvidae y Psittacidae). Las 10 especies más populares en la venta fueron el perico atolero (*Aratinga canicularis*), el gorrión mexicano (*Carpodacus mexicanus*), el jilguero clarín (*Myadestes occidentalis*), el ceniztonle (*Mimus polyglottos*), el floricano (*Ptilonotus cinereus*), el cardenal rojo (*Cardinalis cardinalis*), la mariposa (*Passerina ciris*), la cotorra cucha (*Amazona autumnalis*), el clarín (*Myadestes unicolor*), y la checla (*Cyanocorax yncas*). Sólo las tres últimas especies no se encuentran en el Estado de Michoacán, pero se capturan en otras regiones del país. De acuerdo a los esquemas de aprovechamiento que prevalecían en los años en que se realizó el estudio, de las 58 especies residentes, 32 estaban permitidas para su venta y 26 estaban prohibidas. De las 16 visitantes de invierno, la mitad se permitían y la otra se prohibía su comercialización. De acuerdo a la Norma oficial mexicana vigente en los años del estudio (NOM-059-ECOL-1994), se contabilizó un 47% de ventas legales de manera muy conservadora. Se detectaron las diferentes formas en las que los comerciantes de aves incurrieron en ilegalidades, sobre todo llevando a cabo la compra-venta fuera de la época permitida, vendiendo especies no permitidas, excediendo los límites de posesión y careciendo de los permisos correspondientes.

ejemplares pudieran tener para los ejemplares y poblaciones nativas de vida silvestre y su hábitat (SEMARNAP 2000a).

El problema de la introducción de especies exóticas y la traslocación de especies nativas es que, al adaptarse a las condiciones locales, al carecer de depredadores y controles naturales, incrementan sus poblaciones y el espacio en que se encuentran, compitiendo con las especies locales, generalmente en mejores condiciones.

En México la introducción y la traslocación de especies nunca se han realizado con evaluaciones ambientales previas donde se incluyan los posibles efectos e impactos sobre las especies nativas y sus ambientes. Y en este momento aun no se ha evaluado la distribución y abundancia de las especies exóticas, invasoras o plagas, ni los efectos producidos sobre los hábitats en que se distribuyen o sobre las especies nativas silvestres asociadas.

Sin embargo existen algunos ejemplos documentados que pueden servir para ilustrar la magnitud del problema.

Espinosa *et al.* (1993) reportaron la introducción de 36 especies de peces a México desde otros países, señalando que la mayoría de las introducciones de especies exóticas al país se centran en los cultivos para la obtención de proteína animal barata, pero también se han realizado para control de malezas acuáticas, pesca deportiva, fines ornamentales y por descuido, al utilizar algunas de las especies como carnada.

Varias de estas especies fueron introducidas a diferentes cuerpos de agua en el Estado, un ejemplo de estos cuerpos de agua donde ha sido documentado un importante deterioro de las especies nativas y su hábitat causado por las especies introducidas es el Lago de Pátzcuaro, primera especie que se introdujo en 1936, fue la lobina negra (*Micropterus salmoides*), nativa de Carolina del Norte en Estados Unidos, con el propósito de fomentar la pesca deportiva, siendo un pez carnívoro voraz, rápidamente incluyó en su dieta al pez blanco y a la mayoría de los godeidos.

La búsqueda de especies y la novedad de la piscicultura china a finales de la década de los sesenta, dieron lugar a que algunos biólogos propusieran el llamado "policultivo chino", cuya base son los ciprínidos. La siguiente especie introducida en la década de los sesenta, fue la carpa de Israel (*Cyprinus carpio specularis*), de origen asiático, se le considera una especie perjudicial porque incrementa la turbidez del agua, desarraiga y destruye la vegetación acuática amenazando la alimentación y el refugio de las especies locales, además de que los pobladores del lago aseguran que consume huevos de otras especies, entre estas el achoque (*A. dumerilii*), corroborado por Huacuz (2002).

La carpa herbívora (*Ctenopharyngodon ideallus*) es un pez asiático introducido al lago hacia principios de la

década de los setentas con el objetivo de promover su cultivo. Habita en medios lóticos, aunque se adapta a los medios lénticos de casi cualquier clima, con abundancia de plantas acuáticas, su área de reproducción es la parte sur del lago, entre la zona de los Urandenes y Jarácuaro.

La Tilapia (*Tilapia melanopleura*) es una especie de origen africano, introducida al lago hacia 1974, además de presas, lagos, bordos y muchos otros sitios propicios, con mucho éxito, es una especie que compite por alimento con algunas de las especies nativas.

Otro ejemplo documentado es presentado por Casas *et al.* (2001) y está relacionado con la introducción sin control y sin conocimiento de los posibles efectos ambientales que pudiese generar, a partir de 1853 del anfibio, rana toro (*Rana catesbeiana*), la que se conoce hasta el momento en por lo menos 16 estados del país, incluido Michoacán; estos autores documentan los diferentes efectos causados por rana toro al ambiente y a las especies nativas siendo el más importante la desaparición o reducción de las poblaciones nativas. En Michoacán se conoce de la presencia de rana toro en diversos cuerpos de agua, entre ellos el Lago de Pátzcuaro en donde compite con una rana endémica (*Rana dunni*), sin que se conozca el estado actual que guarda su población. Huacuz (2001), reporta la desaparición de *Ambystoma velasci*, para lago de Cuitzitan presumiblemente debido a la realización de cultivos en jaulas de rana toro.

7.4.3 Extinción

La extinción de especies es considerada como un fenómeno natural, que se ha sucedido desde que apareció la vida en la tierra, hace aproximadamente 3 600 millones de años. Se ha establecido que más de dos tercios de las especies que en algún momento existieron, hoy se encuentran extintas, debido básicamente a naturaleza cambiante de la vida y la transformación continua de las condiciones del planeta.

Una revisión de los registros fósiles demostrará que la extinción de las especies es un fenómeno inevitable e irreversible para la evolución de la vida en el planeta y que como fenómeno natural se ha producido por la competencia interespecífica y por fenómenos estocásticos del ambiente. Lo que ha llevado a grupos de organismos a lo que hoy es conocido como extinciones masivas, es el caso de la desaparición de los grandes dinosaurios ocurrida a finales del periodo Cretácico, hace aproximadamente 65 millones de años.

Sin embargo, aun durante estas grandes extinciones el tiempo transcurrido para la desaparición de una especie era lo suficientemente grande (10 millones de años para

una especie de dinosaurio), como para permitir la aparición de otra u otras especies adaptadas a las nuevas condiciones.

La revisión de los registros de extinciones prehistóricas e históricas revelan varias características comunes en las especies propensas a la extinción. Brown y Lomolino, 1998 (en Huacuz, 2002), señalan ocho características básicas, la especialización en los requerimientos de hábitat o de dieta, son especies que ocupan el más alto nivel trófico (depredadores tope), presentan poblaciones pequeñas y variables, poseen cuerpo de gran tamaño, presentan generaciones longevas (edad de maduración tardía), o bajo potencial reproductivo, tienen escasa vagilidad, escasa habilidad u oportunidades de dispersión limitadas y un rango geográfico restringido.

A estas características propias de las especies que las hacen vulnerables a la extinción se suma el hecho de que actualmente este fenómeno ha cambiado cualitativa y cuantitativamente. Ya que, la extinción de la mayoría de las especies no es el resultado de un proceso evolutivo o de eventos catastróficos naturales, sino que está directa o indirectamente ocasionada por las diversas actividades antropogénicas, lo que ha acelerado este proceso a un ritmo que es difícil que aparezcan nuevas formas capaces de ocupar el lugar de las que se extinguen, perdiéndose además la posibilidad de las interacciones que aseguran el correcto funcionamiento de los ecosistemas, con el inminente riesgo de la pérdida del mismo.

En la actualidad, tomando en cuenta ciertos indicadores (como la velocidad a la que se destruyen ecosistemas, la pérdida de la cubierta vegetal, sobreexplotación, la destrucción de hábitats, la introducción de especies exóticas

y la contaminación), la preocupación se centra en que la tasa de desaparición de especies sobrepasa la tasa de extinción promedio anterior a la aparición del hombre. Diversos especialistas de la UICN calculan que están desapareciendo mundialmente 137 especies al día y de mantenerse este ritmo de extinción, en menos de cincuenta y cinco años veremos reducido a la mitad el número de especies (Ehrlich y Ehrlich, 1992; Ceballos, 1993).

En México se conocen 38 especies de vertebrados y 11 de plantas vasculares que han sido extintas durante el siglo XX; de estas, una especie endémica el carpintero imperial (*Campephilus imperialis*), que habitaba en los bosques templados de la Sierra Madre Occidental, desde Sonora y Chihuahua hasta Michoacán, se reporta como extinta debido a la destrucción de su hábitat y su caza indiscriminada (Ceballos, 1993; Groombidge, 1992). Otro caso documentado es el de *Ambystoma amblycephalum* que no ha sido localizada en ninguna de las localidades registradas y con el último registro de la década de los setentas podría ser considerada virtualmente extinta (Huacuz, 2001).

Sin embargo, se carece de información histórica y reciente acerca del estado de conservación que guardan la mayoría de las especies en Michoacán e incluso se desconoce si puedan ser encontradas nuevas especies, debido a la poca exploración que existe para algunas zonas del Estado, lo cual no permite saber cuántas y cuáles especies se han extinguido, o están en inminente peligro de desaparecer, aun cuando sepamos cuáles se encuentran oficialmente en alguna categoría de riesgo a través de la NOM-059-SEMARNAT-2001.

Recuadro 7.5

El impacto de la introducción de los plecos a la Presa El Infiernillo.

Tohtli Zubieta Rojas, Francisco E. Velásquez Pallares,
Sergio González Adame, Agustín Magallán Torres,
Gabriel Moreno Carachure y Alfonso Gutiérrez Urbina

La Presa El Infiernillo formó parte de una serie de proyectos para el desarrollo hidroeléctrico del país, junto con la construcción de las Presas El Caracol y La Villita en la cuenca del Balsas. Este sistema hidroeléctrico tuvo además los objetivos de controlar avenidas y de apoyar a la actividad agrícola. Las obras permitieron de forma complementaria, el desarrollo de la actividad pesquera la cual ya se realizaba en el río Balsas en los estados de Michoacán y Guerrero, dando gran impulso a la región. El embalse se localiza en los municipios de Arteaga, La Huacana y Churumuco del Estado de Michoacán y el municipio de Coahuayutla del Estado de Guerrero; fue construido entre 1962 y 1963 en una longitud máxima de 120 kilómetros. Se alimenta principalmente de las corrientes de los ríos Balsas, Tepalcatepec, Tacámbaro y Marqués que le proporcionan características lóxicas (de corrientes) en las áreas de influencia de las desembocaduras, las que se transforman en condiciones lénticas (aguas tranquilas) hacia la zona media y la cortina (Juárez Palacios, 1995).

Las características del agua y la temperatura permitieron el desarrollo de especies introducidas al embalse en 1979, como tilapias y carpas, que compitieron con las especies nativas. La pesquería de la tilapia llegó a ser en la década pasada, la más productiva de México, representando casi el 20% de la producción total de aguas interiores del país con más de 20 000 toneladas, beneficiando a alrededor de 3 000 pescadores (Juárez Palacios, 1995). La producción de tilapia se ha visto disminuida por la presencia de otras especies exóticas originarias de América del Sur, particularmente de las cuencas Mamoré, Guaporé y los ríos Amazonas y Parnaíba en Brasil (Weber, 1992).

La afectación por peces exóticos en todo el mundo y particularmente en México, representa uno de los problemas más serios desde el punto de vista ambiental y social. En la cuenca del Balsas se presenta uno de los casos más dramáticos que se han dado por la introducción de los «plecos», especies originarias de América del Sur. De acuerdo al Dr. Contreras (*com. pers.*)¹, se trata de cuatro especies muy parecidas, comúnmente llamadas «plecos», las que se han introducido a este embalse: *Liposarcus disjunctivus*, *L. anisitsi*, *L. multiradiatus* y *Glyptoperichthys parnaibe* (Weber, 1992). Estos son peces muy valorados por la limpieza que hacen de las paredes de los acuarios (Sterba, 1983).

Los plecos pertenecen al orden de los Siluriformes y a la familia Loricaridae (Miller, 1996). Se caracterizan por presentar cuerpos «acorazados»; su piel es dura y presenta placas óseas con filas de pequeñas espinas, que van desde el opérculo hasta el pedúnculo caudal. También presentan espinas bien desarrolladas al principio de las aletas dorsales y pectorales. La boca está en posición ventral y funciona como succionadora y raspadora de piedras, troncos y escamas de otros peces; carecen de mandíbula y cuentan con dientes viliformes. Viven en las corrientes de los ríos hacia las zonas más profundas, escondidos entre las rocas, troncos, ramas y raíces, para alimentarse y evitar ser depredados (Sakurai *et al.*, 1992).

Se desconoce el verdadero origen de la introducción, pero se especula sobre la diseminación de estas especies a partir de la inundación que sufrió un área de cultivo con el agua de una granja en donde se producían peces de ornato en el Estado de Morelos. Se desconoce la fecha en que estas especies escaparon por los arroyos que los llevaron hasta el río Balsas; pero los pescadores de la presa de El Infiernillo reportan su aparición desde el año 1998, en donde han capturado organismos de hasta de 60 centímetros de longitud.

Actualmente, los plecos representan en las áreas cercanas a la desembocadura del río Balsas, alrededor del 11% de la pesca en redes agalleras o tumbos, que son tendidas en la presa para la captura de tilapia cuando el nivel de la presa es alto. Sin embargo, este fenómeno se agrava en la época de estiaje, pues la pesca se concentra en las áreas con niveles bajos de agua, incrementándose su captura hasta casi el 63% (González, *com. pers.*)². Adicionalmente, causan heridas en las manos de los pescadores y el rompimiento de sus redes, cuando éstos tratan de desenredarlos para ser liberados. El impacto más grave de la introducción de los plecos es la disminución de la captura de tilapia en un 40% aproximadamente (Velásquez, 2004). Además de los daños que causan a las artes redes y pescadores, se presume que han entrado en competencia por espacio y alimento con las especies nativas y la tilapia.

Desafortunadamente, el embalse ofrece a los plecos un excelente ambiente para su reproducción, de tal manera que se encuentran dispersándose por diferentes ríos y arroyos que desembocan en la presa. Para agravar más la situación, la carne de estos peces es considerada de «segunda» en México y no existe demanda alguna. Algunos pescadores que los han ingerido, presentan algunos malestares estomacales y sueño cuando los han consumido en grandes cantidades (Sánchez, *com. pers.*)³. De acuerdo al Dr. Carlos Martínez (*com. pers.*)⁴, estos peces pueden ser ensilados para consumo animal; la superficie de piel aprovechable es pequeña, por lo que esta alternativa no es redituable.

¹ Dr. Salvador Contreras Balderas, Universidad Autónoma de Nuevo León.

² Sergio González Adame. Tesis de la Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo,

³ José Guadalupe Sánchez Pineda. Pescador de la Unión de Pescadores de La Torre. Municipio de Churumuco.

⁴ Dr. Carlos Martínez Palacios. Investigador en Acuicultura de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Referencias

- Acuna M.E, Perez F, Auria R and Revah S (1999) Microbiological and kinetic aspects of a biofilter for the removal of toluene from waste gases. *Biothecnology and Bioengineering*. 63(2):175-184.
- Agrawal, A. 2001. Common Resources and Institutional Sustainability, in *The Drama of the Commons*. Committee of the Human Dimensions of Global Change, National Academy Press, Washington D.C.
- Alarcón-Cháires, P. 2003b. De campesinos a leñadores: efectos ambientales del ajuste estructural de Michoacán, México, en prensa.
- Alarcón-Cháires, P. 2003a. Implicaciones socio-ecológicas de la Carretera Costera en Michoacán, México. En prensa.
- Alba, F. 2002. Migración Internacional: consolidación de los patrones emergentes. En: Demos, IISUNAM, México.
- Alvarado V., 2003. Dinámica Estacional y Circadiana del Fitoplancton en el Lago de Zirahuén, Michoacán, Mexico. Tesis de Licenciatura, Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Álvarez D., A. S. 1989. Relaciones ecológicas y algunos aspectos poblacionales del caracol púrpura (*Purpura pansa*) Gould, 1853 en la costa del Estado de Michoacán, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich.
- Barkin, D. y G. Chapela. 1996. Monarcas y Campesinos, Centro de Ecodesarrollo, México.
- Bojorquez, L. 2001. Evaluación de las zonas críticas para la conservación en los estados de Michoacán, Oaxaca y Guerrero. Programa de Conservación y Manejo Forestal, CONAFOR, Documento Interno.
- Burton, T. 1997. ¿Se podrá salvar el mayor lago de México? Un esfuerzo internacional de rehabilitación viene en camino. *Ecodesición*, Vol. 23. http://www.mexconnect.com/mex_travel/tonysarticles/tblagunasavedsp.html
- Caro R., G. Naranjo y L. Merino L. 1995. El uso de los recursos forestales. En: L. Merino. *La Reserva Especial de la Biósfera Mariposa Monarca. Problemática y Perspectivas*. Manuscrito, El Colegio de México.
- Caro, R. 1998. El clandestinaje forestal en Michoacán. Documento interno de la Delegación de SEMARNAP en Michoacán. México.
- Casas A., G., M. X. Aguilar y A. R. Cruz, Marzo 2001. La introducción y el cultivo de la rana toro (*Rana catesbeiana*), ¿Un atentado a la biodiversidad de México? *Ciencia Ergo Sum*.
- Ceballos, G. 1993. Especies en peligro de extinción. En Flores, O. y A. Navarro (compiladores). *Biología y problemática de los vertebrados en México*. Ciencias. México.
- Cervantes, C. y R. Moreno S. 1999. Contaminación ambiental por metales pesados. Impacto en los seres vivos. AGT Eds. 157p.
- De Luca Schminck, M. 1999. Percepción de las comunidades rurales sobre las Áreas Naturales Protegidas: el caso del Santuario de la Mariposa Monarca de Michoacán. México. Tesis de maestría Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales.
- Diario Oficial de la Federación. 1986. Decreto donde se determinan como zona de reserva y sitios de refugio para la protección, conservación, repoblación, desarrollo y control, de las diversas especies de tortuga marina, los lugares en que dicha especie anida y desova. México D. F. 29-Oct. 1986, pp. 8-10. México D. F.
- Diario Oficial de la Federación. 2002. Acuerdo por el que se determinan como áreas naturales protegidas, con la categoría de santuarios a las zonas de reserva y sitios de refugio para la protección, conservación, repoblación, desarrollo y control de las diversas especies de tortuga marina, ubicados en los Estados de Chiapas, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Sinaloa, Tamaulipas y Yucatán, identificadas en el Decreto publicado el 29 de octubre de 1986. México, D.F. 16-julio-2002, pp: 40-41.
- Diario Oficial, 1988. 30 de marzo, México.
- SEDUE-UNAM. 2000. Evaluación de la calidad del agua en el margen sur del Lago de Pátzcuaro. Julio 2000. 40p.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 1997. *State of the World Forest*.
- Felix-N. S., G. R. Wastavino. De Haro Arteaga-I., M. C. Bravo y P. M. S. Schettino. 1996. Parasite search in strawberries from Irapuato, Guanajuato and Zamora, Michoacán, Mexico. *Archives of Medical Research*. Vol. 27 (2) (229-231).
- Fernández, G. O., R. R. Martínez, T. I. Fortoul y E. Palazuelos. 1997. High blood lead levels in ceramic folk art workers in Michoacán, Mexico. *Archives of environmental Health*. 52-1, 51-55.
- Fukuyama, F. 1995. *Trust: The Social Virtues and the Creation of Prosperity*. New York, Free Press.
- Gibson, MacKean y Ostrom, 2000. *People and Forests. Communities, Institutions and Governance*. Massachussets Institute of Technology. Cambridge, Groombridge, B. 1992. (Editores). *Global biodiversity. Status of the Earth's living resources*. Chapman and Hall. Londres.
- Hardin, G. 1968. The Tragedy of the Commons, *Science* 162:1243-8.
- Harrison, P. — Población y desarrollo sostenible, cinco años después de río, División de Información y Relaciones Externas del Fondo de Población de las Naciones Unidas.
- Hibbert-R., B.Z., J. Navia, D. M. Kammen y J. J. Zhang J.J. 1999. High Lead exposures resulting from pottery production in a village in Michoacán State, México. *Journal of Exposure. Analysis and Environmental Epidemiology* vol 9/4.343-351.
- Hott, Merino, Oberhauser, Pisanty y Price. 1999. Reunión de América del Norte sobre la Mariposa Monarca. Biología, Conservación, Sustentabilidad, Desarrollo y Educación Ambiental, Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica; Montreal.
- Huacuz-Elías. D. del C. 2000. Programa de Conservación y Manejo de *Crocodylus acutus*. (Inédito).
- Huacuz-Elías, D. del C. 2001. Estado de Conservación del Género *Ambystoma* en Michoacán, México. Morevallado editores, Mexico.
- Huacuz-Elías, D. del C. 2002. Programa de Conservación y Manejo de *Ambystoma dumerilii*. El Achoque del Lago de Pátzcuaro. Morevallado editores, México.
- Huerta Z., M. C. 2004. La cacería deportiva una actividad para el desarrollo sustentable. En prensa.
- INEGI. 1980, Sistema de Clasificación de Tipos de Agricultura y Tipos de Vegetación de México para la Carta de Uso del Suelo y Vegetación del INEGI, escala 1:250 000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Aguascalientes.
- Israde A., I. 2002. Caracterización geológica del Tiradero de Morelia y su posible migración de lixiviados. Congreso Internacional de Metalurgia extractiva Instituto de Investigaciones Metalúrgicas. Morelia. 295-313. Memoria en extenso.

- Israde A., I., R. Rodríguez, T. Silva, A. Carrillo y A. García. 1999. El tiradero de Morelia y sus lixiviados. *Revista Vinculación. Ensayos*. En: Michoacán, Agriculturización, uso del agua e impacto social. Edición especial de ensayos Núm. 6. Nov. 1999. Pp. 34-43.
- Israde-Alcántara I., Garduño M., V. H. 2002. Generación de residuos peligrosos en el entorno del Lago de Pátzcuaro. Aportes al proyecto Pátzcuaro. *Estudios, propuestas y avances para la restauración del Lago de Patzcuaro* pp.69-82
- Israde-Alcántara I., Segura-García V., Tudesque Loïc, Reyes Marchant P (2004). Ensayo de biomonitorización de la contaminación del río Lerma utilizando diatomeas y macroinvertebrados. Simposio Internacional sobre el medio ambiente Junio 2004. Michoacán. México.
- Iturbe R., R. M. Flores, L. G. Torres L. 2003. Soil and water contamination levels in an out of service oil distribution and storage station in Michoacán, México.. *Water, Air and Soil Pollution*. Vol. 146.(1-4). P261-281.
- Juárez-Palacios, J. R. 1995. Presa Infiernillo (Adolfo López Mateos). pp :211-223. En: G. De La Lanza-Espino y J. L. García-Calderón (Comps.). *Lagos y presas de México*. Centro de Ecología y Desarrollo A. C. México D. F.
- Lynch, O. 2002. Whose Natural Resources?, Whose Common good?. *Towards a New Paradigm of Environmental Justice and the National Interest in Indonesia*. Jakarta. Ciel, Huma, Elsam, Icraft.
- Mas, J. F., A. Velázquez M., J. R. Díaz, R. Mayorga, C. Alcántara, R. Castro y T. Fernández, 2002b, *Monitoreo de los cambios de cobertura en México*, CD de las memorias del II seminario latinoamericano de Geografía Física, Maracaibo, Venezuela, 24-27 de julio de 2002.
- Mas, J. F., A. Velázquez, J.L. Palacio-Prieto, G. Bocco , A. Peralta, y J. Prado, 2002a, *Assessing forest resources in Mexico: Wall-to-wall land use/cover mapping, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 68(10):966-968.
- Mas, J. F., A. Velázquez, J.R. Díaz-Gallegos, R. Mayorga-Saucedo, C. Alcántara, G. Bocco, R. Castro, T. Fernández y A. Pérez-Vega, 2004, *Assessing land use/cover changes : a nationwide multirate spatial database for Mexico*, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* (en prensa).
- Merino P., L. 1995. *La Reserva Especial de la Biósfera Mariposa Monarca. Problemática y Perspectivas*, manuscrito, El Colegio de México, México.
- Merino P., L. 2003. *Contradicción o Deterioro. El impacto de las políticas públicas en las instituciones comunitarias y en los bosques en México*. Insituto de Investigaciones Sociales de la UNAM, México (en prensa).
- Merino Pérez, L. et.al. 2000. *Políticas, Instituciones Comunitarias y Uso de los Recursos Comunes en México*. En: Bañuelos, Martha, ed.; *Sociedad Derecho y Medio Ambiente*. Primer informe del Programa de Investigación sobre aplicación y cumplimiento de la legislación ambiental en México. CONACYT, UNAM, SEMARNAP.
- Miller, R. R. 1966. *Geographic distribution of Central American freshwater fishes*. *Copeia* (4):773-802.
- Mora M., A 1997. *Transboundary pollution. Persistent organochlorine pesticides in migrant birds of the southwestern United States and México*. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 16-1.3-11.
- Nascimento, R.J., 1991, *Discutiendo números do desmatamento*, *Interciencia*, Vol. 16, nº 5, pp. 232-239.
- Olson, M. 1965. *The Logic of Collective Actino: Public Goods and the Theory of Groups*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Ostrom, E. 1991. *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*. Cambridge University Press.
- Ostrom, E. y T. K Ahn 2001. *A Social Science Perspective on Social Capital: Social Capital and Colective Action*. A report prepared for the Bundestag–Enquete Commission, Workshop in Political Theory and Policy Analysis, Indiana University.
- Ostrom, E. 1998. *Esquemas institucionales para el manejo exitoso de los recursos comunes*. *Gaceta Ecológica* 45; 32-48; Instituto Nacional de Ecología, Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. México.
- Ostrom, E. 2000. *Social Capital: a Fad or a Fundamental Concept*. In: *Social Capital a multifaceted Perspective*. The International Bank for Reconstruction and Development and The Work Bank. Washington D.C. pp.172 – 214.
- Palacio P., J. L., et al, 2000. *La condición actual de los recursos forestales en México: resultados del inventario forestal nacional 2000*. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*. Num. 43: 183-203.
- Palacio P., J. L., G. Bocco, A. Velázquez, J. F. Mas, F. Takaki, A. Victoria, L. Luna, G. Gómez, J. López, M. Palma, I. Trejo, A. Peralta, J. Prado, A. Rodríguez, R. Mayorga y F. González. 2000. *La condición actual de los recursos forestales en México: resultados del inventario forestal nacional 2000*. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*. Num. 43: 183-203.
- Putnam, R., R. Leonardi y R. Nanetti. 1993. *Making Democracy Work: Civic Traditions in Modern Italy*, Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
- Richerson et.al. 2001. *An Evolutionary Theory of Commons Management*, in *The Drama of the Commons*. Committee of the Human Dimensions of Global Change, National Academy Press, Washington D.C.
- Robert J. W., R. M. Scarsbrook, J. G. Cooke, K. J. Costley y J. W. Nagels. *Shade and flow effects on ammonia retention in macrophyte-rich streams: implications for water quality*. *Environmental Pollution*, vol 132, 95-100
- Sakurai, A., Y. Sakamoto y F. Mori. 1992. *Aquarium fish of the world. The comprehensive guide to 650 species*. Chronicle Books, San Francisco. 288 pp
- SARH. 1994. *Inventario Nacional Forestal Periódico. Memoria Nacional. Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre, SARH, México*. 81 pp.
- SARH. 1994. *Inventario Nacional Forestal Periódico. Memoria Nacional. Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre, SARH, México*. 81 pp.
- Sass, J. 2002. *Las mujeres, los hombres y el cambio en el medio ambiente*. Population Reference Bureau, Washington, D. C. Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca e Instituto Nacional de Ecología, 1996. Programa de Áreas Naturales Protegidas de México 1995–2000.

- SEDUE, Ley Federal de Caza.
- SEMARNAP 2000a. Programa Nacional de Protección, Conservación, Investigación y Manejo de Tortugas Marinas. México, D. F. 1-126 pp.
- SEMARNAP 2000b. Ley General de Vida Silvestre. México, D. F. 1-121 pp.
- SEMARNAP. 1997a. Programa de conservación de vida silvestre y diversificación productiva en el sector rural. México D. F. p.p 23-25.
- SEMARNAP. 1997b. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, 1° edición, México, D.F. 1- 244 pp.
- SEMARNAP. 1998. Calendario Cinegético, temporada agosto 98 – mayo 99. México, D. F. 1-135 pp.
- SEMARNAP. 1999. Programa Nacional de Protección y Conservación de Tortugas Marinas (resultados 1992-1997), México, D.F. 1-81 pp.
- SEMARNAP. 2000a. Programa Nacional de Protección, Conservación, Investigación y Manejo de Tortugas Marinas. México.
- SEMARNAP. 2000b. Ley General de Vida Silvestre. México, D.F.
- Sterba, G. 1983. The Aquarium Encyclopedia. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts. 605 pp.
- Toledo, V.M., Alvarez Icaza P., Ávila, P. 1997. Plan Pátzcuaro 2000. Investigación multidisciplinaria para el desarrollo sostenido. Friedrich Ebert Stiftung. México.
- Turok, M. (Coord), 1988, El caracol púrpura: una tradición milenaria. Secretaría de Educación Pública, Dirección General de Culturas Populares, Programa de Artesanías y Culturas Populares.
- Vaughan, T.A. 1988. Mamíferos. 3a. Edición. Nueva Editorial Interamericana. México, D.F. pp: 206.
- Velásquez, P., F. E. 2004. Impacto socioeconómico del "plecos" (Osteichthyes: Loricaridae) en la Unión de Pescadores de la Torre, Presa del Infiernillo, Municipio de Churumuco. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich. 40 pp.
- Velázquez, A., J. F. Mas, R. Mayorga-Saucedo, J. L. Palacio, G. Bocco, G. Gómez-Rodríguez, L. Luna-González, I. Trejo, J. López-García, M. Palma, A. Peralta y J. Prado-Molina, 2001, El Inventario Forestal Nacional 2000: Potencial de Uso y Alcances, Ciencias, 64: 13-19.
- Weber, C. 1992. Revisión du genre *Pterygoplichthys* sensu lato (Pisces, Siluriformes, Loricaridae). Revue fr. Aquariol. (1992) 19. 1 et 2, 31 aout 1992. France.
- Wilcock R.J., Scarsbrook M.R., Cooke G. James, Costley KJ.K and Nagels J.N (2004). Shade and flow effects on ammonia in macrophyte-rich streams: implications for water quality. Vol. 132. 1. p.95-100.
- World Wildlife Fund. 2001. Traffic abre oficina en México. En: Traffic Norteamérica, Washington, DC, 1:1:1-3.

CAPÍTULO 8

Educación y cultura ambiental

Consejo Estatal de Ecología¹

8.1 Introducción

Existen múltiples esfuerzos de carácter oficial y ciudadano en materia de *educación ambiental* en el Estado de Michoacán; aunque no todos están suficientemente documentados, se puede afirmar que la preocupación por extender la oferta educativa en este campo ha venido en aumento durante los últimos diez años. Se han organizado seminarios y reuniones de trabajo para discutir el tema entre los actores sociales vinculados, y estos eventos han sido convocados tanto por instancias gubernamentales, como académicas y civiles.

Sin embargo, a pesar de los puntos de encuentro, no existe hoy día un documento que reúna las experiencias y los esfuerzos en forma completa y exhaustiva, aunque sí se cuenta con una propuesta que pretende orientar el desarrollo de la educación, la comunicación y la información ambientales: la Estrategia de Educación, Comunicación e Información Ambientales de Michoacán (EECIAM), la cual fue una iniciativa del Consejo Estatal de Ecología.

¹ Este capítulo está basado en la Estrategia de Educación, Comunicación e Información Ambientales de Michoacán (EECIAM) que se elaboró a partir de los trabajos coordinados por Javier Reyes Ruiz, Mateo Castillo, Joaquín Esteva, Gabriela Fernández Benvenutti y Alicia Castillo como parte de las actividades del Consejo Estatal de Ecología del Estado de Michoacán. En la preparación de la EECIAM tuvieron una activa participación: Adriana Guzmán, Ana Luisa Piñón, Celia González, Flor C. Barajas, Jorge Fernando Bello, Laura Barraza, Laura Briceño, Lelia Smialkoski, Lilitiana Hernández, Morelia Amante, Norma A. Flores, Ramona Palomino, Rosa I. Cuadras, y Silvia Loeza. El presente resumen fue elaborado por Laura E. Villaseñor y revisado por Javier Reyes Ruiz.

Existen antecedentes institucionales que hoy se congregan en el concepto de *educación ambiental*. Ya en los años 1950, ante el evidente impacto ambiental de setenta años de explotación de la cuenca de Pátzcuaro, se ligaba la educación con la necesidad del uso racional de los recursos en algunos documentos del Centro Regional de Educación Funcional en América Latina (CREFAL), que tiene su sede en Pátzcuaro.

De modo informal, las viejas campañas de reforestación de los años 1930 en algunas regiones del Estado mandaban un mensaje a la población sobre la importancia y la necesidad del cuidado de los bosques. Fueron en todos los casos acciones aisladas, sin seguimiento, carentes de una estrategia enfocada a la protección ecológica y a la construcción de una *cultura ambiental*.

Por otra parte, ha existido desde centurias atrás una práctica ambiental sustentada en organizaciones comunitarias campesinas, con el modo de relación naturaleza-sociedad de los pueblos purépechas. Se asocia a este modo de relación una educación ambiental cuyos mecanismos de enseñanza-aprendizaje están integrados a la dinámica de la estructura comunitaria y familiar. Se trata de una organización del comportamiento individual y colectivo a partir de un ambiente social que estimula a todos sus miembros a integrarse en responsabilidades compartidas. El uso múltiple y complementario de los recursos naturales es una de las enseñanzas que se aprenden de manera comunitaria. Es de señalarse que el modelo comunal vive hoy un momento crítico, ante el acoso de la desintegración cultural y económica.

Los estudios de etnobiología, encabezados por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) en la década de los 1970, ofrecieron pautas estratégicas para definir proyectos más acordes con las características del uso de los recursos en comunidades campesinas, particularmente en la región lacustre de Pátzcuaro.

Un punto importante de arranque se encuentra en el movimiento antinuclear en Michoacán bajo el liderazgo del Comité de Defensa Ecológico de Michoacán (CODEMICH), que en los años 1980-1981 impidió la construcción del Centro de Investigación del Reactor, en

la ribera norte del Lago de Pátzcuaro. Debido a la intensidad del debate y a la amplitud de los sectores que intervinieron, este hecho figura en los anales de la historia ambiental de México.

Por otra parte, la educación ambiental institucional en Michoacán tiene sus primeras expresiones en los 1980 con la creación de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE), que inició algunas campañas en torno a la basura y la producción de folletos sobre temas ambientales. Asimismo, organizó foros regionales que culminaron en un foro nacional en la Ciudad de México.

Por otro lado, se generó una tendencia diferenciada en cuanto a la dirección y el papel de la educación ambiental, a partir de las experiencias de grupos civiles en ciudades como Pátzcuaro (1982-1983), Morelia (1986) y Uruapan (1983), y de núcleos académicos interesados en la conservación natural. Sin embargo, los proyectos de los años 1980 llevados a cabo por organismos civiles y universitarios no se basaron en todos los casos en el concepto de *educación ambiental*. Su propuesta más bien se relacionaba con el ecodesarrollo fundado en los principios de la ecología política, la educación popular y las metodologías de la participación social.

En 1987 el Gobierno de la República otorga a la Organización Ribereña contra la Contaminación del Lago de Pátzcuaro (ORCA) el Premio Nacional de Acción Ecológica, en reconocimiento a los esfuerzos realizados con comunidades campesinas de la ribera e islas del citado lago, con base en una estrategia educativa, de participación social y ecodesarrollo.

La conformación del Foro Michoacano de la Sociedad Civil Rumbo a Río 92 permitió elaborar una plataforma ambiental con propuestas educativas. Como tantos otros foros regionales y nacionales, el Foro Michoacano no pudo sobrevivir con la fuerza deseada ante el debilitamiento institucional de algunos de los organismos participantes. Sin embargo, en 1995 se realiza el Encuentro Michoacano sobre Ambiente, convocado por el Foro Michoacano de la Sociedad Civil sobre Ambiente y Desarrollo. Este foro dio como resultado un documento final (FMSCAD, 1995) que integró las propuestas en diversas áreas del desarrollo ambiental, dándole a la

Cuadro 8.1 Recomendaciones generadas en el Encuentro Michoacano sobre Ambiente (1995).

- Impulsar la elaboración de un programa estatal de educación ambiental.
- Demandar a los legisladores cambios en la ley que den sustento a la educación ambiental.
- Diseñar e instrumentar programas de formación de docentes.
- Revisión de los planes y programas de estudio para integrar el enfoque ambiental en todas las dimensiones posibles.
- Trabajar enfáticamente en la formación de valores ambientales y de responsabilidad social.
- Legislar el apoyo de los medios de comunicación hacia una nueva cultura ambiental.
- Impulsar un programa de producción de materiales educativos.
- Crear un sistema estatal de investigación en educación ambiental.
- Recuperar la importancia del maestro como agente de cambio social en el ejercicio de su función educativa y en su interacción con la comunidad.
- Instalar en cada municipio un consejo de educación ambiental.
- Impulsar la descentralización educativa con el desarrollo de materiales y contenidos regionales y locales.
- Exigir a los partidos políticos que expliciten en su plataforma de acción la educación ambiental.

educación un papel importante. El enfoque del documento es una visión crítica de la realidad, a través de un diagnóstico que cuestiona la dirección y la práctica de la educación ambiental en Michoacán. Este cuestionamiento apunta a sus objetivos, contenidos, métodos de enseñanza-aprendizaje, y en general a todos los elementos necesarios para dar un impulso sólido al desarrollo institucional de la educación ambiental. El diagnóstico es acompañado por un conjunto de propuestas de solución y de recomendaciones, en relación con los puntos centrales del cuadro 8.1.

Como se podrá apreciar, los aspectos de la propuesta siguen siendo relevantes hoy en día para la educación ambiental en Michoacán, con lo cual se puede argumentar a favor de la participación de los distintos grupos ambientalistas del Estado que intervinieron en la

elaboración de las ideas, muchas de ellas provenientes de la reflexión sobre experiencias desarrolladas o en ejecución en la entidad. Si bien los aspectos enunciados no se transformaron en una estrategia completa de educación ambiental, han sido referentes continuos para la planeación de proyectos y acciones.

En resumen, en la breve historia de la educación ambiental en Michoacán se han expresado diferentes vertientes, tanto en modalidades y sujetos, como en escenarios y enfoques. La educación *conservacionista* ha estado presente, y lo sigue estando, en distintos esfuerzos realizados en áreas naturales protegidas. La educación *ecológica* predomina en la educación formal y en mensajes de programas gubernamentales que no se atreven a cuestionar el modelo de desarrollo, y sólo proponen pautas de modernización de comportamientos y actitudes. La educación ambiental con un enfoque crítico e integral se halla circunscrita a experiencias regionales y locales de educación no formal y formal, pero son en este momento un capital social importante para alimentar las políticas de educación ambiental.

En este contexto, el Consejo Estatal de Ecología ha considerado la formulación de la Estrategia de Educación, Comunicación e Información Ambientales de Michoacán (EECIEM) como un elemento que favorecerá y potenciará las prácticas hacia el desarrollo sustentable en la entidad, y que permitirá consolidar los esfuerzos que se están realizando en los campos señalados. En diversos documentos y reuniones, el Consejo Estatal de Ecología ha venido señalando que las iniciativas y los proyectos emprendidos por el gobierno y la sociedad michoacanos no han logrado detener el deterioro de los recursos ambientales de la entidad, lo que puede atribuirse a distintas y complejas causales, y una de las principales es la débil cultura ambiental entre la ciudadanía. Se requiere entonces de la articulación de voluntades de las instituciones de educación pública, de las universidades, de las oficinas de gobierno vinculadas al medio ambiente, de los grupos civiles, del sector empresarial y de todos los demás actores sociales para impulsar, consolidar o profundizar los esfuerzos en materia de educación, comunicación e información ambientales.

8.2 El marco legal de la educación ambiental en Michoacán

Se ha señalado con frecuencia que la legislación ambiental se ha incorporado de manera tardía al movimiento ambiental. Éste no es el espacio para hacer un recuento de los distintos cuerpos legales de carácter federal cuyas referencias (u omisiones) son importantes para la educación ambiental, así que sólo se hace mención a la legislación estatal.

En el artículo 39 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Michoacán se contempla promover la incorporación de contenidos ecológicos en los diversos ciclos educativos, especialmente en el nivel básico, propiciando a través de los medios masivos de comunicación la convivencia ecológica. En esta ley también se plantea la pertinencia del trabajo conjunto entre la SEMARNAT y la Secretaría de Educación para la promoción de organismos dedicados a las investigaciones científica y tecnológica, y la formación de especialistas en la materia. Se contempla, asimismo, el fomento en los niveles de gobierno federal, estatal y municipal, apegados a las disposiciones de las legislaturas locales, de investigaciones científicas y programas para el desarrollo de técnicas y procedimientos que permitan prevenir, controlar y abatir la contaminación, propiciar el aprovechamiento racional de los recursos naturales y proteger los ecosistemas a través de convenios con instituciones de educación superior, del sector social y privado, centros de investigación y especialistas en la materia.

El artículo 38 de la citada ley, en sus diferentes fracciones, señala la necesidad de privilegiar la formación de *valores* y *actitudes*, dentro de un proceso permanente de aprendizaje mediante el cual el individuo interactúe en armonía con la naturaleza. Contempla también que los diversos ciclos educativos, especialmente el nivel básico, incorporen en sus planes y programas el estudio de contenidos ecológicos y el fomento de la cultura ambiental en toda la entidad. Para ello, la legislación considera importante incluir criterios regionales para seleccionar y establecer dichos contenidos.

8.3 Situación de la educación escolarizada en Michoacán

El Estado de Michoacán tiene una población de casi cuatro millones de habitantes, de los cuales un poco más de un millón se encuentran estudiando desde nivel preescolar hasta bachillerato, distribuidos de la siguiente manera: 1 395 567 (12.3%) en preescolar; 705 634 (62.3%) en primaria; 196 300 (17.3%) en secundaria; 8 595 (0.8%) en nivel profesional medio; y 75 356 (7.3%) inscritos en bachillerato. Estos estudiantes fueron atendidos por 50 512 académicos en 34 441 aulas de 10 781 escuelas distribuidas en toda la entidad. En cuanto a la educación superior, el INEGI reporta que en el año de 1999 se inscribieron 52 477 estudiantes en las diversas escuelas y facultades de las instituciones de educación superior (IES) del Estado. Michoacán cuenta con 25 IES, entre universidades y tecnológicos, que imparten 185 carreras y programas de estudio de nivel superior. Existen también 11 escuelas de educación normal (formación de docentes) en las que se ofrecen 32 carreras. Solamente 15 IES michoacanas incluyen en su oferta estudios de posgrado, sumando en total 66 programas de maestría y doctorado.

La entidad enfrenta un complejo panorama en materia de educación formal. Aquí se enuncian sólo algunos de los problemas más relevantes, ya que la intención es describir el contexto en el que se encuentra la educación ambiental (cuadro 8.2). Sin embargo, un problema que ha ido creciendo hasta ser considerado quizá el más grave en la actualidad, es el que se refiere a la *calidad educativa*. Los pobres resultados que alcanza el sistema escolar plantean un reto sustantivo y de gran envergadura para toda la sociedad, especialmente para el sector educativo. En este marco, que apenas perfila un panorama cargado de problemas y aspectos pendientes de resolver, resulta obvio que el desarrollo de la educación ambiental no encuentra el terreno más propicio. La ausencia de una estrategia general y de programas operativos para el desenvolvimiento de una educación y cultura ambientales en todos los niveles y modalidades es un elemento central para explicar la deficitaria situación que se enfrenta en la actualidad.

Cuadro 8.2 Principales problemas en la educación formal en el Estado de Michoacán.

- La gran dispersión de la población michoacana dificulta la disponibilidad de servicios educativos de calidad en pequeñas comunidades rurales.
- La deserción, el ausentismo y el índice de reprobación son problemas muy vinculados a la situación socioeconómica precaria de un alto porcentaje de la población.
- Entre los problemas más urgentes y las disfunciones más notorias del sistema educativo del Estado se encuentra una alta tasa de analfabetismo. De acuerdo con lo registrado en el censo del año 2000, en la entidad existen 349 296 analfabetas, lo que representa el 14% de la población.
- En materia de extensión del servicio educativo, uno de los principales problemas se ubica en el nivel denominado inicial, que está dirigido a niños con edades entre los 0 y 3 años 11 meses, pues se atiende solamente al 5.34% de la demanda potencial. Como es comprensible, este servicio educativo se vuelve cada vez más importante, dado que en todos los núcleos de población las madres, además de atender los quehaceres del hogar, también contribuyen al sustento familiar desempeñando distintas actividades económicas, muchas de ellas fuera del hogar.
- En el caso de la educación preescolar, que comprende a los niños con edades de 4 a 5 años, se registra un déficit de atención del 37.49%.
- Con respecto a la educación primaria, cuyo intervalo de edades va de los 6 a los 14 años, el 88.45% de la población asiste a la escuela, porcentaje inferior a la media nacional, que es del 92.1%. En este rubro Michoacán ocupa el lugar número 31 entre las 32 entidades federativas, solamente por arriba de Chiapas.
- En cuanto a la eficiencia terminal en la educación primaria, para las mujeres michoacanas es de 82.6%, frente al 85.6% que se tiene al nivel nacional. Para los hombres es de 78.1%, contra el 84.2% de todo el país. En el ámbito de la educación bilingüe destaca como un problema central la muy baja eficiencia terminal: 29%.
- A través de los cursos impartidos por instructores comunitarios del CONAFE, se atiende a 12 992 niños de comunidades rurales marginadas, de difícil acceso, y con una población demandante del servicio que tiene de 4 a 29 alumnos por comunidad; la eficiencia terminal es del 25% por nivel, de los tres que comprende este tipo de servicio.
- En la educación secundaria, sólo el 83.31% de los demandantes del servicio fueron atendidos. El porcentaje de eficiencia terminal en secundaria es de 68.5% para las mujeres, frente a un 78.1% al nivel nacional. En este rubro, Michoacán ocupa el lugar 30 entre las 32 entidades federativas. Con respecto a los hombres, la eficiencia terminal es del 60%, frente al 69.9% del promedio nacional; con ello, nuestra entidad ocupa el lugar 31 de la República.
- A la secundaria no se incorpora aproximadamente el 40% de los egresados de primaria bilingüe (10% de la región Purhépecha y el 30% de los otros grupos: mazahua, náhua y otomí). Esto se debe en buena medida a que el niño (hombre o mujer) se incorpora desde temprana edad a las actividades productivas para apoyar al sustento del núcleo familiar o, en el peor de los casos, por la lejanía del servicio, lo que se aprecia más entre los mazahuas del oriente y los náhuas de la región Costa del Estado.
- El 13.6% de la población de 15 años o más no tiene acceso a la educación formal, frente al 8.8% del promedio nacional; el 51.5% de esta misma población no logró terminar su educación básica, contra el 43.7% del promedio nacional; y el porcentaje de rezago educativo, 65.1%, es mayor que el promedio nacional, que es de 52.5%. A lo anterior habría que añadir el problema de que mientras en las áreas rurales el analfabetismo tiende a aumentar, en las urbanas (donde este fenómeno ha disminuido) existe una tendencia al crecimiento de la deserción escolar.
- Otro de los factores que influyen en la crítica situación educativa que prevalece en el Estado es el pobre equipamiento y la deficiente infraestructura escolar. Existen escuelas con edificios inadecuados que funcionan en condiciones precarias, mientras que en materia de equipamiento tecnológico educativo (herramientas metodológicas de los docentes) existe actualmente un rezago muy notorio.

8.4 La incorporación de la educación ambiental en los planes y programas escolares

8.4.1 Educación preescolar

En el Programa de Educación Preescolar de 1992 se considera prioritario “el respeto a las necesidades e intereses de los niños, así como a su capacidad de expresión y juego, favoreciendo su proceso de socialización”. En este contexto, uno de los cinco objetivos del programa es el que establece que el niño debe desarrollar “formas sensibles de relación con la naturaleza que lo preparen

Cuadro 8.3 Problemas ambientales que se abordan en los libros de texto de educación primaria en México.

Ciencias naturales: contaminación de aire, agua y suelo; tala, erosión y sobrepastoreo; contaminación por desechos fabriles; contaminación por aguas residuales; contaminación por ruido; extinción de plantas y animales.

Geografía: contaminación del agua en la comunidad; problemas ambientales en el campo y la ciudad; deterioro ambiental y su ubicación en la entidad; principales fuentes de deterioro de los recursos naturales al nivel nacional; problemas del medio ambiente provocados por las actividades humanas; principales problemas mundiales del ambiente.

Historia: no se encontró ninguna referencia explícita a la dimensión ambiental, lo que representa un vacío significativo, ya que dentro de los propósitos de dicha asignatura se plantea que el alumno reconozca la influencia del medio ambiente sobre las posibilidades del desarrollo humano, la capacidad de la acción humana para aprovechar y transformar el medio natural, así como las consecuencias que tiene una relación irreflexiva y destructiva de la sociedad con el medio que la rodea.

Cuadro 8.4 Problemas ambientales que se abordan en algunas asignaturas de educación secundaria en México.

Asignaturas	Problemas
Química, Biología, Historia y Geografía	Pérdida de biodiversidad y extinción de especies; abuso en la explotación de recursos naturales, tala inmoderada y sobrepastoreo; contaminación del agua y de la atmósfera en general; contaminación en aguas mexicanas; problemas de urbanismo; enfermedades infecciosas más comunes para el humano.

para el cuidado de la vida en sus diversas manifestaciones”. Se plantea la utilización del *método por proyectos* como estructura operativa del programa, con el fin de responder al principio de globalización, y partir de fuentes de experiencias del niño, que aportan elementos significativos relacionados con su medio natural y social. El programa sugiere organizar el aula por áreas, una de las cuales es la de la naturaleza como sitio para incorporar experiencias que familiaricen al niño con los elementos naturales, como las plantas y los animales; también se consideran los espacios exteriores, tales como el arenero, un espejo de agua, el lavadero, parcelas y hortalizas, corral, gallinero, espacio de la cocina, entre otros. A partir de lo anterior podemos concluir que coexisten dos concepciones sobre el medio ambiente: la primera hace referencia a la naturaleza como un conjunto de elementos vivos, sin ignorar los abióticos, y que los niños deben apreciar, respetar y conservar a través del desarrollo de hábitos adecuados; y la segunda, que tiene que ver con la idea de *medio ambiente* entendido como problema, de tal forma que la contaminación, la deforestación, la erosión y el uso excesivo de los recursos naturales se convierten en temas para desarrollar algún proyecto.

8.4.2 Educación primaria

A partir del análisis de los planes y programas de estudio en la educación primaria, se desprende la consideración de que la naturaleza no es una fuente inagotable de recursos; sin embargo, existe cierta incongruencia al desarrollarse los contenidos específicos sobre el ambiente, pues el enfoque enfatiza más la clasificación, la caracterización y el funcionamiento por separado de los seres vivos, que un *análisis sistémico* de las relaciones dinámicas entre éstos (cuadro 8.3). En ninguna de las materias se hace referencia explícita a la necesidad de establecer responsabilidades diferenciadas sobre el deterioro ambiental; es decir, no se explican los diferentes niveles de participación en el agotamiento de la naturaleza de la región, del país y del planeta. Cabe apuntar que

Cuadro 8.5 Instituciones de educación media superior que ofrecen materias o bachilleratos enfocados a las ciencias biológicas y ambientales.

Institución	Bachilleratos	Materias con enfoque ambiental
CEB-Centro de Estudios de Bachillerato	Químico-Biológico, Administrativo-Social Pedagógico	Biología I y II, incluyendo Ecología y Medio Ambiente (tronco común)
CECYTEM-Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Michoacán	Bachillerato bivalente	Dos cursos de Biología para las especialidades del área químico-biológica, y sólo un curso para el resto de las especialidades
COBAEM-Colegio de Bachilleres del Estado de Michoacán	Biología I y II (tronco común)	Temas Selectos de Biología I y II (grupo de Químico-Biológico en fase propedéutica)
CONALEP-Colegio de Educación Profesional Técnica del Estado de Michoacán	Biología	
DGTA-Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria	Técnico-Agropecuario	Biología I, II y III Recursos Naturales
CETIS-Centro de Estudios Tecnológicos Industrial y de Servicios	Bachillerato bivalente	Biología
UMSNH-Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo	Ciencias Químico-Biológicas	Ecología y Biología General (tronco común) Biología Superior I y II

precisamente en este nivel de la educación primaria se ubica el esfuerzo realizado por la SEDUE para diseñar y publicar una Cartilla Ambiental destinada a ser utilizada en todo el Estado.

Cabe destacar que a partir del año 2003 la Secretaría de Educación en el Estado ha puesto en marcha un proyecto con el que se dotará a cada grado del nivel básico de un libro de texto sobre el medio ambiente, y la correspondiente guía para el maestro, lo que constituye un esfuerzo pionero en el país, y muy probablemente sea el esfuerzo de educación ambiental más relevante en el citado nivel en el ámbito nacional (ver recuadro 8.2).

8.4.3 Educación secundaria

Dentro de los objetivos generales del programa para educación secundaria se encuentran referencias explícitas sobre la valoración del medio ambiente, su protección y la relación responsable y previsoras que deben asumir los humanos. Este enfoque se ubica en las asignaturas Biología, Geografía y Cívica (cuadro 8.4). Sin embargo, dentro de las materias Biología I y II, Física y Química, los contenidos no presentan explícitamente factores de tipo social, y se encuentran ausentes temas importantes para comprender los aspectos del medio y su problemática. Predomina una visión parcial, limitada al contenido que maneja cada ciencia, y que parece abrigar una solución técnica a los problemas ambientales. Se puede

observar que la preocupación sobre las cuestiones ambientales está presente en algunas materias, con el acierto de pretender hacer un análisis histórico de las transformaciones del medio provocadas por la actividad humana en la naturaleza.

Estos problemas en algunos casos son tratados de manera parcial, ya que no son ubicados en el contexto social e histórico. En otros casos, las acciones propuestas para atender el problema se refieren a soluciones tecnológicas, como el reciclaje, por ejemplo. En la educación secundaria, los programas están enfocados al fomento del interés por la tecnología y el estímulo a la reflexión sobre sus modalidades, la racionalidad de su utilización y sus ventajas, pero también los riesgos que implica cuando no se le emplea adecuadamente. Este enfoque aspira a crear una experiencia educativa que aliente la posterior dedicación al estudio de los campos técnicos, y una actitud abierta y analítica hacia los usos de la tecnología.

8.4.4 Educación media superior

La educación media superior ocupa un lugar sumamente importante dentro del sistema educativo formal por su función principal de ampliar, en unos casos, y profundizar o especializar, en otros, los conocimientos adquiridos a lo largo de los nueve años que comprende la educación básica. Este nivel de

Cuadro 8.6 Enfoques predominantes sobre la dimensión ambiental en los planes de estudio de las instituciones de educación media superior en Michoacán.

Conservacionista: su énfasis está en conservar los ambientes y las especies, sin tomar en cuenta las necesidades y condiciones sociales, económicas y culturales de las poblaciones humana; restringe la acción del hombre sobre la naturaleza, dejando de lado el hecho de que los grupos humanos requieren interactuar con los sistemas naturales para satisfacer sus necesidades.

Ecologista: asume que el énfasis de la educación ambiental debe estar en transmitir el conocimiento de la ecología y la biología, con el argumento de que una mayor información redundará en un cambio en las actitudes que los individuos tienen con respecto a la naturaleza; los valores que se promueven desde esta visión son los de respeto y contemplación de la naturaleza, y prácticamente no incorpora en sus consideraciones las dimensiones sociales y económicas de la problemática ambiental.

estudios posee un carácter terminal y también propedéutico, con una duración académica de tres años. Su población escolar está compuesta por jóvenes con edades entre los 15 y 18 años. Existe una amplia variedad de ofertas en este nivel; algunas de las que destacan se resumen en el cuadro 8.5.

Habría que agregar la variada oferta de escuelas preparatorias de carácter privado, cuyo peso o atención a la dimensión ambiental es muy divergente. Después de analizados los planes de estudio de las instituciones mencionadas, se pudo apreciar que existen dos enfoques predominantes sobre la dimensión ambiental, los cuales tienden a darle prioridad a lo biológico sobre lo social (cuadro 8.6).

8.4.5 Educación superior

Como hipótesis inicial, consideramos que las tendencias observadas en el país corresponden a la evolución de la educación ambiental en los IES de Michoacán. La formación y la capacitación ambiental en las universidades e instituciones de educación superior son parte fundamental en la oferta de la educación ambiental. Se ha señalado que a los centros educativos de niveles superiores les compete *"realizar el trabajo de producción teórica orientado hacia la elaboración de nuevos saberes y paradigmas ambientales del conocimiento, así como a nuevos métodos interdisciplinarios de investigación, los cuales llevarían a transformar los conocimientos y contenidos curriculares que se imparten en la formación profesional"* (Leff, 1992). Asimismo, se les atribuye la función de sensibilizar e inducir nuevos valores y actitudes inspirados en un sentido de responsabilidad hacia la protección y el mejoramiento ambiental (Ávila, 1999).

La reflexión sobre la relación entre los IES y la educación ambiental se ha planteado en torno a distintos ejes: la visión de un mundo en crisis y sus perspectivas de solución; la dirección de los IES ante el desarrollo sustentable; los límites y alcances del conocimiento científico en la construcción de la sustentabilidad; las estrategias de *ambientalización* de los planes y programas de estudio; la profesionalización de los educadores ambientales, y la relación de la universidad con su contexto para colaborar en los cambios socioambientales.

8.5 Modalidad no formal

La situación actual de la entidad aún está lejos de crear las condiciones sociales y ecológicas que exige la sustentabilidad. La incertidumbre general y el desinterés en amplios sectores de la sociedad han favorecido poco la participación ciudadana organizada en la construcción del desarrollo sustentable; esta incertidumbre se ve incrementada ante la falta de continuidad y coherencia de las políticas gubernamentales y ante los recortes de presupuesto a los programas de carácter social. Frente a ello se ha incrementado la cantidad de personas jóvenes y adultas carentes de oportunidades de acceso a los programas de educación. En este contexto, a la modalidad no formal de la educación se le han venido atribuyendo, desde hace décadas, amplias posibilidades de corregir la enorme desigualdad en los niveles de escolaridad que caracteriza a la sociedad actual. La educación ambiental asume la importancia de esta modalidad.

Hay centros académicos de investigación o de educación superior que desarrollan proyectos vinculados, en mayor o menor medida, a la educación ambiental no formal. El gobierno, en sus niveles federal, estatal, municipal y local, es el principal sector que toma decisiones sobre las cuestiones ambientales y que influye determinadamente en las que toman los demás actores. Para esto último, monta sistemas de educación no formal que contribuyen a que tales decisiones sean hechas con conocimiento de causa. También existen otras instancias gubernamentales que contemplan actividades vinculadas, con mayor o menor intensidad, con la educación ambiental, aunque no sea ésta una línea institucional estratégica (cuadro 8.7).

Los institutos de educación superior ofrecen, en la mayoría de los casos, programas de vinculación con la sociedad. Entre ellos existen proyectos que caben en la educación ambiental no formal. Por ejemplo, la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo realiza anualmente, desde 1993, el "Tianguis de la ciencia", el cual ha venido evolucionando hasta presentar en la actualidad actividades con un marcado contenido ambiental. Cabe destacar que las obras de teatro, los videos, la reforestación, la producción de pinturas alusivas y otros medios de difusión son diseñados y realizados gracias al trabajo creativo de profesores y estudiantes de diversas facultades. Si bien se identifican debilidades pedagógicas en algunos de estos esfuerzos, resulta alentador el espacio que ha ganado la temática ambiental en el referido "tianguis".

En 1982 la Escuela de Biología, a través del Laboratorio de Acuicultura, estableció el Programa de Protección a la Tortuga Marina, con el que se iniciaron las actividades educativas no formales dirigidas tanto a la población de las comunidades establecidas en los sitios de desove de cuatro especies de tortugas, como a los visitantes a los campamentos. Estas acciones han estado enfocadas principalmente a la sensibilización de las personas con respecto a la situación crítica que atraviesan dichas especies, y de manera complementaria se abordan temas como el tráfico de fauna, la deforestación, el deterioro de los ecosistemas, la extinción de especies, entre otros. Dentro de la misma dependencia, pero ahora bajo el reconocimiento de Facultad, el Laboratorio de Investigación en Ornitología inició en 1994 el programa de educación ambiental no formal "Aves sin fronteras", con el objetivo central de crear e incrementar en los niños de educación básica el interés en la conservación de las poblaciones de aves migratorias y sus ambientes naturales.

Por otro lado, las *organizaciones sociales o de base* realizan acciones educativas que sin duda inciden de manera directa en la protección de los recursos naturales de la entidad. También existen los *organismos civiles (no gubernamentales)*, que se vinculan de maneras muy distintas y con intensidades variables a los esfuerzos de educación ambiental (cuadro 8.8).

También entre los empresarios se han venido desarrollando esfuerzos por brindar servicios, muchas veces a sus propios empleados, que tienen relación con la educación ambiental no formal. Destaca la labor de la Asociación de Industriales de Michoacán A.C. (AIEMAC) y la COPARMEX (Confederación Patronal de la República Mexicana)–Michoacán.

En el Estado de Michoacán están registrados cuatro zoológicos: 1) Parque San Miguelito, en San Juan Nuevo Parangaricutiro; 2) Parque Zoológico de la Piedad; 3) Zoológico Amanecer, de Apatzingán; 4) Parque Zoológico Benito Juárez de Morelia (Fotos de las que se pueda). En la entidad existen pocos centros recreativos que estén prestando servicios de educación ambiental a sus usuarios y visitantes; aunque cuenta con este tipo de centros en muy diversas regiones, su contribución y su impacto educativo son de muy bajo perfil, lo que provoca que se desperdicien excelentes oportunidades para extender la denominada *alfabetización ambiental*.

Cuadro 8.7 Instituciones académicas y gubernamentales que realizan acciones de educación no formal en Michoacán.

Institutos de educación superior y de investigación

- Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo: Facultad de Biología, Museo de Historia Natural "Manuel Martínez Solórzano" e Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP)
- Centro Nacional de Producción Sostenible (CENAPROS/INIFAP)
- Centro Regional Universitario Centro Occidente (CRUCO)
- Universidad Autónoma de Chapingo
- Centro de Investigaciones en Ecosistemas, Universidad Nacional Autónoma de México (CIECO-UNAM) Campus Morelia
- Colegio de Posgraduados de la Universidad Autónoma de Chapingo
- Institutos Tecnológicos (Jiquilpan, Uruapan, Zamora, Lázaro Cárdenas, Zitácuaro, Morelia, Apatzingán)
- Instituto Tecnológico Agropecuario (ITA)
- Centro de Cooperación en Educación de Adultos para América Latina (CREFAL)

Instituciones gubernamentales a nivel estatal y federal

- Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente (SUMA)
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Delegación Michoacán (SEMARNAT/Michoacán)
- Secretaría de Agricultura y Ganadería
- Secretaría de Turismo
- Secretaría de Educación en el Estado
- Secretaría de Salud
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes
- Secretaría del Trabajo
- Protección Civil
- Derechos Humanos
- Instituto Michoacano de Cultura
- Instituto Nacional Indigenista
- Desarrollo Integral de la Familia (DIF)
- Comisión Forestal
- Consejo Estatal de Población (COESPO)
- Distintos Ayuntamientos en el Estado

Cuadro 8.8 Organizaciones sociales que realizan acciones de educación no formal en Michoacán.

Organizaciones sociales o de base

- Organización Ribereña contra la Contaminación de Lago de Pátzcuaro (ORCA)
- Comunidad Indígena Nuevo San Juan Parangaricutiro
- Sector pesquero de Lázaro Cárdenas
- Pescadores del Lago de Pátzcuaro
- Comuneros de Zirahuén
- Organización Nación Purhépecha
- Unión de Comuneros Emiliano Zapata
- Sociedad Cooperativa "Marku Anchecoren" de Paracho

Organismos civiles (no gubernamentales)

- Red de Educadores Ambientales de Michoacán
- Centro de Apoyo al Desarrollo de la Mujer Purhépecha "Uahri"
- La Piedad: Lerma Vivo y Grupo Pro-Ecología de La Piedad
- Morelia: Ecotonia, Ecomorelia, Centro Michoacano de Investigación y Formación "Vasco de Quiroga" (CEMIF), Ayuda Mutua, Universitarios por la Conservación de la Tortuga Marina, Jarhuajpera Kua, Onda Verde
- Pátzcuaro: Centro de Estudios Sociales y Ecológicos A.C. (CESE), Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada (GIRA), Programa de Aprovechamiento Integral de Recursos Naturales (PAIR)
- Sahuayo: Movimiento Ecologista Sahuayense, A.C. (MES)
- Tacámbaro: Comité de Ecología
- Uruapan: Centro de Educación Ambiental, Desarrollo Humano y Comunitario "Viva Natura", A.C., Patronato del Parque Nacional "Eduardo Ruiz"
- Zacapu: Centro de Ecología Integral de Zacapu, A. C.
- Zamora: Medio Ambiente Zamorano (MAZ), Tierra Viva
- Zitácuaro: Nukelo Langini, Frente Cívico de Zitácuaro, Movimiento Popular Independiente "Benito Juárez" de Zitácuaro

8.6 Comunicación e información ambiental

Dentro de la organización social actual, existen instituciones directamente involucradas en la generación de conocimientos, como son las instituciones académicas. La investigación que se realiza en universidades y centros de estudios constituye un elemento esencial que debe considerarse cuando se trabaja en la formulación de políticas ambientales o en el diseño de estrategias de manejo sustentable de los ecosistemas, sus recursos y sus servicios. No obstante, se debe aceptar también la importancia que tienen los sistemas tradicionales de conocimiento, desarrollados por diversos grupos humanos, sobre las interacciones de los seres vivos con el ambiente y que se transfieren de generación en generación a través de la cultura.

Del reconocimiento de que diversos sectores sociales participan en las decisiones que se toman sobre el destino de los ecosistemas, resulta evidente la importancia de contar con información socioambiental veraz, oportuna y relevante, que permita que estas decisiones se realicen con una base sólida de conocimientos tanto sobre los sectores sociales afectados por estas decisiones y sus interacciones, así como sobre la estructura, el funcionamiento y la dinámica de los sistemas naturales.

En el Estado de Michoacán es posible identificar a los actores sociales involucrados en generar, diseminar, comunicar y utilizar información socioambiental. Es necesario resaltar que esta división se hace considerando las principales funciones de cada actor, aunque se reconoce que algunos de ellos pueden impulsar paralelamente procesos de generación, diseminación-comunicación y utilización de información. A continuación se incluye una lista de actores sociales que están vinculados a procesos de comunicación e información ambientales en Michoacán, describiéndose cada uno de manera muy sucinta.

8.6.1 Instituciones académicas y de investigación que generan conocimiento

El Sistema de Ciencia y Tecnología del Estado de Michoacán (SICYTEM-CIDEM)

Desde 1985 existe el Centro de Investigación y Desarrollo del Estado de Michoacán (CIDEM), cuyos objetivos principales son coordinar, vincular, fomentar y fortalecer el desarrollo de la investigación científica,

tecnológica y humanística en el Estado. Su función se basa en el reconocimiento de la trascendencia social de la actividad científica para generar, acumular y aplicar conocimientos con el fin de impulsar el desarrollo estatal. Una de las líneas estratégicas del CIDEM ha sido la creación y el desarrollo del Sistema de Ciencia y Tecnología del Estado de Michoacán (SICYTEM) (cuadro 8.9). Con respecto al tema ambiental, en el CIDEM existió antes de 1997 un Departamento de Ecología a través del cual se realizaban esfuerzos encaminados a crear y consolidar una cultura ambiental en la ciudadanía mediante programas de educación. Se llevaron a cabo talleres y pláticas, y se elaboraron algunas publicaciones, como trípticos sobre temas ambientales, con el apoyo de la Red Nacional de Educadores Ambientales. Por otro lado, aprovechando la página semanal “Entorno Científico” en el periódico *La Voz de Michoacán*, el CIDEM contribuyó con la difusión de temas ambientales a través de inserciones de artículos sobre esta materia. Otro proyecto también manejado por el CIDEM fue el relacionado con el rescate ecológico del Lago de Cuitzeo, por medio del cual se promovieron acciones de reforestación con mezquite en la ribera del lago, a fin de evitar la erosión.

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH)

La UMSNH cuenta con un Departamento de Vinculación y Desarrollo Institucional, que se encarga de coordinar acciones de extensión y del establecimiento de convenios entre la universidad y diversos organismos sociales. Este departamento publica la revista *Vinculación* y a través de ella da a conocer el trabajo realizado en la universidad. A pesar de los esfuerzos realizados por este departamento, siguen siendo numerosas las necesidades de relación entre la sociedad y las diferentes dependencias universitarias. La vinculación también se organiza desde cada unidad académica. Dentro de la Universidad Michoacana existen varias facultades e institutos de investigación que trabajan temas relacionados con lo ambiental (cuadro 8.10).

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP)

La investigación gubernamental en las áreas agrícola, pecuaria y forestal se comenzó a realizar en el Estado de Michoacán desde hace alrededor de 40 años. El INIFAP,

Cuadro 8.9 Objetivos generales del Sistema de Ciencia y Tecnología del Estado de Michoacán.

- Apoyar los planes, programas y proyectos de investigación que tiendan a resolver la problemática del Estado, definidos en las líneas prioritarias de esta actividad
- Elaborar el Plan Estatal de Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología
- Fomentar la investigación científica dentro de las líneas prioritarias para el desarrollo del Estado
- Identificar la problemática de investigación en el Estado
- Promover la formación de recursos humanos de alto nivel en las instituciones que conforman el sistema
- Propiciar la difusión científica, tecnológica y humanística
- Registrar la investigación que se realiza en las instituciones y centros de investigación en el Estado
- Servir como órgano de vinculación entre las necesidades de investigación del Estado y las instituciones y centros que la realizan.

Cuadro 8.10 Facultades e institutos de investigación de la UMSNH que trabajan aspectos relacionados con el ambiente.

Dependencia	Investigadores	Áreas de investigación
Facultad de Biología	40	Microbiología, parasitología, edafología, entomología, herpetología, ornitología, mastozoología, botánica, biología acuática, educación ambiental
Facultad de Agrobiología	5	Sistemas productivos, suelo, agua, tecnología apropiada
Facultad de Ingeniería Civil	4	Ingeniería ambiental
Facultad de Ingeniería Química	4	Química ambiental, contaminación
Facultad de Economía	5	Economía ambiental, índices de sustentabilidad
Instituto de Investigaciones sobre Recursos Naturales	15	Ciencias de la Tierra, biología básica, botánica, zoología, ecología acuática, ecología marina y costera, acuacultura, gestión ambiental, educación ambiental
Instituto de Investigaciones Químico - Biológicas	5	Bioquímica, microbiología, genética
Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales	4	Investigación forestal, abonos orgánicos
Instituto de Investigaciones Metalúrgicas	5	Riesgos ambientales
Instituto de Investigaciones Históricas	3	El ambiente en la historia de las culturas
Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales	20	Ciencias de la Tierra, gestión ambiental, educación ambiental, acuacultura, limnología, botánica y zoología.

como una institución que conjunta las actividades agrícola, pecuaria y forestal, comenzó a trabajar en la entidad desde hace alrededor de 15 años. La función principal del instituto es realizar investigación y apoyar la transferencia de tecnología en sus áreas de competencia. El INIFAP está organizado en ocho direcciones regionales en el país, abarcando cada una entre cuatro y seis Estados. Michoacán pertenece a la Región Pacífico-Centro, que abarca los Estados de Nayarit, Colima, Jalisco y Michoacán, y su sede está en Guadalajara. Esta dirección regional tiene a su cargo alrededor de ocho centros experimentales, de los cuales tres están en Michoacán (Uruapan, Apatzingán y Morelia). Como parte del trabajo en el instituto, cada investigador produce comunicaciones para contribuir a la transferencia de tecnología. Existe un departamento encargado de apoyar las actividades de transferencia tecnológica, con investigadores-divulgadores y editores que apoyan la realización de productos, como folletos y manuales, para llevar a cabo estas labores.

Centro Nacional de Producción Sostenible (CENAPROS-INIFAP)

Además de las direcciones regionales y los centros experimentales, el INIFAP tiene seis centros nacionales de investigación (dos agrícolas, tres pecuarios y uno forestal). El Centro Nacional de Producción Sostenible, localizado en Morelia, es la institución del INIFAP cuya misión principal es generar conocimientos y tecnologías para la producción con un énfasis en la conservación de los recursos naturales, siendo el único con este enfoque dentro del instituto. Por lo tanto, el Estado cuenta con una institución importante cuyos resultados contemplan un impacto regional y nacional, y que además produce información y tecnología que pueden ser de gran relevancia para Michoacán. Las líneas de investigación de este centro son: 1) agricultura conservacionista; 2) manejo integrado de plagas y enfermedades; 3) manejo integrado de recursos naturales y manejo integrado de cuencas; 4) inductores de resistencia (ligada a estrategias de conservación de agua), entre otros aspectos.

El Colegio de Michoacán (ColMich)

Creado en 1979, el Colegio de Michoacán tiene como misión generar, transmitir y difundir el conocimiento histórico-social y humanístico; el fin último de este trabajo es contribuir al desarrollo integral, equitativo y sustentable de la nación. Se localiza en la ciudad de Zamora y posee otro foco de desarrollo académico en La Piedad. Aunque su ámbito de interés es nacional, los problemas y asuntos del Estado son considerados prioritarios. En relación con los temas

ambientales, y con base en la información disponible en internet, se detectaron 10 proyectos, de 65, vinculados directamente a dichos temas. Otros proyectos, no obstante, también poseen un interés para los trabajos tendientes a la formulación de políticas ambientales o para el diseño de estrategias sustentables de manejo de ecosistemas, ya que abordan distintos aspectos sobre la dinámica social que son la base para el entendimiento de la sociedad mexicana.

Centro Regional Universitario Centro Occidente (CRUCO), Universidad Autónoma de Chapingo

Como parte de los esfuerzos de vinculación de las actividades de la Universidad Autónoma de Chapingo con las comunidades rurales del país, en 1982 se estableció el CRUCO, que realiza trabajos de investigación en los Estados de Michoacán y Guanajuato. En la actualidad, este centro regional cuenta con 15 investigadores que llevan a cabo proyectos en tres áreas principalmente: agronomía; estudios de género, y aspectos relacionados con mercados y organización social. El interés principal es contribuir al desarrollo rural; la dimensión ambiental es un elemento considerado como esencial principalmente en los trabajos de corte agronómico. En esta área, la mayoría de las investigaciones surgen de demandas concretas de organizaciones de productores, ya sea a través de organismos municipales o de las mismas organizaciones sociales. Los procesos de construcción de alternativas de manejo agrícola, pecuario y forestal se llevan a cabo entre los propios investigadores y los usuarios de la información obtenida. Los mecanismos que se utilizan son cursos de capacitación, recorridos de campo y demostraciones. El CRUCO no realiza materiales de divulgación para productores, pero sí elabora materiales para públicos especializados, como son libros, folletos y videos.

Centro de Investigaciones en Ecosistemas, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) Campus Morelia

Como resultado de la política de descentralización de la UNAM, el Instituto de Ecología establece en 1996, en la ciudad de Morelia, el Departamento de Ecología de los Recursos Naturales (DERN), cuya principal misión es generar conocimiento científico de alta calidad para el adecuado ordenamiento, aprovechamiento, conservación y restauración de los ecosistemas de México, con la perspectiva de construir una sociedad sustentable; actualmente se le conoce como Centro de Investigaciones en Ecosistemas (CIECO). Sus tres funciones sustantivas son la investigación científica,

la formación de recursos humanos y la vinculación con la sociedad. La filosofía de trabajo del CIECO está basada en una concepción integrada de la práctica científica, en la que se reconoce la necesidad de estudiar, de manera conjunta, a los sistemas naturales, a los actores sociales y a los medios técnicos y culturales que éstos utilizan para aprovechar dichos sistemas. Aunque el ámbito de trabajo del CIECO es nacional, se registran alrededor de 30 estudios llevados a cabo en Michoacán. No obstante, las líneas de investigación de sus 20 investigadores y 8 técnicos académicos constituyen un acervo potencial y una experiencia útil para la promoción de un desarrollo social acorde con las características y el funcionamiento de los sistemas naturales que son su principal base. Dentro de su estructura, el CIECO cuenta con una Coordinación de Vinculación, cuya función es establecer y fortalecer interacciones entre los grupos de investigación y aquellos sectores sociales involucrados o interesados en el manejo de los ecosistemas y sus recursos. El DERN sólo cuenta con una página de internet donde describe en términos generales su trabajo, pero todavía no produce publicaciones u otros productos de comunicación que le permitan cumplir cabalmente con su misión.

8.6.2 Instituciones y organizaciones que diseminan-comunican, reciben y utilizan conocimiento

En esta sección se agrupan aquellas instancias involucradas en la toma de decisiones sobre los ecosistemas, sus recursos, los servicios ambientales que brindan, y sobre su gestión. En cada una de ellas se reconocen procesos de generación, transferencia, intercambio, recepción y utilización de información socioambiental, siendo esta última la más relevante, ya que constituye la puesta en práctica de los contenidos existentes en un sistema de información.

El gobierno en sus diferentes niveles, federal, estatal, municipal y local, es quizás el principal sector que toma decisiones sobre las cuestiones ambientales o que influye determinantemente en la toma de decisiones de los demás sectores.

Instituciones gubernamentales

Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE)²

Esta dependencia utiliza en su trabajo información proveniente de instituciones académicas, información documental de otras dependencias de gobierno, y de

los mismos prestadores de servicios. Al interior de la SEDUE se llevan a cabo trabajos de acopio de información dependiendo de los problemas que se estén atendiendo. La secretaría tiene una biblioteca cuyo acervo también constituye una fuente importante de información. La SEDUE no posee un medio de comunicación social propio pero utiliza a los medios masivos de comunicación para difundir sus proyectos y acciones. Además de colaboraciones en el periódico *La Voz de Michoacán*, la secretaría ha difundido información en todos los medios de comunicación locales, prensa, radio y televisión.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Delegación Michoacán (SEMARNAT-Michoacán)

Para las acciones que realiza, la SEMARNAT utiliza como principal fuente la información generada en la propia secretaría, la proveniente de instituciones académicas y otras instancias gubernamentales como la CONABIO y la CONAPO, así como las consultas específicas con expertos. Se enfatizó como fuente de información la utilización de la ley y las normas oficiales como elementos determinantes en la toma de decisiones. Se reconoció que existen proyectos de colaboración con instituciones académicas como la Universidad Michoacana y la UNAM, y con organizaciones no gubernamentales como Ecomorelia, CESE, GIRA, la Asociación de Industriales, el Consejo para el Desarrollo Sustentable región III y el Consejo Estatal de Ecología. En cuanto a la comunicación con la sociedad en general, la delegación tiene una página en Internet, que constituye un vehículo a través del cual la ciudadanía puede consultar aspectos relacionados con la legislación ambiental y sobre la obtención de permisos y trámites que realiza la institución. Asimismo, se realizan eventos como talleres y cursos con diferentes sectores sociales a lo largo del año, como una forma de intercambiar puntos de vista e información entre el gobierno y la sociedad.

Municipio de Morelia

El municipio de Morelia cuenta con un Sistema Municipal de Información Ambiental. Su principal función es difundir información sobre temas ambientales que puedan ser de interés para la ciudadanía, a la vez que se promueve la participación social en actividades de cuidado del ambiente. Asimismo, este sistema de información cuenta con una base documental sobre las dependencias, instituciones y ONG que trabajan en el campo de lo ambiental, y sobre sus experiencias y avances, de tal forma que se facilita la vinculación entre las instancias

² En la administración del gobernador Lázaro Cárdenas Batel se convirtió en SUMA, Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente.

gubernamentales de decisión, el sector académico, el empresarial y las ONG. El Sistema Municipal de Información Ambiental contempla además un acervo bibliográfico y documental, así como una página en internet con información sobre la situación ambiental del municipio de Morelia, sobre recursos naturales, aire, agua, suelo, la "Agenda 21 del Municipio de Morelia", así como leyes y reglamentos aplicables en materia ambiental. También incluye información relativa a los requisitos para la obtención del *Dictamen de Protección al Ambiente* de los giros comerciales y de servicios que requieren obtener o renovar su licencia municipal. Además existen directorios e información sobre las tenencias y comunidades del municipio, sobre gestión ambiental municipal, y un marco ambiental global. La página de internet se encuentra dentro de la página del ayuntamiento de Morelia en la dirección electrónica www.morelia.gob.mx.

Organizaciones de productores

Los productores rurales, como son los agricultores, ganaderos, trabajadores forestales y pescadores, constituyen un sector social que depende directamente del manejo de los ecosistemas, sus recursos y los servicios brindados por éstos. Las decisiones que toman con respecto a los ambientes y recursos no sólo inciden sobre sus propias formas de vida, sino también sobre las funciones y procesos que permiten la reproducción y el mantenimiento de los sistemas naturales. En términos del Sistema de Información Socioambiental aquí propuesto, constituyen un sector muy importante que debe ser considerado como usuario clave. Sus requerimientos y demandas de información deben ser tomados en cuenta para el funcionamiento efectivo del sistema y para cumplir con las metas del desarrollo sustentable.

Actualmente, diversas organizaciones de productores agrícolas, ganaderos, forestales y de pescadores en México manejan y promueven formas de producción que consideran aspectos de conservación ambiental. En Michoacán existen experiencias que fueron pioneras en este sentido, como es el caso de la Organización Ribereña contra la Contaminación de Lago de Pátzcuaro, que desde 1981 lleva a cabo proyectos importantes de protección y restauración de cuencas ecológicas y que ha generado una toma de conciencia ambiental y de participación social en comunidades campesinas, tanto local como regional y nacional.

Otra experiencia interesante en el Estado es la realizada en la Comunidad Indígena Nuevo San Juan Parangaricutiro. Esta comunidad posee una empresa forestal comunitaria de éxito reconocido nacional e internacionalmente. Un aspecto interesante del trabajo

de manejo forestal integral llevado a cabo por esta organización es su capacidad para interactuar con sectores sociales, como las instituciones de investigación, demandándoles la generación de información precisa que les sirva para llevar a cabo proyectos de ordenamiento, aprovechamiento y conservación de sus bosques. En este sentido, existe la experiencia documentada de los trabajos realizados con la UNAM Campus Morelia.

El sector pesquero de Lázaro Cárdenas, los pescadores del Lago de Pátzcuaro con sus dos organizaciones regionales (Unión de Uniones de Pescadores y Unión Regional de Pescadores), y los comuneros de Zirahuén, las tres organizaciones denominadas Nación Purhépecha, la Unión de Comuneros Emiliano Zapata, la Sociedad Cooperativa "Marka Anchecoren" de Paracho, y sin duda decenas de grupos de productores, tienen todas preocupaciones que se relacionan con la necesidad de elevar los niveles de comprensión de sus integrantes en materia ambiental, y constituyen grupos clave como fuentes y usuarios de información socioambiental. Es evidente, no obstante, dada la escasa información que existe al respecto, que resulta impostergable conocer con detalle el número y perfil de organizaciones de productores en el Estado, y a partir de ello identificar sus acciones a favor del ambiente y registrar sus experiencias en cuanto al desarrollo de mecanismos de comunicación y utilización de información socioambiental.

Organismos civiles

(organizaciones no gubernamentales)

En la actualidad, las organizaciones no gubernamentales, mejor denominadas organismos civiles, constituyen un sector social importante en la gestión ambiental por sus aportaciones al trabajo de conservación ecológica y desarrollo comunitario. Se estima, sin embargo, que resulta muy bajo el número de organismos civiles activos de manera permanente en el Estado. Entre éstos destacan por su trayectoria los siguientes:

Red de Educadores Ambientales de Michoacán

Esta red le da cobertura a diversas actividades impulsadas por personas comprometidas con la educación ambiental en el Estado. Con su apoyo se llevan a cabo acciones de formación, producción de materiales educativos, organización de eventos, ejecución de estudios y asesorías. Aunque de reciente creación, se ofrece como un importante espacio para ir ampliando la extensión de la educación ambiental en el Estado, y como una instancia que puede intensificar la comunicación y el intercambio entre los educadores ambientales.

Centro de Estudios Sociales y Ecológicos A. C. (CESE, A. C. Pátzcuaro)

El CESE nació formalmente en 1983, en un momento histórico cuando se empezaba a advertir con más fuerza el desarrollo de un movimiento social latinoamericano, portador de importantes conceptos y propuestas para impulsar cambios a favor tanto de los grupos más desfavorecidos de la sociedad, como de la protección de los recursos naturales de nuestros países. Las raíces del CESE están ligadas a la lucha que se dio en los años 1980-1981 contra la instalación de un Centro de Investigación en Reactores Nucleares en la comunidad indígena de Santa Fe de la Laguna, ubicada en la ribera del Lago de Pátzcuaro.

Su misión institucional es contribuir al impulso de un proceso de desarrollo regional sustentable, a partir de: 1) el fortalecimiento de sujetos sociales estratégicos; 2) el diseño y desarrollo de una estrategia para que la sociedad civil regional, fundamentalmente los sectores populares, tengan una mayor injerencia en la formulación de políticas públicas; 3) el desarrollo de un programa de educación ambiental; 4) la realización de estudios e investigaciones técnicas y sociales que contribuyan a dar respuestas específicas a problemas regionales. En los últimos años se ha puesto especial atención a la educación, al desarrollar acciones en el marco de una Estrategia de Educación Ambiental para la Cuenca de Pátzcuaro, impulsada por el CESE.

Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada (GIRA Pátzcuaro)

Se creó en 1985 y sus principales objetivos son investigar, desarrollar y difundir tecnología apropiada para el uso eficiente, social y ecológicamente armónico de los recursos naturales del sector rural; desarrollar esquemas de eco-producción basados en el uso económico y ambientalmente sustentable de los recursos naturales locales; servir como un centro de información, demostración, capacitación y asesoría; e intercambiar, coordinar y difundir experiencias con instituciones, grupos y personas afines. Su ámbito principal de acción es la región purépecha aunque también existe interés de colaboración nacional e internacional. Cuenta con investigadores y profesionales de las áreas de agronomía, biología, ecología, física, educación y diseño gráfico.

PAIR (Programa de Aprovechamiento Integral de Recursos Naturales, Pátzcuaro)

Organismo civil que tiene como una de sus funciones centrales la realización de investigaciones técnicas y sociales vinculadas al medio ambiente. Realiza trabajo en la región de la Meseta Purhépecha, en la línea de la promoción social y la educación.

Ecotonia (Morelia)

Un grupo de profesionistas de áreas como biología, diseño gráfico, arquitectura, medicina y educación ambiental crearon esta organización en 1990, con la idea de contribuir desde el ámbito de la sociedad civil a la conservación ambiental. Ecotonia ha estado involucrada en trabajos relacionados con la protección de tortugas marinas en la costa de Michoacán. En 1997, publicaron la *Estrategia para la conservación de las tortugas marinas en Michoacán*, que intenta servir de guía de carácter práctico sobre las políticas a adoptar y las acciones a emprender para lograr la recuperación de las poblaciones de tortugas marinas. Otras actividades llevadas a cabo por este grupo incluyen la edición de publicaciones y la participación durante cuatro años en un programa de radio en el Sistema Michoacano de Radio.

Ecomorelia (Morelia)

Se creó en 1986 por un grupo de profesionistas preocupados por las cuestiones ambientales de la ciudad de Morelia e interesados en contribuir a través de la participación ciudadana. Han trabajado en aspectos relacionados con el manejo de residuos y la búsqueda de formas alternativas de energía. Han producido publicaciones, como libros, folletos, carteles y guías, para la toma de conciencia y sobre acciones que los ciudadanos pueden llevar a cabo (FOTOS).

Centro de Educación Ambiental, Desarrollo Humano y Comunitario "Viva Natura", A. C. (Uruapan)

Producto de un largo proceso de gestación, "Viva Natura" (VN) nació en Uruapan en 1983; opera sus proyectos con todas las formas de financiamiento posible: personal, privado, del gobierno y de agencias extranjeras. Las acciones de VN se fundamentan en las concepciones teóricas del desarrollo sostenible, los principios de la permacultura y en general del desarrollo humano. Las líneas de trabajo de VN son gestión, capacitación, organización, investigación y sistematización. Entre sus principales actividades están la capacitación y la movilización ciudadana para enfrentar proyectos o acciones que afectan negativamente a la comunidad. "Vida Natura" ha impulsado acciones para resolver problemas de deforestación y cambios de uso del suelo, de contaminación por desechos urbanos e industriales, y de contaminación del agua, suelo y aire.

Patronato del Parque Nacional Barranca de Cupatitzio (Uruapan)

Este patronato es una institución civil, creada por decreto presidencial, ligada al ayuntamiento municipal de Uruapan en funciones. Los objetivos centrales del

patronato han sido conservar, rehabilitar y dar mantenimiento a esta importante área verde de la ciudad, que al paso de los años, por su invaluable belleza natural, se ha convertido en un atractivo imprescindible del turismo estatal, nacional e internacional. Una de las líneas que ha impulsado con mayor fuerza en los últimos años es justamente la educación ambiental.

Ayuda Mutua, A. C.

Organismo civil de amplia trayectoria en el apoyo a sectores populares. Trabaja en comunidades de la cuenca de Pátzcuaro, y en otras regiones del Estado, con programas de educación ambiental, capacitación, investigación participativa, alfabetización y recuperación cultural.

Movimiento Ecologista Sahuayense, A. C. (MES)

El MES surgió en 1993, formado por un grupo de ciudadanos, la mayoría médicos de profesión, conscientes de la necesidad de participar para resolver los problemas de tipo ambiental que se estaban presentando en su municipio. El MES está integrado por 20 miembros y se sostiene con recursos propios, pero no tiene infraestructura institucional. La participación del MES se ha dado alrededor de la organización de campañas educativas y acciones de limpieza municipal y de reforestación, dentro de las líneas de acción de gestión y organización. El desarrollo sustentable es la concepción teórica que fundamenta su trabajo.

Medio Ambiente Zamorano (MAZ)

Es una asociación civil que tiene como objetivo promover el aprovechamiento racional de la naturaleza en la región delimitada por la cuenca hidrológica del río Duero. Sus integrantes no persiguen fines lucrativos, ni pertenecen a partido político alguno; se pronuncian a favor de regenerar lo destruido y conservar la riqueza ecológica. Integran el MAZ un grupo de profesionistas, algunos de los cuales forman parte del cuerpo docente y de investigación de El Colegio de Michoacán. Su vida institucional ha estado más bien marcada por el ritmo de las acciones que han tenido que emprender en la defensa del medio ambiente.

La preparación y la capacidad intelectual de los integrantes del MAZ, así como su acceso a los medios, les ha facilitado contribuir a crear una opinión pública favorable a sus actividades de defensa del medio ambiente, y les ha permitido ejercer influencia al nivel municipal en aspectos relacionados con la ecología. Uno de sus logros ha sido el

haber participado en la discusión y final constitución del Comité Municipal de Ecología, del cual han formado parte varios de sus miembros.

Iniciativa privada

La Asociación de Industriales de Michoacán A.C. (AIEMAC) está compuesta actualmente por 63 empresas de diversos giros industriales, desde la micro hasta la gran empresa, que dan empleo directo a 16 300 personas. Existen en este gremio empresas de jurisdicción federal y de competencia estatal o local para la verificación de cuestiones de impacto y riesgo ambiental, aprovechamiento de agua, aguas residuales, residuos peligrosos y no peligrosos, etc. En términos de verificación del cumplimiento de las disposiciones para prevención y control de la contaminación atmosférica, por ejemplo, sólo 22 empresas son de jurisdicción federal. La AIEMAC cuenta con un Comité de Medio Ambiente, Seguridad e Higiene, en el que pueden participar representantes de todas las empresas asociadas y cuyos objetivos principales son difundir y promover el cumplimiento de las disposiciones ambientales emitidas por cualquier dependencia o autoridad en la materia. Este comité se reúne mensualmente y trabaja a través de circulares entre los miembros y organizando pláticas, conferencias o eventos con autoridades ambientales y expertos en diversos temas de interés para las empresas.

La COPARMEX-(Confederación Patronal de la República Mexicana)-Michoacán es una agrupación estatal que aunque afiliada a COPARMEX nacional, funciona con completa autonomía. Agrupa a las principales micro-empresas y tiene delegaciones en las ciudades de Morelia, Ciudad Hidalgo, La Piedad, Zacapu y Zitácuaro. En Morelia están asociadas alrededor de 300 empresas. Tanto la COPARMEX nacional como la estatal tienen su Comisión de Ecología, que se encarga de promover acciones a favor del ambiente. Aunque en el Estado los empresarios afiliados muestran poco interés en estas cuestiones, la Comisión de Ecología participa continuamente en eventos, como foros y cursos, sobre cuestiones ambientales.

8.6.3 Instituciones y organizaciones encargadas de diseminar/comunicar información (transformar, transferir, intercambiar)

Los medios masivos de comunicación (prensa, radio, televisión, cine e internet) constituyen los principales

sectores sociales cuya actividad central es difundir y comunicar información. La función de los medios masivos se concibe en tres aspectos:

- 1) Como difusores de información hacia diferentes sectores de la sociedad;
- 2) Como actores sociales que influyen marcadamente en la toma de decisiones políticas, ya que a través de ellos los gobiernos brindan y reciben información, opiniones y posturas sobre temas de relevancia social;
- 3) Como posibles promotores de una conciencia ambiental, desempeñando un papel de tipo educativo y de promoción cultural.

Radio y televisión

Tras revisar la producción de radio y televisión en cuanto a temas ambientales, se encuentra que es muy poca la información que se transmite. Según las propias emisoras, de las cuatro televisoras que hay en el Estado sólo una, el Sistema Michoacano de Radio y Televisión, transmite información ambiental, a través del programa "SOS". Este programa también tiene su versión radiofónica, y en ambos se tratan cuestiones relacionadas con la atención y el cuidado del medio ambiente. Además de éste, en radio se registran otros dos programas de corte ambiental: "Nuestro Planeta" del Sistema Michoacano de Radio y Televisión, y "Espacio Naturaleza" de Radio Nicolaita.

El objetivo principal de estos programas es informar a la sociedad sobre temas ambientales, enfatizando el papel de los ciudadanos en el cuidado del medio ambiente. En todos los casos se trata de dar información de manera coloquial, en un lenguaje sencillo y dinámico. Se utilizan entrevistas cortas, y en algunos casos se apoya su realización con visitas a sitios de interés desde donde se pueda ilustrar de mejor manera los temas tratados.

En ninguno de los medios mencionados existen reporteros o comunicadores especializados en temas ambientales. Generalmente, el titular de cada programa se encarga de buscar y seleccionar la información que va a manejar. Las fuentes utilizadas actualmente son internet y la información obtenida de instituciones como la UMSNH, la UNAM, el Museo de Historia Natural, el Colegio de Veterinarios, entre otras.

La Voz de Michoacán

Este periódico tiene un reportero asignado a las cuestiones ambientales, quien entrega dos notas diarias.

Los principales temas que aborda están relacionados con la contaminación, la emisión de gases, la tala clandestina y la reforestación. Por lo general, el reportero identifica un problema y sus posibles soluciones. Utiliza como principales fuentes de información a las secretarías e instituciones que manejan el tema ambiental; los tratamientos, por lo tanto, tienen un corte institucional. El reportero que cubre la fuente ambiental no está especializado en estos temas, aunque se afirma que siempre realiza una investigación previa a la realización de la nota ambiental.

El Sol de Morelia

En este diario son varios los reporteros que cubren las noticias ambientales. Los temas principales que se abordan son la contaminación y la deforestación. De acuerdo con la jefatura de información, cuando se genera una nota de tipo ambiental se busca darle un tratamiento coloquial que pueda interesar a cualquier tipo de lector, y por lo tanto se procura publicar esta información en primera plana. La principal fuente que utilizan es internet, aunque también tratan de informarse a través de agencias y organizaciones no gubernamentales.

Este periódico, asimismo, publica una vez por semana la columna "SOS", que aborda los temas tratados en las emisiones de radio y televisión que llevan el mismo nombre. También incluye una página llamada "Desde el zoológico", en la que se difunden temas relacionados con los ecosistemas y la vida de los animales, con la meta de coadyuvar a la difusión del conocimiento sobre los seres vivos.

Cambio de Michoacán

De acuerdo con la jefatura de redacción, es muy poca la información que se genera sobre el medio ambiente; se abordan más los temas políticos, sociales y económicos. La notas que se publican son las que denuncian algún tipo de problemática, utilizando como fuente principal a las diferentes instituciones y especialistas en temas ambientales. A juicio de *Cambio de Michoacán*, la deforestación, la generación de basura y la contaminación son los principales problemas ambientales presentes en nuestro Estado. No hay reporteros especializados para cubrir los temas ambientales, por lo que todos los reporteros cubren rotativamente todas las fuentes.

8.7 La investigación en educación ambiental (EA)

La investigación educativa en el campo ambiental es un área incipiente en nuestro país, situación a la que no escapa Michoacán. La educación ambiental de hoy en día se caracteriza por una problemática conceptual estrechamente asociada a los numerosos problemas planteados por su práctica (Sauvé, 1998), donde ha sido crítica la multiplicidad de concepciones. Hace falta desarrollar una *pedagogía ambiental* como ciencia pedagógica que analice, investigue y teorice en torno a la acción de la educación ambiental. Asimismo, la falta de investigación en el campo de la educación ambiental por un lado ha limitado su progreso, y por el otro ha provocado un mal entendido y una interpretación parcial en su práctica. Con frecuencia los fundamentos que orientan las acciones educativas no son claros y se produce una ruptura entre el discurso y la práctica. Algunos otros problemas relacionados con la investigación en educación ambiental tienen que ver con los métodos para abordarla. La calidad metodológica y el rigor de la mayoría de las investigaciones, incluyendo diseños y procedimientos para la recopilación de datos, es aún muy deficiente (Marcinkowski, 1996). Se da, además, muy poca atención a la teoría o modelo de construcción conceptual en el campo. Por otro lado, Disinger (1996) señala que estos problemas se deben a que el campo es muy joven, mal definido, muy dinámico y sumamente interactivo con numerosos campos de estudio.

En México la mayoría de los esfuerzos hechos en educación ambiental se han orientado principalmente a la transmisión de información ambiental. Esto ha reforzado una sola área del desarrollo humano, el dominio cognoscitivo. La población ha sido bombardeada con conceptos ecológicos y ambientales. Los discursos

sociales y políticos se han "pintado de verde", creando una falsa expectativa en la población haciéndole creer que automáticamente adoptará una conciencia ambiental. La mayoría de los educadores ambientales se concentran en *educar sobre el ambiente*; el énfasis es en la adquisición de un conocimiento ambiental, de tal manera que el método de enseñanza predominante está basado en la obtención de datos y en un aprendizaje receptivo y pasivo.

El Gobierno Mexicano ha apoyado políticas e iniciativas ambientales en dos áreas principales: *a)* identificación y reconocimiento de aspectos ambientales en los planes y programas de estudio nacionales, y *b)* publicación de materiales de apoyo a los maestros. A través de estos materiales, el magisterio es motivado para despertar en los niños una respuesta personal hacia el ambiente y para lograr una conciencia ambiental (De Alba *et al.*, 1993). Sin embargo, a pesar de los esfuerzos gubernamentales, se necesita hacer investigación sobre los métodos pedagógicos que los maestros utilizan para transmitir información ambiental. Necesitamos conocer si los maestros emplean o no las guías oficiales de educación ambiental en su práctica docente. Y aún más, para lograr cambios de actitud y acciones positivas de la gente hacia el ambiente, es necesario investigar para conocer cómo piensan y cuál es su preocupación por el ambiente.

La línea de investigación educativa en este campo está consolidándose, y cada vez son más las instituciones académicas que dedican sus esfuerzos a esta área, aunque en el Estado de Michoacán todavía son muy escasas las instancias académicas que trabajan en ella. Existen pocas tesis concluidas de licenciatura, maestría y doctorado sobre aspectos de la educación y la comunicación ambientales.

8.8 Conclusiones

De acuerdo con lo planteado hasta aquí, se pueden derivar algunas conclusiones de carácter general:

- 1 No se cuenta en la entidad con un marco legislativo y programático que permita y estimule el desarrollo de la educación ambiental en la sociedad en general y en todo el aparato educativo en particular. A pesar de los avances, en este ámbito existen pendientes que requieren de atención urgente, entre los que destacan los siguientes: modificaciones a los planes y programas de estudio; capacitación al magisterio; producción de materiales de educación ambiental; estímulos legales y financieros a los actores sociales que están impulsando acciones de EA; e impulso a programas piloto en las regiones de mayor degradación ecológica en la entidad.
- 2 Michoacán tiene problemas más acentuados que el promedio del país en términos de cobertura, retención y eficiencia terminal, entre otros aspectos del servicio educativo. Sin embargo, el principal problema que puede ubicarse es la baja calidad de la educación impartida, lo que contribuye muy poco a que la complejidad que implica el abordaje de la educación ambiental pueda ser resuelto de manera satisfactoria en el corto plazo.
- 3 El magisterio michoacano no cuenta con la capacitación requerida para desempeñarse eficientemente en la educación ambiental. La oferta de formación es pobre y su impacto muy limitado. Ligado a esto, aunque es cierto que la práctica educativa no formal en muchos casos ha sido producto de iniciativas particulares, más que de políticas públicas, y que presenta carencias teórico-metodológicas por parte de los educadores, existen experiencias sugerentes que conviene retomar. Sin embargo, es imprescindible intensificar la profesionalización de los maestros que trabajan en las modalidades formal y no formal, para que sus prácticas tengan mayores fundamentos pedagógicos, técnicos, éticos y didácticos.
- 4 Los programas educativos, en los distintos niveles y modalidades, presentan una incorporación muy heterogénea de la perspectiva ambiental, un abordaje parcial y acotado a cada asignatura de los temas vinculados al medio ambiente, un predominio de la visión técnica que simplifica la complejidad de la realidad, una crítica tibia y superficial hacia el modelo de desarrollo prevaeciente, un predominio de contenidos de interés para las áreas urbanas en detrimento de las rurales, y una notable ausencia de análisis interdisciplinarios de las situaciones sociales y ecológicas.
- 5 Los planes y programas educativos ofrecen, en la mayoría de los casos, pocas oportunidades de incorporar actividades y conocimientos vinculados al entorno inmediato de los alumnos, lo que no propicia compromisos concretos con el cuidado del mismo.
- 6 La escasa vinculación entre los programas escolares y los contextos familiares y sociales de los estudiantes dificulta el desarrollo de un enfoque *holístico*, en el que la dimensión ambiental pueda ser problematizada y a partir de ello se pueda buscar, desde las aulas, formas de prevención y solución a los problemas sociales y ecológicos que enfrentan las comunidades rurales y urbanas a las que pertenecen los alumnos.
- 7 Existe una evidente dificultad para *ambientalizar* la educación superior, debido a la novedad del enfoque y a la organización tradicional compartamentalizada en disciplinas. Asimismo, los IES han estado tradicionalmente aislados de los problemas de las comunidades y de las instancias de toma decisiones. En este contexto, resultan evidentes la falta de profesionalización de las plantas docentes, la escasa flexibilidad de los planes y programas de estudio, y la poca integración entre lo social y lo natural en los enfoques académicos por la carencia de metodologías para el aprendizaje interdisciplinario. Es necesario que la gestión ambiental sea más educativa, y el sistema educativo de nivel superior más ambiental.
- 8 No existe un sistema estatal de comunicación e información ambiental, lo que dificulta el acceso a los resultados de estudios e investigaciones realizados por centros académicos. La divulgación de información científica es débil y requiere con urgencia de mecanismos que la refuercen y propicien una utilidad mayor de los conocimientos producidos por los investigadores. La vinculación entre la investigación, la educación y la comunicación masiva es muy pobre, y producto más de iniciativas particulares que de una política pública al respecto.

Recuadro 8.1

El Centro de Estudios Sociales y Ecológicos (CESE, A. C.).

Joaquín Esteva

El Centro de Estudios Sociales y Ecológicos nació en el año de 1983 y, al igual que muchas otras agrupaciones civiles, su motivación fue involucrarse en experiencias de desarrollo, que en aquel tiempo hacían fuerte énfasis en la cuestión participativa. Fue así que el CESE se constituyó con la intención de llevar a la práctica proyectos encaminados a lograr una democracia participativa, con justicia, equidad y sustentabilidad. Para alcanzar metas en torno a estos principios, el CESE adoptó un estilo de trabajo conjugando perfiles de la actividad académica con las propuestas metodológicas de la educación popular y la investigación participativa.

La teoría ecológica, la teoría del territorio y los aportes de la etnobiología son ejemplos de aspectos conceptuales que desde la academia fueron recogidos por el CESE. A la par, conceptos tales como *autogestión* y *participación social* se asumieron a partir del contacto con los educadores, enfrascados en diferentes partes del continente en organizar movimientos sociales desde la educación no formal.

Desde esa modalidad educativa, la actividad del CESE ha cubierto diferentes ámbitos de trabajo, dedicando una larga etapa a la construcción de estructuras de segundo nivel asentadas en instancias comunitarias que tengan independencia, autonomía y capacidad de tomar medidas para la solución eficiente y eficaz de los problemas socioambientales.

La experiencia vivida por el CESE con las organizaciones populares es una muestra de la posibilidad de llevar a la práctica una sólida democracia de base, como sustento político y educativo de un plan operativo regional para el cuidado del ambiente. No puede haber algo más educativo que el hecho de que la población descubra la complejidad ambiental por la reflexión sobre la multicausalidad, la transversalidad, la ética ambiental y la acción ciudadana, en relación con los temas relevantes de su vida cotidiana.

A la par de las experiencias con organizaciones regionales, el trabajo comunitario o local ha proporcionado valiosas enseñanzas en torno a distintos proyectos, entre los cuales se encuentra el de salud preventiva y curativa, mostrando la viabilidad de conseguir a plazos no muy largos el rescate y el fortalecimiento de la medicina popular, indígena y alternativa, uniendo estos enfoques con el cuidado y la preservación de la flora local.

Con el sector campesino de la región se construyó un modelo de agricultura sustentable (agua, suelo, semilla, fertilización, sanidad, etc.), habiendo basado su propuesta metodológica en el modelo «campesino-investigador», en un diálogo de saberes entre pobladores e investigadores externos en torno al manejo de los diferentes paisajes agrícolas existentes en la cuenca de Pátzcuaro. Con las comunidades también se desarrollaron experiencias de abasto popular, que proporcionan la oportunidad de introducirse a temas de reflexión sobre la calidad de vida, como son los de la salud y la nutrición, cuya finalidad es ayudar a modificar patrones de consumo nocivos.

En el caso de las ecotecnias, de igual manera se han probado con éxito estrategias integrales que garantizan con mayor seguridad la adopción cultural de una nueva práctica favorable al ambiente. Seleccionar de acuerdo con criterios culturales, financieros y ecológicos, probar, mostrar, evaluar, crecer y volver a evaluar, son acciones ineludibles para un proyecto exitoso de promoción de ecotecnias.

La escuela fue el origen de varios miembros del CESE, quienes abandonaron la docencia por la educación no formal, pero tuvieron que volver a ella en respuesta a la escasa relevancia del conocimiento escolar para comprender y modificar las tendencias de destrucción ambiental. Los dirigentes y autoridades que iban ocupando cargos tenían mayor escolaridad que sus antecesores, pero no por ello mostraban aptitudes y competencias adecuadas para ocupar los cargos asignados. La enseñanza fue que, de no atacarse el problema en las distintas modalidades educativas, se está condenado a aceptar que la escuela siga produciendo analfabetas ambientales y, en un plazo mayor, autoridades locales incompetentes.

El CESE empieza una etapa de diseño e instrumentación de programas para la formación de líderes y promotores de la región como complemento a la capacitación para la acción, que se amplía posteriormente a diplomados para maestros de educación básica. El punto central de la propuesta de formación desarrollada en cursos y diplomados se encuentra en la experiencia sistematizada de casi dos décadas de desarrollo y educación ambiental no formal, y en las investigaciones realizadas durante varios años en torno al modelo de educación ambiental «escuela-comunidad». El producto que aspira a generar este modelo es un educando con capacidad de apropiarse y reinventar, si es necesario, los instrumentos de política ambiental expresados en leyes federales, estatales y municipales. Un joven egresado de la educación básica debe estar mínimamente preparado para esta tarea.

Durante los más de 20 años de trabajo promocional, educativo y de investigación, el CESE ha podido construir propuestas en distintas líneas del desarrollo regional; propuestas que, al igual que las elaboradas por cualquier organismo civil, requieren de un entorno político e institucional propicio para que se conviertan en resultados de impacto masivo, situación que desafortunadamente no siempre se ha dado.

Recuadro 8.2

Diseño y producción de los libros de texto sobre medio ambiente para la educación básica en Michoacán.

Gabriela Fernández Benvenuti

Diversos estudios y eventos académicos han sostenido, desde hace más de 20 años, la necesidad de fortalecer la dimensión ambiental en los programas de los diferentes niveles y modalidades educativos. Sin embargo, a pesar de los intentos realizados, el balance resulta todavía poco alentador. Desafortunadamente, existen escasas experiencias que desde las entidades de la Federación hayan impulsado, de manera consistente y técnicamente sustentada, dicho fortalecimiento¹.

En este contexto, y en el marco de las propuestas contenidas en la Estrategia de Educación, Comunicación e Información Ambientales de Michoacán (EECIAM) elaborada por iniciativa del Consejo Estatal de Ecología, la Secretaría de Educación en el Estado (SEE) le encomendó al Centro de Estudios Sociales y Ecológicos, A. C. (CESE) la elaboración de los libros de texto sobre medio ambiente para la educación básica en Michoacán.

Con esta iniciativa, de vanguardia al nivel nacional, se abordarán contenidos relacionados con los niveles local, regional y estatal, que brinden a los niños la posibilidad de comprender críticamente su realidad inmediata y, a partir de ello, asumir compromisos y proponer soluciones a los agudos problemas sociales y ecológicos que hoy se enfrentan. Es decir, con este proyecto se llena el vacío de libros de texto regionalizados que complementen los contenidos de los libros de la SEP.

El enfoque de educación ambiental adoptado en el proyecto implica no sólo el abordaje de temas ecológicos consabidos (desechos sólidos, deforestación, etc.), sino sobre todo la articulación de materias, la interpretación compleja y multicausal de los problemas ambientales, el desarrollo de un espíritu crítico frente a la realidad, y el fortalecimiento de valores que favorezcan la convivencia entre las sociedades humanas y su entorno ecológico.

En este sentido, las características que se han procurado en los libros son las siguientes:

- El grueso del contenido son ejercicios y actividades para reforzar y articular los temas incluidos en los programas de estudio de cada grado.
- Están estructurados, sin dejar de considerar la característica anterior, para que por sí mismos sean materiales educativos útiles dentro del aula, pero también de consulta y uso fuera de ella.
- Los materiales de los niños están acompañados de una guía para el maestro, en la que se señalan los vínculos con los planes y programas de estudio oficiales, y las propuestas para emplearlos tanto dentro como fuera del aula.
- El contenido asume el complejo concepto de *ambiente*, lo que significa que no sólo aborda la dimensión ecológica de la realidad local y regional, sino también las dimensiones sociales y afectivas del alumno.
- El desarrollo de los temas implica el análisis de los componentes y condiciones de los ecosistemas naturales, modificados y construidos, de cada región del Estado.
- Los materiales tienen un enfoque inductivo que lleva a los alumnos a hacer un recorrido desde sus realidades locales hasta las que se viven en la entidad, el país y el mundo.
- El diseño de contenidos y actividades permite enfatizar la pertenencia de los niños a un sistema socioambiental, en donde ellos pueden ser un elemento de cambio.
- Poseen una marcada tendencia al desarrollo de actividades de vinculación con el ambiente que llevan a los niños a la práctica de la protección ecológica.
- El tratamiento no es temático, sino a partir de los problemas centrales que presentan los ecosistemas locales y regionales.

La producción de los materiales ha implicado la realización de talleres en distintas regiones de Michoacán, en los que participan maestros del grado respectivo. En dichos eventos se presenta la propuesta de los materiales, elaborada por el equipo responsable; se analiza con los participantes y se recogen sugerencias y comentarios para ser incorporadas a la versión preliminar. Esta última se vuelve a poner a consideración de los maestros en un taller estatal, y después del evento se somete al análisis de expertos en el campo para llegar a la versión definitiva.

Para el empleo adecuado de los libros se ha diseñado, con el personal de la Subjefatura de Salud y Ambiente de la Dirección de Educación Extraescolar de la SEE, un curso de capacitación para el magisterio michoacano, y para reforzar las capacidades de apoyo en esta materia de los Centros para el Desarrollo y Profesionalización del Magisterio en Michoacán (Cedeprom) se cuenta con un Diplomado en Educación Ambiental.

¹ Estas afirmaciones están fundamentadas en el documento denominado Informe de País, cuya elaboración fue coordinada por Edgar González Gaudiano, en el que se hace un balance general sobre la educación ambiental en México. Este trabajo fue presentado en el III Congreso Iberoamericano de Educación Ambiental, realizado en Venezuela en el año 2000.

Referencias

- Ávila, A. 1999. La dimensión ambiental en la educación superior. En: Memoria del Foro Nacional de Educación Ambiental. Aguascalientes, octubre de 1999. SEMARNAP.
- Barraza, L. 2000. Educar para el futuro: en busca de un nuevo enfoque de investigación en Educación Ambiental. Pp. 253-260. En: Memoria del Foro Nacional de Educación Ambiental. UAA, SEP y SEMARNAP.
- COEEO. 2004. Estrategia de Educación, Comunicación e Información Ambientales de Michoacán (EECIAM). Consejo Estatal de Ecología del Estado de Michoacán. Ediciones Litho Offset. Morelia, Michoacán, México.
- FMSCAD. 1995. Foro Michoacano de la sociedad civil sobre ambiente y desarrollo. Memoria. Morelia, Mich., septiembre de 1995.
- Leff, E. 1992. Hacia la construcción de una nueva racionalidad ambiental. En: Boletín "Pachamama". (CEAAL) Consejo de Educación de Adultos de América Latina. REPEC/CEAAL. Agosto/octubre 1992. Santiago de Chile.
- Riojas, J. 2000. La complejidad ambiental en la universidad. En: Leff, Enrique (coord.). La complejidad ambiental. México: UNAM/PNUMA/Siglo XXI.
- Siller, F. 1999. Estructuras, medio ambiente y educación superior. En: Memorias del Foro Nacional de Educación Ambiental. SEMARNAP.
- Sauvé, L. 1998. Environmental Education-Between modernity and Posmodernity-Searching for an integrating educational framework. En: 1- 1 9 The Future of environmental Education in a Postmodern world? Proceedings from an On-line Colloquium. Part 1. *Canadian Journal of Environmental Education*.
- Marcinkowski, T. 1996. Una revisión contextual del paradigma cuantitativo en investigación en la educación ambiental. En: R. Mrazek (Edit.). 1996. Paradigmas alternativos de Investigación en Educación Ambiental. Universidad de Guadalajara y SEMARNAP, México.
- Disinger, J.F. 1996. La búsqueda de paradigmas para la investigación en educación ambiental. En: R. Mrazek (Ed). Paradigmas alternativos de Investigación en Educación Ambiental. Universidad de Guadalajara y SEMARNAP, México.
- De Alba, A, M. Viesca, A. Alcántara, N.E. Esteban y M. Gutiérrez. 1993. El libro de texto y la cuestión ambiental: Los contenidos ecológicos en el currículum de primaria. CESU, UNAM, México.

CAPÍTULO 9

Marco jurídico e institucional

*Ma. Concepción Huerta Zamacona
Laura Leticia Padilla Gil
Alfredo Figueroa López
Jaime Eivin San Román Montiel*

9.1 Al nivel federal

México es una nación sumamente comprometida con la conservación de la biodiversidad, con la búsqueda de mecanismos para transitar hacia un desarrollo sostenible, y con el cumplimiento de sus compromisos signados en cooperación con otras naciones a través de acuerdos, tratados y convenios internacionales.

De acuerdo con Galindo y Loa (1998), el Gobierno de México ha asumido, en foros nacionales e internacionales, la responsabilidad ante los problemas de la protección de los recursos naturales del país. También ha reconocido la necesidad de encontrar soluciones mediante una cooperación internacional sustentada en los principios de soberanía, igualdad entre naciones, equidad en la responsabilidad, y precaución ante los problemas futuros.

El compromiso principal de nuestro país estriba en promover un genuino proceso de cooperación entre los diferentes niveles de gobierno, instituciones académicas y privadas, organizaciones no gubernamentales y organismos internacionales, para estar en posibilidades de brindar protección a las especies biológicas silvestres.

Una parte esencial del marco institucional nacional en materia ambiental emana de la firma de diversos convenios y acuerdos de cooperación internacional, mismos que en gran medida constituyen no sólo el establecimiento de compromisos a cumplir por parte de nuestro país, sino que además han servido de punto de partida para generar gran parte de la legislación ambiental mexicana, y esto a su vez ha servido para que las entidades federativas elaboren su marco jurídico estatal.

De la Conferencia de Estocolmo, celebrada en junio de 1972, en particular lo referente a que *"Los Estados tienen el derecho soberano de explotar sus propios recursos en aplicación de su propia política ambiental y la obligación de asegurarse de que las actividades que se lleven a cabo dentro de su jurisdicción o bajo su control no perjudiquen el medio de otros Estados o de zonas situadas fuera de toda jurisdicción nacional"*, la comunidad internacional ha adoptado una enorme cantidad de leyes internacionales, conocidas como tratados, convenciones, convenios, pactos, acuerdos internacionales, declaraciones, resoluciones y recomendaciones, políticamente importantes.

En México, el orden jurídico ambiental se ha enriquecido enormemente por la vía de los tratados internacionales, muchos de los cuales instruyen al Congreso de la Unión y al Poder Ejecutivo a adoptar leyes y decretos que apliquen detalladamente y cumplan con las disposiciones internacionales asumidas. Hay que dejar muy en claro que los tratados internacionales no son preferentes sobre las leyes decretadas por el Congreso, sino que están en igual jerarquía según lo ha establecido la jurisprudencia emanada de los Tribunales Colegiados de Circuito en la Séptima Época; se hace esta aclaración porque es muy común la confusión de considerar que los tratados tienen una jerarquía mayor que las leyes nacionales, incluso a veces por encima de la Constitución.

Entre los instrumentos de cooperación internacional en materia de recursos biológicos en los que México ha asumido una responsabilidad primaria, se cuentan los siguientes:

- Convenio sobre Diversidad Biológica
- Acuerdo Intergubernamental de Conservación del Delfín
- Comisión Ballenera Internacional
- Comité Trilateral México-Canadá-Estados Unidos de América para la Conservación y Manejo de Vida Silvestre y los Ecosistemas

- Acuerdo de Cooperación para la Conservación de la Vida Silvestre
- Acuerdo Tripartita para la Conservación de Humedales y sus Aves Migratorias
- Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES)
- Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional como Hábitat de Aves Acuáticas (RAMSAR)
- Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas.

De acuerdo con la CONABIO (1998), en atención a los compromisos derivados del Convenio sobre Diversidad Biológica, México elaboró el documento *La diversidad biológica de México: Estudio de País*, que es una "fotografía" de la situación de nuestros recursos bióticos, y cuyos elementos sirvieron de base para elaborar el documento *Estrategia nacional sobre biodiversidad de México*. Ambos trabajos están considerados como insumos importantes para el Plan de Acción Nacional.

Con antelación a la Conferencia de Estocolmo, surgen en nuestro país algunas medidas de salud, establecidas y reguladas por el Consejo General de Salud, como lo son la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental, publicada en el *Diario Oficial de la Federación (DOF)* el 23 de marzo de 1971; los reglamentos para la Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica, *DOF* del 17 de septiembre de 1971; para la Prevención y Control de la Contaminación de aguas, *DOF* del 29 de marzo de 1973; para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental Originada por la Emisión de Ruido, *DOF* del 2 de enero de 1976; para Prevenir y Controlar la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y otra materias, *DOF* del 23 de enero de 1979. La estructura jurídica y las facultades de todas estas medidas están contempladas en el artículo 73 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

En 1982 es promulgada la Ley Federal de Protección al Ambiente, cuyo objeto fue establecer normas para conservación, protección, preservación, mejoramiento y restauración del ambiente y de los recursos que lo integran, y para la prevención y el control de los contaminantes y las causas reales que los originan, reglamentada sólo en una ocasión a través de la emisión del Reglamento para la Protección al Ambiente contra la Contaminación Originada por la Emisión de Ruido,

publicado en el *Diario Oficial de la Federación* el 6 de diciembre de 1982.

Por su parte fueron reformadas la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en su artículo 25 y la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal. La primera se modificó a efectos de introducir en el citado artículo la necesidad de impulsar el desarrollo, pero sujetándolo entre otros aspectos al cuidado del ambiente. La reforma de la ley orgánica referida, publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 29 de diciembre de 1982, significó la creación de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE), concentrando en su seno las facultades que antes correspondieron a las secretarías de Agricultura y Recursos Hidráulicos, de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, de Salubridad y Asistencia, y de Pesca.

En 1987 la Constitución Política fue objeto de nuevas reformas a su artículo 27, y de la adición de la fracción XXIX-G al 73, dándose el fundamento constitucional para la expedición de la primera ley integral ambiental en México: la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, aprobada por el Congreso Mexicano y publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 28 de enero de 1988. Esta ley se refiere a la preservación y la restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y en las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción.

Adicionalmente, a partir de las reformas constitucionales de 1999 a los artículos 4° y 25 versan como garantía individual de todo mexicano contar con un "medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar", y que corresponde al Estado garantizar que el desarrollo nacional sea "integral y sustentable", dictando para tal efecto "las medidas para preservar y restaurar el equilibrio ecológico de la nación".

Finalmente, con las reformas constitucionales en materia indígena, ahora es una obligación, tanto de la Federación como de los Estados y los municipios, apoyar las actividades productivas y el desarrollo sustentable de las comunidades indígenas mediante acciones que permitan alcanzar la suficiencia de sus ingresos económicos; la aplicación de estímulos para las inversiones públicas y privadas que propicien la creación de empleos; la incorporación de tecnologías para incrementar su propia capacidad productiva, así como para asegurar el acceso equitativo a los sistemas de abasto y comercialización.

Si bien es cierto que el marco constitucional no es suficientemente amplio en materia de desarrollo sustentable y conservación de la biodiversidad, sí permite la creación de instrumentos jurídicos y políticas públicas tendientes a contener y revertir los efectos de las actividades humanas sobre los elementos de la naturaleza, así como garantizar que los recursos bióticos sean utilizados de manera sustentable.

En este mismo sentido se puede decir que la legislación mexicana ha tenido avances significativos al contar con instrumentos que tocan de manera puntual, o en otros casos de manera transversal, asuntos sobre la biodiversidad. Se cuenta con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley General de Vida Silvestre y la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Hay otras leyes relacionadas transversalmente, como la Ley Federal de Derechos, la Ley General de Bienes Nacionales, la Ley de Planeación, la Ley de Desarrollo Rural Sustentable, y la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, entre otras.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable y sentar las bases para que la Federación, Estados y municipios ejerzan sus atribuciones en materia ambiental y actúen bajo el principio de concurrencia, según lo previsto en el artículo 73 fracción XXIX-G. La misma ley define *biodiversidad* como "la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie y de los ecosistemas". Tal como se puede observar, no es una definición muy atinada desde el punto de vista biológico, mas ha permitido operar diversos instrumentos de gestión para la conservación, como veremos más adelante.

El título segundo de la LGEEPA se refiere en específico a la biodiversidad y se compone de tres capítulos: el primero, sobre áreas naturales protegidas, define el tipo y las características de las mismas, las modalidades de declaratorias legalmente reconocidas, así como la necesidad de que los gobiernos Federal, estatales y municipales consideren en sus planes y programas que afecten el territorio la información contenida en el sistema nacional de áreas naturales protegidas.

La Ley General de Vida Silvestre (LGVS) tiene por objeto distribuir competencias y establecer la concurrencia de la Federación, los Estados y los municipios en materia de vida silvestre y su hábitat, entendiendo *vida silvestre* como todos los organismos que subsisten y se desarrollan libremente en un sitio específico y que están sujetos a los procesos de evolución natural. Puede considerarse que éste es el marco más relevante en materia de biodiversidad, y si bien es cierto que esta ley está atrasada (en cuanto a que considera aisladamente a los ejemplares y poblaciones de especies y no como elementos integrales de la composición, estructura y funcionalidad de los diferentes niveles de organización biológica), a lo largo de texto se dan muchos elementos que son de gran utilidad para su manejo y preservación.

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) es reglamentaria del artículo 27 constitucional y tiene por objeto "... regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos, así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX inciso G de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable...".

De todas estas leyes han emanado instrumentos como reglamentos, normas oficiales y normas mexicanas en materia de biodiversidad; entre éstos hay ejemplos como los siguientes:

- El Reglamento de la Ley Forestal.
- La NOM-059-SEMARNAT-2001, cuyo objetivo es identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres que se encuentre en alguna categoría de riesgo.
- La NOM-022-SEMARNAT-2003, que establece las especificaciones para la preservación, la conservación, el aprovechamiento sustentable y la restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.
- Las NOM específicas para manejo y aprovechamiento de especies, sanidad forestal, entre muchas otras.

Al emitirse estas leyes como instrumentos generales, el Congreso de la Unión ejerció sus facultades constitucionales para delegar a los estados y municipios

una serie de potestades, con la finalidad de propiciar un proceso de federalización de la política ambiental.

Algunas atribuciones y facultades estatales en materia de diversidad biológica deben representar una oportunidad para formular políticas públicas en Michoacán, como son la emisión de leyes estatales para la conservación y el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre, la compilación de información, y el fomento a los usos y las formas de conservación biológica tradicional, entre otras.

Algunos ejemplos de las facultades expresas que los Estados tienen en la materia, y que habrán de ser impulsadas para una política michoacana en materia de diversidad biológica, son:

- Formular y conducir la política estatal sobre la conservación y el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre congruentemente con los lineamientos de la política nacional en la materia. Esto circunscribe la emisión de leyes para la conservación y el uso sustentable de la vida silvestre, en las materias de competencia.
- El diseño y la aplicación de instrumentos económicos para promover el desarrollo forestal de la entidad; aquí se incluyen los referidos por la LGEEPA en su artículo 22, como son los mecanismos normativos y administrativos de carácter fiscal, financiero o de mercado que tienen como finalidad que los agentes económicos internalicen las externalidades ambientales. Por ejemplo, la promoción de los bienes y servicios ambientales de los ecosistemas forestales, que incluirían mecanismos para el pago de servicios hidrológico-forestales, la captura de carbono, servicios paisajísticos, etc.
- La realización de actividades concretas para proteger y restaurar los terrenos estatales forestales, como son implementar programas de reforestación y forestación en zonas degradadas que no sean competencia de la Federación, así como llevar a cabo acciones de protección y mantenimiento de las zonas reforestadas o forestadas.
- También se faculta de forma enunciativa la realización de algunas acciones útiles para el diseño de una política de información en materia de biodiversidad; por ejemplo, formular una política estatal de información y difusión sobre vida silvestre; integrar y actualizar un sistema de información estatal sobre la vida silvestre que podría incluir la compilación de información sobre

los usos y formas de aprovechamiento de ejemplares, partes y derivados de la vida silvestre con fines de subsistencia por parte de las comunidades rurales; un padrón estatal de mascotas de especies silvestres; el registro estatal de las organizaciones relacionadas con la conservación y el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre, y de prestadores de servicios vinculados a la transformación, tratamiento, preparación, aprovechamiento y comercialización de ejemplares, partes y derivados de la vida silvestre; esto último contribuiría a la supervisión de sus actividades.

- En materia de capacitación y vinculación social, se posibilita coordinar la participación social en las actividades estatales relacionadas con la biodiversidad, esto es, promover la organización de los distintos grupos y su integración a los procesos de desarrollo sustentable; apoyo, asesoría técnica y capacitación a las comunidades rurales para conservar y aprovechar sustentablemente la vida silvestre, que incluya la elaboración de planes de manejo, el desarrollo de estudios poblacionales y la preparación de solicitudes de autorizaciones, entre otras.

Existe un reto en materia de diversidad biológica que deberán asumir conjuntamente la Federación, los Estados y los municipios, para incorporarse a un proceso de descentralización de funciones que promueva y fortalezca el federalismo. Con esto se quiere decir que además de las funciones y atribuciones enunciadas expresamente por las leyes generales analizadas, existe un mecanismo en el artículo 116 constitucional que permite a la Federación y a los Estados, en los términos de ley, *"convenir la asunción por parte de éstos del ejercicio de sus funciones... cuando el desarrollo económico y social lo haga necesario"*, y a su vez los Estados *"...estarán facultados para celebrar esos convenios con sus Municipios, a efecto de que éstos asuman... la atención de las funciones..."*; los términos para la firma de convenios en materia ambiental están previstos en los artículos 11 y 12 de la LGEEPA, 11 y 12 de la LGVS, y 24, 25 y 26 de la LGDFS.

Para que el Estado pueda atraer funciones y facultades federales, es necesaria la firma de convenios específicos con fundamento en el 116 Constitucional y en el Convenio de Descentralización del Sector Ambiental y de Recursos Naturales, firmado el 11 de abril del 2002 por el Ejecutivo

Federal y las entidades del país. Ahora bien, según las bases establecidas para la firma de dichos convenios, sólo se podrá lograr lo anterior si Michoacán cuenta con las capacidades institucionales suficientes para asumir las nuevas labores. Por otra parte, el artículo tercero transitorio de la reforma del 31 diciembre de 2001 a la LGEEPA, en materia de descentralización, establece que todas los convenios tendrán efecto si, y sólo si, la entidad federativa firmante cuenta con su programa de ordenamiento regional, particular o marino, según corresponda.

Este hecho es particularmente importante para el desarrollo de las capacidades institucionales y de política ambiental en Michoacán, pues significa un nuevo "desdoblamiento" del derecho ambiental para irse adecuando a las actuales necesidades provocadas por el constante embate del deterioro ambiental. En opinión de Gutiérrez-Nájera (1998), el derecho ambiental juega un papel primordial como instrumento de orden, justicia y equidad, garante del orden social, que asume la salvaguarda del derecho que tenemos a gozar de un ambiente sano, que sustente el goce de la vida en el planeta.

9.2 Al nivel estatal

En este contexto, el presente trabajo sobre Michoacán representa un esfuerzo importante y refleja un espíritu de corresponsabilidad del gobierno estatal para salvaguardar los recursos naturales, mismos que han dado un lugar preponderante a México como país megadiverso.

El Estado de Michoacán cuenta con un marco jurídico en materia ambiental, que es la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Michoacán de Ocampo, cuya última reforma fue el 13 de abril de 2000, y consta de 200 artículos y cinco transitorios.

Cuenta además con reglamentos, publicados el 15 de marzo de 2001, sobre: *a)* actividades que no se consideran altamente riesgosas; *b)* declaración de áreas naturales; *c)* aprovechamiento, prevención y control de la contaminación atmosférica; *d)* aguas de jurisdicción estatal; *e)* impacto ambiental; *f)* aprovechamiento de bancos pétreos; *g)* manejo y disposición de residuos sólidos, así como un reglamento en materia forestal, publicado el 7 de junio de 2001.

La aplicación de la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Michoacán, según la misma, corresponde a: el Gobernador del Estado; la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (actualmente Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente); la Secretaría de Desarrollo Agropecuario; la Comisión Forestal del Estado; la Comisión de Pesca del Estado; el Comité de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento; los ayuntamientos; y las demás dependencias y entidades estatales y municipales que tengan relación con la materia de esta ley, en el ámbito de su competencia.

En materia de biodiversidad, de acuerdo con la Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado de Michoacán de Ocampo, corresponde a la Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente el despacho de asuntos para conservar, preservar, restaurar y proteger los ecosistemas de jurisdicción estatal, así como establecer, delimitar, regular, administrar, difundir y vigilar las áreas naturales protegidas previstas en la ley ambiental estatal, así como aplicar y vigilar el cumplimiento de las disposiciones de la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Michoacán; es decir, incluye todas las disposiciones relativas a la sustentabilidad de recursos bióticos en el Estado.

En congruencia con una política a favor de la sustentabilidad, la actual administración encabezada por el C. Gobernador del Estado, Lázaro Cárdenas Batel, ha elaborado el Plan Estatal de Desarrollo 2003-2008, de acuerdo con lo estipulado en los artículos 129 y 130 de la Constitución Política del Estado de Michoacán, y en los artículos 5, 10, 16 y 18 de la Ley de Planeación.

Este documento es el resultado de un sólido proceso de interacción proactiva con una amplia participación ciudadana, que incluye a los más diversos sectores de la ciudadanía y que puede considerarse como una consistente base de ideas y propuestas para sustentar las acciones de gobierno en la entidad.

El Plan Estatal de Desarrollo 2003-2008 cumple uno de los objetivos centrales de la actual administración: delinear, en formulaciones y en planteamientos consistentes de política programática, el presente y el futuro que se quiere construir para el conjunto de los michoacanos, recogiendo en estas definiciones los anhelos de justicia, libertad, desarrollo y bienestar que han florecido en tierras michoacanas desde tiempos

inmemoriales, con cuatro ejes fundamentales de prioridad: la construcción de un Estado de derecho y de derechos; la edificación de una democracia con contenido social; la promoción de la participación ciudadana como base y eje transversal de las políticas gubernamentales; y el desarrollo sustentable.

Las acciones emprendidas por la nueva administración estatal promueven el tema indígena y la participación social en prácticamente todos los capítulos del Plan Estatal de Desarrollo, sin demérito de su pertinencia o nivel de prioridad, lo que puede interpretarse como un reconocimiento a los fuertes vínculos que existen entre los recursos naturales y sus distintos modos de apropiación en Michoacán por parte de la sociedad en su conjunto.

Desde esta perspectiva, puede considerarse que existe en Michoacán un marco institucional propicio, en apego estricto a la legislación, para responder a las amplias expectativas y los fuertes compromisos que, por el hecho de poseer una amplia biodiversidad, una vasta diversidad cultural y una pluralidad ideológica, dan a la entidad un lugar preponderante al nivel nacional e internacional.

Es pertinente mencionar que Michoacán se ha caracterizado por su constante participación y capacidad de respuesta en asuntos relacionados con la conservación y el manejo de su riqueza natural. Los aportes de la comunidad académica, principalmente de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y de la Universidad Nacional Autónoma de México, de las organizaciones no gubernamentales, la sociedad civil, las instancias de gobierno federales, estatales y municipales, de la iniciativa privada y en algunos casos de agencias internacionales, han sido fundamentales, como esfuerzos conjuntos, para la realización de algunos programas y proyectos encaminados al conocimiento, el rescate o la propuesta de estrategias a favor de la conservación de la biodiversidad.

Estos esfuerzos significan un antecedente importante para el delineamiento de estrategias estatales en materia ambiental. Por fortuna, en la legislación ambiental de Michoacán existen los canales para permitir que tanto las propuestas derivadas de estos trabajos como la participación de quienes los han llevado a cabo puedan darse en el marco de la participación ciudadana, el desarrollo de la investigación científica y tecnológica, la rendición de cuentas y la facultad prevista en la

normatividad estatal para requerir información a aquellas personas, instituciones públicas o privadas involucradas en las actividades materia de la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Michoacán.

Como ejemplo de estos canales, la normatividad ambiental estatal contempla la creación de la Comisión Estatal de Ecología como órgano rector y de vinculación del sector gubernamental con los sectores social y privado, en la materia que contempla la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Michoacán.

Del mismo modo, se estipula que en cada municipio podrá crearse una Comisión Municipal de Ecología como órgano rector en materia ambiental municipal.

Por otra parte, existe el Consejo Estatal de Ecología, que se crea como órgano técnico permanente de consulta, concertación social y asesoría del Poder Ejecutivo del Estado y de los ayuntamientos, en las materias que regula la referida ley estatal. Los miembros que lo conforman son veintiún vocales consejeros, representantes de los sectores académico, no gubernamental, social y de gobierno, cuyo presidente es designado por el Gobernador del Estado.

Es a través de este Consejo Estatal de Ecología como se han sumado esfuerzos con las distintas instancias gubernamentales, principalmente con la Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente, para brindar un espacio de participación social en donde se discuten los temas inherentes a la problemática ambiental de Michoacán.

Como resultado, se ha emitido una serie de pronunciamientos y recomendaciones para promover una política ambiental congruente con los principios de sustentabilidad que han sido adoptados por la actual administración estatal con miras a cumplir con lo estipulado en el Plan Estatal de Desarrollo.

Un hecho relevante y propicio que puede significar una fortaleza en la actual administración estatal lo constituye el haber incorporado a investigadores universitarios en el gabinete como funcionarios de primer nivel y mandos medios.

La creación de vínculos de este tipo entre el pensamiento científico universitario y la política pública, confiere a Michoacán el fuerte compromiso de pugnar por que la instrumentación de la política ambiental michoacana se finque sobre bases sólidas y rigurosas, y no en la improvisación y la desinformación.

Actualmente se promueven de manera importante esfuerzos por abatir el rezago en materia de impedir el deterioro de los recursos naturales a través de la ordenación territorial por cuencas y los municipios que las conforman, así como mitigar el impacto ambiental en sus diferentes modalidades y ampliar el territorio destinado como área natural protegida.

Del mismo modo, se estimula la ordenación del transporte público y de la industria, y la regulación de las fuentes de contaminación de suelo, aire y agua, así como la promoción de la sustentabilidad de las ciudades.

Sin duda, la actualización del marco normativo en materia ambiental es uno de los aspectos que atañen a las distintas demarcaciones territoriales, situación que no es ajena al Estado de Michoacán y que en los distintos sectores se mantiene como uno de los aspectos por abordar en el futuro inmediato.

Michoacán ha conferido un espacio importante al fortalecimiento de su marco institucional al vincularse con distintas instancias de cooperación para solucionar su problemática ambiental. Por un lado, el actuar en el ámbito local favorece que las acciones puedan concretarse y se responda al principio de “pensar globalmente, actuar localmente”.

Por otra parte, la cooperación en el ámbito regional y federal, como es el caso del presente *Estudio de Estado* en coordinación con la comunidad académica y con la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, estimula los vínculos para no permanecer ajenos al avance de la política en el plano nacional.

En la búsqueda por fortalecer el marco institucional, los Estados de la República Mexicana, incluido Michoacán, han accedido en diferentes momentos a los aportes que la Federación brinda a través del Programa de Desarrollo Institucional Ambiental (PDIA), lo cual significa un apoyo para que gradualmente las entidades asuman algunas de las funciones que corresponden al ámbito federal.

Finalmente, se debe mencionar que el interés creciente por los temas ambientales en Michoacán ha detonado una mayor concurrencia de trámites administrativos para regularizar distintos incumplimientos a la normatividad ambiental. Sin embargo, el reto será lograr que el cumplimiento irrestricto de la ley responda más a un acto de conciencia y de respeto hacia la naturaleza, que al temor a una sanción.

Referencias

- Conabio, 1998. La diversidad biológica de México: Estudio de País, 1998. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Galindo, J. J. M. y E. Loa L. 1998. Marco jurídico e institucional para el uso y la conservación de la biodiversidad.
- Gutiérrez, N. R. 1998. Introducción al estudio del derecho ambiental. Editorial Porrúa. México.
- Székely, A. 1995. Compilación y análisis de la normatividad aplicable a la diversidad biológica en el sistema jurídico mexicano. Informe preparado para la Conabio. México.

Glosario

Abiótico. Elementos (factores) no vivos, del ambiente; es decir, suelo, clima, fisiografía.

Agroforestería. Sistema en el que se generan productos agrícolas y forestales en un mismo espacio. Es una disciplina reciente que se orienta a la asociación de especies leñosas con cultivos agrícolas y manejo de animales, con el propósito de proteger y conservar los ecosistemas y su biodiversidad.

Alisios. Vientos constantes del este que soplan suavemente desde las altas presiones subtropicales hacia la línea ecuatorial.

Angiospermas. Plantas vasculares florecientes que producen semillas encerradas en un ovario. Incluyen las monocotiledóneas (pastos y palmas) y las dicotiledóneas (herbáceas y plantas leñosas).

Amenazada. Término utilizado en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001 con el que se designan a aquellas especies, o poblaciones de las mismas, que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazos, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones. (Esta categoría coincide parcialmente con la categoría vulnerable de la clasificación de la IUCN).

Anticlinal. Pliegue convexo que contiene rocas más antiguas en su núcleo.

Arcos volcánicos. Magmatismo producto de la subducción de una placa tectónica.

Audiencia. Tribunales colegiados de apelación y súplica del fuero común. Tribunal de justicia que entiende en los pleitos o en las causas de determinado territorio. Distrito de la jurisdicción de ese tribunal.

Autótrofo. Organismo capaz de sintetizar nutrientes orgánicos directamente a partir de sustancias inorgánicas simples como el bióxido de carbono y el nitrógeno inorgánico.

Barlovento: Parte orientada hacia donde viene el viento.

Basculamiento. Un bloque de la corteza que después de haberse fallado rota a lo largo de su eje originando un cambio en su pendiente original.

Biomasa. El peso en seco de la materia viviente, incluyendo el alimento almacenado, presente en una población de especies y expresado en términos de un área específica o el volumen de un hábitat.

Biótico. Referente a lo vivo.

Caducifolio. Se les denomina a los árboles que pierden las hojas durante alguna época del año, principalmente en invierno.

Caldera. Volcán con un cráter de más de 5 kilómetros asociado a productos volcánicos de explosión (Flujos piroclásticos).

Capas rojas. Formación de rocas sedimentarias terrígenas de color rojo.

Ciclón tropical. Tipo de ciclón que se desarrolla sobre aguas tropicales y tiene una circulación, en superficie, organizada y definida en el sentido contrario a las manecillas del reloj en el hemisferio norte. Un ciclón se clasifica, según la intensidad de sus vientos, en: perturbación

tropical, vientos en superficie ligeros; depresión tropical vientos máximos en superficie de 61 km/hr; tormenta tropical vientos máximos dentro del rango de 62 a 87 km/hr; huracán vientos máximos en superficie mayores a 116 km/hr. Los huracanes a su vez se dividen en 5 categorías según la velocidad de sus vientos. Categoría 1, 118 a 153 km/h; Categoría 2, 154 a 177 km/h; Categoría 3, 178 a 209 km/h; Categoría 4, 210 a 249 km/h; Categoría 5, 250 km/h.

Cinegético. Relativo a la cacería, término aplicado a las especies que son objetivo de caza legal o ilegal.

Climograma. Gráfico que presenta los resúmenes de los valores medios de precipitación y temperatura tomados en una estación meteorológica.

Comensalismo. Es una simbiosis, en la cual una de las especies es beneficiada por el suministro de comida y otros aspectos, mientras que la otra especie no es afectada.

Comunidad. Cualquier grupo de organismos pertenecientes a un número diferente de especies que ocurren en el mismo hábitat o área e interactúan a través de relaciones tróficas y espaciales. Para comunidad vegetal, se aplica la definición anterior, además de que típicamente se caracterizan por referencia a una o más especies dominantes.

Conformación territorial. Colocación, distribución de las partes que forman un territorio en un período determinado.

Conífera. División de las gimnospermas, planta que produce semillas desnudas en conos, sobre todo perennes.

Conos cineríticos. Volcanes formados por emisiones de caída de arena fina y escoria cuyos fragmentos tienen de 2 a 64 milímetros de diámetro, usualmente de composición basáltica o andesítica.

Conservación. El manejo planificado de los recursos naturales; el mantenimiento del balance natural de los cambios en la diversidad y evolutivos en el medio ambiente.

Consolidación. Dar o adquirir firmeza o solidez en algún rubro o proceso socio-económico o político. Reunirse en un proceso socio-económico o político atributos de un dominio antes disgregado.

Control estructural. Cuando un fallamiento o fracturamiento son muy persistentes, por ejemplo el fallamiento NE-SO del Cinturón Volcánico Mexicano.

Corredor tarasco. Zona de vulcanismo de la región norte de Michoacán.

Corriente de chorro. Área de fuertes vientos concentrados en una franja relativamente angosta en la troposfera alta (o tropopausa) de las latitudes medias y en regiones subtropicales de los hemisferios norte y sur; su eje lo forma la línea de velocidades máximas y se distingue por las grandes velocidades del viento mayores a 120 km/hr.

Crecimiento económico. Proceso sostenido a lo largo del tiempo en el que los niveles de actividad económica aumentan constantemente.

Cuenca. Área total por encima de un punto determinado sobre un río, corriente, etcétera, que contribuye a que el agua fluya en ese punto.

Densidad poblacional. Indicador utilizado para conocer el número de habitantes por kilómetro cuadrado.

Departamento. Distrito donde ejerce jurisdicción o mando un capitán general de marina / Ministerio, ramo de la administración pública.

Depresiones tectónicas o fosas tectónicas. Zonas hundidas de la corteza terrestre por fenómenos de deformación.

Deriva genética. Consiste en la fluctuación al azar de las frecuencias génicas en una población de tamaño finito.

Desarrollo humano. Se entiende como la calidad de vida del ser humano, los elementos que se consideran para medirlo son la educación, la salud y el ingreso por persona.

Dinámica poblacional. Variable socio-demográfica utilizada para conocer la estructura de la población, así como su comportamiento en un período determinado; por ejemplo el número de habitantes, la densidad de población, el crecimiento poblacional, población urbana y rural, población por sexo y población por edad, principalmente.

Distribución del ingreso. Reparto de la riqueza entre los que directa o indirectamente han contribuido a crearla.

Distrito. Cada una de las demarcaciones en que se divide un territorio o una población para distribuir entre ellas el ejercicio de los derechos civiles y políticos o los servicios públicos.

Ecogeográfico. Se refiere a la relación de los aspectos ecológicos y los rasgos geográficos de una región.

Ecosistema. Es una comunidad de organismos y su interacción con el medio físico como una unidad ecológica.

Ecotono. Los límites de las zonas transicionales entre comunidades o biomas adyacentes.

El Niño. Fenómeno oceánico-atmosférico de intensidad variable, durante su ocurrencia provoca cambios en la temperatura y en los sistemas de presión en la región tropical del océano Pacífico afectando los climas del mundo entero.

Endémico. Especie nativa y restringida a una región geográfica en particular.

Endófito. Planta que vive dentro de otra planta, pero que no necesariamente la parasita.

Entomopatógeno. Organismo que es capaz de producir una enfermedad a uno o más insectos.

Enzimas. Cualquier grupo de proteínas catalíticas que son producidas por células vivientes y que promueven los procesos químicos de la vida.

Epicontinental. Mar poco profundo que cubre parte de la superficie terrestre, típicamente menos de 200m de profundidad.

Epífitas. Planta que se crece en otra planta, para apoyarse o sujetarse, más que para suministro de agua o nutrientes.

Espora. Célula reproductora de una planta capaz de desarrollar un nuevo individuo, directamente o después de la fusión con otra espora.

Estado sucesional. La sucesión en la vegetación se basa en desplazamientos del equilibrio de los individuos, es decir cambio de especies en el tiempo.

- Etiológico.** Rama de la ciencia que estudia los orígenes o causas. La causa demostrada de una enfermedad o característica.
- Etnia.** Grupo al que caracterizan ciertas modalidades somáticas y culturales, especialmente las lingüísticas.
- Eutrofización.** Es el enriquecimiento en nutrientes de un río, un lago o un embalse. Este proceso consume una gran cantidad del oxígeno disuelto dejando a las aguas poco o en menor proporción aptas para la mayor parte de los seres vivos.
- Evolución geodinámica.** Conjunto de procesos que generan un cambio importante en la corteza terrestre.
- Evolución.** Cualquier cambio acumulativo en las características de los organismos o poblaciones de generación a generación.
- Exótico.** No nativo, extraño, foráneo; un organismo o especies que han sido introducidas a un área.
- Extinción.** La desaparición de una especie o taxón de un hábitat o biota cualquiera, sin la posibilidad de una posterior recolonización de otra parte cualquiera.
- Extinta en el medio silvestre.** Término utilizado en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001 para designar a las especies nativas de México cuyos ejemplares en vida libre dentro del territorio nacional han desaparecido, hasta donde la documentación y los estudios realizados lo prueban, y de la cual se conoce la existencia de ejemplares vivos, en confinamiento o fuera del territorio mexicano.
- Fallamiento.** Plano de fractura de un cuerpo de la corteza terrestre en donde se puede observar el desplazamiento entre los bloques adyacentes.
- Fenotipo.** La suma total de las propiedades estructurales observables y funcionales de un organismo; el producto de la interacción entre el genotipo y el medio ambiente.
- Fisonomía.** Es el aspecto de una comunidad vegetal, producto de su composición florística la cual está determinada por el tamaño de las plantas dominantes.
- Fitopatógeno.** Organismo que es capaz de causar enfermedades a una planta.
- Flujos de detritos.** Movimiento de rocas sedimentarias terrígenas como arenas, limos, arcillas, conglomerados, bloques.
- Forraje.** Todo tipo de pasto o planta del cual puede alimentarse el ganado o cualquier otra especie herbívora.
- Fototrófico.** Son los organismos que obtienen su energía metabólica a partir de la luz, por un proceso fotoquímico.
- Fragmentación.** Proceso de rompimiento y separación de un placa tectónica.
- Genoma.** La composición genética de una especie en particular.
- Genotipo.** La constitución genética o hereditaria de un individuo; todo el material genético de una célula.
- Germoplasma.** El material hereditario transmitido por la fusión de los gametos.
- Gimnospermas.** Plantas vasculares que producen semillas que no están encerradas en el ovario.
- Grabens.** Bloque hundido de forma lineal de la corteza terrestre que está limitado por dos fallas.
- Gradiente.** Razón de cambio en el valor de cualquier elemento con la distancia en cualquier dirección dada.
- Hábitat.** La localidad, sitio y tipo particular del ambiente local ocupado por un organismo.
- Heterótrofo.** Son organismos que obtienen sus nutrientes de materia orgánica exógena; es usado por aquellos organismos que son incapaces de fotosintetizar compuestos orgánicos de sustratos inorgánicos.
- Humedal.** Zona en la que el agua es el principal factor que controla el medio y la vida vegetal y animal relacionada con él. Se da en los lugares donde la capa freática se encuentra cerca de la superficie de la tierra o donde la tierra está cubierta de agua poco profunda.
- Huracán.** Un ciclón tropical de núcleo caliente en el cual el viento máximo medio en superficie (media durante un minuto) es mayor de 118 km/h.
- Indicadores.** Cifras representativas de la situación demográfica, social, política y otros aspectos para un período determinado.
- Ingreso.** Cantidad de dinero que se percibe regularmente por cualquier concepto. Entradas totales provenientes de la venta de un producto.
- Insolación.** Cantidad de energía solar que recibe la superficie terrestre.
- Intendencia.** Provincias o demarcaciones de rentas para el manejo de los intereses nacionales (en Nueva España el sistema de intendencias se empezó a aplicar en 1786, y su objetivo era lograr una administración más eficiente y menos corrupta en la recaudación de las rentas a favor de la corona española, es decir, se buscaba extraer con mayor eficiencia los máximos recursos del territorio virreinal).
- Isoyeta.** Línea imaginaria que une puntos en donde la cantidad de lluvia es la misma.
- Lago tectónico.** Lago que se forma como producto de la deformación de la corteza terrestre.
- Legislatura.** Período de sesiones de Cortes durante el cual subsisten la mesa y las comisiones permanentes elegidas en el cuerpo colegislador.
- Litología.** Se refiere a los tipos de rocas (sedimentarias, magmáticas o metamórficas).
- Marginación.** La marginación es un fenómeno estructural que se origina en la modalidad o patrón histórico de desarrollo; ésta se expresa, por un lado, en la dificultad para propagar el progreso técnico en el conjunto de la estructura productiva y en las regiones del país, y por el otro, en la exclusión de grupos sociales del proceso de desarrollo y del disfrute de sus beneficios.
- Megaestructura.** Falla geológica, pliegue o fractura de grandes dimensiones.
- Micorrizas.** Asociación simbiótica entre los hongos no patógenos o ligeramente patógenos que viven en las células de la corteza de una raíz vegetal.
- Micropropagación.** Es la propagación asexual de plantas de forma masiva, utilizando las técnicas de cultivo de tejidos *in vitro*.
- Mioceno.** Es el cuarto de las cinco épocas en que se divide el periodo Terciario. El Terciario empezó hace 65 millones de años y terminó hace 1.6 millones de años.
- Monzón.** Es un viento estacional que sopla en verano del océano al continente y en el invierno del continente al océano. El de verano es húmedo y origina lluvias muy copiosas, sobre todo en las laderas de las zonas montañosas; el de invierno es seco.
- Morfología.** El estudio de la estructura y la forma de los organismos; la forma y estructura de un organismo, con especial énfasis en sus caracteres externos.
- Mutación.** Cambio en la estructura de un gene o un cromosoma, o de un conjunto de ellos.
- Neártico.** Región zoogeográfica que comprende Norteamérica y el Norte de México.
- Neotropical.** Región zoogeográfica que comprende desde la porción al sur de la meseta mexicana hasta Sudamérica.
- Nomenclatura.** El sistema de nombres científicos aplicados a los seres vivos.
- Paisaje.** Área heterogénea compuesta por un grupo de ecosistemas que interactúan entre sí y que se repiten en forma similar a través de ésta.
- Partido.** Distrito o territorio de una jurisdicción o administración que tenía por cabeza un pueblo principal.
- Pelágico.** Perteneciente a la columna de agua de mar o lago; usado por organismos que habitan las aguas abiertas de un mar o lago.
- Peligro de extinción.** Término utilizado en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001 para designar a aquellas especies cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros. (Esta categoría coincide parcialmente con las categorías en peligro crítico y en peligro de extinción de la clasificación de la IUCN).
- Perenne.** Plantas que persisten por varios años con un periodo de crecimiento consistente, a diferencia de las anuales que retoñan cada año cuando las condiciones son favorables.
- Placas tectónicas.** Grandes fragmentos en los que está dividida la parte superior de la tierra.
- Plataformas calcáreas.** Rocas formadas en mares ricos en carbonato de calcio y en ambientes marinos de arrecifes.
- Plioceno.** Es la última época del terciario inició hace 5.2 millones de años (*ma*) y terminó hace 1.6 *ma*.
- Pliocuatrnario.** Periodo de tiempo que integra el plioceno y el Cuaternario (últimos 1.6 millones de años)
- Población urbana.** La que se refiere a las localidades con una población mayor a 2 500 habitantes, de acuerdo al criterio del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.

- Prefectura.** Territorio de la jurisdicción del prefecto (el prefecto era el ministro que presidía y gobernaba en un tribunal, junto a la comunidad eclesiástica).
- Prístinas.** Son aquellas zonas que no han sido afectadas prácticamente por la actividad humana.
- Producto interno bruto.** Producción libre de duplicaciones, que equivale al valor agregado bruto generado por los gobiernos estatales a través de sus actividades económicas durante un ejercicio, generalmente un año. Se calcula como la diferencia entre el valor de la producción bruta a precios básicos menos el valor de los bienes y servicios de consumo intermedio que se utilizan en el proceso productivo.
- Protección especial.** Término utilizado en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001 para designar a aquellas especies o poblaciones que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas. (Esta categoría puede incluir a las categorías de menor riesgo de la clasificación de la IUCN).
- Región biogeográfica.** Cualquier área geográfica caracterizada por una flora y/o fauna distintiva.
- Relaciones estratigráficas.** Relación de periodo de tiempo y espacio en que se formaron las rocas o sedimentos y su asociación con rocas de distintas localidades pudiendo ser a escala de metros a kilómetros.
- Relictos.** Se dice de la especie remanente que persiste de una fauna o flora con amplia distribución en el pasado y que se encuentra en el presente sólo en ciertas áreas o hábitats aislados.
- Rocas carbonáticas.** Rocas sedimentarias formadas por más del 95% de calcita o dolomita denominadas comúnmente "calizas". De ellas se extraen materiales cementantes.
- Rocas ígneas intrusivas.** Rocas magmáticas que se forman debajo de la superficie y que atraviesan otras rocas formadas anteriormente.
- Rocas vulcanosedimentarias.** Rocas que se caracterizan por pertenecer a secuencias litológicas de arcos volcánicos.
- Rodal.** Unidad de vegetación homogénea respecto de la composición de especies y de la estructura, que ocupa un área unitaria de terreno.
- Saprófito.** Planta u hongo que obtiene sus nutrientes de materia orgánica muerta o en descomposición.
- Selección natural.** La reproducción no aleatoria y diferencial de diferentes genotipos que se refleja a lo largo de las generaciones en variantes favorables que eliminan los rasgos menos favorables dentro de una población o especie. Es vista como la fuerza creativa que dirige el curso de la evolución para preservar las variantes mejor adaptadas para la competencia natural.
- Semigrabens.** Bloques hundidos que no presentan una simetría de ambos lados.
- Simbiosis.** Relación mutuamente benéfica entre dos organismos vivos diferentes. En ocasiones, los simbioses forman un solo cuerpo u órgano como en las micorrizas o los líquenes.
- Sinclinal.** Pliegue cóncavo con las rocas más recientes en su núcleo.
- Sotavento.** Parte orientada al lado opuesto de donde viene el viento.
- Subsidencia.** Es una depresión de la corteza terrestre que progresa al paso del tiempo dando lugar a la acumulación de sedimentos.
- Sucesión.** Cambio en la composición de una comunidad y estructura a través del tiempo.
- Tasa de crecimiento.** Promedio anual en el que se incrementa una población porcentualmente en un período de tiempo determinado.
- Taxón.** Cualquier rango que incluye todos los grupos subordinados de cualquier organismo, población o taxones considerados lo suficientemente distintos de otros grupos semejantes como para ser considerados una unidad separada. En términos técnicos el plural de taxón es taxa.
- Tectónica tensional.** Deformación de la corteza terrestre que da lugar a depresiones debido al estiramiento de la corteza.
- Trófico.** Relativo a la alimentación. Cada uno de los seres vivos ocupa un nivel trófico dependiendo de la forma en que produce u obtiene su alimento y el tipo de éste.
- Urbanización.** Proceso en donde se delimita artificialmente un terreno para establecer en él un núcleo residencial urbanizado. Entendiendo al verbo urbanizar como la apertura de calles en un terreno para dotarlas de servicios urbanos.
- Vasos planos.** Depresiones lacustres cuyo lecho es horizontal o casi horizontal.
- Vegetación secundaria.** Son comunidades vegetales originadas a partir de la destrucción de la vegetación original o primaria, las cuales pueden encontrarse en fases de recuperación con una composición y aspecto muy diferentes a la original.
- Volcán escudo.** Volcán formado casi totalmente de lava y piroclastos, con una base de varios kilómetros y pendientes muy suaves.
- Volcán estromboliano.** Este término se ha utilizado para describir una diversidad de erupciones volcánicas que van desde ráfagas volcánicas pequeñas hasta columnas eruptivas de altura kilométrica. La actividad estromboliana típica se caracteriza por ser de breve duración.
- Volcán monogenético.** Volcán que se forma en un solo episodio y tiene una sola composición.
- Volcán poligenético.** Volcán que se desarrolla en varias erupciones y de rocas magmáticas diferentes.
- Volcán vulcaniano.** Volcán que presenta una actividad muy explosiva con la expulsión de grandes bloques.
- Xilema.** Es el principal tejido conductor de agua y también constituye el tejido de soporte de las plantas superiores.
- Zonas de debilidad.** Zonas en las que existe mayor probabilidad de que se generen o reactiven fallas o fenómenos de vulcanismo.
- Zooplankton.** Animales microscópicos que se mueven pasivamente en ecosistemas acuáticos.

Resúmenes curriculares de los autores

Agustín Magallán Torres

Área de estudio: Biología de peces
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
Facultad de Biología. Laboratorio de Biología Acuática.
Edificio de Biología Acuática, Ciudad Universitaria,
Morelia, Michoacán.
Teléfono: (443) 316 74 12. Fax: 316 74 12.
Egresado de la Facultad de Biología, realizó su tesis de Licenciatura con el tema de "Preferencia alimenticia del Plecos (*Glyptoptericus parnaibe*) de la Presa El Infiernillo".

Alfonso Gutiérrez Urbina

Área de estudio: Biología de peces
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
Facultad de Biología. Laboratorio de Biología Acuática.
Edificio de Biología Acuática, Ciudad Universitaria,
Morelia, Michoacán.
Teléfono: (443) 316 74 12. Fax: 316 74 12.
Egresado de la Facultad de Biología realizó su tesis de Licenciatura con el tema de "Aspectos reproductores del Plecos (*Glyptoptericus parnaibe*) de la Presa El Infiernillo".

Alfredo Amador García

Áreas de estudio: Hidrología Forestal y Evaluación de Impacto Ambiental
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
Laboratorio de Percepción Remota y SIG.
Ecuador No. 876, Fraccionamiento Aurora, Zamora,
Michoacán.
Teléfono: (351) 520 69 66. aamador@zeus.umich.mx
Realizó sus estudios de Licenciatura en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional; cursó la Maestría en Conservación y Manejo de Recursos Naturales en la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, y el Doctorado en Ciencias (Recursos Bióticos) en la Universidad Autónoma de Querétaro. Es Técnico Académico de la UMSNH adscrito a la Facultad de Biología, donde ha impartido cursos diversos en la licenciatura y la maestría. También ha coordinado diversos proyectos de evaluación de impacto ambiental dictaminados por autoridades federales y estatales.

Alfredo Figueroa López

Área de estudio: Conservación de Servicios Ecosistémicos (Economía Ambiental)
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales. Departamento de Gestión Ambiental.
Reforma Agraria No.400, Fraccionamiento El Pueblito Morelia, Michoacán.
Teléfonos: (443) 316 74 12 y 327 23 50 y 51
figueroala2004@hotmail.com
Biólogo egresado de la Facultad de Biología de la UMSNH. Fundador y director de 1982 a 1995 del programa de Protección a la tortuga marina en Michoacán por parte de la Universidad Michoacana, fue coordinador del grupo americano Programa Binacional MEX-EU para la Conservación de la Tortuga Lora en Tamaulipas del año de 1988 a 1992. Fue Director de Ecología en la SEDUE del Gobierno de Michoacán. Actualmente es profesor- investigador de la UMSNH, impartiendo las materias de Legislación e Impacto Ambiental y Biología de la Conservación en la Facultad de Biología. Es el responsable del Departamento de Gestión Ambiental del INIRENA-UMSNH, y es miembro del Consejo Estatal de Ecología.

Alma Lilia Fuentes Fariás

Áreas de estudio: Zoología y Magnetorecepción
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
Laboratorio de Invertebrados.
Ciudad Universitaria, Morelia, Michoacán.
Teléfono: (443) 324 32 47

almafuentes70@hotmail.com

Profesor-Investigador de la Facultad de Biología de la UMSNH, impartiendo las materias de Animalia I y II. Desde el año de 1990 ha tenido participación en 8 proyectos de investigación relacionados con taxonomía, zoología y ecología de los invertebrados marinos de Michoacán. Realizó sus estudios de Maestría en Manejo y Conservación de los Recursos Naturales; actualmente cursa el Doctorado en Ciencias de la Tierra en la UNAM, trabajando con magnetorecepción de tortuga marina e invertebrados. Ha publicado artículos en revistas especializadas y participado en la realización del libro "Caracoles Marinos. Colecta Conservación e identificación de los gasterópodos más comunes de Michoacán".

Amalia Ramírez Garayzar

Área de estudio: Culturas populares e indígenas
Arqueóloga egresada de la Universidad Autónoma de Guadalajara, curso sus estudios de Maestría en Estudios Étnicos en el Centro de Estudios de las Tradiciones del Colegio de Michoacán. Es investigadora de la actividad artesanal del Estado de Michoacán, realizado diferentes investigaciones de las cuales ha publicado artículos en diversas revistas y libros. Ha trabajado para la Casa de las Artesanías de Michoacán, en las áreas de promoción e investigación. En esta última, coordinó proyectos de investigación relacionados con la recuperación del uso de materias primas naturales que han sido usados en técnicas antiguas, como la pasta de caña de maíz y la tinción de textiles. Ha sido Jefa de la Unidad Regional Michoacán de Culturas Populares e Indígenas; actualmente es profesora de la Universidad Latina de América, de Morelia, Michoacán.

Ana Elizabeth Bárcenas Ortega

Áreas de estudio: Ecología y fisiología, Aguacate
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez".
Rafael M. Vega 22, Barrio de Santiago
Morelia, Michoacán
Teléfono: (452) 523 17 87
abarbenas@prodigy.net.mx
Maestra Normalista de la Normal Urbana Federal de Morelia y Maestra en Biología de la ENSM e Ingeniera Agrónoma de la UMSNH, con especialidad en Fitomejoramiento. Profesora Investigadora en la Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez" de la UMSNH. Actualmente realiza estudios de aspectos ecológicos y fisiológicos del aguacate. Es miembro regular de la Asociación Mexicana de Control Biológico de la Sociedad Mexicana de Agricultura Sostenible y de la Academia Mexicana de la Educación. Ha publicado 7 libros y más de 70 artículos sobre temas relacionados con la fenología y ecología del aguacate.

Arcelia Cabrera González

Área de estudio: Estudio de suelos en cuencas hidrográficas
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
Facultad de Biología. Laboratorio de Edafología.
Edificio B-4 Segunda planta,
Ciudad Universitaria
Morelia, Michoacán
Teléfono: (443) 322 35 00 ext. 4222
Fax: (443) 316 74 12
acabrera@zeus.umich.mx
Bióloga egresada de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, en la que también realizó estudios de posgrado en Edafología. Su línea de investigación se enfoca al estudio de suelos en cuencas hidrográficas, principalmente en la región de Cuitzeo, Michoacán. A partir de 1981, es Profesor Investigador de la Facultad de Biología de la UMSNH. Actualmente dirige un proyecto de desarrollo

comunitario en la Microcuenca de Atécuaro impulsando actividades de manejo integral de los recursos forestales.

Arturo Carrillo Sánchez

Área de estudio: Tecnología de Semillas Forestales
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
Facultad de Biología
Morelia, Michoacán
Teléfono: (443) 316 74 12. carrillo@zeus.umich.mx
Profesor investigador asociado "C" de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana. Ha pertenecido a diversas instituciones relacionadas con los recursos forestales de México, fue jefe del banco de semillas en Coyoacán. En la Comisión Forestal del Estado de Michoacán fue jefe del Departamento de Reforestación. También fue jefe del Departamento de Plantaciones de la UAF No 5 en Pátzcuaro.

Arturo Núñez Garduño

Áreas de estudio: Taxonomía y Ecología de mamíferos
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
Laboratorio de Mastozoología.
Edificio B-4 planta baja, Ciudad Universitaria.
Morelia, Michoacán
Teléfono: (443) 322 35 00 ext. 4220
Fax: (443) 316 74 12. anunez@zeus.umich.mx
Fungió como Coordinador del Laboratorio de Mastozoología de la UMSNH hasta el año de 2004 y como profesor investigador Titular "C", impartió los cursos de Zoología I, Paleontología, Animalia III, Taxidermia de mamíferos y Mastozoología, en la misma Universidad. Ha realizado diversos proyectos entre los que se mencionan: *Diversidad y Zoogeografía de los mamíferos michoacanos* y *Caracterización cromosómica de los mamíferos michoacanos*. Es autor de numerosos artículos de revistas y libros, así como de tres libros y uno en prensa sobre mamíferos michoacanos. Ha impartido conferencias en distintas universidades nacionales, en el Museo Universum, el Túnel de la Ciencia y el Museo Tecnológico de la Comisión Federal de Electricidad.

Carlos Delgado Trejo

Áreas de estudio: Biología de la conservación, ecología y reproductiva y comportamiento en tortugas marinas, conservación de tortugas marinas.
Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Departamento de Zoología, Laboratorio de Herpetofauna.
Av. San Juanito Itzicuaru s/n, Col. San Juanito Itzicuaru.
Morelia, Michoacán
Teléfono: (443) 327 23 50, cdtrejo@zeus.umich.mx
Profesor e investigador asociado "C" adscrito al Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales INIRENA-UMSNH. Es director del proyecto "Recuperación Ecológica de las Poblaciones de Tortuga Marina de la Costa de Michoacán" desde 1991. Fue el coordinador del Grupo Norteamericano en el Proyecto binacional México-USA para la protección de la tortuga lora (*Lepidochelys kempii*) en Tamaulipas del año 1992 a 1997. Ha dirigido tesis sobre los aspectos de biología y conservación de tortuga negra (*Chelonia agassizi*) en la costa de Michoacán. Actualmente es vocal de Investigación del Consejo Consultivo Estatal para la Protección de las Tortugas Marinas de Michoacán.

Carlos Escalera Gallardo

Áreas de estudio: Acuicultura y recursos acuáticos
Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIDIIR), Instituto Politécnico Nacional.
Félix Ireta 99, Col. La Selva, Jiquilpan, Michoacán
Teléfono: (353) 533 41 29, Fax: (353) 53 30218, zorry36@hotmail.com
Cursó la carrera de Biología en la Facultad Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional, sus estudios de maestría los realizó en la Universidad Autónoma de Nuevo León en la especialidad de Ecología Acuática y Pesca. Ha sido coordinador de varios proyectos relacionados con Desarrollo Urbano, Medio Ambiente y Acuicultura. Es Jefe del Departamento de Recursos Naturales del año de 2003 a la fecha. Ha impartido diferentes cursos entre los que destacan Temas selectos de acuicultura, Ecosistemas acuáticos, Acuicultura práctica y Manejo de residuos sólidos. Ha dirigido numerosos

proyectos de investigación dirigidos a los recursos acuáticos del Estado de Michoacán.

Claudia Contreras Barriga

Áreas de estudio: Educación, pobreza, desarrollo rural y desarrollo regional en Michoacán
Gobierno del Estado de Michoacán
Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente
Escarcha 272, Fracc. Prados del Campestre
Morelia, Michoacán

Teléfono: (443) 314 06 45

Realizó sus estudios de economía en la UMSNH, la Maestría en Ciencias en Docencia en Ciencias Sociales en el Instituto Michoacano de Ciencias de la Educación "José María Morelos". Ha impartido las materias de Introducción a la Economía, Pensamiento Económico y Planificación Regional en la Facultad de Economía "Vasco de Quiroga" de la UMSNH. Actualmente trabaja en la Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente en el Programa de Preservación y Protección Ecológica en la Producción de Materiales Editoriales para Divulgación de la Cultura Ambiental. También ha sido participe en la elaboración del Plan Maestro para la Modernización del Transporte Público del Estado de Michoacán y en el Programa de Coordinación Sectorial de Vivienda de esta misma Secretaría. Ha sido autora de varios artículos en revistas especializadas y de divulgación, de alcance estatal, nacional e internacional.

Cuauhtémoc Sáenz Romero

Área de estudio: Genética Forestal

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales (INIRENA).

Av. San Juanito Itzicuaru s/n, Col. San Juanito Itzicuaru
Morelia, Michoacán

Teléfono: (443) 327 23 50 ext. 118

Fax: (443) 327 23 50 ext.1. csaenz@zeus.umich.mx

Cursó el Doctorado en Ciencias Forestales y Genética de Plantas en la Universidad de Wisconsin-Madison, USA, en 1998. Actualmente es profesor-investigador Titular "C" del Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales (INIRENA), de la UMSNH. Imparte clases de Genética Mendeliana, Genética Cuantitativa y Genética de Poblaciones en la Facultad de Biología. Es miembro del SNI Nivel I, y representante de México ante el Grupo de Trabajo sobre Recursos Genéticos Forestales de la Comisión Forestal de América del Norte, FAO. Su línea de investigación es sobre genética de poblaciones y mejoramiento genético de especies forestales.

Daniel Val Arreola

Áreas de estudio: Análisis de sistemas de producción ganadera y modelos de sistemas ganaderos
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales
Carretera Morelia-Zinapécuaro km 9.5
Tarímbaro, Michoacán

Teléfono: (443) 295 83 24. dval_@hotmail.com

Investigador del Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo desde el año 1997. Es coordinador del programa de Maestría de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la misma Universidad. Ha sido instructor del programa PROCAMPO en la Dirección general de Escuelas Técnicas Agropecuarias en la Secretaría de Educación Pública. Se ha desempeñado también como técnico extensionista de la Secretaría de Desarrollo Agrícola y Forestal, del Gobierno de Michoacán y como consultor privado de hatos lecheros en al área Morelia-Tarímbaro.

Dolores del Carmen Huacuz Elías

Área de estudio: Biología Animal

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
Laboratorio de Investigación en Herpetología

Edificio B2, Tercer piso, Ciudad Universitaria

Teléfono: (443) 322 35 00 ext. 4213

dhuacuze@prodigy.net.mx

Bióloga egresada de la UMSNH con estudios de postgrado en la UNAM, es profesora e investigadora de la Facultad de Biología, coordina el Laboratorio de Investigación en Herpetología. Ha publicado artículos nacionales e internacionales, y contribuido en capítulos de libros, cuatro libros técnicos y dos libros de divulgación para niños. Ha presentado ponencias y conferencias en foros nacionales e internacionales, y participado en la organización de diversos eventos en aspectos relacionados con el medio ambiente. Actualmente es presidenta del Subcomité Nacional de Afoques o Ajolotes del género *Ambystoma* y Secretaria del Comité Nacional de Especies Prioritarias para la Conservación en México.

Eduardo Antaramián Harutunián

Áreas de estudio: Percepción Remota y Climatología
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
Laboratorio de Percepción Remota y Sistemas de Información Geográfica.

Privada Luís G. Banuet 48, Morelia, Michoacán.

Teléfono: (443) 324 48 43. Fax: (443) 316 74 12.

eah@zeus.umich.mx

Cursó la Licenciatura en Ingeniería Química en la UNAM, la licenciatura y el doctorado en Geografía en la misma universidad. Ha sido investigador en el Centro Científico de IBM de México en Percepción Remota y proceso digital de imágenes. Actualmente es Profesor Investigador Titular "C" en la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana. Su área de investigación consiste en el estudio de los recursos naturales de Michoacán por medio de la Teledetección y los Sistemas de Información Geográfica. Es miembro del SNI y miembro fundador de la Sociedad Astronómica de Michoacán. Ha publicado más de 80 artículos científicos y de divulgación sobre aplicaciones computarizadas de Geografía y Climatología.

Eduardo Rendón Salinas

Área de estudio: Conservación de la mariposa monarca
Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto Nacional de Ecología (INE). Reserva Especial de la Biosfera Mariposa Monarca (REBMM).
México, DF

erendon@miranda.ecologia.unam.mx,

rendonsalinas@yahoo.com

Realizó sus estudios de Biología en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México y la Maestría en Ecología Básica en el Instituto de Ecología de la misma universidad. Actualmente es candidato a doctor en Ciencias Biológicas por la Facultad de Ciencias de la UNAM. Hasta el año 2000, combinó la docencia con la investigación en Ecología, impartiendo capacitaciones y cursos a nivel licenciatura y desarrollando cinco proyectos dirigidos a la conservación de la mariposa monarca. Entre los puestos de trabajo que ha desempeñado destacan el de técnico y subdirector de la Reserva Especial de la Biosfera de la Mariposa Monarca y el de Consultor de WWF. Los logros obtenidos en su línea de investigación le ha permitido asistir a congresos nacionales e internacionales y publicar sus resultados en revistas reconocidas entre la comunidad científica internacional.

Eleazar Carranza González

Áreas de estudio: Botánica y fitogeografía, particularmente en la zona del Bajío (Guanajuato, Querétaro y Michoacán)

Instituto de Ecología, A.C., Centro Regional del Bajío
Departamento de Flora del Bajío.

Av. Lázaro Cárdenas No. 253, Pátzcuaro, Michoacán
Teléfono: (434) 342 26 98. Fax: (434) 342 26 99.

carranza@inecolbajio.edu.mx

Es Doctor en Ciencias e Investigador Asociado B en el Instituto de Ecología, A. C. Sus principales líneas de trabajo han sido la taxonomía y la florística, con introducción en la fitogeografía. Básicamente ha desempeñado trabajos sobre la elaboración de la Flora del Bajío y de las regiones adyacentes. También ha contribuido en el conocimiento de la Flora de Guerrero (Facultad de Ciencias-UNAM), en convenios con la CFE, con el Instituto Nacional de Ecología y otros. Hasta la fecha cuenta con 29 publicaciones, principalmente florístico-taxonómicas.

Eva María Garrido Izaguirre

Áreas de estudio: Antropología y Arte Popular

Licenciada en Geografía e Historia con especialidad en Antropología Americana en la Universidad Complutense de Madrid, en donde realizó también el Doctorado en el programa *Las sociedades americanas: Caracteres históricos y antropológicos. Métodos de análisis*, actualmente es candidata a doctora con la tesis en proceso titulada *Arte popular, identidad y significación*, centrada en el análisis de la producción estética de Ocumicho, comunidad purépecha de Michoacán; cuenta con diversas publicaciones sobre arte y estética indígena de Michoacán; ha sido investigadora en la Casa de las Artesanías del Estado de Michoacán y actualmente ocupa el puesto de coordinadora del área interdisciplinar de la Universidad Latina de América.

Flavio Barrera Herrera

Área de estudio: Materiales artesanales

Casa de las Artesanías del Estado de Michoacán

Centro de Investigación y Documentación
Fray Juan de San Miguel 129, Col. Centro, Morelia,
Michoacán.

Teléfono: (443) 312 08 48

flaviobh@yahoo.com, flavio1@mexico.com

Ha sido el responsable de los proyectos de investigación sobre rescate de técnicas y/o materiales artesanales desaparecidos o en peligro de extinción del proyecto *Recuperación del cultivo de añil*, de los años de 1998 al 2003, también participó en el proyecto *Investigación y recuperación del Aje como materia prima de uso artesanal*, del año 2001 al 2004, posteriormente con *Protección y registro del patrimonio cultural de las artesanías y Maque de Michoacán, región Oriente*. Ha publicado diversos artículos y memorias sobre las artesanías en el Estado de Michoacán.

Francisco Alonso Solís-Marín

Área de estudio: Taxonomía Morfológica y Molecular de Equinodermos

Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. Laboratorio de Sistemática y Ecología de Equinodermos. Colección Nacional de Equinodermos.

Teléfono: (55) 56-22-58-43

fasolis@icmyl.unam.mx

Estudió la licenciatura en la Facultad de Biología de la UMSNH, y la maestría en la Facultad de Ciencias en la UNAM, realizó sus estudios de doctorado en University of Southampton, en Inglaterra. Es el curador de la Colección Nacional de Equinodermos "Dra. Ma. Elena Caso Muñoz", del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. Es investigador asociado "C" de tiempo completo y responsable del Laboratorio de Sistemática Molecular de Equinodermos. Tiene 35 publicaciones nacionales e internacionales.

Francisco Elijah Velásquez Pallares

Área de estudio: Biología de peces

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
Facultad de Biología. Laboratorio de Biología Acuática
Edificio de Biología Acuática, Ciudad Universitaria
Morelia, Michoacán

Teléfono: (443) 316 74 12. Fax: 316 74 12.

Egresado de la Facultad de Biología realizó su tesis de Licenciatura con el tema de "Impacto socioeconómico del Plecos (*Glyptoptericus parnaibe*) de la Presa El Infiernillo".

Gabriel Moreno Carachure

Áreas de estudio: Biología de peces

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Biología. Laboratorio de Biología Acuática Edificio de Biología Acuática, Ciudad Universitaria Morelia, Michoacán

Teléfono: (443) 316 74 12. Fax: 316 74 12.

Egresado de la Facultad de Biología realizó su tesis de Licenciatura con el tema de "Aspectos alimenticios del Plecos (*Glyptoptericus parnaibe*) de la Presa El Infiernillo".

Gabriela Fernández Benvenutti

Área de estudio: Educación Ambiental

Paraguay 3, Las Américas CP 58270, Morelia, Michoacán. Teléfono: (443) 314 11 02, Tel. cel. 044 44 33 31 0048 gfbenvenutti@prodigy.net.com.mx

Coordinó las actividades de Educación Ambiental durante 10 años en el Centro Educativo Morelia. Es miembro de la Academia Nacional de Educación Ambiental (ANEA) desde 1994. Fundadora de la Red de Educadores Ambientales en Michoacán, la cual coordinó durante cinco años. Actualmente coordina de manera conjunta con el Centro de Estudios, Sociales y Ecológicos (CESE) el proyecto "Diseño y producción de los libros de texto sobre medio ambiente para la Educación Básica" el cual se está realizando bajo Convenio con la Secretaría de Educación del Estado.

Gerardo Rodríguez Lozano

Área de estudio: Agroecología

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Biología. Laboratorio de Agrobiología. Carretera Morelia- Pátzcuaro Km 34 Huiramba, Michoacán

Telefonos: (443) 316 74 12 y (343) 343 50 81

grlozano@starmedia.com

Biólogo egresado de la Universidad Autónoma de Nuevo León, cursó sus estudios de maestría en la Facultad de Biología de la UMSNH. Ha trabajado en proyectos relacionados con agricultura y plantas útiles en las poblaciones de Colola y Maruata, en el municipio de Aquila, Michoacán; también en control biológico de la mosca en establos de Tajaró, municipio de Tarímbaro; así como estudios de potencial reproductivo de *Eisenia foetida* en diferentes sustratos. Actualmente se desempeña como profesor de la materia de Plantae II (Pteridofitas y Gimnospermas) en la Facultad de Biología.

Gonzalo Ramírez Anguiano

Área de estudio: Coordinación de Comercialización y Apoyos al Productor

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. Distrito de Desarrollo Rural 085-La Huacana

Obregón 171

La Huacana, Michoacán

Teléfono: (425) 547 03 54

gonzalo_085@yahoo.com.mx

Fue gerente de Fomento en el Programa de empleo cooperativo para los Recursos naturales en COPLAMAR, donde realizó actividades de asesoría técnica y administrativo- contable a campesinos integrados en sociedades cooperativas. Formó parte de la Secretaría de Recursos Hidráulicos de 1987 a 2004, realizando diferentes funciones, entre las que destacan: Programa de frutales de traspatio con apoyo técnico para la propagación de árboles frutales forestales y de ornato en viveros; encargado de la granja de Poturo, en el manejo y distribución de paquetes familiares de aves de postura para traspatio; coordinador del

comercialización y apoyos para el productor a través del programa PROCAMPO. Ha colaborado también con el Departamento de Investigación de la Casa de las Artesanías en el proyecto *Rescate del Cultivo de Añil*.

Guillermo Vargas Uribe

Área de estudio: medio ambiente, electorales, demográficos, económicos y desarrollo regional en Michoacán

Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales Ciudad Universitaria

Morelia, Michoacán

Teléfono: (443) 316 51 31

Licenciado en Geografía en la Universidad Nacional Autónoma de México, realizó sus estudios de maestría en Estudios regionales, en el Instituto de Investigaciones "José Luís Mora", y la maestría en Estudios rurales en el Colegio de Michoacán. Sus estudios de doctorado los realizó en la Universidad Autónoma de Barcelona. Actualmente es Profesor-Investigador de la Facultad de Economía "Vasco de Quiroga" de la Universidad Michoacana, impartiendo materias como Geografía económica, Economía ambiental y Desarrollo urbano. Fue secretario de la Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente del Gobierno de Michoacán. Es autor de diez libros y numerosos artículos a nivel estatal y nacional.

Hesiquio Benítez Díaz

Área de estudio: Taxonomía y Biogeografía de Aves y Biodiversidad

Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad (CONABIO).

Avenida Liga Periférica Insurgentes Sur No. 4903

Delegación Tlalpan, México, D. F. CP 14010

Telefonos: 01 (55) 55 28 9125 y (55) 55 28 9185

hbenitez@xolo.conabio.gob.mx,

Egresado de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Colaboró durante varios años en los proyectos de investigación del Laboratorio de Ornitología de la Facultad de Biología y el Museo de Historia Natural "Manuel Martínez Solórzano" de la UMSNH y en el Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera" de la Facultad de Ciencias de la UNAM. Desde 1992 trabaja en la Comisión Nacional para el conocimiento y el uso de la Biodiversidad en México (CONABIO), en donde funge como Director de Enlace y Asuntos Internacionales, en dicha institución representa a la Autoridad Científica de CITES en México, además de coordinar el Punto Focal para la Iniciativa Global Taxonómica (GTI), la Estrategia Global de Conservación de Plantas (GSPC), el Órgano Científico (SBSTTA) y el Mecanismo Facilitador de Información (CHM) de la Convención de Diversidad Biológica.

Ignacio García Ruiz

Áreas de estudio: Botánica Sistemática, Florística

Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR). Instituto Politécnico Nacional- Michoacán. Herbario CIMI.

Justo Sierra No. 28

Jiquilpan, Michoacán

Telefonos: (353) 533 02 18 y 533 00 83

igarciar2001@yahoo.com.mx

Es Biólogo y Maestro en Ciencias en Biotecnología. Profesor Titular "C" y encargado del Herbario CIMI del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR)

Ha desarrollado siete proyectos sobre florística en el Estado de Michoacán. Autor de nueve artículos publicados y del libro: "Flora del Parque Nacional Pico de Tancitaro, Michoacán".

Isabel Israde Alcántara

Área de estudio: Evolución de cuencas lacustres y sus impactos ambientales

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Instituto de Investigaciones Metalúrgicas . Departamento de Geología.

Edif. U, Ciudad Universitaria

Morelia, Michoacán

Teléfono: (443) 322 35 00 ext. 4024

aisrade@zeus.umich.mx

Profesora Investigadora titular "C" del Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, miembro del SIN. Realizó su doctorado en la Universidad de Milano relacionado con la evolución sedimentaria de las cuencas lacustres. Imparte los cursos de Geología en la Facultad de Biología, Geología Física y Estratigrafía en las maestrías en Geociencias y Planificación del territorio, y Petrología aplicada en la Maestría en Metalurgia y Ciencias de los Materiales. Ha publicado distintos artículos en revistas científicas, de divulgación y capítulos en libros, relacionados con la evolución ambiental de las cuencas lacustres de Michoacán. Forma parte de un proyecto interdisciplinario en el que se están extrayendo núcleos de varias profundidades en cuencas que contienen lagos y antiguos lagos Cuaternarios, realizando los análisis geoquímicos y de microfósiles, como diatomeas y polen.

Jaime Eivin San Román Montiel

Áreas de estudio: Economía ambiental, legislación y estrategias de conservación

Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad (CONABIO).

Avenida Liga Periférica Insurgentes Sur No. 4903

Delegación Tlalpan, México, D. F. CP 14010

Telefonos: 01 (55) 55 28 9125 y (55) 55 28 9170

jsanroma@xolo.conabio.gob.mx

Realizó sus estudios de Licenciatura en Biología en la Universidad Autónoma Metropolitana y de Licenciatura en Economía en la Universidad Nacional Autónoma de México. Cursó tres Diplomados sobre Estudios Ambientales, Economía del Medio Ambiente y Seguridad Industrial y Salud Ocupacional en instituciones de educación superior mexicanas y cuenta con un Certificado del Programa Internacional para el Manejo de la Sustentabilidad por el Gobierno de Holanda. Actualmente es el coordinador de las Estrategias Estatales sobre Biodiversidad en la CONABIO. Ha colaborado como Coordinador de la Subcomisión de Bosques y Selvas de la Comisión de Medio Ambiente y Recursos Naturales en la Cámara de Diputados del Congreso de la Unión y como asesor en la Comisión de Medio Ambiente y Protección Ecológica de la Asamblea Legislativa del Distrito Federal.

Javier Alvarado Díaz

Área de estudio: Conservación de la fauna herpetológica

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales (INIRENA).

Av. San Juanito Itzicuaró s/n, Col. San Juanito Itzicuaró Morelia, Michoacán

Teléfono: (443) 327 23 50. Fax: (443) 327 23 50 ext.1

jadiaz@zeus.umich.mx

Biólogo egresado de la Facultad de Biología de la UANL. Realizó sus estudios de maestría en la University of Missouri. Ha publicado libros de especialidad y artículos en revistas científicas y de divulgación. Es asesor científico desde 1987 de los Comités Binacionales (México-EEUU) para la recuperación de la tortuga lora en el Golfo de México y de las tortugas marinas del Pacífico. Ha sido profesor invitado en la School for Field Studies para impartir cursos sobre ecología y conservación de tortugas marinas. Es miembro del grupo de especialistas en tortugas marinas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) y de la Academia de Ciencias de Nueva York. Actualmente es Profesor Investigador del Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales (INIRENA).

Javier Salvador Robles del Valle

Áreas de estudio: Ecología y taxonomía de la Familia Cactaceae y manejo de recursos naturales
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
Facultad de Biología.

Sección de Cactáceas del Herbario "EBUM"
Benefactor de Zitácuaro 24, Fracc. Fray Antonio de San Miguel Iglesias, Morelia, Michoacán.
Teléfonos: (443) 316 74 12 y 333 24 30
delvalle@jupiter.umich.mx

Especialista en ecología y taxonomía de la familia Cactaceae en el Estado de Michoacán. Labora en la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana, encargado de la Sección de Cactáceas del Herbario EBUM. Es Maestro en Ciencias en Conservación y Manejo de Recursos Naturales. Actualmente colabora en el Proyecto Autoecología de especies arbóreas y cactáceas de la Cuenca de Cuitzeo en Michoacán y Guanajuato, México. Fundador y Presidente de la Sociedad Michoacana de Cactáceas y Suculentas A.C. Coordina un equipo interdisciplinario para la implementación de Unidades para la Conservación de la Vida Silvestre y de Áreas Naturales Protegidas en las Comunidades Indígenas de la Costa de Michoacán.

Javier Ponce Saavedra

Áreas de estudio: Sistemática y Ecología de Arácnidos e Insectos (Entomología)
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
Facultad de Biología. Laboratorio de Entomología "Biol. Sócrates Cisneros Paz".

Edificio B4, Ciudad Universitaria, Morelia, Michoacán.
Teléfono: (443) 3 22 35 00 ext. 4223
Fax: (443) 316 74 12. jponce@zeus.umich.mx,
jponcesaavedra@yahoo.com.mx

Biólogo egresado de la UMSNH, con Maestría en Ciencias en Protección Vegetal por la Universidad Autónoma de Chapingo y Doctorado en Recursos Bióticos por la Universidad Autónoma de Querétaro. Actualmente es Profesor Investigador Titular de la UMSNH con docencia en las materias de Estadística, Ecología de Comunidades, Métodos Ecológicos y algunas optativas de su especialidad. Desarrolla investigación en sistemática y ecología de alacranes y arañas, así como diversos trabajos de inventario que incluyen a diferentes grupos de insectos en diferentes zonas del Estado y centro del país. Ha publicado más de 40 artículos de investigación y difusión, es autor de dos libros y ha participado como autor en capítulos de otros dos.

Jean-François Mas Causse

Áreas de estudio: Aplicación de la Percepción Remota y de los Sistemas de Información Geográfica al monitoreo de los recursos naturales
Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geografía - UNAM. Unidad Foránea de Morelia.
Aguiles Serdán 382. Morelia, Michoacán.
Teléfono: (443) 317 94 23
jfmasc@igiris.igeograf.unam.mx

Cuenta con el grado de Doctor en Ciencias y es investigador titular "A" de tiempo completo en el Instituto de Geografía de la UNAM. Ejerce como docente en la UNAM a nivel maestría en los Posgrados de Geografía y Ciencias Biológicas y a nivel licenciatura en Geografía. En los últimos cinco años ha sido responsable de seis proyectos de investigación, corresponsable en tres y ha participado en otros siete, algunos de ellos apoyados por CONACYT y PAPIIT entre otros. Es autor de numerosos artículos en revistas nacionales e internacionales con arbitraje externo.

Jeannette Sofía Bayuelo Jiménez

Área de estudio: Conservación y aprovechamiento de recursos fitogenéticos
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales
Km 9.5 Carr. Morelia-Zitácuaro, Tarímbaro, Michoacán.

Tel y fax: (443) 295 83 24. jsbayuelo2002@aol.mx
Profesora-Investigadora adscrita al Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Imparte cursos en la Facultad de Biología sobre conservación y aprovechamiento de los recursos filogenéticos, Recursos naturales y Fisiología del agobio ambiental. Es investigadora del área de ecofisiología vegetal para tolerancia al agobio por sequía y salinidad, así como conservación, manejo y aprovechamiento de recursos fitogenéticos de Michoacán. Es tutor de estudiantes a nivel licenciatura y posgrado. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SIN I); es autora de numerosos artículos relacionados con las líneas de investigación anteriormente señaladas y responsable de proyectos de investigación nacionales (SEP- PROMEP, CIC) e internacionales (International Foundation for Science, IFS).

Jerzy Rzedowski Rotter

Áreas de estudio: Florística y fitogeografía de México
Instituto de Ecología, A.C., Centro Regional del Bajío.
Departamento de Flora del Bajío.

Av. Lázaro Cárdenas 253, Pátzcuaro, Michoacán.
Teléfono: (434) 342 26 98. jerzy@inecolbajio.edu.mx
En 1954 se licenció como Biólogo y en 1961 obtuvo el grado de Doctor en Biología. Es investigador titular "C" (investigador emérito) del Instituto de Ecología, A.C. desde 1985. Es autor de 178 publicaciones que incluyen artículos en revistas, libros, capítulos de libros y fascículos de floras, responsable del proyecto «Flora del Bajío y de regiones adyacentes» y editor de la revista «Acta Botánica Mexicana» desde 1988.

Jesús Conejo Nava

Área de estudio: Reproducción y sistemas de producción animal
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
Laboratorio de Reproducción Animal.
Tzintzuntzan 187, Morelia, Michoacán.

Teléfono: (443) 324 67 41 conj9@hotmail.com
Cuenta con el grado de Doctor en Ciencias Biológicas y ejerce como profesor-investigador titular "A". Es el responsable de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UMSNH. En su actividad académica ha asesorado 42 tesis de nivel licenciatura y 5 de maestría. Como investigador ha sido autor de un libro y tres capítulos ya publicados sobre inseminación artificial y producción porcina. Además, ha publicado 53 artículos en memorias de congresos y reuniones científicas nacionales e internacionales así como 15 artículos en revistas técnicas y científicas. Fue evaluador de proyectos de investigación del CONACYT (1998-2001) y de la Fundación PRODUCE- MICHOACÁN (1997-1998).

José Alejandro Velázquez Montes

Áreas de estudio: Geoecología, ecogeografía y de ecología del paisaje y su aplicación en el ordenamiento territorial y manejo de recursos naturales
Instituto de Geografía, Unidad Académica Morelia.
Universidad Nacional Autónoma de México.
Reforma Agraria 400-10, Colonia El Pueblito, Morelia, Michoacán

Teléfono: (443) 317 94 24. Fax: (443) 317 94 25
avm@igiris.igeograf.unam.mx,
alexmontes2000@yahoo.com
Realizó sus estudios de licenciatura en Biología y su Maestría en Ciencias en la Universidad Nacional Autónoma de México, posteriormente realizó su doctorado (PhD) con especialidad en Ecología del

Paisaje. Se ha desempeñado como Técnico Académico en la Facultad de Ciencias y el Centro de Ecología de la UNAM. Ha sido Profesor Titular de la Facultad de Ciencias adscrito a la UNAM e Investigador Titular del Instituto de Geografía de la UNAM desde el año 2000. Ha publicado numerosos artículos nacionales e internacionales, así como libros y capítulos de libros.

José César Lenin Navarro Chávez

Área de estudio: Investigaciones Económicas
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales
Ciudad Universitaria. Morelia, Michoacán.

Teléfono: (443) 316 51 31 navarro@zeus.umich.mx
Licenciado en Economía, egresado de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Obtuvo la Maestría en Economía y Política Internacional en el Centro de Investigación y Docencia Económicas CIDE de la Ciudad de México. Doctor en Ciencias Económicas en la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. Profesor de Educación Primaria egresado de la Escuela Normal Rural "Vasco de Quiroga" de Tiripetío, Michoacán. Licenciado en Educación Media Superior "Morelos". Obtuvo un Diplomado en Econometría en la Universidad Nacional Autónoma de México y otro Diplomado en Estudios Regionales de Michoacán. Tiene en su haber numerosas publicaciones en revistas especializadas y de divulgación. Ha desarrollado varios proyectos de investigación.

José Fernando Villaseñor Gómez

Áreas de estudio: Ornitología
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
Facultad de Biología, Laboratorio de Ornitología.
Edificio B-4, planta baja, Ciudad Universitaria, Morelia, Michoacán

Teléfonos: (443) 322 35 00 ext. 4221 y 316 74 12
Cursó la Licenciatura en la Escuela de Biología de la UMSNH, la Maestría en Ciencias en la Universidad de Montana, EUA y actualmente el Doctorado en la misma institución. Ha realizado proyectos de investigación sobre ornitología, conservación, monitoreo, siete con apoyo financiero internacional, tres con apoyo nacional y 9 con financiamiento regional y estatal. Ha presentado 48 ponencias en congresos, 22 conferencias en los estados de Michoacán, Guanajuato, Colima y Querétaro. Ha sido instructor en doce cursos sobre conservación y ornitología a nivel regional, cinco nacionales y cinco internacionales. Ha dirigido doce tesis de licenciatura, una de maestría y participado en 35 mesas como sinodal, tanto en la Universidad Michoacana como en la Facultad de Ciencias de la UNAM. Ha realizado diversas publicaciones, ocho de carácter internacional, una nacional y siete regionales. Ocupó el puesto de Jefe de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Biología de la UMSNH y como editor de la Revista Ciencia Nicolaita, órgano de difusión de la Coordinación de Investigación Científica de la UMSNH.

José Gerardo Alejandro Ceballos Corona

Área de estudio: Biología Marina
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
Laboratorio de Biología Acuática "Javier Alvarado Díaz".
Facultad de Biología.

Marcos Martínez 76, Praderas de Morelia
Morelia, Michoacán.
Teléfonos: (443) 316 74 12 y 327 10 72
jgaceballos@hotmail.com, ceballos@zeus.umich.mx
Profesor e Investigador Asociado "A" de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Es vicepresidente de la Sociedad Mexicana de Planctología, A.C. (SOMPAC). Ha participado en diferentes proyectos de investigación en cuerpos de agua dulceacuícolas y marinos. El proyecto que realiza actualmente es denominado "Evaluación ecológica de la zona arrecifal

y áreas adyacentes de la localidad "El Zapote", municipio de Aquila, Michoacán. Ha publicado en distintos medios regionales, nacionales e internacionales, así como también ha impartido ponencias y conferencias regionales, nacionales e internacionales.

José Merced Flores Flores

Áreas de estudio: Bibliotecología e informática
Morelia, Michoacán
Teléfono: (443) 326 61 18. mflores@zeus.umich.mx
Trabajó como Jefe de la Biblioteca Central de Ciencias de Ingeniería y Humanidades de la Universidad Michoacana, donde impartió las clases de Métodos de Investigación Científica; realizó trabajos sobre hongos presentes en bibliografía actual y acervos antiguos que producen alergias en humanos en medios internos y externos de la misma biblioteca. Actualmente está jubilado por la UMSNH, y realiza investigaciones sobre las bibliotecas de Michoacán y sus acervos actuales y antiguos.

José Odón García García

Áreas de estudio: Planificación Económica, Desarrollo Regional
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales Ciudad Universitaria, Morelia, Michoacán.
Teléfono: (443) 316 51 31
Realizó sus estudios de Licenciatura en la Universidad Michoacana de la UMSNH y su maestría en Desarrollo Rural Regional en la Universidad Autónoma Chapingo, Centro Regional Universitario Centro Occidente. Actualmente está estudiando el Doctorado en Ciencias del Desarrollo Regional por el Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales de la UMSNH. Es profesor-investigador de la UMSNH impartiendo las materias Planificación Económica, Desarrollo Regional, Metodología de la Investigación y Desarrollo y Sector Externo. Es miembro de la Academia Mexicana de Ciencias Económicas, A. C. Autor de ponencias presentadas en distintos eventos y de numerosas publicaciones en libros, revistas especializadas y de divulgación, de alcance estatal, regional, nacional e internacional. Ha desarrollado proyectos de investigación sobre Desarrollo Regional y Competitividad. Sus líneas de investigación son: Desarrollo Regional, Sostenibilidad, Migración, Pobreza y Desarrollo Rural.

Juan Carlos González Cortés

Área de estudio: Biología del suelo
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Laboratorio de Edafología, Facultad de Biología Edificio R, Ciudad Universitaria, Morelia, Michoacán.
Teléfonos: (443) 316 74 12 y (443) 322 3500 ext. 4222 jcgonzalezcortes@yahoo.com.mx
Egresado de la Facultad de Biología de la UMSNH en donde imparte las materias de Edafología, Métodos Ecológicos y Geología desde 1997. El grado de Maestría lo obtuvo en la misma institución con la tesis "Diversidad de hongos micorrízicos arbusculares en un agroecosistema de aguacate comparado con un bosque natural". Laboró durante 12 años en la Comisión Nacional del Agua (CNA) realizando estudios sobre la calidad del agua. Actualmente ocupa el puesto de Secretario Académico de la Facultad de Biología de la UMSNH.

Juan Diego Sánchez Heredia

Áreas de estudio: Algas marinas y fitoplancton
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Biología. Laboratorio de Biología Acuática. Edificio de Biología Acuática, Ciudad Universitaria Morelia, Michoacán
Teléfono: (443) 316 74 12
Ha colaborado en el Laboratorio de Biología Acuática en la colecta e identificación de algas marinas y fitoplancton dentro de diversos proyectos de

investigación e inventarios en el Estado de Michoacán, ha tomado parte en varios estudios limnológicos. Se encuentra terminando su tesis de licenciatura con el tema de "Las algas café del Estado de Michoacán". También ha participado en talleres de ordenamiento territorial de Cuitzeo, la geología de los lagos michoacanos y la en el Estado.

Juan Manuel Ayala Gómez

Área de estudio: Manejo hidrológico de cuencas
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Biología.
Edificio R, Ciudad Universitaria, Morelia, Michoacán.
Teléfono: (443) 316 74 12. jmanuel@zeus.ccu.umich.mx
Ingeniero Geólogo, egresado de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Su campo profesional está enfocado a aspectos hidrológicos en el manejo de cuencas. Desde 1977 labora como Profesor en la Facultad de Biología, impartiendo las cátedras de Geología, Paleontología y Edafología.

Juan Manuel Sánchez-Yáñez

Áreas de estudio: Química Bacteriológica y Parasitología
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Instituto de Investigaciones Químico-Biológicas. Microbiología Ambiental.
Edificio B-1, Ciudad Universitaria, Morelia, Michoacán.
Teléfono: 3 26 57 88 ext. 112 syanez01@hotmail.com, syanez@zeus.umich.mx
Cursó la Maestría en Biología Experimental en la UANL y el Doctorado en Ciencias especialidad en Microbiología en la Universidad de Texas S-UNL. Su línea de investigación está encaminada hacia el estudio sobre la relación planta-suelo-microorganismo, en gramíneas y leguminosas, en la biorremediación de aguas y suelos contaminados con hidrocarburos, biolixiviación bacteriana y biocorrosión. También aspectos relacionados con el manejo de problemas ambientales de zonas urbanas y agrícolas desde el punto de vista microbiológico. Es profesor con perfil PROMEP y pertenece al SNI. Tiene 30 publicaciones científicas y ha dirigido diversas tesis de licenciatura, maestría y doctorado.

Laura Angélica Briseño Cázares

Áreas de estudio: Herpetología y conservación de recursos bióticos
Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
Francisco L. Urquiza 86, Fraccionamiento Peña Blanca Morelia, Michoacán.
Teléfono (s): (443) 323 69 11 laurabriseno@yahoo.com.mx
Cursó la Licenciatura en Biología y la Maestría en Ciencias en Manejo y Conservación de Recursos Naturales por la UMSNH. Es responsable del manejo de la colección de anfibios, reptiles y artrópodos del Zoológico de Morelia. Imparte las materias de Individuo y Medio ambiente y Comportamiento Animal en la Facultad de Psicología de la Universidad Vasco de Quiroga. Es cofundadora y miembro activo de la Red de Educadores Ambientales.

Laura Eugenia Villaseñor Gómez

Áreas de estudio: Ornitología y Educación Ambiental
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Biología, Laboratorio de Ornitología. Edificio B-4, planta baja, Ciudad Universitaria Morelia, Michoacán
Teléfonos: (443) 322 35 00 ext. 4221 y 316 74 12
Cursó la Licenciatura en la Escuela de Biología de la UMSNH, la Maestría en Ciencias en Fort Hays State University en Kansas, EUA y se encuentra terminando los estudios de Doctorado en la Facultad de Ciencias de la UNAM. Profesora Investigadora de la Facultad de Biología, Coordinadora del Laboratorio de Ornitología y Curadora de la Colección de Aves. Ha impartido las

materias de Embriología Animal Comparada, Anatomía Animal Comparada I y II, Biología, Biogeografía y Biología de la Conservación, además de materias optativas y biología de campo de sus especialidades. Ha dirigido 32 proyectos de investigación y colaborado en otros 15. Ha impartido 34 talleres y cursos extracurriculares. Ha asesorado 20 tesis de licenciatura y participado en 46 mesas de revisión. Ha publicado 32 artículos, capítulos de libros y libros de carácter científico y de divulgación. Ha coordinado durante 12 años el Programa binacional educativo "Aves sin Fronteras" y ha diseñado diversos materiales didácticos enfocados a la conservación de las aves.

Laura Leticia Padilla Gil

Áreas de estudio: Política y Derecho Ambiental
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales Reforma Agraria No.400, Fracc. El Pueblito, Morelia, Michoacán
Teléfono: (443) 316 74 12 y 327 23 50 y 51 ext. 102 letypagil23@yahoo.com.mx
Licenciada en Derecho egresada de la Facultad de Derecho y Ciencias Sociales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, realizó sus estudios de maestría en Derecho en la misma Facultad, actualmente es candidata a Doctora en Derecho Ambiental por la Universidad de Alicante en España. Es profesora de la Maestría del Posgrado de la Facultad de Derecho y del INIRENA de la UMSNH. Es miembro de la vocalía consultiva de la Comisión de Recursos Naturales y de la Comisión de Ciencia y Tecnología del Congreso de Michoacán, también de la Asociación Iberoamericana de doctores y Doctorados en Derecho ambiental; es titular jurídico del Consejo Consultivo por el agua en Michoacán A.C. Es columnista de la revista Claridades de Michoacán.

Libertad Leal Lozano

Área de estudio: Educación Ambiental
Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias Biológicas UNL.
Apartado Postal 414
San Nicolás de los Garza, Nuevo León
Teléfono: (811) 155 05 65 libertadlealozano@yahoo.com.mx
Es bióloga egresada de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Maestra en Ciencias de la Educación por la Facultad de Filosofía y Letras-UNL y Doctora en Ambiente, especialidad en Educación Ambiental por la Universidad de las Palmas Gran Canaria en España. Su línea de investigación está relacionada con la Educación Ambiental para el Desarrollo Sustentable. Actualmente coordina el diagnóstico del estado de la Educación Ambiental en Nuevo León y colabora en programas para desarrollo sustentable desde el punto de vista educativo. Tiene 10 publicaciones científicas. Es miembro de la Sociedad de Biólogos de México y Latinoamérica y consultor de FAO, SEP, CONACYT para la problemática ambiental educativa.

Luz del Socorro Rodríguez Jiménez

Área de estudio: Botánica (plantas acuáticas) y Colecciones en Herbarios
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Biología. Herbario de la Universidad Michoacana.
Edificio L, Ciudad Universitaria, Morelia, Michoacán.
Teléfono: (443) 316 74 12. ljimenez@zeus.umich.mx
Egresada de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional. Impartió diversas materias en el IPN y en la Facultad de Biología de la UMSNH, en esta última trabajó durante 25 años, en donde fue profesora de Embriología, Biología II, Botánica I, II, III, Taxonomía, Plantae I y II y Biología de

Campo. En la misma institución colaboró como Secretaria Administrativa en una ocasión y como Secretaria Académica en tres. Dirigió tres proyectos de investigación y colaboró en otros tres, el más importante de estos fue el "Inventario florístico del Estado de Michoacán". Tomó parte en la comisión revisora de 73 tesis de licenciatura y dirigió siete. Cuenta con diez publicaciones sobre inventarios florísticos, historia de la botánica en Michoacán y análisis limnológicos.

Lydia Isabel Guridi Gómez

Área de estudio: Anatomía de la madera
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera. Laboratorio de Anatomía de la Madera. Edificio D, Ciudad Universitaria Morelia, Michoacán
Teléfono: (443) 322 35 00 ext. 3056
lilaguridi@hotmail.com

Bióloga egresada de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México; trabajó en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), de 1977 a 1980 en la ciudad de México y posteriormente en la misma institución con sede en Uruapan; ciudad en donde se desempeñó como Profesora de la Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez" perteneciente a la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. A partir del año de 1980 y hasta la fecha, es investigadora de la Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Manuel Darío Méndez y Cazarín

Área de estudio: Producción animal sustentable
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. División de Estudios de Postgrado. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Posta Zootécnica. Km 9.5 carretera Morelia-Zinapécuaro Tarímbaro, Michoacán.
Teléfono: (443) 312 41 76. Fax: (443) 312 52 36
dmendez@terra.com.mx

Es profesor- Investigador de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana. Ha realizado estudios de monitoreo ambiental en explotaciones pecuarias de cabecera municipal de Huandacareo, en el poblado de Téjaro, municipio de Tarímbaro. Ha realizado estudios de impacto ambiental para la agroindustria láctea en Pátzcuaro y de las explotaciones lecheras involucradas ubicadas en la ribera del lago. Ha realizado investigación en descontaminación productiva para explotaciones lecheras de pequeña escala en el municipio de Morelia, Tarímbaro y Álvaro Obregón.

Manuel Arturo Lemus Aguirre

Área de estudio: Comercialización de aves canoras y legislación
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Biología, Laboratorio de Ornitología. Edificio B-4, planta baja, Ciudad Universitaria, Morelia, Michoacán.
Teléfonos: (443) 322 35 00 ext. 4221 y 316 74 12
Cursó la Licenciatura en la Escuela de Biología de la UMSNH, realizó su tesis con el tema "Comercialización de aves canoras y de ornato en la ciudad de Morelia, Michoacán, México".

María Concepción Huerta Zamacona

Área de estudio: Mastozoología
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Delegación Michoacán. Departamento de Vida Silvestre. Morelia, Michoacán.
Teléfono: (443) 322 60 31. Fax: (443) 314 57 80
Realizó sus estudios de licenciatura en la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás

de Hidalgo, es postulante a Maestra en Ciencias en Manejo y Conservación de Recursos Naturales de la misma universidad. Ha laborado en la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología del ámbito federal, en viveros y la Reserva Especial de la Biosfera Mariposa Monarca. Fue encargada de la Colección de Mastozoología del Museo de Historia Natural "Manuel Martínez Solórzano", de la UMSNH y del Programa de Educación Ambiental en la Dirección de Cultura y Recreación de la SEE. Ha impartido clases como profesora interina de la Biología de campo de Mastozoología de la Facultad de Biología y como profesora invitada en el Instituto Politécnico Nacional para impartir Métodos indirectos de colecta en la materia de Cordados. También ha sido participe en diversos proyectos de investigación de mastozoología en la CFE y en la Facultad de Biología de la UMSNH.

María del Pilar Angón Torres

Área de estudio: Trabajo familiar en el medio rural y sobrevivencia familiar con el aprovechamiento de recursos naturales.

Universidad Autónoma Chapingo. Centro Regional Universitario Centro Occidente (CRUCO).

Teléfono: (443) 316 14 85. pilarang44@terra.com.mx
Economista egresada de la Facultad de Economía de la Universidad Nacional Autónoma de México; realizó sus estudios de maestría en Estudios rurales en el Colegio de Michoacán. Actualmente es profesora- investigadora de la Universidad Autónoma de Chapingo. Coordina el proyecto *Sobrevivencia familiar y actividades extractivas en las sierras altas de la cuenca de Cuitzeo*, financiado por el SYMORELOS y CONACYT (2001- 2003), el cual fue publicado como *Recursos forestales no maderables, aprovechados en Morelia, SUMA- Morelia*. Ha colaborado en el Seminario permanente de historia ambiental de la Facultad de Historia de la UMSNH, y en investigaciones como el manejo de hongos silvestres de los alrededores de Morelia que se comercializan en los mercados de la ciudad y el aprovechamiento de hongos silvestres comestibles en los bosques de la comunidad de Yoricostio en el municipio de Tacámbaro, Michoacán.

María del Rosario Ortega Murillo

Áreas de estudio: Ficológia y limnología
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Biología. Laboratorio de Biología Acuática Edificio de Biología Acuática, Ciudad Universitaria, Morelia, Michoacán.

Teléfono: (443) 316 74 12. mortega@zeus.umich.mx
Es Técnico Académico Titular "B" de tiempo completo de la Facultad de Biología de la UMSNH en el Área de Investigación del Laboratorio de Biología Acuática "J. Javier Alvarado D.". Es la responsable del Herbario Ficológico del Laboratorio de Biología Acuática. Es la responsable de varios proyectos de investigación realizados en Cuitzeo, Zacapu y actualmente de la presa del Bosque. Participa como ayudante de investigación en proyectos financiados por la Coordinación de Investigación Científica de la UMSNH en cuerpos de agua dulce y marinos. Ha realizado presentaciones en congresos a nivel regional, nacional e internacional.

María Doralisa Villarroel Melo

Áreas de estudio: Taxonomía, conservación y manejo de moluscos y crustáceos. Oceanografía costera.
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Laboratorio de Invertebrados.

Edificio B-4, Ciudad Universitaria, Morelia, Michoacán. Teléfono: (443) 322 35 00 ext. 4525
mvmelo@zeus.umich.mx

Realizó sus estudios de Doctorado en Oceanografía Biológica y Pesquera en la Universidad Nacional Autónoma de México. Es Profesora-Investigadora titular de tiempo completo de las materias de Zoología de

Invertebrados, Malacología y Oceanografía. Realiza trabajos de investigación relacionados con los ciclos biológicos, ubicación ecótica, dinámica poblacional, estructura, funcionamiento y evaluación de las comunidades pesqueras de invertebrados de importancia económica y de uso potencial. Responsable del Laboratorio de Invertebrados de la Facultad de Biología de la UMSNH. Actualmente coordina la División de Estudios Superiores de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la UMSNH y es secretaria de difusión de la Asociación de Profesionistas, Catedráticas e Investigadoras de la Universidad Michoacana. Ha sido autora de libros, artículos en revistas especializadas, manuales, guías, boletines, conferencias y ponencias en congresos nacionales e internacionales.

María Guadalupe Huacuz Elías

Área de estudio: Antropología social
Escuela Nacional de Antropología e Historia Cerrada de Azucena 77 bis. Interior. 4, San Pedro Mártir Delegación Tlalpan, México, D.F.
Teléfono: 01(55) 655 82 02

Realizó sus estudios de licenciatura en Derecho en la UMSNH, cursó las maestrías de Historia del Arte y Antropología Social. Es candidata a Doctora en Antropología Social, con especialidad en Relaciones de género en la misma institución. Ha realizado y coordinado diversos proyectos del ámbito social. Ha impartido cursos, seminarios y conferencias nacionales e internacionales. Ha publicado diversos artículos de divulgación nacional e internacional.

María Silvia Aguilera Ríos

Áreas de estudio: Calidad del Agua y Contaminación
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Biología. Laboratorio de Investigación en Análisis Químico.

Edificio B-4 Tercer Piso, Ciudad Universitaria, Morelia, Michoacán.
Teléfono: (443) 316-74-12 y 299-21-06
arios@zeus.umich.mx

Es egresada de la Facultad de Ingeniería Química de la UMSNH, cursó la especialidad en Metalurgia y Ciencia de Materiales en el Instituto de Investigaciones Metalúrgicas de la misma Universidad. Ha sido responsable de los proyectos de investigación: "Limnología de la Presa de Sabaneta en el municipio de Hidalgo Mich.", "Análisis Limnológico, Manejo Pesquero y Acuacultural de la Presa de Zicuirán Mich." y "Calidad del Agua de la Presa de la Mintzita, Mich.". Ha publicado artículos sobre la contaminación del agua dulce y marina. Actualmente es profesor investigador titular de la Facultad de Biología donde imparte las materias de Físicoquímica y Análisis Químico, es también la responsable del Laboratorio de Investigación en Análisis Químico.

María Teresa Álvarez Ramírez

Áreas de estudio: Parasitología y Nutrición
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Laboratorio de Parasitología.

Edificio B-4, Ciudad Universitaria, Morelia, Michoacán
Teléfono: (443) 322 35 00 ext. 4223
talvarez@zues.umich.mx

Realizó sus estudios de licenciatura en Químico Fármaco-Biología en la UMSNH, la Maestría en Ciencias Biomédicas en el área de Parasitología en la UNAM en el proyecto *Taeniosis y cisticercosis en el Estado de Michoacán* y el *Estudio epidemiológico de la toxoplasmosis en Michoacán*. Ha realizado estudios de helmintos y protozoos en animales silvestres y domésticos de importancia comercial. Realizó el doctorado en la Universidad de Colima en el área de Biotecnología con especialidad en rescate genético, trabajando nutrición en metabolismo de calcio de aves y humanos. Actualmente es Profesor-Investigador Titular "A", imparte

las materias de Invertebrados, Anatomía y Parasitología.

María Virginia Segura García

Áreas de estudio: Ecología de la Reproducción en Ictiología, Herpetología y otros grupos animales; Limnología de sistemas lóticos y lénticos.

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Biología. Laboratorio de Biología Acuática. Edificio de Biología Acuática, Ciudad Universitaria, Morelia, Michoacán

Es Profesora-Investigadora Asociada "C" de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana desde 1981. Realizó sus estudios de licenciatura en la Universidad Autónoma Metropolitana de Iztapalapa, la Maestría en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional. Curso un diplomado en Manifestación de Impacto Ambiental, acreditado ante la Universidad Metropolitana e Instituto de Recursos Naturales Renovables de la UMSNH. Actualmente cursa los estudios de Doctorado en el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM. Ha publicado artículos relacionados con la biología, reproducción y hábitos alimenticios de algunas especies del género *Chirostoma* de los lagos de Pátzcuaro y Chapala y el uso de sensores remotos para estudios limnológicos.

Marlene Gómez Peralta

Área de estudio: Micología, Manejo de recursos forestales no maderables

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Biología. Herbario de la Facultad de Biología. Edificio L, Ciudad Universitaria, Morelia, Michoacán. Teléfono: (443) 316 74 12. margom@zeus.umich.mx Maestra en Ciencias en Conservación y Manejo de Recursos Naturales. Profesora-Investigadora Asociada "C" de la Facultad de Biología de la UMSNH, donde imparte las materias de Fungi y Plantae II. También es encargada de la Colección Micológica del Herbario. Actualmente es responsable del proyecto "Manejo de hongos silvestres comestibles en los bosques de la comunidad de Yoricostio, Mich." y colaboradora en otros dos: "Sobrevivencia familiar y actividades extractivas en las sierras altas de la Cuenca de Cuitzeo" y "Manejo de hongos silvestres comestibles de los alrededores de Morelia que se comercializan en los mercados de la ciudad". Ha participado en congresos regionales, nacionales e internacionales, ha publicado dos libros, un capítulo de libro, tres artículos de difusión y cuatro artículos científicos nacionales y uno internacional.

Martha Alicia Perales Rivas

Área de estudio: Desarrollo y Agricultura Sostenible Universidad Autónoma de Chapingo. Centro Regional Universitario Centro Occidente-Campus Morelia.

Periférico Independencia Pte. 1000, Lomas del Valle Tel. y fax: (443) 316 14 89 peralesmartha@hotmail.com

Realizó estudios en Agronomía, con la especialidad en Economía Agrícola. Cursó dos maestrías, en Sociología en la Universidad del Estado de Nueva York y en Desarrollo Rural por el Colegio de Postgraduados, Montecillos, México. Candidata a Doctora en Sociología, con especialidad en desarrollo y agricultura sostenible por la Universidad del Estado de Nueva York (SUNY-Binghamton) y la Universidad de Cornell. Actualmente es Profesora-Investigadora de tiempo completo en el Centro Regional Universitario Centro Occidente (CRUCO) de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Sus áreas de especialización son el desarrollo rural sostenible; la investigación participativa y organización de productores para el cambio tecnológico; evaluación de la sostenibilidad social en las unidades de producción, comunidades y regiones agropecuarias y forestales; estudios de diagnóstico participativo para el desarrollo rural; estudios de

mercado y mercadotecnia de productos agropecuarios y forestales; evaluación del manejo de recursos naturales desde una perspectiva socioeconómica. Es profesora de la maestría interinstitucional en «Gestión del Desarrollo Rural Territorial». Ha publicado varios artículos revistas y memorias de simposios nacionales e internacionales. Destacan los publicados en la revista de Geografía Agrícola de la UACH y en XOLOCOTZIA, los más recientes en la revista de la Red de Gestión de Recursos Naturales.

Martina Medina Nava

Áreas de estudio: Ictiología y conservación

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Biología. Laboratorio de Biología Acuática. Edificio de Biología Acuática, Ciudad Universitaria, Morelia, Michoacán

Teléfono: (443) 316 74 12 mmedina@zeus.umich.mx Es Profesora-Investigadora Asociada "A" con perfil PROMEP, perteneciente a la Facultad de Biología de la UMSNH. Es coordinadora del Proyecto de investigación *Utilización del Índice de Integridad Biótica para determinar áreas de Conservación de Peces en la Cuenca Lerma-Chapala en Michoacán*, apoyado por la Coordinación de la Investigación Científica de la UMSNH. Ha publicado dos artículos internacionales, uno nacional y tres regionales, tres capítulos de libro, dos regionales y uno internacional, y dos artículos de divulgación.

Miguel Ángel Bello González

Área de estudio: Taxonomía y botánica

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias de Uruapan, (CIRPAC).

Av. Latinoamericana 1101, Uruapan, Michoacán Teléfono: (452) 523 73 92 mabellog2@hotmail.com Biólogo de formación, realizó sus estudios de maestría en Ecología y Ciencias Ambientales en la Facultad de Ciencias de la UNAM, y actualmente está realizando sus estudios de doctorado en Ciencias en la UAN. Ha trabajado en la Facultad de Agrobiología de la UMSNH desde 1980 hasta la fecha. Es investigador titular C del INIFAP- Uruapan desde el año de 1980. Es socio regular de la Sociedad Botánica de México A.C., desde el año de 1987; es coordinador de investigación forestal y plantas nativas de la Facultad de Agrobiología de la UMSNH, en donde recibió un reconocimiento por su labor académica. Tiene numerosas publicaciones y resúmenes en revistas científicas y libros, así como realizado distintas ponencias relacionadas con la botánica y taxonomía de plantas.

Miguel Bernardo Najera Rincón

Áreas de estudio: Patología y control microbiano de insectos; taxonomía, biología y ecología de Melolonthidae; biodiversidad de Scarabaeoidea (Insecta Coleoptera) y manejo agroecológico de plagas

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Producción Sostenible (CENAPROS).

Km. 18.5 Carretera Morelia-Aeropuerto, Rancho "La Carreta", Ejido El Calvario, Álvaro Obregón, Michoacán Teléfono. (455) 352 31 73. Fax: (455) 352 31 72.

minaj47@hotmail.com y najera.miguel@inifap.gob.mx Cursó los estudios de Maestría en Ciencias en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México. Ha realizado distintas estancias de investigación y capacitación: Instituto de Ecología (Xalapa, México), Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE, Costa Rica). Instituto de Investigación en Sanidad Vegetal (La Habana, Cuba). Texas A & M University (EUA). University of Arizona (EUA). Canterbury Agriculture & Science Centre (Nueva Zelanda). Tiene 96 publicaciones, distribuidos en artículos de investigación original, capítulos de libros, ediciones en extenso y resúmenes de congresos nacionales e

internacionales, folletos técnicos y trípticos para agricultores.

Nehyra Katuska Guerrero González

Área de estudio: Biotecnología

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Biología.

Calle Monte de las Cruces 50, Centro.

Morelia, Michoacán

Teléfono: (443) 313 50 72 Celular: 044 44 33 00 52 05

nehyrakatyuska@hotmail.com,

katyuska@starmedia.com

Profesora por asignatura "B" en la Facultad de Biología de la UMSNH, imparte también clases a nivel bachillerato en el Instituto "Ausubel". Ha participado en congresos y en foros de divulgación científica exponiendo sus trabajos de investigación. También ha participado desarrollando proyectos biotecnológicos del INIFAP e IIQB. Actualmente trabaja en un proyecto de control biológico en el cual participan CENAPROS, la UMSNH y CINVESTAV Irapuato.

Omar Domínguez Domínguez

Áreas de estudio: Ictiología y Conservación

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Laboratorio de Biología Acuática.

Fuente de las Rosas 65, Fuentes de Morelia, Morelia, Michoacán

Telefono: (443) 314 50 30 odoming@jupiter.umich.mx

Cuenta con los estudios de Maestría en Gestión y Conservación de la Biodiversidad cursada en Sevilla, España, y con otra Maestría en Mar y Limnología por la UNAM. Es ayudante de Investigación "C" e imparte cursos en materias optativas y biología de campo. Actualmente tiene cinco proyectos a su cargo: "Taxonomía y filogenia molecular de las familias Goodeidae, de los géneros *Algansea*, *Dionda*, *Ambystoma* y *Astianax*", "Evolución y biogeografía filogenética de la familia Goodeidae", "Filogeografía de los géneros *Xenotoca*, *Skiffia* y *Zoogoneticus*" "Estado de conservación y unidades de conservación de peces de la familia Goodeidae", y "Causas de extinción y reintroducción de *Zoogoneticus tequila*". Ha publicado cinco artículos publicados y tiene dos en prensa.

Oscar Adrián Leal Nares

Áreas de estudio: Áreas naturales protegidas y Estudio de Estado de la Biodiversidad en Michoacán.

Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente. Dirección de Ordenamiento y Gestión Ambiental. Departamento de Áreas Naturales Protegidas.

Escarcha 272, Fracc. Prados del Campestre

Morelia, Michoacán

Teléfono: (443) 314 06 45

Biólogo egresado de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana. Actualmente labora en la Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente, donde ha desempeñado diversas funciones encaminadas al fortalecimiento del Sistema de Áreas Naturales Protegidas en Michoacán, realizando visitas técnicas a ANP y elaborando los estudios técnicos justificativos; también realiza la actualización de la información cartográfica para las ANP en Michoacán. Ha participado directamente en la *Estrategia para la Conservación de la Biodiversidad en Michoacán*, siendo el responsable de la difusión y las convocatorias de los diferentes sectores de la sociedad michoacana para el establecimiento de su comité, también como editor auxiliar de la presente obra.

Otoniel Buenrostro Delgado

Área de estudio: Medio ambiente y residuos sólidos

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales. Laboratorio de Ciencias de la Tierra.

Av. San Juanito Itzicuaró s/n, Col. San Juanito Itzicuaró Morelia, Michoacán

Teléfono (s): (443) 327 23 50. Fax: (443) 327 23 50 ext.1

otonielb@zeus.umich.mx

Biólogo, con una Maestría en Ecología y un Doctorado en Biología, con la especialidad en Ecología y Ciencias Ambientales. En la actualidad se desempeña como Profesor-Investigador en el Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, y ha impartido cátedra en la Facultad de Biología desde el año de 1990, actualmente es miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Entre su producción se encuentran 15 artículos en revistas arbitradas de circulación nacional e internacional y de divulgación, un libro, así como varios capítulos con arbitraje.

Pablo Alarcón-Cháires

Áreas de estudio: Etnoecología, desarrollo sustentable, producción rural, medio ambiente y sociedad. Centro de Investigaciones en Ecosistemas (CIECO-UNAM). Laboratorio de Etnoecología. Antigua Carretera a Pátzcuaro 8710 Col. ExHacienda San José de la Huerta Morelia, Michoacán
Teléfono: (443) 322 27 35 palarcon@oikos.unam.mx Su trabajo de investigación lo ha realizado en coordinación con diversas instituciones universitarias, gubernamentales, agencias nacionales e internacionales y comunidades indígenas de México. Ha publicado cuatro libros como autor y coautor, nueve capítulos de libros, doce artículos científicos y catorce artículos de divulgación. Ha presentado 34 ponencias en diferentes eventos académicos nacionales e internacionales.

Patricia Ávila García

Área de estudio: Agua, sociedad y medio ambiente Universidad Nacional Autónoma de México Centro de Investigaciones en Ecosistemas Carretera a Pátzcuaro No. 8701 Col. Ex-Hacienda de San José de La Huerta, Morelia, Michoacán. Teléfono: (443) 322 27 04, Fax: (443) 322 27 19 pavila@oikos.unam.mx Es Doctora en Ciencias Sociales con Postdoctorado en Agua y Cambio Global. Recibió el Premio Nacional en Ciencias Sociales de la Academia Mexicana de Ciencias en el año 2003. Es Investigadora Nacional nivel II en el Sistema Nacional de Investigadores. Asociada del programa LEAD Internacional en el liderazgo para el medio ambiente y desarrollo. Es autora de 2 libros y 30 artículos y capítulos de libro, así como editora de cuatro libros sobre temáticas sobre uso y manejo del agua, gestión de cuencas y ciudades sustentables.

Rafael Salgado Garciglia

Área de estudio: Biotecnología Vegetal Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Instituto de Investigaciones Químico Biológicas. Laboratorio de Biotecnología Vegetal. Edificio B-3, 2º piso, Ciudad Universitaria Morelia, Michoacán
Teléfono: (443) 322 35 00 ext. 4218 Fax: (443) 326-57-88 rsalgado@zeus.umich.mx Realizó sus estudios de Maestría y Doctorado en Ciencias en el área de Biotecnología de Plantas, actualmente es Profesor-Investigador Titular "C". Responsable del Laboratorio de investigación en Biotecnología Vegetal, donde se desarrollan dos líneas de investigación utilizando métodos biotecnológicos: la búsqueda de compuestos de origen vegetal con propiedades biocidas y la propagación, conservación y mejoramiento genético de plantas de interés forestal, agrícola y de especies en peligro de extinción. Los proyectos de tesis de licenciatura, maestría y doctorado en ciencias que se realizan en el laboratorio, son apoyados por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH) y por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

Rafael Tzintzún Rascón

Áreas de estudio: Economía agrícola, desarrollo social rural sustentable, proyectos de desarrollo rural y agroindustrias lácteas Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales Carretera Morelia-Zinapécuaro km 9.5 Tarímbaro, Michoacán
Teléfono: (443) 295 83 24 rtzintzun@unimedia.net.mx Es Profesor-Investigador de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia y del Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales de la Universidad Michoacana, ha sido instructor en la Fundación para el Desarrollo Rural. Actualmente es Director de la Planta pasteurizadora de la Facultad de Veterinaria, y es gerente de la empresa *Lechera Michoacana SA de CV*.

Reyna Alvarado Villanueva

Área de estudio: Limnología Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Laboratorio de Biología Acuática "J. Javier Alvarado Díaz" Ciudad Universitaria, Morelia, Michoacán
Teléfono: (443) 316 74 12 avreyna@zeus.umich.mx, alvareyna@yahoo.com Cursó sus estudios de Maestría en Manejo y Conservación de los recursos acuáticos, actualmente imparte las materias de Protista, Plantae I, Limnología y recursos marinos, Recursos naturales acuáticos, en la Facultad de Biología de la UMSNH. Realiza trabajos afines a las variables ambientales relacionadas con la calidad del agua, fitoplancton y perifiton.

Roberto Antonio Lindig Cisneros

Área de estudio: Ecología de la restauración Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Biología. Laboratorio de Ecología de Restauración. Edificio X, Tercer Piso, Ciudad Universitaria, Morelia, Michoacán
Teléfono: 316 74 12 lindig@zeus.umich.mx Posee el grado de Doctor y es Profesor-Investigador Titular "B" en la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Su línea de investigación consiste en el estudio de la ecología de restauración con énfasis en los procesos que permiten la restauración de la diversidad y los procesos ecosistémicos. Actualmente desarrolla investigación sobre la restauración de bosques templados y el papel del nivel de perturbación en la recuperación de sistemas ricos en especies nativas.

Rocío Judith Moreno Barajas

Área de estudio: Sistemática y Ecología de Arácnidos Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Biología. Laboratorio de Entomología "Biol. Sócrates Cisneros Paz". Edificio B4, 2º Piso, Ciudad Universitaria, Morelia, Michoacán
Teléfono: 3 22 35 00 ext. 4223, Fax: (443) 316 74 12 jponce@zeus.umich.mx, jponcesaavedra@yahoo.com.mx Bióloga egresada de la Universidad Michoacana, es actualmente Profesora de Educación Media en la Escuela Secundaria Federal "Humanista Vasco de Quiroga" en Santa Clara del Cobre, Michoacán. Colabora con el Laboratorio de Entomología "Biol. Sócrates Cisneros Paz" principalmente en el trabajo de investigación en Sistemática y Ecología de alacranes. Ha publicado como coautora seis artículos de investigación y dos de difusión y participado como ponente en varios eventos académicos nacionales y regionales.

Rodrigo Moncayo Estrada

Área de estudio: Ecología Acuática Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Instituto Politécnico nacional, Unidad Michoacán (CIIDIR-IPN-MICHOACAN)

Departamento de Ecología Acuática y Pesquera. Justo Sierra 28, Col. Centro, Jiquilpan, Michoacán. Teléfono: (353) 533 0218 rmoncayo@hotmail.com Es director de dos proyectos de investigación (con apoyo del SIMORELOS-CONACYT y de la CEGEPI-IPN, respectivamente), relacionados con la ecología y pesquerías de los charales y pescados blancos del Lago de Chapala. Ha publicado dos capítulos de libros de impacto internacional como nacional derivados de dichos estudios. Ha sido coordinador de un foro nacional sobre el Lago de Chapala y asesor en el desarrollo del Plan de Sustentabilidad de la Cuenca Lerma-Chapala. Actualmente se encuentra realizando el Doctorado en Ciencias en la Universidad de Baylor, Waco, Texas.

Salvador Aguirre Paleo

Área de estudio: Productividad del aguacate Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez". Cuerpo Académico 29. Polonia 548 Colonia FOVISSSTE Uruapan, Michoacán
Teléfonos: (452) 523 69 36 y 519 27 72 aguirrepaleo@hotmail.com Realizó sus estudios de Maestro en Ciencias de la Educación y actualmente está cursando el Posgrado en Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Nayarit. Es Profesor Investigador Asociado "A" y especialista en Parasitología Agrícola, desarrollando la línea de investigación en Microbiología del suelo en aguacate bajo manejo orgánico y convencional. Imparte cursos a nivel licenciatura y en diplomados. En los últimos dos años ha coordinado los proyectos de "Evaluación de microorganismos y de materia orgánica en suelos bajo manejo orgánico de aguacate en Uruapan Mich." aprobado por la Coordinación de Investigación Científica de la UMSNH y "Transferencia de Tecnología para productores de Aguacate en la Región de Uruapan Mich." aprobado por la Fundación PRODUCE Michoacán A.C.

Sergio González Adame

Área de estudio: Biología de peces Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Biología. Laboratorio de Biología Acuática. Edificio de Biología Acuática, Ciudad Universitaria Morelia, Michoacán
Teléfono: (443) 316 74 12, Fax: 316 74 12 Egresado de la Facultad de Biología realizó su tesis de Licenciatura con el tema de "Distribución y abundancia del Plecos (*Glyptopteryx parnaibe*) de la Presa El Infiernillo".

Sergio Zárate Pedroche

Área de estudio: Recursos vegetales José María Arroyo 228, Col. 22 de octubre Morelia, Michoacán
Teléfono celular: 04444 34 38 62 12 szpedroche@yahoo.com.mx Egresado de la Facultad de Ciencias, UNAM, ha publicado artículos en revistas internacionales y del país, un libro y dos capítulos de libros y traducido del inglés al español artículos y libros científicos, así como de divulgación. Los temas investigados incluyen la historia y biología de la domesticación de árboles nativos propagados por semilla como el guaje (*Leucaena*, Mimosaceae) y el aguacate (*Persea americana*, Lauraceae) para intentar comprender este proceso desde una perspectiva multidisciplinaria. Al presente, incursiona en la descripción y diagnóstico ambiental para el diseño de proyectos de turismo sustentable en el Estado de Michoacán.

Sonia González Santoyo**Área de estudio:** Recursos AcuáticosUniversidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
Facultad de Biología.

Ciudad Universitaria, Morelia, Michoacán.

Teléfono: (443) (443) 312 53 17, Fax: (443) 316 74 12
gsonia87@hotmail.com

Bióloga egresada de la Facultad de Biología de la UMSNH, cursó la Maestría en Ciencias en Conservación y manejo de los recursos naturales, con especialidad en recursos acuáticos en la misma. La tesis de licenciatura estuvo relacionada con el zooplancton marino en Maruata, Michoacán, y la de maestría con insectos acuáticos (Hemípteros: Corixidae y Notonectidae) del Lago de Cuitzeo. Trabajó para la Secretaría de Marina Armada de México en PROMAM (como Coordinador de Programas para la protección del Medio Ambiente Marino). Actualmente trabaja como profesor y técnico académico de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana. Los trabajos, ponencias y conferencias realizados han estado relacionados con los recursos acuáticos.

Tania Fernández Vargas**Área de estudio:** Geografía

Instituto Nacional de Ecología (INE). Departamento de Análisis Social.

Periférico Sur 5000 Col. Insurgentes Cuicuilco

Delegación Coyoacán, México, D.F.

Teléfono: (5) 54 24 64 00 ext. 13133

tfernand@ine.gob.mx

Realizó estudios en el Instituto de Geografía de la UNAM, aplicando la metodología GAP en la zona fronteriza del Estado de Texas en los E.U. y los estados de Chihuahua y Coahuila y evaluación del potencial de las imágenes del Sensor Seawifs en el inventario y mapeo del territorio; en el Instituto de Geografía con sede en Morelia, realizó tareas diversas relacionadas con los sistemas de información geográfica y percepción remota. Actualmente es asesor en sistemas de información geográfica y percepción remota para el análisis de bases de datos socioeconómicas.

Tohtli Laura Elena Zubieta Rojas**Áreas de estudio:** Conservación de Recursos Acuáticos y Biología de pecesUniversidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
Facultad de Biología. Laboratorio de Biología Acuática.

Cuerpo Académico Sistemas y Recursos Acuáticos.

Edificio de Biología Acuática

Ciudad Universitaria, Morelia, Michoacán.

Teléfono: (443) 398 52 85, Fax: 316 74 12

tzubieta@zeus.umich.mx, tzubieta@yahoo.com.mx

Egresada de la Facultad de Biología de la UMSNH. Realizó sus estudios de Maestría en Ciencias en Desarrollo Rural Regional en la Universidad Autónoma de Chapingo en 1997. Profesora- Investigadora asociada "B" de tiempo completo Facultad de Biología de la UMSNH. Recibió el reconocimiento al Mérito Académico. Ha impartido varias conferencias sobre recursos acuáticos, presentado ponencias y carteles en varios Simposios Nacionales y uno Internacional. Ha escrito algunas publicaciones, dirigido tesis de licenciatura y realizado un Plan de manejo. Actualmente es la responsable del Laboratorio de Biología Acuática, de la UMSNH.

Víctor Hugo Garduño Monroy**Área de estudio:** GeologíaUniversidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
Instituto de Investigaciones Metalúrgicas.
Departamento de Geología y Mineralogía.

Edificio U, Ciudad Universitaria, Morelia, Michoacán.

Teléfono: (443) 316 74 14 vgmonroy@zeus.umich.mx

Geólogo egresado del Instituto Politécnico Nacional, con posgrado en Geología estructural y un posdoctorado en Vulcanología y Paleosismología en

Francia, Italia y Estados Unidos. Ha trabajado en el IMP, IIE y la CFE. Ha impartido los cursos de Geología estructural, Tectónica y Geología de Campo en el IPN y la Universidad de Milán, Italia. Es investigador de la UMSNH desde el año de 1993, perteneciente al SNI, nivel II. Actualmente está llevando a cabo tres proyectos de investigación en colaboración con la UNAM, España, Italia y el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS). Tiene 48 publicaciones en revistas indexadas, siete en revistas nacionales y tres libros.

Víctor Manuel Gómez Reyes**Área de estudio:** MicologíaUniversidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
Facultad de Biología. Herbario de la Facultad de Biología.

Edificio L, Ciudad Universitaria, Morelia, Michoacán.

Teléfono: (443) 316 74 12 vmgomez@infosel.com

Licenciado en Biología, actualmente estudiante de la Maestría en Conservación y Manejo de recursos naturales de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana. Su área de interés es taxonomía y ecología de macromicetos, inoculación de hongos ectomicorrízicos y etnomicología. Ha colaborado como ayudante de investigador en diferentes proyectos de investigación (recursos forestales no maderables y hongos silvestres comestibles) y participado como ponente en diversos foros. Ha publicado en la revista Biológicas artículos relacionados a los hongos comestibles.

Xavier Madrigal Sánchez**Área de estudio:** Botánica forestalUniversidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
Facultad de Biología. Herbario de la Universidad Michoacana.

Ciudad Universitaria, Morelia, Michoacán.

Teléfono: (443) 316 74 12 xsanchez@zeus.umich.mx

Su formación profesional la inició en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional, obteniendo el grado de Biólogo, posteriormente obtuvo el grado de Maestro en Ciencias en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México. De los años de 1977 a 1980, trabajó en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) en las ciudades de México y Uruapan, en donde se desempeñó también como Profesor de la Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez" en Uruapan. En el Estado de Guerrero, prestó sus servicios profesionales para el Organismo Público Descentralizado Forestal "Vicente Guerrero". Por último, desde el año de 1980 hasta la actualidad, desempeña el trabajo de Profesor-Investigador en la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Yazmín Carreón Abud**Área de estudio:** Efectos de la simbiosis micorrízica en el desarrollo de las plantasUniversidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
Laboratorio de Microbiología.

Edificio B-4, Ciudad Universitaria, Morelia, Michoacán.

Teléfono: (443) 316 74 12 ycabud@excite.com

Egresada de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Realizó una Maestría en Biología experimental, en el Instituto de Investigaciones Químico Biológicas de la misma Universidad, y un Doctorado en Ciencias Agrícolas y Forestales en la Universidad de Colima. Actualmente es Profesora-Investigadora de la Facultad de Biología e imparte cátedras de Monera, Fungi y Agromicrobiología. Es coordinadora del Laboratorio de Microbiología, donde estudia aspectos relacionados con la simbiosis micorrízica y su efecto en el desarrollo de las plantas. Ha presentado varias ponencias en congresos y dirigido tesis de licenciatura y es responsable de proyectos de investigación apoyados por CONACYT y la Coordinación de Investigación Científica, de la Universidad Michoacana.

La biodiversidad en Michoacán: Estudio de Estado,
se terminó de imprimir en noviembre de 2005
y la edición consta de 2000 ejemplares.

Se utilizó fuente Frutiger Roman, Light, Bold e Italic.

Se imprimió en los Talleres de Morevallado Editores

Tlalpujahuá 445, Col. Felicitas del Río

Morelia, Michoacán

La edición estuvo a cargo de

Taller de Producción Gráfica S.A. de C.V.

Revillagigedo 331-A, Centro

Morelia, Michoacán

