

Biodiversidad **del centro y occidente** **de México**

Planeación Ecorregional: Avances y Próximos Pasos

Este reporte técnico presenta los primeros resultados de la **PLANEACIÓN ECORREGIONAL DEL CENTRO Y OCCIDENTE DE MÉXICO**, impulsado por **The Nature Conservancy y Pronatura México, A.C.**

Esta publicación ha sido posible gracias al apoyo del pueblo de los Estados Unidos de América a través de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) y de The Nature Conservancy, conforme a las condiciones de la Donación No. EDG-A-00-01-00023-00 del Programa Parques en Peligro.

El contenido de esta publicación es responsabilidad de Pronatura México, A.C. y no refleja necesariamente el punto de vista de The Nature Conservancy, USAID o del Gobierno de los Estados Unidos.

Las denominaciones empleadas en este reporte y la forma en que aparecen presentados los datos, no implica de parte de los donantes, juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorio, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

Derechos reservados: se autoriza la reproducción del texto de esta publicación cuando se haga con fines no comerciales, especialmente con fines de carácter divulgativo y educativo. Para ello, se requiere permiso anticipado del detentor de los derechos de autor. Se prohíbe la reproducción de la publicación con fines comerciales o con destino de venta y sin la autorización escrita del detentor de los derechos de autor.

© Pronatura México, A.C., TNC, USAID,
Parks in Peril; 2007
Derechos de Autor:
Pronatura México, A.C.
The Nature Conservancy (TNC)
U.S. Agency for International Development (USAID)
Parks in Peril Program

Forma sugerida para citar este trabajo:
Pronatura México, A.C.– The Nature Conservancy, 2007. **Biodiversidad del Centro y Occidente de México Planeación Ecorregional: Avances y Próximos Pasos.** Parques en Peligro / USAID. México. 80 pp.

Contactos:
Gabriela García Rubio
ggarcia@pronatura.org.mx

María Eugenia Correa Cano
mariaeugenia@pronatura.org.mx

Aspérgulas 22, Col. San Clemente
Del. Álvaro Obregón, CP 01740
México, D.F.
Tel. (55) 56355054
<http://www.pronatura.org.mx>

Ignacio March Mifsut
Dirección de Ciencia
The Nature Conservancy-Programa México
Río San Ángel No. 9
Col. Guadalupe Inn, CP. 01020, México, D.F.
Tel. (55) 56612175, (55) 56610939
imarch@tnc.org

CRÉDITOS (en orden alfabético)

- AUTORÍA INSTITUCIONAL
Pronatura México, A.C. y The Nature Conservancy, 2007.
- EQUIPO PLANIFICADOR
María Eugenia Correa Cano
Gabriela García Rubio
Ignacio March Mifsut
Mariana Munguía Carrara
María Susana Rojas González de Castilla
Juan Francisco Torres Origel
- COORDINADORAS DE ESTE REPORTE
María Eugenia Correa Cano
Gabriela García Rubio
Mercedes Otegui Acha
- DIRECTOR GENERAL PRONATURA MEXICO A.C.
Lic. Martín Gutiérrez Lacayo
- DIRECTORA DE COMUNICACIÓN
Mercedes Otegui Acha
- REVISIÓN EDITORIAL
Leonardo Osvaldo Alvarado Cárdenas
Ignacio March Mifsut
Ana Esperanza Marichal González
- TRADUCCIÓN DEL RESUMEN EJECUTIVO
Alejandra Salazar
- AUTORES SECCIÓN BIODIVERSIDAD TERRESTRE
M. en C. Luis Canseco,
Anfibios, Facultad de Ciencias,
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM.
M. en C. Francisco González Medrano,
Florística y Vegetación, Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM.
M. en C. Constantino Macías,
SIG, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM.
Dr. Miguel Ángel Morón,
Coleópteros; Instituto de Ecología, A.C., INECOL.
Dr. Gustavo Quintero,
Anfibios, Universidad Autónoma de Aguascalientes, UAA.
Dra. Pilar Rodríguez Moreno, Mamíferos y Diversidad Beta, Centro GEO.
Dr. Víctor Sánchez-Cordero Dávila,
Mamíferos y SIG, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM.
Dr. Alejandro Velázquez,
Ecología del Paisaje, Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM- campus Morelia.



▪ AUTORES SECCIÓN BIODIVERSIDAD DE AGUAS CONTINENTALES

Dr. J. Joel Carrillo-Rivera, Hidrología, Agua subterránea; Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM.
Dr. Salvador Contreras, Peces y Conservación; Bioconservación A. C., Universidad Autónoma de Nuevo León, UANL.
M. en C. Topiltzin Contreras-MacBeath, Peces y conservación; Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma de Morelos, UAEM.
Dr. Antonio Lot, Vegetación acuática; Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM.
M. en C. Martina Medina Nava Peces; Facultad de Biología, Universidad Michoacana San Nicolás de Hidalgo, UMSNH.
Dr. Rodolfo Novelo Gutiérrez, Odonatos; Instituto de Ecología, A.C., INECOL.

▪ AUTORES SECCIÓN AGROBIODIVERSIDAD

Dr. Eckart Boege, Instituto Nacional de Antropología e Historia, INAH- Xalapa
Dra. Patricia Colunga García-Marín Unidad de Recursos Naturales, Centro de Investigación Científica de Yucatán, CICY, Yucatán.
Dr. Juan Antonio Cruz Rodríguez, Universidad Autónoma Chapingo, UACH.
Yolanda Gómez Fuentes, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT
Dr. Jorge Larson, Comisión para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CONABIO.
Dra. Cristina Mapes Sánchez, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM.
Biól. Oswaldo Oliveros, Analista Taxonómico del Sistema de Información de Organismos Vivos Modificados, Coordinación de Análisis de Riesgo y Bioseguridad, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CONABIO.
Dra. María Teresa Pulido Silva,

Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, UAEH.
Dr. Eduardo Quintanar Guadarrama, Coordinador del Programa Recursos Biológicos Colectivos (PRBC), Comisión para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CONABIO.
Dr. Alejandro Velázquez, Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM, campus Morelia.
M. en C. Pablo Zaldivar Martínez, Unidad Académica de Ingeniería Agrohidráulica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, BUAP.
Dr. Daniel Zizumbo Villareal, Unidad de Recursos Naturales, Centro de Investigación Científica de Yucatán, CICY.

▪ COLABORADORES

Biól. Claudia Aguilar Zuñiga, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CONABIO.
Biól. Humberto A. Berlanga García, Coordinador de la Iniciativa para la Conservación de Aves de América del Norte (NABCI) y Temas de Vida Silvestre, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CONABIO.
M en C. Gerardo Carréon Arroyo, Conservación, Director de Conservación en Naturalia, A.C.
Dr. Miguel Cházaro Basañez, Sistemática de Cactáceas; Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, CUCSH-U de G.
M. en C. Cuauhtémoc Chávez Tovar, Mamíferos, Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM.
Dr. Ramón Cuevas, Sistemática y Ecología de Plantas; Centro de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara, U. de G.
Dra. Margarita De la Cerda, Taxonomía Vegetal y Uso de Plantas; Universidad Autónoma de Aguascalientes, UAA.
Dr. Alfonso Delgado Salinas, Sistemática Vegetal, género *Phaseolus*, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM.
Dr. Edmundo Díaz Pardo,

Peces, Universidad Autónoma de Querétaro, UAQ.
M. en C. Gerardo García Regalado, Productos Forestales Medicinales; Universidad Autónoma de Aguascalientes, UAA.
Biol. Pablo Gesundheit, Godeidos, Instituto de Ecología; Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM.
M. en C. Carlos Gómez Hinostrosa, Cactáceas, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM.
Dra. Altagracia Gutiérrez Hernández, Plancton, Universidad Autónoma de Querétaro, UAQ.
Dr. Héctor M. Hernández Macías, Sistemática Vegetal, Cactáceas, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM.
M. en C. Jürgen Hoth, Conservación y Educación, Director para Latinoamérica de RARE.
Dr. Manuel Maass Moreno, Ecología de Ecosistemas; Centro de Investigaciones en Ecosistemas, CIEco-UNAM.
Claudia E. Moreno Ortega, Conservación Biológica; Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, UAEH.
Dra. Gabriela Parra, Sistemática Molecular de Anfibios; Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM.
Biól. Armando Rincón, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México UNAM.
Dr. Alejandro Torres, Conservación Biológica; Director de Áreas Naturales Protegidas (ANP) de Morelia, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT.
Dra. Irma Trejo, Vegetación y SIG, Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM.
Dr. Juan Ignacio Valdez Hernández, Ecología y Manejo de Manglares; Colegio de Postgraduados.
M. en C. Yalma Luisa Vargas Rodríguez, Louisiana State University.

EXECUTIVE SUMMARY

The main purpose of this study is to present the analysis, results and progress made during the process of Ecoregional Planning of Central and Western Mexico. The planning includes the identification of conservation targets and goals, the establishment of targets for communities, ecological systems and species, as well as the detection of the main threats that menace the integrity of each of these elements. In addition, the study also proposes the next steps to be followed to complete the planning process, and to determine a portfolio of priority sites for conservation of this relevant and extensive area.

The development of this planning exercise has been possible due to the joint efforts of Pronatura Mexico and The Nature Conservancy which, with the financial support from USAID and the Parks in Peril Program, have accomplished this arduous task.

The value of ecoregional planning is best appreciated when we realize that the majority of studies on conservation focus on the generalized identification of areas that are significant due to their high biodiversity. However, in comparison to other types of analysis, ecoregional planning not only identifies conservation sites; it also evaluates conservation targets and their threats with the purpose of establishing mitigation strategies. This proposal is based on the selection and design of a conservation network of sites aimed at preserving the diversity of species, communities and ecological systems in each region, through the integration of a conservation priority sites portfolio as well as the strategy proposal focused on these sites.

The goal of Ecoregional Planning of Central and Western Mexico is to identify areas that contain representative and viable species of all plant and animal life; as well as all communities and native ecological systems in three essential environments: terrestrial, continental waters and agrobiodiversity. To achieve this goal, we applied coarse filter (the study and selection of communities and ecological systems) and fine filter (for species as targets) strategy, based on a work hypothesis that assumes that through the preservation of multiple and viable examples of all coarse filter targets, the majority of fine filter conservation targets will also be preserved.

In conjunction with the establishment of conservation goals for each of the selected targets, the threats that affect the ecological systems were also identified. Both factors will help in determining priorities when proposing conservation strategies.

It is important to emphasize that this Ecoregional Planning exercise introduces a novel and basic subject within ecoregional planning which is Agrobiodiversity. It was considered important to include the latter in view of the extensive portion of the so called Mesoamerican Region covered by the study, considered one of the main domestication centers of edible vegetable species in the world (Harlan, 1975). At present, indigenous peoples and campesinos (farmers) that inhabit the country possess an important Traditional Ecological Knowledge and management of their natural resources, essential to the continuing domestication process of diverse vegetable species in the region. Thus, the conservation of the wild relatives of their domesticated varieties acquires great relevance. The integration of these elements in

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo tiene como finalidad, mostrar los análisis, resultados y avances realizados durante el proceso de la Planeación Ecorregional del Centro y Occidente de México. Esta planeación incluye la identificación de los objetos de conservación, el establecimiento de las metas para comunidades, sistemas ecológicos y especies, así como la detección de las principales amenazas que ponen en riesgo la integridad de cada uno de estos elementos. Además, se proponen los pasos que se deben seguir para darle continuidad a esta planeación hasta obtener el portafolio de sitios prioritarios para la conservación de esta importante y extensa área.

El desarrollo de esta planeación, ha sido posible gracias a los esfuerzos conjuntos de Pronatura México y The Nature Conservancy, quienes con el financiamiento de USAID y Parques en Peligro han llevado a cabo esta ardua tarea.

El valor de la planeación ecorregional se aprecia mejor cuando observamos que la mayoría de los estudios sobre conservación se enfocan en la identificación generalizada de áreas, las cuales son significativas por su elevada biodiversidad. Sin embargo, la planificación ecorregional, a diferencia de otros análisis, es un estudio que no sólo identifica sitios de conservación, sino que evalúa a los objetos a conservar y sus amenazas para plantear las estrategias o planes para combatirlas. Esta propuesta se basa en la selección y diseño de redes de sitios de conservación con los que se pretende preservar la diversidad de especies, comunidades y sistemas ecológicos en cada región, a través de su producto principal que es la obtención de un portafolio de sitios prioritarios para su conservación; así como en la propuesta de estrategias enfocadas en los sitios prioritarios.

La meta de la Planificación Ecorregional del Centro y Occidente de México fue identificar áreas que contienen poblaciones representativas y viables de todas las plantas y animales; así como de todas las comunidades y sistemas ecológicos nativos en tres ambientes esenciales: Ambiente Terrestre, Aguas Continentales y Agrobiodiversidad. En el desarrollo de nuestro trabajo abordamos las estrategias de filtro grueso (comprende el estudio y selección de comunidades y sistemas ecológicos) y filtro fino (aborda las especies como objetos de conservación), que nos permitieran alcanzar nuestra meta, partiendo de una hipótesis de trabajo que asume que al conservar ejemplos múltiples y viables de todos los objetos de conservación de filtro grueso se conservará también la mayoría de los elementos de filtro fino.

En conjunto con la identificación de las metas de conservación para cada uno de los objetos seleccionados, empleando las estrategias previamente señaladas, se identificaron las amenazas que afectan a los sistemas ecológicos, lo que permitirá establecer prioridades al momento de plantear las estrategias de conservación.

Es importante resaltar que esta Planeación Ecorregional incluye un tema novedoso y básico dentro de los planes ecorregionales: La Agrobiodiversidad. Este tema se integra porque el área en estudio cubre una gran porción de la llamada región Mesoamericana, que es considerada uno de los centros de domesticación de especies vegetales comestibles más importantes en el mundo (Harlan, 1975). Actualmente, los grupos indígenas y campesinos que habitan el país conservan un amplio conocimiento y tradición en el uso y manejo de sus recursos, por lo que continúan con los procesos de domesticación de diversas especies vegetales en la zona. Esto hace que las especies silvestres de las variedades domesticadas sean de gran relevancia para su conservación, asimismo, la integración

de estos elementos en los planes de conservación resulta vital para el mantenimiento de las especies comestibles y de la diversidad genética de las especies cultivadas (agrobiodiversidad). El análisis de la agrobiodiversidad permitirá establecer estrategias de conservación adecuadas a las necesidades de las diferentes comunidades de la región; así como una perspectiva novedosa en el planteamiento de las planeaciones ecorregionales para el futuro.

Una parte esencial de la planeación ecorregional ha sido la participación constante de investigadores y especialistas de diversas instituciones académicas, gubernamentales y de la sociedad civil, quienes como expertos en cada uno de los grupos de plantas, animales y ecosistemas, así como en el tema de la Agrobiodiversidad, aportaron su conocimiento y experiencia sobre el área de estudio. La selección de los objetos de conservación, de sus metas y de las principales amenazas para los tres ambientes estudiados, se llevó a cabo en tres talleres y diversas reuniones de trabajo donde se promovió la participación multidisciplinaria e interinstitucional para lograr mejores resultados al implantar las estrategias de conservación. La participación de cada uno de los especialistas es invaluable dentro del desarrollo de la planeación ecorregional, ya que su amplio conocimiento ha enriquecido por mucho los resultados obtenidos.

GENERALIDADES DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área del centro y occidente de México, comprende una extensa e intrincada región, pues en ella se encuentra la Sierra Madre Occidental, La Sierra Madre del Sur y el Eje Neovolcánico Transversal, tres de las cadenas montañosas más relevantes en el país. Por si esto fuera poco, en esta área se ubican tres importantes escurrimientos: el Río Balsas, el Río Lerma Santiago y el Río Fuerte, que en conjunto conforman el 12% del escurrimiento medio anual de todo el territorio nacional.

El área de estudio incluye 21 ecorregiones terrestres, 6 ecorregiones hidrográficas completas y 9 ecorregiones hidrográficas parciales, haciendo un total de 74,779,911.50 ha analizadas.

La gran extensión y la intrincada fisiografía del centro y occidente de México, ha dado como resultado una vasta y compleja biodiversidad, albergando a una gran cantidad de especies endémicas y de distribución restringida, que son de gran importancia para su conservación, por lo que esta planeación ecorregional, es un ejercicio vital para la detección de sitios prioritarios para su conservación.

RESULTADOS

La alta diversidad del área de estudio se refleja en los resultados obtenidos para cada una de las secciones estudiadas, las cuales se describen a continuación:

Biodiversidad Terrestre

Los objetos de conservación de filtro grueso abarcan 35 tipos de vegetación, incluyendo aquellos con un elevado riesgo de desaparecer, como son los manglares, el bosque mesófilo de montaña y los diversos tipos de matorrales, estos últimos amenazados principalmente por la ganadería extensiva en diversas regiones del área de estudio.

Los objetos de conservación de filtro fino analizados fueron numerosos en todos los grupos. Así, tenemos que el número de especies de vertebrados en el área de la Planeación Ecorregional es de 1,852, lo que representa el 67.35% de los vertebrados registrados en el país. En cuanto a las angiospermas y gimnospermas, se han registrado 8,256 dentro del área de estudio, lo cual representa el 28% de la riqueza de plantas terrestres en todo el territorio nacional.

conservation plans is vital for the maintenance of edible species and the genetic diversity of the cultivated species (agrobiodiversity). The analysis of the agrobiodiversity enables the establishment of different conservation strategies tailored to the needs of the different communities in the region; as well as an innovative perspective in the establishment of future ecoregional planning.

Fundamental part of ecoregional planning has been the constant involvement of top researchers and specialists from different academic, governmental and civil society institutions, who as experts in each of the different animal, plant and ecosystem groups have shared their knowledge and expertise. The selection of conservation targets and main threats for the three studied environments was the result of three workshops and various task meetings where multidisciplinary participation was promoted to achieve the best results when implementing conservation strategies. The participation of each one of the specialists has been of invaluable help within the process, their ample knowledge enriching by far the results obtained.

GENERAL INFORMATION OF THE STUDY AREA

The central and western areas of Mexico encompass a vast and intricate region that contains three of the most relevant mountain chains in the country, the Sierra Madre Occidental, the Sierra Madre del Sur and the Mexican Neovolcanic Range. Furthermore, there are three important river drainage areas: the Balsas River, the Lerma Santiago River and the Fuerte River. Together they represent almost 12% of the annual average drainage of the entire national territory.

The researched area includes 21 terrestrial ecoregions, 6 complete freshwater ecoregions and 9 partial freshwater regions, comprising an analyzed total of 74,779,911.50 hectares (184,706,381.405 acres).

The great extension and intricate physiography of central and western Mexico, has resulted in a vast and complex biodiversity, hosting a large and important number of endemic species and of restricted distribution. In this context ecoregional planning is a vital exercise for the detection of priority sites for conservation.

RESULTS

The high diversity of the area covered by this research reflects on the results obtained for each of the studied sections described as follows:

Terrestrial Biodiversity

The coarse filter conservation targets contain 35 types of vegetation, including those considered as highly threatened, such as mangroves, cloud forests and diverse types of scrubs. These are mainly threatened by extensive livestock practices in diverse regions of the study.

The number of fine filter conservation targets analyzed was high in all of the studied groups. Thus, the number of vertebrate species in the area resulting from ecoregional planning is 1,852, which represents 67.35% of the total vertebrates registered in the country. In the case of angiosperms and gymnosperms, a total of 8,256 species were registered in the selected area, representing up to 28% of the total number of terrestrial plants in all of the national territory.

For the groups of vertebrates, the potential distribution was obtained and verified for the whole central and western region.

Additionally, around 70 coleopters or beetle species were identified. The watersheds and coastal flatlands of the Pacific are considered to host approximately 43% of the species and 75% of the coleopter genera. Furthermore, 30% of the species and 34% of the genera that exists at the national level is found in the broad Pacific Plateau Area (Morón, 1994).

Biodiversity in Continental Waters

In regard to the coarse filter conservation targets, a total of 7 objects were identified, each one of them corresponding to diverse regions within a watershed. The objects are the following: 1) natural springs, 2) volcanic lakes, 3) lakes, 4) wetlands, 5) rivers, 6) riparian vegetation and 7) subterranean aquatic environments. The conservation of each of these targets is a top priority in the different watersheds in the country.

The fine filter conservation targets selected by groups are the following:

Fish: 157 species were selected, emphasizing the presence of an endemic group in the Mexican plateau - subfamily Goodeinae—which has close to 37 species, all of them conservation priorities. *Aquatic vegetation:* 35 species were identified as follows: 20 of restricted distribution, 16 threatened, 27 with a primary eco-physiological level, and 24 with a high habitat vulnerability.

Odonata: the dragonfly group includes 20 species, of which 5 are endemic of a single location. It is important to highlight that this group figures among the organisms used as pollution indicators in water quality categorization schemes (Rosenberg and Resh, 1993). For this reason, we considered it a key group for the detection of priority sites.

Agrobiodiversity

The coarse filter conservation targets chosen for agrobiodiversity were milpa and homegarden systems (household gardens or kitchen gardens). Based on the analysis of the milpa and homegarden systems, as well as input from top experts on the subject, 16 places were selected for the conservation of agrobiodiversity throughout the studied area.

The species selected as fine filter conservation targets for the milpa were maize, beans, squash, and chili. Each one includes the most important cultivated and threatened varieties. The fine filter conservation targets for homegarden systems sum a total of 79 species distributed in 9 genera; which include plants such as the agave, the opuntias or prickly pears and avocados. The species associated to the milpa and the homegarden systems have a high cultural and nutritional value, which can reflect, in the majority of cases, the richness of variety and germplasm managed by the rural communities. Therefore, the assessment and conservation of these systems will result in the preservation of different associated species.

THREATS

A part of the process of planning conservation sites and success measures was the identification of critical threats, classified under hierarchical values according to the results of workshops. Some of these threats, such as urban development, industrial and mining activities, were considered in relation to their position in the different watersheds of the study area.

Además, se identificaron 70 especies de coleópteros y se considera que en la zona de la vertiente y planicies costeras del Pacífico, se encuentra el 43% de las especies y el 75% de los géneros de coleópteros del país. Además, en la zona de los grandes altiplanos se encuentran el 30% de las especies y el 34% de los géneros que existen a nivel nacional (Morón, 1994).

Biodiversidad de Aguas Continentales

En cuanto a los objetos de conservación de filtro grueso, se identificaron 7 objetos, cada uno de ellos correspondientes a diversas regiones dentro de una cuenca: 1) nacimientos de agua, 2) lagos volcánicos, 3) lagos, 4) humedales, 5) ríos, 6) vegetación riparia y 7) ambientes acuáticos subterráneos.

Los objetos de conservación de filtro fino seleccionados por grupos se mencionan a continuación;

Peces: se seleccionaron 157 especies, de las cuales se destaca la presencia de un grupo endémico del Altiplano mexicano —la subfamilia Goodeinae— que tiene cerca de 37 especies, todas ellas prioritarias para su conservación.

Vegetación acuática: se identificaron 35 especies, de las cuales 20 son de distribución restringida, 16 se consideran amenazadas, 27 tienen un nivel ecofisiológico primario y 24 presentan una alta vulnerabilidad del hábitat.

Odonatos: el grupo de las libélulas incluye 20 especies, de las cuales 5 son endémicas de una localidad. Es importante resaltar que este grupo figura entre los organismos utilizados como indicadores de contaminación en los esquemas de clasificación de la calidad del agua (Rosenberg y Resh, 1993), por lo que se consideró en este ejercicio como un grupo de gran importancia en la detección de sitios prioritarios.

Agrobiodiversidad

Los objetos de conservación de filtro grueso elegidos para la agrobiodiversidad fueron la milpa y los sistemas de traspatio o solar. Basándose en los análisis de milpa y solar, además del conocimiento y experiencia de los investigadores en el tema, se seleccionaron 16 sitios prioritarios para la conservación de la agrobiodiversidad a través del área de la planeación.

Los objetos de conservación de filtro fino seleccionados para la milpa fueron el maíz, el frijol, la calabaza y el chile, cada uno de ellos con sus variedades cultivadas más importantes y en peligro de desaparecer. Los objetos de conservación de filtro fino para solares suman un total de 79 especies distribuidas en 9 géneros; entre los cuales se encuentran los agaves, las opuntias o nopales y los aguacates.

Las especies asociadas a la milpa y al solar tienen una gran importancia cultural y alimenticia, que pueden reflejar, en la mayoría de los casos, la riqueza de variedades y el germoplasma que los agricultores manejan y utilizan, por lo que la evaluación y conservación de estos sistemas redundará en la preservación de diversas especies asociadas a ellos.

AMENAZAS

Una parte del proceso de planificación para la conservación de sitios y medidas del éxito, es la identificación de las amenazas críticas, a las cuales se les asignaron valores jerárquicos. Algunas de ellas como las zonas urbanas, zonas industriales y zonas de actividad minera, se evaluaron en función de su localización en las diferentes cuencas del área de estudio. Las carreteras se evaluaron en función de su ubicación geográfica en el área de estudio.

Resalta el hecho de que 14 Estados del total abordado presentan un mal manejo del agua, los Estados que resaltan por esta razón son: Aguascalientes, Chihuahua, Durango, Estado de México, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora,

Tlaxcala y Zacatecas. Estos estados representan una gran extensión del país donde ha existido un uso inadecuado del recurso agua, por lo que es importante poner atención en las estrategias que se deben seguir para mejorar el uso y manejo de este recurso.

Conclusiones generales

La gran extensión del área de la Planeación Ecorregional, ha sido uno de los retos más interesantes a los que nos enfrentamos, ya que abarca una gran parte del territorio nacional. Esta región contiene una alta biodiversidad, por lo que la selección de las especies, las comunidades y los sistemas ecológicos prioritarios para ser conservadas y que servirán como insumo para los análisis futuros, implicaron grandes esfuerzos de investigadores y expertos en el área de estudio.

Los análisis realizados y los resultados obtenidos, aunque preliminares, muestran el estado actual de la biodiversidad del centro y occidente de México, por ejemplo, las coberturas de riqueza verificada de los diversos grupos y la cobertura de costos, permiten dar una visión general de la biodiversidad y sus principales amenazas.

La importancia de la conservación de las especies, sus comunidades y ecosistemas seleccionados para esta planeación ecorregional, radica en que se incluye a especies endémicas, de distribuciones restringidas y sujetas a alguna categoría de riesgo, así como a los hábitats en los que se desarrollan, ya que por lo general son ecosistemas en grave riesgo. Estos elementos seleccionados funcionarán como objetos análogo (*surrogates*), lo que significa que, al ser conservados, serán sujetas a la misma condición especies que habiten los mismos sistemas ecológicos o comunidades. Lo mismo sucederá con los sistemas ecológicos seleccionados como prioritarios para su conservación, llevarán consigo una gama de micro-ecosistemas y especies que se preservarán y ayudarán a la mejora del ambiente.

Es interesante que con base en los resultados de este tipo de estudio, diversos investigadores, instituciones académicas, organizaciones civiles, identifiquen la falta de información de ciertos grupos biológicos y sus sistemas ecológicos en los tres ámbitos estudiados.

Finalmente, los resultados relacionados con la agrobiodiversidad muestran una nueva perspectiva para los planes ecorregionales a futuro, ya que, al incluir este tipo de biodiversidad en los análisis, llevará a obtener un nuevo panorama ante los cambios naturales que se presentan: el cambio climático global, puede afectar de tal manera la agricultura de temporal en nuestro país, que ocasione la pérdida importante de agrobiodiversidad. Esta nueva perspectiva, permite que diversos grupos indígenas y campesinos, quienes tienen el conocimiento para usar y manejar adecuadamente la riqueza de especies en estado silvestre; participen activamente en la planeación de las estrategias de conservación. Al preservar esta biodiversidad y el conocimiento que las comunidades tienen sobre esas especies, se podrán tomar las medidas necesarias para evitar su pérdida y contrarrestar problemas sociales y económicos aunarlos a ello.

Próximos pasos

Se debe ejecutar el algoritmo Marxan con la finalidad de optimizar las áreas de conservación y generar modelos de redes de sitios para la conservación. Es importante que se revisen y comparen los sitios resultantes en este Plan de Conservación con otros ejercicios de priorización que actualmente se están llevando a cabo en la misma zona, como lo es el Análisis de Vacíos y Omisiones de Conservación que se realiza actualmente (CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA-UANL-UNAM, in prep.). Además, es indispensable determinar para cada uno de los sitios propuestos, estrategias de conservación, esto permitirá mitigar las amenazas identificadas y la viabilidad a largo plazo de los objetos de conservación identificados.

In addition, up to 14 of the studied Mexican states present poor groundwater management. These states are: Aguascalientes, Chihuahua, Durango, State of Mexico, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Tlaxcala and Zacatecas. It is possible to improve the water management in this area, but it is important to apply the adequate strategies.

General Conclusions

One of the most interesting challenges we faced was the large area covered by the Ecoregional Planning, for it comprises a significant part of the national territory. The high level of biodiversity in the region demanded a great effort on the part of researchers and experts for the selection of the species, communities and priority ecological systems to be preserved. These in turn will serve as references for future analysis.

The analysis and results obtained, even though preliminary, show the actual state of the biodiversity in central and western Mexico. For example, the coverage of the verified species richness of the different groups and the cost coverage, gives a general view of the biodiversity and its main threats.

The importance of the conservation of the selected species, communities and ecosystems for this Ecoregional Planning lies on the fact that the species are endemic, with restricted distribution and subject to different conservation status. The same applies to their natural habitat, as these ecosystems are generally threatened and subject to high levels of perturbation by anthropogenic activities. Furthermore, some species were selected as surrogates, because when protected, other species that inhabit the same ecological systems or communities will also be protected. The same is true for selected ecological systems which will cover a large-range of micro-ecosystems and species that will also be preserved, helping to improve the environment.

It should be mentioned that, based on the results obtained in this type of study, diverse researchers, academic institutions and civil organizations, were able to identify the information gaps on certain biological groups and their ecologic systems in the three essential environments.

Finally, the results obtained by the agrobiodiversity research, present a new perspective for ecoregional planning in Latin America. The integration of this biodiversity in the analysis, as well as the inclusion of indigenous groups and farmers in the conservation strategies; will enrich the panorama of the natural changes we face: climate change, can affect temporal agriculture in our country in such a way as to cause an important loss in agrobiodiversity. In the preservation of agrobiodiversity and traditional knowledge, the necessary measures must be taken to avoid or reduce the social and economic problems associated with such a loss.

Next steps

In order to optimize the areas for conservation, the MARXAN algorithm must be applied to generate models of conservation sites networks. The resulting sites defined in this Conservation Plan will be revised and compared with other ongoing conservation studies in the same region, such as the Gap Analysis (CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA-UANL-UNAM, in prep.). In addition, it is imperative to establish conservation strategies for each of the proposed sites, in order to mitigate the identified threats and improve the long term viability of the identified conservation targets.

CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	4
AGRADECIMIENTOS	10
A) INTRODUCCIÓN	12
B) ANTECEDENTES	15
C) DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	16
1. FISIOGRAFÍA E HIDROLOGÍA	16
2. ECORREGIONES Y TIPOS DE VEGETACIÓN	17
3. USO DEL SUELO	25
4. AGROBIODIVERSIDAD	26
5. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DEL CENTRO Y OCCIDENTE DE MÉXICO	28
D) MÉTODO	34
1. ASPECTOS GENERALES	34
1.1 Aspectos generales de los Objetos de Conservación de Filtro Grueso y de los Objetos de Conservación de Filtro Fino	35
1.2 Generalidades de los criterios para la selección de los Objetos de Conservación de Filtro Grueso y Objetos de conservación de Filtro Fino	36
1.3. Generalidades de las metas de conservación para los Objetos de Conservación de Filtro Grueso y Objetos de Conservación de Filtro Fino	38
1.4 Obtención del Portafolio de sitios	38
2. BIODIVERSIDAD TERRESTRE	39
2.1 Identificación de Objetos de Conservación de Filtro Grueso y Filtro Fino	39
2.2 Metas de conservación	41
2.3 Generación de distribuciones potenciales	42
2.4 Riqueza de Objetos de Conservación de Filtro Fino	42
3. BIODIVERSIDAD DE AGUAS CONTINENTALES	43
3.1 Identificación de Objetos de Conservación de Filtro Grueso	43
3.2 Identificación de Objetos de Conservación de Filtro fino	44
3.3 Representación geográfica de los Objetos de Conservación de Filtro Fino	46
3.4 Riqueza de Objetos de Conservación de Filtro Fino: peces, vegetación acuática, odonatos y anfibios	47

3.5 Metas de conservación	47
4. AGROBIODIVERSIDAD	48
4.1 Objetos de Conservación de Filtro Grueso y Filtro Fino	48
4.2 Metas de conservación	49
4.3 Obtención de distribuciones potenciales	49
4.4 Análisis de riqueza de Objetos de Conservación de Filtro Fino	49
4.5 Selección de sitios prioritarios para la conservación de la agrobiodiversidad.	50
5.AMENAZAS	51
5.1 Criterios para evaluar la magnitud de las amenazas	51
E) RESULTADOS	53
1. BIODIVERSIDAD TERRESTRE	53
1.1 Objetos de Conservación de Filtro Grueso	53
1.2 Objetos de Conservación de Filtro Fino	55
1.3 Metas de conservación para los Objetos de Conservación de Filtro Fino	57
1.4 Distribuciones potenciales	58
1.5 Riqueza de Objetos de Conservación de Filtro Fino	59
2. BIODIVERSIDAD DE AGUAS CONTINENTALES	62
2.1 Filtro Grueso	62
2.2 Filtro Fino	63
2.3 Riqueza de Objetos de Conservación Filtro Fino: peces, vegetación acuática, odonatos y anfibios	67
3. AGROBIODIVERSIDAD	68
3.1 Resultados de los Objetos de Conservación de Filtro Grueso y Filtro Fino	68
3.2 Selección de sitios prioritarios para la conservación de la agrobiodiversidad	70
4. AMENAZAS	72
G) PRÓXIMOS PASOS	75
H) REFERENCIAS	76
I) PÁGINAS DE INTERNET	78
REFERENCIAS DE INEGI	79

Agradecimientos

Queremos agradecer a todo el personal de Pronatura México, A.C., por el apoyo brindado durante la realización de este proyecto de Planeación Ecorregional, en especial al equipo del programa Ajusco Medio quienes nos apoyaron en situaciones difíciles. A Alejandra Salazar, por la traducción del resumen ejecutivo y sus ánimos día con día.

A CONABIO, a todos los académicos, investigadores y expertos en el área de estudio, quienes participaron en este proyecto a través de talleres, cursos, asesorías personales y datos sobre las diferentes especies y ecosistemas. Gracias a todos ellos por su tiempo y por compartir sus conocimientos. A la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, a The Nature Conservancy y el programa Parques en Peligro por financiar esta publicación.

Especialmente a Ma. Susana Rojas González De Castilla, Lázaro Gallegos y Martín Gutiérrez de Pronatura México, A.C, Rosario Álvarez; Hernando Cabral, Ronald Myers, Steve Schill y Ryan Smith todos ellos de TNC; Juan Antonio Casillas (SAGARPA), Patricia Illoldi del Instituto de Biología-UNAM, y Sahotra Sarkar de la Universidad de Texas.

A Mercedes Otegui, Luis Almeida, Ricardo Real, Rosalba Becerra, por su paciencia y profesionalismo, a Miguel Ángel Morón, Carlos Gómez, Antonio Lot, Héctor Hernández y Alonso Martínez por habernos facilitado material fotográfico.

Nuestro país está catalogado como el cuarto país con mayor diversidad biológica en el mundo este privilegio, con todo y las oportunidades y retos implícitos, conlleva una responsabilidad que todos debemos asumir. Es importante y positivo señalar que los esfuerzos para la conservación de la naturaleza en México han avanzado significativamente desde los tiempos en que Pronatura comenzó a dar sus primeros pasos en el tema: buena prueba de ello es este estudio que hoy tengo el privilegio de presentar.

El estudio de Planeación Ecorregional del Centro y Occidente de México es producto de la participación de organizaciones, investigadores, académicos y autoridades dedicadas a la conservación y al manejo de ecosistemas. El estudio cubre una superficie total de 776,106.63 kms² (un tercio de la superficie nacional) que integra a 22 estados con 52 de las 88 regiones fisiográficas del país; incluye asimismo 10 variedades de ecosistemas con 29 tipos de vegetación natural que contienen comunidades de todos los tipos, desde desiertos hasta selvas altas perennifolias.

El común denominador que muestra esta publicación es el alto grado de amenaza que se ciñe sobre los ecosistemas estudiados con especies amenazadas y en peligro de extinción altamente vulnerables y frágiles que han sido sometidas a procesos de degradación y presiones antropogénicas históricas. Este hecho es de suma preocupación si consideramos que en esta región se concentra el 80% de la población del país.

La finalidad del estudio es la de ofrecer una mayor claridad en cuanto a las prioridades de conservación en esta zona del país; sin embargo, este loable ejercicio no sería suficiente si no se diseñan las estrategias de protección, manejo y restauración que permitan frenar las amenazas existentes y garantizar espacios de conservación a largo plazo. Para lograrlo, es necesario incluir en el diseño de las acciones y programas a las comunidades locales, propietarios y autoridades en las diferentes escalas de gobierno.

Para Pronatura es un orgullo y una satisfacción al mismo tiempo participar en esfuerzos conjuntos que deriven en trabajos de calidad y de importancia como el que hoy presentamos.

Quisiera aprovechar este espacio para agradecer especialmente a nuestros colegas de *The Nature Conservancy* (TNC) por su apoyo, constancia y lealtad hacia PRONATURA a lo largo de estos años de trabajo conjunto a favor de la conservación del patrimonio natural de todos los mexicanos.

Y por último, reconocer el valioso apoyo ofrecido por USAID para la elaboración de esta publicación sin el cual este gran y ambicioso ejercicio de planeación ecorregional no hubiera sido posible.

Lic. Martín Gutiérrez Lacayo
Director General
PRONATURA México A.C.

A) INTRODUCCIÓN

El principal objetivo de la Planeación Ecorregional es promover esfuerzos conjuntos para conservar muestras representativas y viables de la biodiversidad, dentro de un área de estudio particular; en este caso dentro de una agregación de ecorregiones ubicadas en el centro y occidente de México. Para lograr dicho objetivo, se tomó como base el método determinado por Groves, *et al.* (2000), el cual permite obtener sitios prioritarios para la conservación de una forma sistemática, eficiente y repetible.

Una de las partes medulares de este método es la selección de elementos de conservación en múltiples escalas y niveles de organización (sistemas ecológicos, comunidades naturales y especies) que en conjunto capturen la representatividad de la diversidad biológica del área de planeación. Para ello, se diseña una red de sitios llamada “*Portafolio de sitios prioritarios para la conservación*”. Por lo anterior, la generación de un portafolio combina una gran cantidad de datos cuantitativos y cualitativos de los elementos de conservación, un robusto algoritmo para la optimización en la selección de sitios, el conocimiento y guía de expertos en diferentes áreas temáticas y los resultados de esfuerzos de planeación para la conservación efectuados previamente (Ej. Áreas Naturales Protegidas, Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves, Regiones Terrestres Prioritarias).

La meta principal del *portafolio* es identificar aquellas áreas que de manera complementaria permitan conservar ejemplos representativos y viables de la biodiversidad de todas las ecorregiones del área de estudio, en el que se identifiquen las estrategias apropiadas. Además, el *portafolio* debe ser eficiente en el planteamiento de los sitios prioritarios de conservación, al reconocer y definir su ubicación y características, así como los esquemas de conservación necesarios para lograr su conservación a una escala ecorregional. Para lograrlo, las áreas de enfoque para la conservación deben tener un estado de conservación adecuado para poder sostener funcionalmente la biota y ecosistemas de las ecorregiones que representan.

Es importante mencionar que en esta Planeación Ecorregional se ha como un objeto de enfoque adicional, ya que el área de estudio importante riqueza en especies domesticadas y

La identificación de sitios prioritarios del *portafolio*, sirve como una guía para orientar la inversión de los recursos financieros que aseguren la conservación de los ecosistemas y las especies. De esta forma, los tomadores de decisiones a nivel federal, estatal y municipal, así como las organizaciones del sector civil, podrán utilizar la información resultante con el objetivo de promover esfuerzos coordinados de conservación en la región analizada.

Es importante mencionar que en esta Planeación Ecorregional se ha planteado el reto adicional de incluir la *Agrobiodiversidad* como un objeto de enfoque adicional, ya que el área de estudio sobre la que se dirige este plan, posee -a nivel mundial- una importante riqueza en especies domesticadas y sus parientes silvestres, así como procesos de agricultura tradicional practicados desde tiempos ancestrales por un gran número de pueblos indígenas que aún preservan el conocimiento sobre el manejo y uso de las especies de sus sitios de origen. Por eso, este análisis robustece la selección de sitios prioritarios para la conservación y se incluye directamente en las estrategias de conservación vinculadas a la participación de los pueblos indígenas de la región.

El presente documento muestra los avances de la Planeación Ecorregional del Centro y Occidente de México promovida por Pronatura México y The Nature Conservancy desde 2005. Está conformado por tres secciones principales: 1) Biodiversidad Terrestre, 2) Biodiversidad de Aguas Continentales y 3) Agrobiodiversidad. En cada sección se describen los insumos de información y análisis más importantes que han sido realizados, así como los resultados hasta ahora obtenidos. También se describen los pasos que se efectuarán para la conclusión y obtención del *portafolio*, así como las estrategias de conservación de los sitios seleccionados a partir de este plan.

Esta publicación está dirigida a un amplio número de actores de diferentes sectores —académico, gubernamental y de la sociedad civil— que de algún modo han participado en las diferentes etapas de esta planeación, y que sin los cuales, la conservación real de los sitios resultantes en el *portafolio*, no sería posible.

planteado el reto adicional de incluir la Agrobiodiversidad sobre la que se dirige este plan, posee —a nivel mundial— una sus parientes silvestres.



B) ANTECEDENTES

Desde 1976 hasta la fecha, diversas instituciones gubernamentales del país han elaborado regionalizaciones para la conservación de los ambientes terrestres, acuáticos continentales y marinos. Varios de estos ejercicios fueron elaborados en 1996 por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio). Dicha institución promovió y coordinó un programa para la identificación de regiones prioritarias para la biodiversidad a partir del cual se establecieron las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), Regiones Prioritarias Marinas (RPM) y las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP, Arriaga-Cabrera *et al.*, 1998 y 2000). Otro ejercicio relevante es el que se realizó en 1996 por parte de *Birdlife International* y el Consejo Internacional para la Preservación de las Aves, Sección México, donde se determinaron las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA).

Entre los ejercicios más relevantes de planificación estratégica para la conservación de la biodiversidad se encuentran el de la Selva Zoque —compartida por Oaxaca, Chiapas y Veracruz— (Pronatura Chiapas *et al.*, 2004), el de los Marismas Nacionales en Nayarit (Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza-FMCN, World Wildlife Fund-WWF, Gobierno del Estado de Nayarit, s/a) y el de la Selva Lacandona (Conservation International-CI, 2000). Algunas regiones han sido sujetas a ejercicios consecutivos de planeación conforme se ha ido contando con más y mejor información. Tal es el caso del Sistema Arrecifal Mesoamericano (Kramer y Kramer, 2002) sobre el que ahora se desarrolla un plan ecorregional (TNC, en prep.) o del Golfo de California que en el 2001 fue analizado a través de un sólido ejercicio de priorización (Coalición para la Sustentabilidad del Golfo de California, Mazatlán, 2001) y que posteriormente fue refinado en una evaluación ecorregional (COBI y TNC, 2005).

Otros planes ecorregionales completados y que involucran a México son los realizados para el norte del Golfo de México (The Nature Conservancy, 2002), el Desierto Chihuahuense (Dinerstein *et al.*, 2000; Pronatura Noreste, TNC y WWF, 2004), El Desierto de Sonora (Marshall *et al.*, 2000; Marshall *et al.*, 2004) y las Selvas Maya, Zoque y Olmeca (Secaira *et al.*, 2006).

Para el área de estudio de esta Planeación existen una serie de ejercicios de priorización y de conservación efectuados en diversas escalas, que son un insumo importante para el desarrollo de este plan, los cuales se incluyen en el CD que acompaña a esta publicación.

En la presente Planeación Ecorregional se pretende definir no sólo los sitios con mayor importancia por su biodiversidad (riqueza biológica, endemismo, etc.), sino también definir prioridades y estrategias de conservación viables para los sitios del portafolio del Centro y Occidente del país.

PÁGINA ANTERIOR
PRESA ZIMAPÁN, ENTRE
HIDALGO Y QUERÉTARO
FOTO: CARLOS GÓMEZ



EJERCICIOS DE PRIORIZACIÓN
Y CONSERVACIÓN

C) DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

1. FISIOGRAFÍA E HIDROLOGÍA

La fisiografía de México, y especialmente de la zona que se incluye en este análisis, es sumamente compleja, con un amplio intervalo altitudinal que va de 0 metros sobre el nivel del mar (msnm) en las zonas costeras, hasta poco más de 5,400 msnm en la Faja Volcánica Transmexicana (también conocido como Eje Neovolcánico Transversal). En el área de estudio se encuentran tres extensas cadenas montañosas: la Sierra Madre Occidental, el Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur. En la Figura 1 se muestran las provincias fisiográficas involucradas en el área de estudio.

FIGURA 1
Fisiografía y
escurrimientos
perennes (INEGI, 2000).

Los principales escurrimientos en la zona de estudio son: el Río Balsas, el Río Lerma Santiago y el Río Fuerte, que en conjunto conforman el 12% del escurrimiento medio anual de todo el país. Los ríos con mayor cauce desembocan del lado del Golfo de México y del Mar Caribe. En la vertiente del Pacífico destacan las cuencas de los ríos Yaqui, Fuerte, Mezquital, Lerma-Santiago y Balsas (INEGI, 1995).



2. ECORREGIONES Y TIPOS DE VEGETACIÓN

La ecorregión es una unidad relativamente grande de tierra o agua que integra conjuntos de comunidades naturales que comparten un gran número de especies, su dinámica y condiciones ambientales (Dinerstein *et al.*, 2000).

Las ecorregiones —acuáticas o terrestres— son unidades adecuadas para los planes de conservación ya que mantienen los límites naturales del ambiente. De esta forma, es posible definir acciones de conservación que reflejen mejor los procesos ecológicos y evolutivos que crean y mantienen la diversidad biológica (WWF, 2003)

El área de estudio incluye 21 ecorregiones terrestres, 6 ecorregiones hidrográficas completas y 9 ecorregiones hidrográficas parciales. En total, el área que abarcan es de 74,779,911.50 ha (Cuadros 1 y 3 y Figuras 2 y 3). Estas ecorregiones albergan un total de 43 tipos de vegetación según la cobertura de Vegetación y Uso de Suelo de INEGI Serie III (en proceso; Cuadro 2; Figuras 4 a 7). La vegetación más representativa es la selva baja caducifolia que ocupa el 22 % de la cobertura vegetal total del área. Le siguen el bosque de encino, que representa el 16% y el bosque de pino encino con el 13 %. Por otra parte, el área de estudio involucra a 22 Estados del país, de los cuales 12 están incluidos en su totalidad (Cuadro 4). Se abarcan 103 cuencas total y/o parcialmente, de las cuales, 77 están incluidas por completo en el área. Las descripciones de los tipos de vegetación y el listado de las cuencas se encuentran en el CD.

UNA **ECORREGIÓN TERRESTRE** SE CARACTERIZA POR CONTENER UN TIPO DE VEGETACIÓN DOMINANTE, EL CUAL ES AMPLIAMENTE DISTRIBUIDO EN LA REGIÓN Y LE DA UN CARÁCTER UNIFICADOR. DADO QUE LAS ESPECIES VEGETALES DOMINANTES PROVEEN DE LA MAYORÍA DE LAS ESTRUCTURAS FÍSICAS DE LOS ECOSISTEMAS TERRESTRES, LAS COMUNIDADES DE ANIMALES TAMBIÉN TIENDEN A TENER ESTA UNIDAD A TRAVÉS DE LA REGIÓN (OLSON *et al.*, 2001).

LAS **ECORREGIONES HIDROGRÁFICAS** SE DERIVAN POR AGREGACIÓN Y SUBDIVISIÓN DE LOS ESCURRIMIENTOS, BASADOS EN PATRONES DE DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES ACUÁTICAS. CON LOS ESCURRIMIENTOS COMO FUNDAMENTO, LAS ECORREGIONES PUEDEN SER UNIDADES EFECTIVAS PARA LOS PORTAFOLIOS DE CONSERVACIÓN.



-Descripción de los tipos de vegetación
-LISTADO DE CUENCAS INCLUIDAS EN EL ÁREA



ARROYO DEL VELO DE NOVIA, VALLE DE BRAVO, ESTADO DE MÉXICO. FOTOS: A. BONETA



SIERRA DE SINALOA, SELVA BAJA, SINALOA.

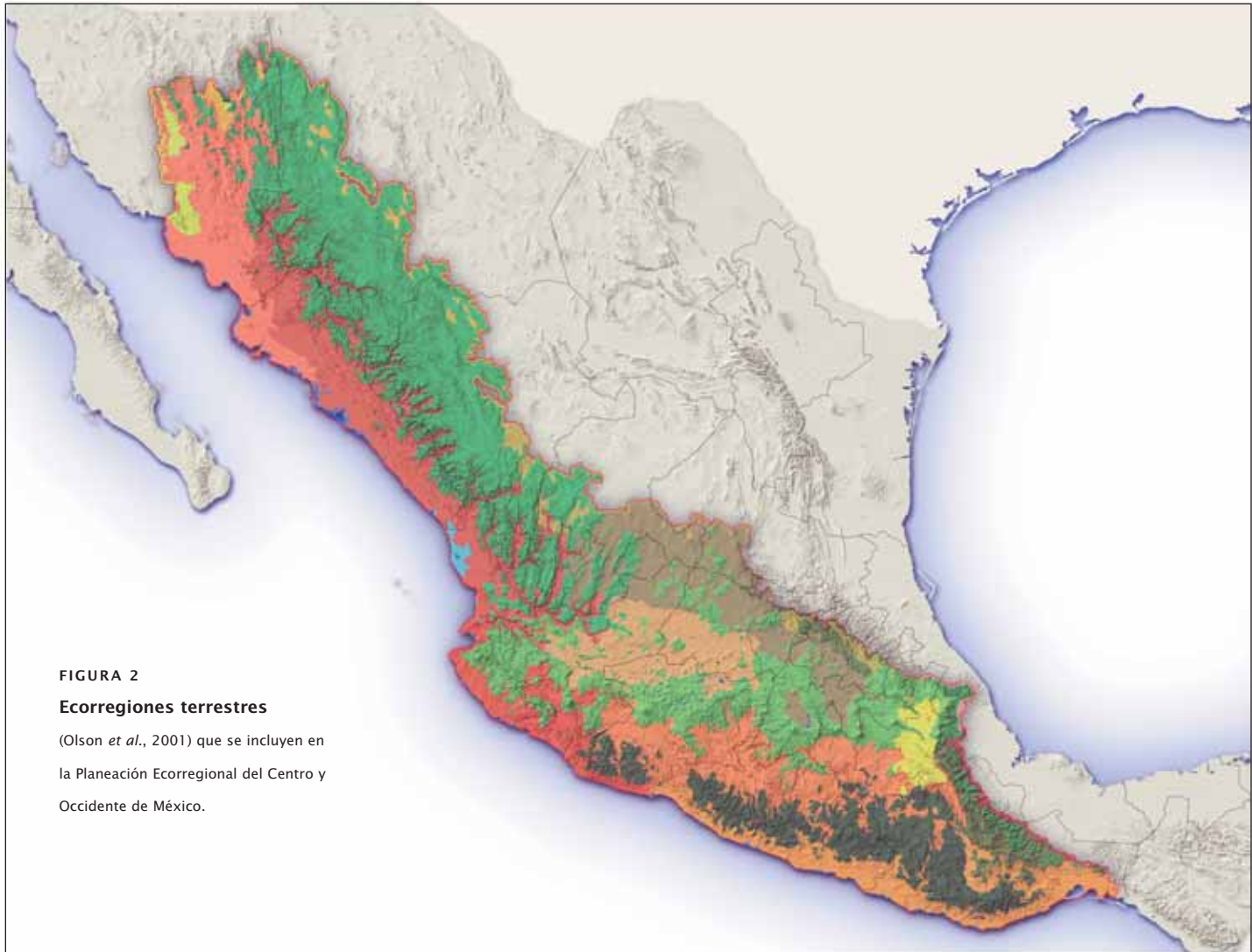


FIGURA 2
Ecorregiones terrestres
(Olson *et al.*, 2001) que se incluyen en
la Planeación Ecorregional del Centro y
Occidente de México.

CUADRO 1		Ecorregiones Terrestres WWF	
		EXTENSIÓN (HECTÁREAS)	PORCENTAJE (%)
Ecorregiones (Olson <i>et al.</i> , 2001) dentro del área de estudio de la Planeación Ecorregional del Centro y Occidente de México.	 Manglares El Manchón-Tehuantepec <i>Tehuantepec-El Manchon mangroves</i>	5,260.38	0.01
	 Humedales del centro de México <i>Central Mexican wetlands</i>	27,656.99	0.04
	 Zacatonal <i>Zacatonal</i>	29,957.61	0.04
	 Manglares de la costa sur del Pacífico Mexicano <i>Mexican South Pacific Coast mangroves</i>	116,732.72	0.16
	 Manglares de San Blas, Marismas Nacionales <i>Marismas Nacionales-San Blas mangroves</i>	201,391.77	0.27
	 Manglares de la costa Noroeste del Pacífico Mexicano <i>Northwest Mexican Coast mangroves</i>	325,820.65	0.44
	 Desierto de Sonora <i>Sonoran desert</i>	622,013.79	0.83
	 Bosque mesófilo de Oaxaca <i>Oaxacan montane forests</i>	754,158.78	1.01
	 Matorral del Valle de Tehuacán <i>Tehuacan Valley matorral</i>	982,106.14	1.31
	 Matorral de la Meseta Central <i>Meseta Central matorral</i>	1,201,868.83	1.61
	 Bosque de pino-encino de la Sierra Madre de Oaxaca <i>Sierra Madre de Oaxaca pine-oak forests</i>	1,414,240.37	1.89



	EXTENSIÓN (HECTÁREAS)	PORCENTAJE (%)
Bosque seco de Jalisco <i>Jalisco dry forests</i>	2,548,465.22	3.41
Bosque seco del Bajío <i>Bajío dry forests</i>	3,698,402.26	4.95
Bosque seco del Sureste del Pacífico <i>Southern Pacific dry forests</i>	3,952,547.15	5.29
Bosque subtropical seco de transición entre Sonora y Sinaloa <i>Sonoran-Sinaloan transition subtropical dry forest</i>	5,033,933.26	6.73
Matorral central mexicano <i>Central Mexican matorral</i>	5,865,110.86	7.84
Bosque de pino-encino de la Sierra Madre del Sur <i>Sierra Madre del Sur pine-oak forests</i>	6,101,431.44	8.16
Bosque seco del Balsas <i>Balsas dry forests</i>	6,205,641.35	8.30
Bosque seco de Sinaloa <i>Sinaloan dry forests</i>	7,663,022.15	10.25
Bosque de pino-encino del Eje Neovolcánico Transversal <i>Trans-Mexican Volcanic Belt pine-oak forests</i>	9,094,895.50	12.16
Bosque de pino-encino de la Sierra Madre Occidental <i>Sierra Madre Occidental pine-oak forests</i>	18,935,254.28	25.32
Total general	74,779,911.50	100.00



SIERRA DE MANANTLÁN, JALISCO FOTO: A. BONETA



SIERRA DE CUETZALAN, PUEBLA FOTO: A. BONETA



ZAPOTITLÁN, PUEBLA FOTO: CARLOS GÓMEZ



MANGLAR FOTO: PEDRO DÍAZ MAEDA
BANCO DE IMÁGENES CONABIO



FIGURA 4 Bosques



FIGURA 6 Matorrales



FIGURA 5 Selvas

TIPO DE VEGETACIÓN	EXTENSIÓN (has)	PORCENTAJE (%)
Bosque de cedro	1,917.79	0.003
Bosque de galería	10,698.45	0.019
Bosque de ayarín	13,024.75	0.023
Bosque de oyamel	136,754.73	0.242
Bosque de tascate	225,123.47	0.398
Bosque mesófilo de montaña	931,369.28	1.646
Bosque de encino-pino	3,477,205.85	6.146
Bosque de pino	6,279,092.44	11.097
Bosque de pino-encino	7,522,973.83	13.296
Bosque de encino	8,729,635.26	15.429

Selva alta subperennifolia	989.87	0.002
Selva de galería	1,266.70	0.002
Selva baja subcaducifolia	12,640.18	0.022
Selva mediana caducifolia	205,862.77	0.364
Selva alta perennifolia	251,062.81	0.444
Selva mediana subperennifolia	309,589.20	0.547
Selva baja espinosa caducifolia	466,638.60	0.825
Selva mediana subcaducifolia	1,580,263.00	2.793
Selva baja caducifolia	12,579,382.21	22.232

Matorral sarco-crasicaule de neblina	9,127.71	0.016
Matorral sarco-crasicaule	76,885.62	0.136
Matorral submontano	167,928.10	0.297
Matorral desértico rosetófilo	214,916.50	0.380
Matorral desértico micrófilo	324,765.59	0.574
Matorral sarcocaulle	371,405.50	0.656
Matorral crasicaule	1,133,015.51	2.002
Matorral subtropical	1,300,405.35	2.298

Popal	1,469.61	0.003
Palmar natural	5,749.05	0.010
Vegetación de galería	10,349.43	0.018
Pradera de alta montaña	16,164.98	0.029
Vegetación de dunas costeras	28,868.80	0.051
Tular	38,688.00	0.068
Chaparral	82,713.54	0.146
Pastizal halófilo	104,926.01	0.185
Sabanoide	119,282.23	0.211
Manglar	223,083.26	0.394
Vegetación halófila	277,411.59	0.490
Mezquital	842,565.54	1.489
Pastizal natural	3,665,287.28	6.478
TOTAL GENERAL	56,581,189.66	100.000



FIGURA 7 Otros tipos de vegetación

CUADRO 2.

Tipos de vegetación presentes en el área de estudio (Carta de Vegetación y Uso de Suelo de INEGI, serie III, en proceso).

CUADRO 3

Superficie de las ecorregiones hidrográficas dentro del área de estudio y el porcentaje que ocupan con respecto del total del área de este plan ecorregional.

	Ecorregiones hidrográficas	Hectáreas	Porcentaje (%)
MANGLAR EN VENTANILLA, OAXACA FOTO: A. BONETA	Ameca - Manantlán	4,749,376.96	6.19
	Balsas	11,548,189.95	15.06
	Coatzacoalcos	288,419.23	0.38
	Guzmán - Samalayuca	2,736,249.25	3.57
ZAPOTITLÁN, PUEBLA FOTO: CARLOS GÓMEZ	Lerma - Chapala	7,665,850.32	10.00
	Llanos El Salado	1,618,743.48	2.11
	Mayrán - Viesca	3,003,354.42	3.92
	Pánuco	3,192,692.69	4.16
MADROÑO EN CUICATLÁN, TEHUACÁN- PUEBLA FOTO: A. BONETA	Papaloapan	2,253,403.83	2.94
	Río Conchos	2,610,467.05	3.40
	Santiago	9,117,201.72	11.89
	Sierra Madre del Sur	6,381,720.65	8.32
PÁGINA SIGUIENTE SIERRA TARAHUMARA, CHIHUAHUA FOTO: A. BONETA	Costa de Sinaloa	12,351,260.04	16.11
	Sonora	7,553,680.71	9.85
	Tehuantepec - Golfo de Fonseca	1,599,502.66	2.09
	Total general	76,670,112.94	100.00



El área de estudio incluye 21 ecorregiones terrestres, 6 ecorregiones hidrográficas completas y 9 ecorregiones hidrográficas parciales



CUADRO 4

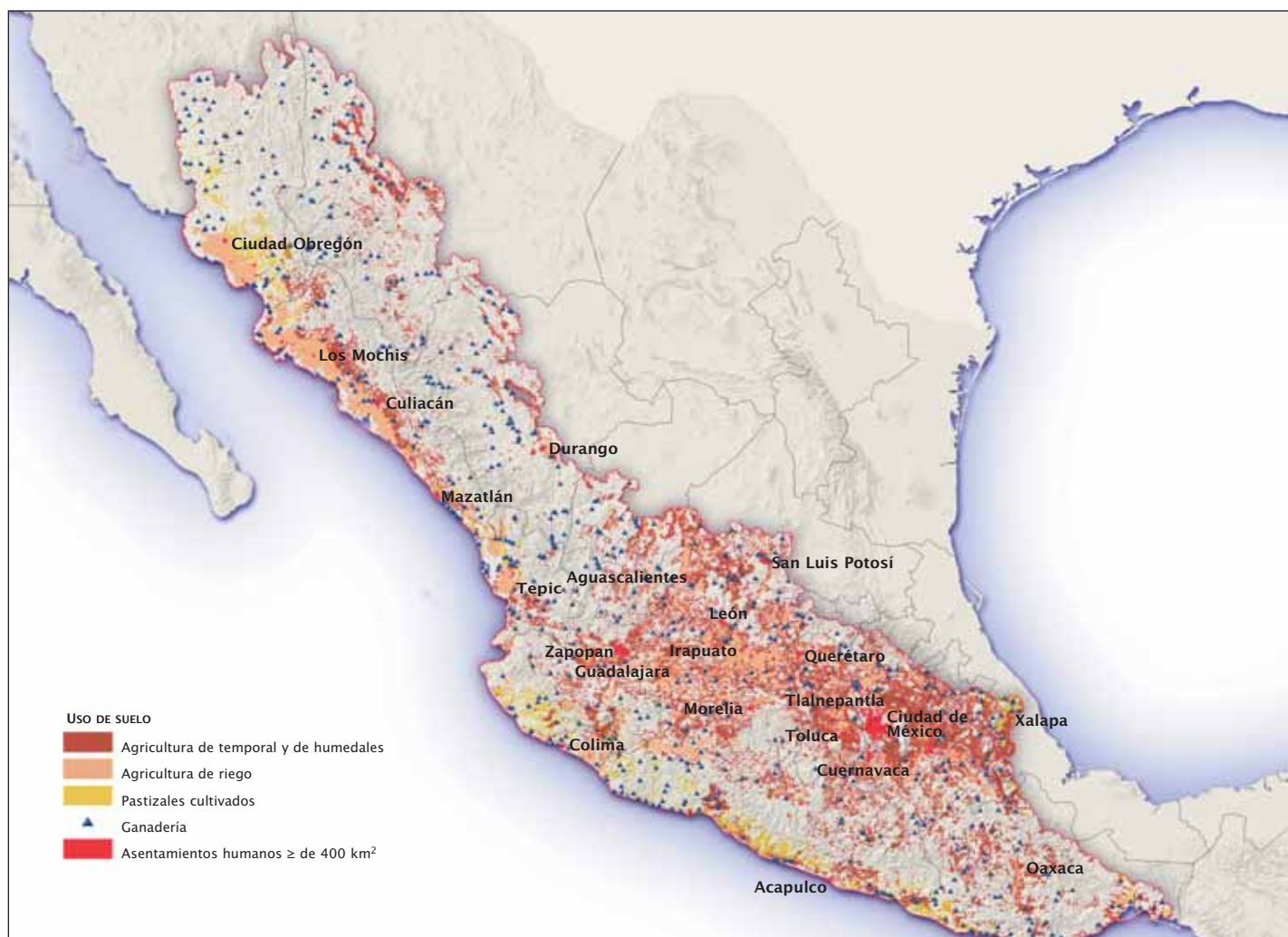
Estados incluidos en la Planeación Ecorregional del Centro y Occidente de México.

Estado	Dentro del área de estudio Hectáreas	Porcentaje (%)	Superficie total del Estado Hectáreas
Veracruz-Llave	705,727	10	7,149,505
San Luis Potosí	961,995	16	6,052,860
Chihuahua	8,614,660	35	24,705,282
Sonora	7,340,195	41	17,976,707
Zacatecas	3,372,728	45	7,461,918
Durango	7,312,706	60	12,213,271
Hidalgo	1,475,502	71	2,068,864
Querétaro de Arteaga	824,519	71	1,155,833
Oaxaca de Juárez	7,678,665	82	9,354,613
Puebla	3,020,636	89	3,409,529
Guanajuato	2,827,646	93	3,035,133
Sinaloa	5,608,755	99	5,676,952
Jalisco	7,799,807	100	7,799,928
Colima	559,907	100	559,907
Estado de México	2,221,007	100	2,221,007
Guerrero	6,358,746	100	6,358,746
Michoacán de Ocampo	5,837,168	100	5,837,168
Aguascalientes	556,826	100	556,826
Nayarit	2,758,549	100	2,758,549
Distrito Federal	147,631	100	147,631
Tlaxcala	397,012	100	397,012
Morelos	487,410	100	487,410
Total	76,867,798		127,384,650

FIGURA 8

Uso del suelo en el área de la planeación ecorregional

(Carta de Vegetación y Uso de Suelo, INEGI, serie III, en proceso; conteo de población y vivienda, INEGI, 2005).



3. USO DEL SUELO

Alejandro Velázquez, Alejandra Larrazábal y Antonio Navarrete
Unidad Académica de Geografía, Instituto de Geografía, UNAM

El análisis del cambio en la cobertura del suelo permite entender las causas y consecuencias de las tendencias de los procesos de degradación, desertificación, disminución de la biodiversidad, y en general pérdida del capital natural y cultural (Figura 8). El ser humano se ha convertido en el principal desencadenador de la actividad transformadora de los ecosistemas. La acción humana es responsable de la pérdida de un tercio de casi la mitad de la cubierta eminentemente forestal original del planeta. Esta pérdida de la cubierta forestal lleva consigo el exterminio de la reserva genética inherente a los ecosistemas autóctonos, la pérdida del potencial de uso de los múltiples bienes y servicios ambientales, la alteración de ciclos hidrológicos y biogeoquímicos, introducción de especies exóticas, exterminio de las especies oriundas y pérdida de hábitat en general. La media mundial predice que México debería tener alrededor de 0.7 ha de superficie arbolada *per* cápita para la presente década. Los datos actuales, no obstante, indican que México alberga tan solo 0.5 ha de cubierta forestal *per* cápita y la predicción para el 2025 será de 0.3 ha *per* cápita; es decir por debajo de la media mundial.

La región centro occidente del país alberga una complejidad sobresaliente de los ecosistemas del mundo. Ante esto un análisis exploratorio del cambio de uso del suelo es primordial para fundamentar cualquier esquema de conservación.

Con el fin de obtener estadísticas de alta confiabilidad para toda la región (22 estados de la República mexicana), se sobrepusieron las dos bases de datos más confiables, a saber: INEGI (1976) y SEMARNAT-IGG (2000). Las coberturas dominadas por formas de vida arbórea (bosques, selvas y matorrales en sus condiciones primarias y secundarias) se agregaron y su dinámica de cambio se describió en un modelo. En éste se enfatiza la probabilidad de cambio de cualquiera de estas categorías hacia las cubiertas antropogénicas. A este cambio se le denominó como proceso de deforestación (Cuadro 5).

El área de estudio cubre el 65% del total del territorio nacional, incluye las zonas de mayor diversidad cultural y natural, y por ende la intrincada diversidad biótica, que en buena parte está estrechamente relacionada con los procesos de interacción hombre naturaleza. Es la región donde se sitúan los centros de mayor conflicto social, mayor heterogeneidad socio-económica y alto índice de producción de cultivos ilícitos. En el período de estudio las coberturas antrópicas se incrementaron en cerca de 100 mil km² (10 millones de hectáreas) mismos que resultaron del proceso de deforestación de los bosques y selvas.

2000 1976												
	Antrópico	Bosques Primarios	Bosques Secundarios	Cuerpo de Agua	Manglar	Matorrales Primarios	Matorrales Secundarios	Pastizales Naturales	Selvas Primarias	Selvas Secundarias	Vegetación de galería	Total general 1976
Antrópico	301,655	6,116	5,866	1,753	394	4,182	3,983	3,490	2,960	7,067	126	337,592
Bosques Primarios	27,924	160,709	76,234	16	1	1,029	498	2,339	2,239	2,070	5	273,065
Bosques Secundarios	8,570	5,329	25,322	15	0	280	256	420	336	473	0	41,002
Cuerpo de Agua	1,237	2	1	3,899	183	23	13	28	60	70	0	5,507
Manglar	543	0	0	54	1,926	6	1	0	11	10	0	2,554
Matorrales Primarios	24,367	1,275	950	174	2	217,617	31,974	3,893	577	399	99	281,329
Matorrales Secundarios	8,825	209	267	157	0	3,352	26,223	626	62	171	17	39,910
Pastizales Naturales	22,312	1,664	1374	142	0	3,003	1,254	69,200	14	5	27	99,003
Selvas Primarias	21,495	2,502	1,476	435	69	213	94	43	72,667	25,958	31	124,983
Selvas Secundarias	22,036	984	1,064	259	15	59	45	1	5,780	36,823	6	67,070
Vegetación de galería	496	7	7	35	1	86	17	34	31	25	568	1,306
Total general 2000	439,460	178,791	112,561	6,930	2,592	229,849	64,368	80,075	84,739	73,071	879	1,273,321

CUADRO 5
Dinámica de cambio
en la cubierta vegetal
de 1976 a 2000.

4. AGROBIODIVERSIDAD

FIGURA 9

Límites de la región cultural Mesoamericana y del área de estudio de la Planeación Ecorregional.

Las líneas color café delimitan la región septentrional y la región nuclear. Los polígonos corresponden a los núcleos indígenas que actualmente habitan la zona del Centro y Occidente de México.

El área que abarca la zona del centro y occidente de México cubre una gran porción de la llamada región Mesoamericana. Los diferentes grupos ubicados por debajo de la frontera septentrional de los mexicas y sus vecinos tarascos en el siglo XVI (Figura 9), constituyen el área cultural mesoamericana (Mesoamérica Nuclear). El territorio chichimeca colonizado por grupos mesoamericanos se conoce como región Mesoamérica Septentrional (Figura 9, Braniff *et al.*, 2001).

Además de que esta importante zona cultural abarca toda la porción occidente, oriente y centro de México, hasta el noroeste de Costa Rica (Figura 9), es considerado uno de los centros de domesticación más importantes en el mundo (Harlan, 1975). Los estudios arqueológicos sugieren que la domesticación de plantas en esta región inició hace 9 600 años aproximadamente (Flannery, 1986). Se estima que las culturas precolombinas domesticaron cerca de 100 especies, entre las que se encuentran el maíz, la calabaza, el frijol, el tomate, el aguacate, el nopal y la tuna (Dressler, 1953).

Actualmente, los estudios etnobotánicos indican que hay cientos de especies —algunas en estadios tempranos de domesticación y otras en estadios avanzados— que fueron domesticadas (Casas y Barbera, 2002). Además, hay que tener en cuenta que el proceso de domesticación es una actividad dinámica y continua, en la que los habitantes de las diferentes regiones del país siguen seleccionando variedades silvestres para mejorar o modificar sus variedades cultivadas. Los grupos indígenas que habitan el país y que tienen un gran conocimiento y tradición en el uso y manejo de sus recursos, habitan una gran porción del área de la Planeación Ecorregional y de lo que fue la Región Mesoamericana (Figura 9). Lo anterior hace que las especies silvestres de las variedades domesticadas sean de gran relevancia para su conservación,



ya que sólo a través de acciones estratégicas y dirigidas se puede mantener la variabilidad genética necesaria para que los procesos de domesticación continúen, así como el conocimiento cultural acumulado y transformado por generaciones en las diferentes poblaciones de México.

Es importante señalar que las áreas de concentración actual de germoplasma coinciden con regiones de agricultura tradicional, donde los pobladores mantienen un conocimiento importante en el uso y manejo de sus recursos. Al ser frecuentes las siembras de diversas especies y variedades en el mismo terreno, las prácticas agrícolas tradicionales mantienen un elevado número de cultivares en cada cultivo, lo que puede aumentar su heterogeneidad y su variabilidad genética. Por lo tanto, estas áreas resultan un importante reservorio de genes, que pueden utilizarse en el mejoramiento de monocultivos extensivos (León, 1987).

En síntesis, las áreas protegidas proveen una importante herramienta para la conservación de las especies comestibles y para la conservación de la diversidad genética de las especies cultivadas (agrobiodiversidad). Por ello, muchas de estas áreas pueden jugar un papel muy importante manteniendo la economía y la estabilidad social en diversos sitios. Aunque esta función ha sido poco reconocida —aún entre la comunidad que se dedica a la conservación (Stolton *et al.*, 2006)— durante el desarrollo de la Planeación Ecorregional del Centro y Occidente de México se considera como prioritaria tanto la inclusión de objetos de conservación relacionados con la agrobiodiversidad de los sistemas agrícolas tradicionales, como la inclusión de las especies silvestres parientes de las variedades cultivadas y de las plantas no domesticadas asociadas a estos sistemas.

**LA AGROBIODIVERSIDAD
ES UNA PARTE CENTRAL
DE LA BIODIVERSIDAD**



LA AGROBIODIVERSIDAD ES UN SUB-CONJUNTO VITAL DE LA BIODIVERSIDAD QUE INCLUYE LA VARIEDAD Y VARIABILIDAD DE ANIMALES, PLANTAS Y MICRO-ORGANISMOS QUE SON NECESARIOS PARA QUE SE CUMPLAN LAS FUNCIONES DE UN AGROECOSISTEMA, INCLUYENDO SU ESTRUCTURA Y PROCESOS QUE SOPORTAN LA PRODUCCIÓN Y LA SEGURIDAD ALIMENTICIA. EL CONOCIMIENTO LOCAL Y CULTURAL DE LOS HABITANTES DE LAS DIFERENTES REGIONES DEL MUNDO, DEBE SER CONSIDERADO COMO UNA PARTE INTEGRAL DE LA AGROBIODIVERSIDAD, YA QUE LA AGRICULTURA, COMO ACTIVIDAD HUMANA FUNDAMENTAL, MOLDEA Y CONSERVA ESTA BIODIVERSIDAD. (FAO, 2005).

- Agroecosistemas
- Variedades de especies cultivadas
- Especies de ganado y peces
- Germoplasma de plantas y animales
- Organismos del suelo en áreas cultivadas
- Agentes de biocontrol de plagas para el cultivo y el ganado
- Especies silvestres parientes de variedades cultivadas
- Conocimiento local y diversidad cultural.

5. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DEL CENTRO Y OCCIDENTE DE MÉXICO

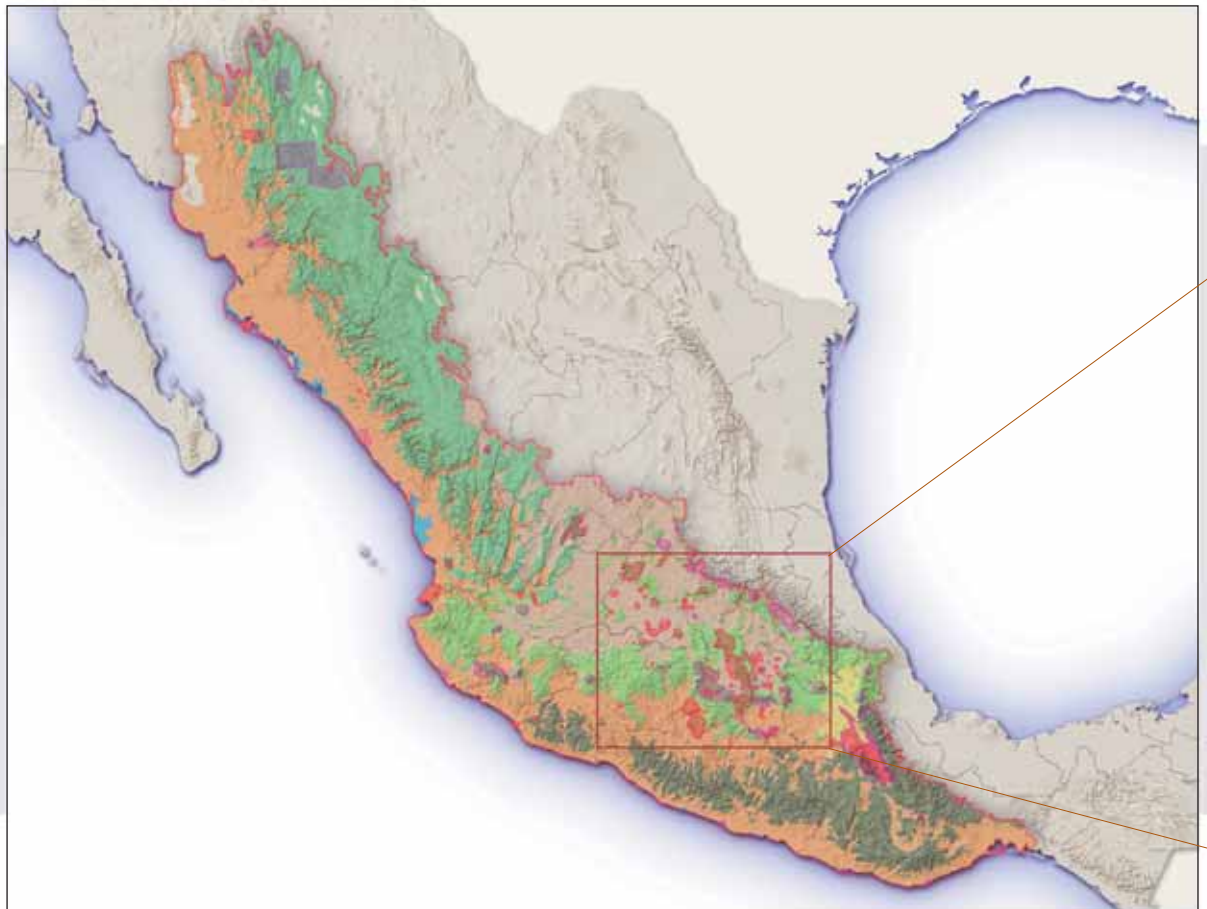
Juan E. Bezaury Creel y Leticia M. Ochoa Ochoa

The Nature Conservancy

Con el objeto de efectuar un análisis de la cobertura de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) ubicadas dentro de la región que abarca el ejercicio de Planeación Ecorregional del Centro y Occidente de México (747,000 Km² sin incluir pequeñas porciones del Desierto Sonorense y Chihuahuense) y debido a la gran heterogeneidad de ecorregiones presentes en dicha superficie, se definieron siete Unidades de Análisis Ecorregional (UAE). Estas UAE agrupan ecorregiones (Olson *et al.*, 2001) dentro de las cuales, en términos generales, predomina un mismo tipo de vegetación y conforman una unidad fisiográfica coherente. En tres de las UAE definidas predominan los bosques de pino-encino: Sierra Madre Occidental (abarcando 25.3% de la región), Eje Neovolcánico (13.4%) y Sierras del Sur (10.7%); dos presentan matorral xerófilo: Altiplano/ Bajío (14.4%) y Tehuacán (1.3%); otra más comprende a las selvas secas del Pacífico Mexicano y la Depresión del Balsas (34%); y la última incluye a los manglares presentes en la costa (0.9%). En la región Centro y Occidente de México se encuentran ubicadas, completa o parcialmente, un total de 265 ANP*, 80 de las cuales son del interés de la federación (CONANP s/f), 172 de los Estados y el Distrito Federal y 13 de los municipios (Bezaury y Torres, 2007) (Figura 10)

* LA SUMA DE LAS ANP EN TODAS LAS UAE RESULTA EN UN NÚMERO MAYOR A 265, YA QUE VARIAS ANP SE UBICAN EN MÁS DE UNA UNIDAD.

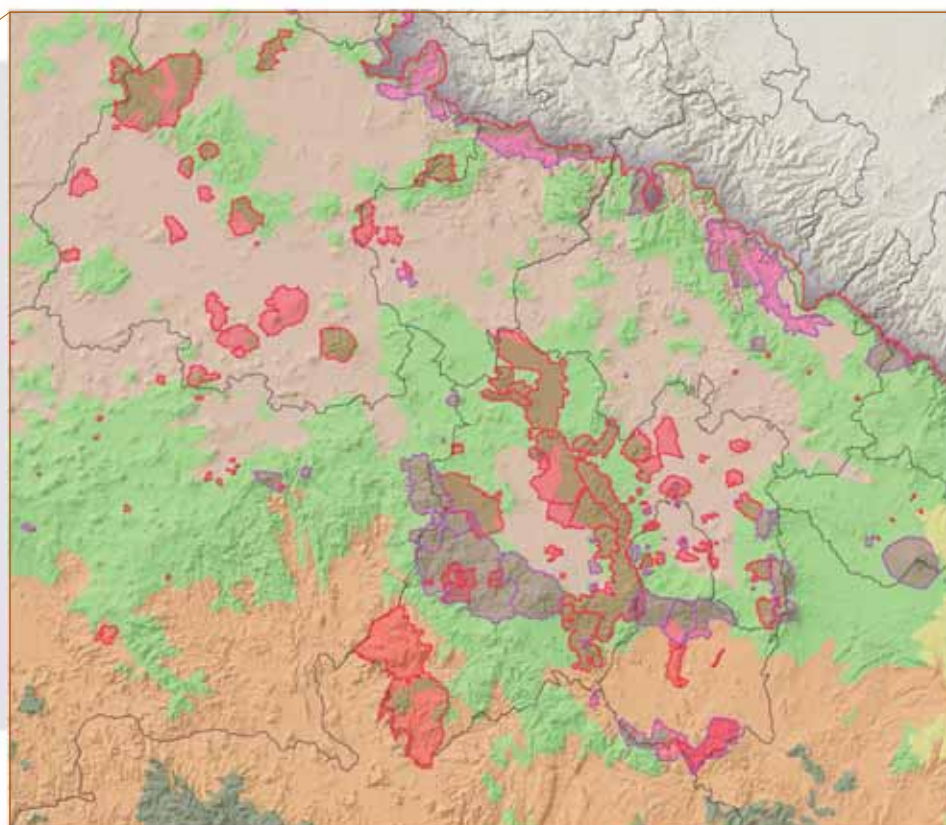
FIGURA 10
Unidades de Análisis Ecorregional y Áreas Naturales Protegidas Federales, Estatales, del Distrito Federal y Municipales.



UNIDADES CON BOSQUES DE PINO-ENCINO

La UAE **Bosques de Pino-Encino de la Sierra Madre Occidental** comprende solamente una ecorregión (Bosques de Pino-Encino de la Sierra Madre Occidental) con una superficie total de 18,935,254 ha. Presenta un 94.4% de vegetación primaria y secundaria, correspondiendo el 77.6% a bosques de pino y de encino (INEGI, 2005, al igual que todos los demás datos de vegetación y uso del suelo). Es la unidad que presenta una mayor integridad ambiental con sólo el 5.6% de cultivos y otros usos del suelo. Dentro de la unidad se localizan total o parcialmente 7 ANP de interés de la federación, abarcando en conjunto 937,803 ha, las cuales representan el 5% de la UAE. En estas ANP predomina la vegetación primaria y secundaria 891,107 ha, de las cuales 827,585 ha presentan bosques de pino y de encino.

Es indispensable incrementar sustancialmente la cobertura de las ANP federales, estatales y municipales en esta UAE, ya que actualmente sólo protegen al 5.6% de la superficie de bosques de pino y de encino. Es notable la concentración de ANP en la porción más norteña de la unidad, por lo que nuevas áreas deberán ser establecidas en Durango, Zacatecas, Nayarit y el noroeste de Jalisco. En forma paralela, los esquemas sociales de conservación, principalmente aquellos derivados de la producción de madera certificada y la experimentación con esquemas de ordenamiento comunitario del territorio, favorecerán la conectividad entre las diversas unidades de conservación.



- Pacífico mexicano y depresión del Balsas
- Pacífico mexicano
- Sierra Madre Occidental
- Altiplano
- Eje Neovolcánico
- Sierra Madre del Sur
- Tehuacán
- ANP estatales y municipales
- ANP federales

La UAE **Bosques de Pino-Encino del Eje Neovolcánico** tiene una superficie de 9,994,301 ha, y comprende cuatro ecorregiones (Bosques de Pino-Encino del Eje Neovolcánico y de la Sierra Madre Oriental, Zacatonal del Centro de México y Humedales del Centro de México). Presenta un 57.1% de vegetación primaria y secundaria, de los cuales el 48.8% son bosques de pino, de encino y mesófilos de montaña en menor proporción.

Dentro de la UAE se localizan total o parcialmente 147 ANP; 40 de interés de la federación, 67 de los Estados y el Distrito Federal y 9 de los municipios. Abarca en conjunto 1,325,348 ha, que representan el 13.3% de la unidad. En las ANP predomina la vegetación primaria y secundaria 806,378 ha, de las cuales 707,466 ha son bosques de pino, de encino y mesófilos de montaña. No resulta poco significativo que 518,970 ha presenten zonas de cultivo y otros usos del suelo, ya que se ubica en la zona más densamente poblada del país.

Debido a la importancia de los servicios ambientales que proveen las ANP de esta unidad a los principales centros urbanos del país, resulta inaplazable el consolidar las ANP ya establecidas, pues la mayor parte de éstas son actualmente “reservas de papel”. Es también notable la gran concentración de ANP en el Estado de México y la falta de éstas en los Estados de Jalisco, Michoacán, Hidalgo, Puebla y Veracruz. La diversidad de comunidades bióticas y la presencia de una gran cantidad de micro-endemismos, requiere tanto de esquemas gubernamentales como de aquellos derivados de la acción social, con el fin de lograr integrar unidades interconectadas de conservación y manejo sustentable de los recursos naturales.



PARQUE NACIONAL BENITO JUAREZ
SALIDA AL ESTADO DE MÉXICO.
FOTO: A. BONETA

La UAE **Bosques de Pino-Encino de las Sierras del Sur** tiene una superficie de 8,032,150 ha, y comprende cinco ecorregiones (Bosques de Pino-Encino de la Sierra Madre de Oaxaca y de la Sierra Madre de Sur, Bosques de Montaña de Veracruz, de Oaxaca y de los Chimalapas). Presenta un 78.6% de vegetación primaria y secundaria, del cual el 71.4% corresponde a bosques de pino, de encino y en menor proporción, a mesófilos de montaña.

Dentro de la UAE se localizan total o parcialmente 8 ANP; 4 de interés de la federación y 4 de los Estados, abarcando en conjunto 182,814 ha que representan solamente el 2.3% de la unidad. En las ANP predomina la vegetación primaria y secundaria con 114,050 ha, de las cuales 100,361 ha presentan bosques de pino, de encino y mesófilos de montaña, y un componente importante de 68,764 ha de zonas de cultivo y otros usos del suelo.

No obstante la baja cobertura de ANP en esta unidad —y sin negar la factibilidad de establecer algunas nuevas áreas en los estados de Michoacán, Guerrero y Oaxaca—,

la diversidad de comunidades bióticas y la presencia de una gran cantidad de micro-endemismos locales en la unidad, aunada a las oportunidades que representa la fuerte identidad cultural y la riqueza de estructuras comunitarias, obligan a explorar nuevos paradigmas. Esta asombrosa diversidad natural y cultural, presenta una excelente opción para integrar múltiples unidades de conservación y manejo sustentable de recursos naturales interconectadas entre sí, bajo esquemas gestados por las propias comunidades y apoyados por el gobierno (pago por servicios ambientales, programas de apoyo forestal, etc.), incluyendo entre otros instrumentos, al ordenamiento comunitario del territorio, las reservas comunitarias y la producción de madera certificada.

UNIDADES CON MATORRAL XERÓFILO

La UAE **Matorral Xerofilo del Altiplano/Bajío** tiene una superficie de 10,765,382 ha, y comprende tres ecorregiones (Bosques secos de El Bajío y Matorral del Centro de México y de la Meseta Central). Presenta sólo un 39.6% de vegetación primaria y secundaria, del cual el 26.4% corresponde a matorral xerófilo como tipo de vegetación principal y el 60.4% restante a cultivos y otros usos del suelo.

Dentro de la UAE se localizan total o parcialmente 95 ANP; 19 de interés de la federación, 67 de los Estados y el Distrito Federal y 9 de los municipios. En conjunto abarcan 387,625 ha que representan el 3.6% de la superficie. En las ANP predomina las zonas de cultivo y otros usos del suelo con 199,421 ha, ya que solamente 188,204 ha corresponden a vegetación primaria y secundaria, y de ésta área sólo 128,228 ha presentan matorral xerófilo.

Una buena parte de las ANP existentes son en realidad “reservas de papel”. Por ello, en muchas de ellas deberán instrumentarse programas de restauración y algunas mas deberán ser abrogadas debido a que han perdido los atributos naturales por los cuales fueron decretadas. A pesar de que se ubican en la región más poblada del país, existen todavía 2,839,873 ha de matorral xerófilo en la unidad, por lo que aún se presentan algunas oportunidades tanto para establecer nuevas ANP, como para fomentar esquemas sociales y privados de conservación. Estos esfuerzos deberán concentrarse principalmente en el sur de Zacatecas, oriente de Jalisco, suroeste de Querétaro, centro de Hidalgo y el norte de Michoacán.

La UAE **Matorral Xerofilo Tehuacán** comprende solamente una ecorregión (Matorral del Valle de Tehuacán) con una superficie de 982,106 ha. Sólo el 34.4% del área



SIERRA DE HUAUTLA, MORELOS
FOTO: CARLOS GÓMEZ

presenta vegetación primaria y secundaria, del cual el 29% corresponde a matorral xerófilo como tipo de vegetación principal y el 65.6% restante a cultivos y otros usos del suelo.

En la unidad se localizan total o parcialmente 6 ANP; 3 de interés de la federación y 3 de los Estados. En conjunto abarcan 158,071 ha, que representan el 16.1% de la unidad. En las ANP predomina la vegetación primaria y secundaria con 121,480 ha, de las cuales 114,591 ha presentan matorral xerófilo.

La Reserva de la Biosfera Federal Tehuacán-Cuicatlán otorga una cobertura muy adecuada a la unidad, ya que en conjunto las ANP protegen al 40.2% del matorral xerófilo existente. Sin embargo, los esquemas sociales de conservación, incluyendo al ordenamiento comunitario del territorio y las reservas comunitarias, así como las ANP estatales y municipales, constituyen alternativas para incrementar la superficie destinada a la conservación y el aprovechamiento sustentable.

UNIDAD CON SELVAS SECAS



SELVA SECA, HUATULCO, OAXACA. FOTO: A. BONETA

La UAE **Selvas Secas del Pacífico Mexicano y Depresión del Balsas** tiene una superficie de 25,403,609 ha y comprende cinco ecorregiones (Selvas Subtropicales Transicionales de Sonora/Sinaloa y Selvas secas de Sinaloa, de Jalisco, del Balsas y del Pacífico Sur). Presenta un 63.6% de vegetación primaria y secundaria, del cual el 50.6% corresponde a selvas caducifolia y subcaducifolia como tipos de vegetación principal.

Dentro de la unidad se localizan de forma total o parcial, 67 ANP; 31 de interés de la federación, 34 de los Estados y 2 de los municipios. En conjunto abarcan 757,563 ha que representan solamente el 3% de la unidad. En las ANP predomina la vegetación primaria y secundaria con 609,068 ha, de las cuales 477,267 ha presentan selva caducifolia y subcaducifolia.

Es indispensable incrementar sustancialmente la cobertura de las ANP federales, estatales y municipales en esta UAE, ya que actualmente sólo protegen al 3.7% de la existencia de selva caducifolia y subcaducifolia. En forma paralela, los esquemas sociales de conservación, incluyendo al ordenamiento comunitario del territorio y las reservas comunitarias deben ser promovidos principalmente en los estados de Michoacán, Guerrero y Oaxaca. La diversidad de comunidades bióticas y la presencia

de una gran cantidad de micro-endemismos en las diferentes ecorregiones y al interior de las mismas en la unidad, requieren tanto de esquemas gubernamentales, como de aquellos derivados de la acción social, con la finalidad de integrar unidades interconectadas de conservación y manejo sustentable de recursos naturales, repartidas a lo largo y ancho de esta extensa unidad.

UNIDAD CON MANGLARES

La UAE **Manglares del Pacífico Mexicano** tiene una superficie de 649,206 ha y comprende cuatro ecorregiones (Manglares de la Costa Noreste, de Marismas Nacionales-San Blas, del Pacífico Sur y de Tehuantepec-El Manchón). Presenta un 52% de vegetación primaria y secundaria, correspondiendo el 36.5% de éste a vegetación hidrófila.

Dentro de la unidad se localizan de forma total o parcial 14 ANP; 12 de interés de la federación y 2 de los Estados, abarcando en conjunto 16,213 ha que representan solamente el 2.5% del área. En las ANP existentes predomina la vegetación primaria y secundaria con 11,217 ha, de las cuales 6,552 ha presentan vegetación hidrófila.

Es indispensable incrementar sustancialmente la cobertura de las ANP federales, estatales y municipales en la UAE, ya que actualmente sólo protegen el 2.5% de la vegetación hidrófila. Actualmente se encuentra en proceso la declaratoria federal del Área de Protección de Flora y Fauna Marismas Nacionales, con una superficie de 136,500 ha. Los Estados, municipios, comunidades y pequeños propietarios también deben jugar un papel importante en la instrumentación de esquemas que permitan la conservación de la diversidad de condiciones locales y estructura de los diversos humedales que se desarrollan a lo largo de la costa del Pacífico mexicano, los cuales proveen a la sociedad de importantes servicios ambientales.



LAGUNA DE CHACAHUA, OAXACA.
FOTO: A. BONETA

D) MÉTODO

1. ASPECTOS GENERALES

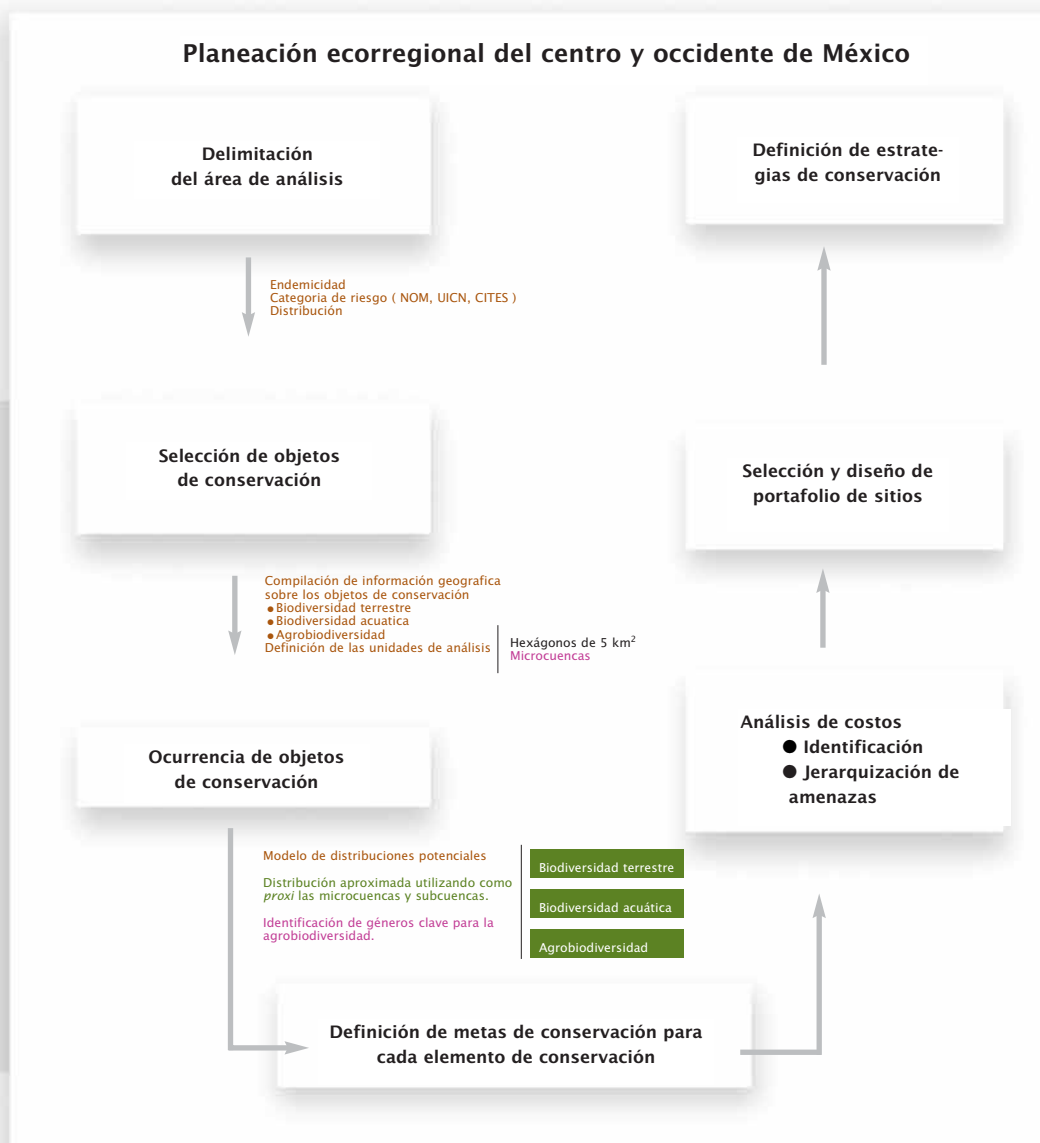
La Planeación Ecorregional se basa en el método descrito por Groves *et al.* (2000), el cual TNC ha utilizado para desarrollar los planes ecorregionales alrededor del mundo. El ingrediente principal de los planes ecorregionales es la utilización de una metodología basada en el método científico y en la interacción y participación sistemática de expertos que poseen amplio conocimiento y experiencia en los temas y regiones involucrados. En la Figura 11 se muestra un diagrama que resume la metodología que se aplica en un proceso de Planeación Ecorregional.

El primer paso para llevar a cabo la planeación ecorregional fue recabar información sobre los diversos aspectos físicos y biológicos del área de estudio. Posteriormente se realizaron tres talleres y dos reuniones de trabajo a los que se invitó a investigadores con experiencia y conocimiento acerca de cada uno de los temas tratados. En el CD anexo se encuentra información detallada para su consulta.

-MEMORIAS DE TALLERES Y
REUNIONES DE TRABAJO



FIGURA 11
Diagrama de flujo del
método utilizado en la
Planeación Ecorregional
del Centro y Occidente
de México.



1.1 ASPECTOS GENERALES DE LOS OBJETOS DE CONSERVACIÓN DE FILTRO GRUESO Y DE LOS OBJETOS DE CONSERVACIÓN DE FILTRO FINO

El primer paso crítico en la planificación ecorregional es identificar los objetos de conservación, es decir, los elementos de diversidad biológica que serán el foco de los esfuerzos de planificación y que en su conjunto capturen una porción representativa de la diversidad biológica en el área de planeación.

La selección de objetos de conservación debe ser realizada a través de diferentes escalas de observación, de manera que se permita la inclusión de todos los elementos que son importantes a conservar y que se encuentran en diferentes escalas biogeográficas (sistemas ecológicos, ecosistemas, vegetación, comunidades matriz y parches, especies con distribución restringida). Con esta intención y como estrategia se emplean las aproximaciones de *filtro grueso* (comunidades y sistemas ecológicos) y las aproximaciones de *filtro fino* (especies).

Los objetos de conservación de *filtro grueso* son sistemas ecológicos y comunidades bióticas que por su relevancia requieren una atención extrema para su conservación a través de la ecorregión. Su selección se fundamenta en su no-reemplazabilidad, su función ecológica, su alto endemismo y su alta diversidad.

Los objetos de conservación de *filtro fino* son especies que requieren una atención extrema para su conservación a través de la ecorregión. Su selección se fundamenta en su distribución y abundancia, su vulnerabilidad, su no-reemplazabilidad, su tipo de distribución, su situación de riesgo y su importancia cultural.

Los objetos de conservación de filtro grueso son sistemas ecológicos y comunidades bióticas que por su relevancia requieren una atención extrema para su conservación a través de la ecorregión.

1.2 GENERALIDADES DE LOS CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE LOS OBJETOS DE CONSERVACIÓN DE FILTRO GRUESO Y OBJETOS DE CONSERVACIÓN DE FILTRO FINO

Para la selección de los objetos de conservación de *filtro grueso* se tomaron en cuenta dos criterios:

1. Que el objeto de conservación elegido perteneciera a una escala geográfica gruesa.
2. Que el objeto de conservación elegido perteneciera a comunidades o sistemas de parche.

Algunos ejemplos de objetos de filtro grueso en el área de estudio son el bosque de ayarín, el matorral crasicaule o el bosque mesófilo de montaña.

¹ PARA EL CASO DE
OBJETOS DE CONSERVACIÓN
ACUÁTICOS, SE APROXIMÓ
SU DISTRIBUCIÓN EN
MICROCUENCAS (PARA
ESPECIES CON
DISTRIBUCIÓN
RESTRINGIDA) O
SUBCUENCAS (PARA
ESPECIES CON
DISTRIBUCIÓN AMPLIA)

Los criterios para la selección de los objetos de conservación de *filtro fino* están basados en diversos listados relacionado con el estatus de las especies, incluyendo la Norma Oficial Mexicana O-59 (INE, 2001); la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES); la Lista Roja de la UICN (Unión Mundial para la Naturaleza); la lista de la Alianza para la Cero Extinción (*Alliance for Zero Extinction, AZE*) y su pertenencia a PREP (Programas de Recuperación y Conservación de Especies Prioritarias, SEMARNAT).

Para conocer una aproximación de la distribución de los objetos de conservación,¹ una vez identificados, se diseñaron sus distribuciones potenciales. Para ello, en el caso de la biodiversidad terrestre se utilizaron algoritmos; en el caso de la biodiversidad acuática se utilizaron microcuencas. Ambos métodos se detallan en las secciones de biodiversidad terrestre y de aguas continentales.

A continuación se presentan exclusivamente las abreviaciones de las categorías utilizadas para la selección de algunos de los objetos de conservación de filtro fino. La descripción de las categorías NOM, CITES, UICN, AZE, PREP se pueden consultar en el CD.



Amazona oratrix. FOTO: HUMBERTO BAHENA BASAVE, BANCO DE IMÁGENES, CONABIO



Microtus quasiater. FOTO: GERARDO CEBALLOS GONZÁLEZ, BANCO DE IMÁGENES, CONABIO

NOM-059-ECOL-2001



CATEGORÍAS DE RIESGO

■ Categoría de la NOM

A = Especie amenazada

E = Especie probablemente extinta en el medio silvestre

P = Especie en peligro de extinción

Pr = Especie sujeta a protección especial

■ Distribución

Endémica: Especie con distribución restringida a México

No endémica: Especies con distribución fuera de México

Alianza para la Cero Extinción

AZE= Especie perteneciente al listado *Alliance for Zero Extinction*.

PREP: Programas de Recuperación y Conservación de Especies Prioritarias (SEMARNAT)

PREP= especie considerada prioritaria por el Programa de Recuperación y Conservación

Categoría UICN Unión Mundial para la Naturaleza

EX = Extinto

EW = Extinto en vida silvestre

CR = Críticamente en peligro

EN = En peligro de extinción

VU = Vulnerable

NT = En peligro próximo

LC = Preocupación menor

DD= Especies con información
deficiente para ser categorizada
con alguna amenaza

CITES

I: Apéndice I

II: Apéndice II

III: Apéndice III



Aporocactus flagelliformis. FOTOS: CARLOS GÓMEZ



Astrophytum ornatum

1.3. GENERALIDADES DE LAS METAS DE CONSERVACIÓN PARA LOS OBJETOS DE CONSERVACIÓN DE FILTRO GRUESO Y OBJETOS DE CONSERVACIÓN DE FILTRO FINO

El propósito principal de la determinación de metas es “*estimar el nivel de esfuerzo de conservación necesario para mantener a un objeto de conservación (filtro fino y filtro grueso) en números viables a un plazo específico de planificación*”. Por consiguiente, la metodología utilizada propone que la estimación de una meta sea representada como el porcentaje mínimo de ocurrencias de un objeto o de superficie de hábitat a ser conservada. En otras palabras, las metas de conservación en la Planificación Ecorregional definen el número y la distribución espacial de las ocurrencias de los objetos de conservación a nivel de especie, de comunidad y de sistema ecológico, y tienen la finalidad de conseguir la permanencia y viabilidad de un objeto de conservación en un periodo de tiempo específico de planificación (100 años).

De forma general, en la presente Planeación, se determinaron metas más elevadas en aquellos casos en los cuales los objetos de conservación presentan distribución restringida o se encuentran amenazados.

1.4 OBTENCIÓN DEL PORTAFOLIO DE SITIOS

Una vez que se han compilado las ocurrencias verificadas y estimadas de los objetos (distribuciones verificadas y potenciales), las metas de conservación definidas, y las amenazas (expresadas en una superficie de costos²), es posible priorizar el *portafolio* o red de sitios prioritarios para la conservación. Para ello se utiliza el algoritmo de optimización llamado MARXAN. Este algoritmo utiliza toda la información reunida acerca de los objetos de conservación, las metas y el análisis de costos, para

optimizar la información de aquellas áreas (en este caso hexágonos) que reúnen la mayor cantidad de información sobre los objetos de conservación, de forma que se cumplan las metas establecidas y con el menor costo posible. De esta manera, se integra toda la información recabada para priorizar sitios viables para la conservación.

Para el presente análisis se determinó una unidad mínima de observación conformada por hexágonos de 5 km² (500 ha) los cuales cubren toda el área de estudio y forman una rejilla de 157,370 hexágonos.



MINERAL DEL CHICO, HIDALGO FOTO: MA. EUGENIA CORREA

² LA COBERTURA DE COSTOS SE GENERA A PARTIR DE LA IDENTIFICACIÓN, JERARQUIZACIÓN DE AMENAZAS Y LA ASIGNACIÓN DE VALORES RELATIVOS A CADA UNA DE ELLAS. POSTERIORMENTE SE TRABAJA CON LA INFORMACIÓN VECTORIAL, EDITÁNDOLA. A LA SUMA FINAL DE LA INFORMACIÓN VECTORIAL SE LE LLAMA COBERTURA DE COSTOS.

2. BIODIVERSIDAD TERRESTRE

2.1 IDENTIFICACIÓN DE OBJETOS DE CONSERVACIÓN DE FILTRO GRUESO Y FILTRO FINO

A partir del “Taller de identificación de objetos de conservación y metas para la Planeación Ecorregional del Centro y Occidente de México” llevado a cabo los días 28 y 29 de Abril de 2006 en la Ciudad de México, así como de reuniones posteriores con diversos expertos en la biodiversidad del área de estudio se identificaron los objetos de conservación de *filtro grueso* y *filtro fino*.

Los objetos de conservación de *filtro grueso* se eligieron a partir de la cobertura de Vegetación y Uso de Suelo de la serie III de INEGI a escala 1: 250 000 (en proceso) y con base en los criterios mencionados en la sección 1.1.

Posteriormente, se solicitaron los registros de las especies de todos los taxones seleccionados a diversas instancias gubernamentales, académicas y a especialistas en los grupos. También se solicitaron las coberturas geográficas de variables físico-ambientales necesarias para los análisis de distribución potencial de los objetos de conservación (Cuadro 6). En el Cuadro 7 se muestra el número de registros utilizados en el análisis de cada objeto de *filtro fino*, las fuentes de dichos registros, las



CRÉDITOS DE LAS BASES DE DATOS DE COLECTAS DE ESPECIES

CUADRO 6

Obtención de registros	Distribuciones actuales	Coberturas ambientales
SNIB (Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad, Conabio)	Nature Serve Infonatura <www.natureserve.org/infonatura/>	World Clim
Mobot (Missouri Botanical Garden) www.mobot.org	Ebird <www.ebird.org/content/ebird/>	Vegetación Potencial de INEGI
NY Botanical Garden		
Bases de datos de académicos de diversas universidades e instituciones (ver créditos de las bases de datos del CD)		
Literatura especializada de cada uno de los grupos		

Fuentes de obtención de colectas de las especies seleccionadas por los expertos y de las coberturas necesarias para realizar los análisis de distribución potencial.

CUADRO 7

Grupo taxonómico	Procedencia de los registros	Intervalo histórico de colectas (años)	No. de registros	Restricciones	Procedencia de las distribuciones históricas
Anfibios	SNIB	1810-1999	13,151	Libre acceso	Nature Serve Infonatura
Reptiles	SNIB	1893-1998	13,455	Libre acceso	Nature Serve Infonatura
Aves	SNIB	1863-1999	39,596	Libre acceso	Ebird
Mamíferos	Bases de datos personales*	1865-1995	12,749	Acceso restringido	Ceballos, 2005 y Arita y Rodríguez, 1996 basado en Hall, 1981
Angiospermas	SNIB, MOBOT,	1833-1997	65,535	Libre acceso	No hay disponibles
Gimnospermas	SNIB	1840-2001	5,179	Libre acceso	No hay disponibles

Procedencia de los registros de los objetos de conservación de *filtro fino*, su intervalo temporal de colecta en México (fechas), el número de registros proporcionado, las restricciones de uso y las distribuciones actuales obtenidas utilizando las bases de datos disponibles.

fechas de colecta y las restricciones para su uso. (Las fuentes de las Bases de Datos de Colectas de Especies se detallan en el CD anexo)

Los criterios de selección que se consideraron para las especies de vertebrados, angiospermas terrestres y gimnospermas fueron los siguientes:

1. Especies con algún estatus de conservación e incluidas en la NOM-059, CITES, UICN, AZE)
2. Especies en disminución
3. Especies endémicas
4. Especies con distribución disyunta
5. Especies vulnerables
6. Especies focales
7. Especies carismáticas
8. Tipo de distribución

CRÍA DE IGUANA
VERDE, VALLARTA,
JALISCO FOTO: A.
BONETA



Como parámetro para elegir el porcentaje del ya que se ha demostrado que este porcentaje

2.2 METAS DE CONSERVACIÓN

El establecimiento de las metas de conservación para los objetos de *filtro grueso*, debe realizarse de acuerdo con la escala geográfica del sistema. Un sistema de gran escala o de “matriz” puede requerir una meta más baja para mantener su biodiversidad en un nivel de conservación aceptable, pues originalmente abarca una gran extensión. Como parámetro para elegir el porcentaje del área a conservar, se utilizó un 30% del área, derivado de las tablas de Dobson de estudios de dinámica de especies en parcelas de bosque a lo largo de 25 años. Este porcentaje conserva entre el 70% y el 85% de las especies.

Las metas para los objetos de conservación de *filtro fino* (especies), se establecen de acuerdo a los siguientes parámetros:

- Porcentaje de superficie de la distribución real de la especie
- Número de individuos en los sitios en donde es conocida la dinámica de estas poblaciones y el número mínimo de organismos para asegurar una población viable
- Ubicación y extensión en superficie de los sitios donde se encuentran las poblaciones (Por ejemplo: la población completa del “perrito de las praderas” ocupa una extensión de 20 ha ubicada en las coordenadas x, y)

En los cuadros 8 y 9 se muestra la matriz de valores para asignar las metas de los objetos de conservación de *filtro grueso* y *filtro fino*.

CUADRO 8	
Escala	Extensión del hábitat potencial de especies (ha)
Puntual	0 a 10,000
Local	10,000 a 100,000
Restringida	100,000 a 1,000,000
Limitada	1,000,000 a 5,000,000
Intermedia	5,000,000 a 30,000,000

Matriz para asignar valores a los objetos de conservación de *filtro grueso*. La escala geográfica se determinó con base en la extensión del hábitat potencial de las especies dentro del área de planeación.

CUADRO 9				
Escala	Distribución relativa al área de planeación			
	Endémica (%)	Amplia (%)	Periférica (%)	Aislada/Disyunta (%)
Puntual	80			
Local	50	40	20	20
Restringida	40	30	20	20
Limitada	30	20	20	20
Intermedia	20	20	20	20

Matriz para asignar valores a los objetos de conservación de *filtro fino*.

área a conservar, se utiliza un 30% del área, conserva entre el 70% y el 85% de las especies.

2.3 GENERACIÓN DE DISTRIBUCIONES POTENCIALES

EL PROGRAMA **GARP** BUSCA ASOCIACIONES NO ALEATORIAS ENTRE LAS CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES DE LAS LOCALIDADES CONOCIDAS (SITIOS DE COLECTA) LO QUE GENERA EL NICHOPOTENCIAL Ó *GRINNELLIAN NICHE* DE LA ESPECIE O EL INTERVALO DE CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES QUE PERMITEN LA SUPERVIVENCIA O REPRODUCCIÓN DE LOS INDIVIDUOS (MORRISON Y MAY, 2002).

POR OTRA PARTE, EL ALGORITMO UTILIZADO POR EL PROGRAMA **MaxEnt** GENERA RESULTADOS DE PROBABILIDAD DE PRESENCIA DE LAS ESPECIES LO QUE PERMITE CONTAR CON RESULTADOS MÁS FINOS PARA APLICAR EN LOS ANÁLISIS DE LAS REGIONES DEL ÁREA DE PLANEACIÓN.

Se generaron mapas de distribución potencial de cada una de las especies para las cuales se obtuvieron datos de registros y de distribuciones históricas. Los modelos de distribuciones potenciales se generaron a escala 1:250,000 para todos los casos. Los mapas de distribución potencial para mamíferos se generaron con el programa Desktop Garp ver 1.1.3 (Scachetti-Pereira, 2001; Stockwell y Noble, 1991) utilizando nueve capas de variables ambientales, generadas a partir de las coberturas para México elaboradas por Téllez (2004). La descripción de las variables se pueden consultar en el CD.

Los mapas de distribución potencial de aves, anfibios, reptiles, angiospermas terrestres y gimnospermas se obtuvieron a través del programa MaxEnt ver. 2.2.0 (Phillips *et al.*, 2004). Para la distribución de angiospermas y gimnospermas, se utilizaron 19 capas de variables ambientales. Para determinar la distribución de vertebrados se utilizaron nueve capas de variables ambientales (Téllez, 2004), además de la cobertura de Vegetación y Uso de Suelo, serie III de INEGI (en proceso) delimitada de acuerdo al área de estudio.

Los mapas de distribución potencial resultantes tuvieron dos procesos de edición. El primero se llevó a cabo con base en los polígonos delimitados y verificados por los expertos y a través de la revisión de distribuciones en la literatura, atlas y guías de campo. El segundo proceso de edición se realizó con base en la carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie III de INEGI (en proceso), y eliminando del área potencial obtenida durante el primer proceso de edición, aquellas áreas sin hábitat actual (por ejemplo asentamientos humanos, zonas de agricultura de temporal, de riego y de agricultura permanente).

2.4 RIQUEZA DE OBJETOS DE CONSERVACIÓN DE FILTRO FINO

Con los registros puntuales disponibles para todos los objetos de conservación de *filtro fino* de esta sección, se realizaron dos análisis de riqueza verificada con base en dos unidades de área diferentes. Las áreas utilizadas fueron las microcuencas (FIRCO-UAQ, 2005) y la cobertura conformada por hexágonos de 5 km². Ambas coberturas cubren el total del área de estudio. Los análisis se realizaron mediante consultas en Arc GIS ver. 9.0 (ESRI, 1999-2004). Los resultados de estos análisis se compararon con los análisis de riqueza potencial acumulada y endemismo potencial acumulado, para vertebrados terrestres y grupos seleccionados de plantas que se obtuvieron para el “Análisis de vacíos y omisiones de conservación en México” (CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA, en preparación). Los resultados se observan en mapas de riqueza verificada y potencial para el área de la planeación.



VARIABLES AMBIENTALES

3.BIODIVERSIDAD DE AGUAS CONTINENTALES

Para el análisis de biodiversidad en aguas continentales, fue necesario georreferir información para todos los grupos, razón por la que la consulta y asesoría de los especialistas fue de gran relevancia para expresar geográficamente muchos de los objetos de conservación.

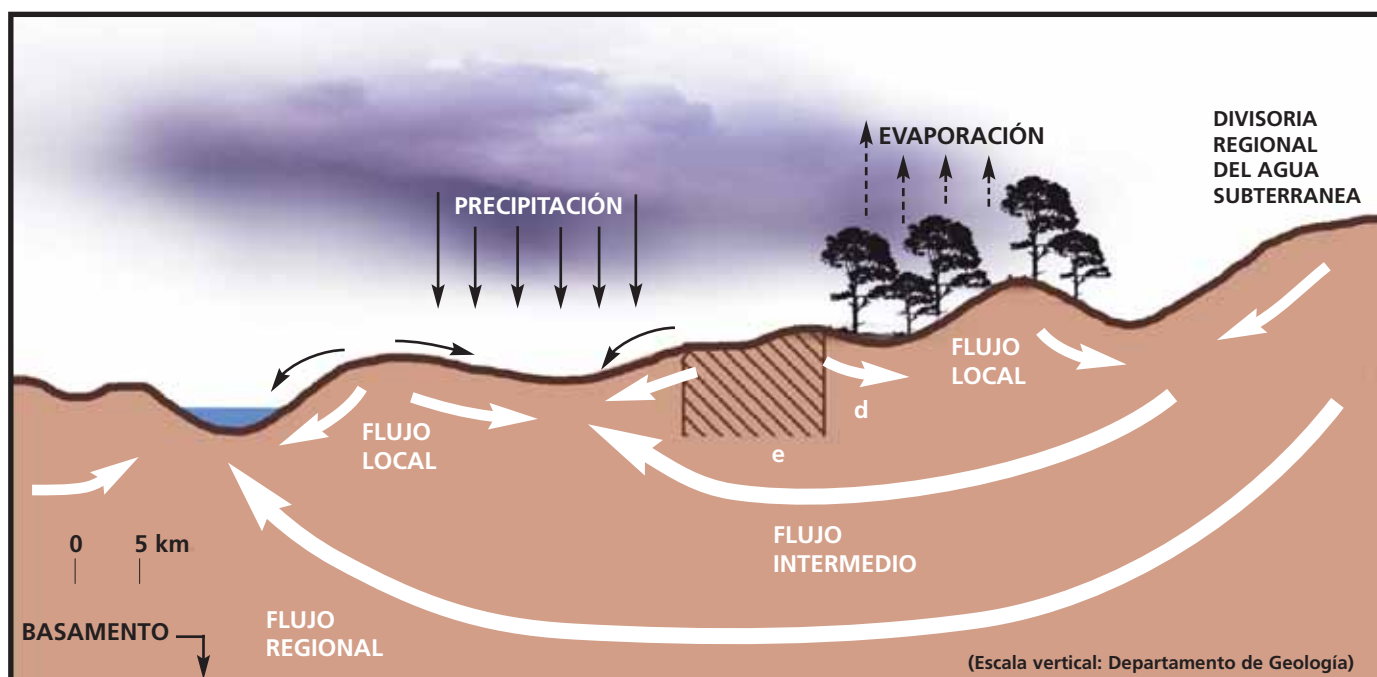
3.1 IDENTIFICACIÓN DE OBJETOS DE CONSERVACIÓN DE FILTRO GRUESO

Los objetos de conservación de *filtro grueso* y los sitios de relevancia se definieron según la importancia que poseen dependiendo de su función ecológica, el volumen y calidad de agua que captan y la diversidad de especies que contienen, incluyendo su diversidad filogenética y ecológica y su distintividad.

Debido a que se sabe que el despreciar el funcionamiento del sistema de flujo del agua subterránea ha resultado en impactos ambientales serios y algunas veces irreversibles (Carrillo-Rivera, 2005), en esta sección del estudio se consideraron tanto los escurrimientos superficiales como el agua subterránea. En consecuencia, se identificaron zonas potenciales de recarga y descarga de agua subterránea. Los flujos de agua subterránea se analizaron utilizando indicadores (biológicos, litológicos, y edafológicos), cuya respuesta es comprobable entre sí (*idem*, Figura 12).

FIGURA 12

Definición de los sistemas de flujo subterráneo (adaptada de Tóth, 1976). La parte con rayas diagonales representa la zona comúnmente utilizada para los balances hídricos, (la cual a veces es indebidamente llamada acuífero); (d) simboliza la profundidad a la que usualmente se encuentran los pozos; (e) es el límite lateral de la zona de evaluación. El basamento es el límite del flujo subterráneo a profundidad (tomado de Carrillo-Rivera, 2005).



3.2 IDENTIFICACIÓN DE OBJETOS DE CONSERVACIÓN DE FILTRO FINO

Para definir los objetos de conservación de *filtro fino* del Plan Ecorregional se consideraron los grupos de peces, vegetación acuática,³ odonatos (libélulas) y anfibios. Estos grupos fueron priorizados por los especialistas en función de las siguientes criterios: endemidad, situación de riesgo, vulnerabilidad de hábitat y nivel ecofisiológico (Cuadro 10). Para los grupos de peces y odonatos no se utilizó como un criterio la presencia de las especies en la Norma Oficial, ya que hay pocas especies reconocidas ante ésta y ante la UICN. Los anfibios se seleccionaron en función de su nivel de endemismo, de su distribución restringida y si se encuentran bajo alguna de las categorías riesgo NOM, UICN y CITES (Más información al respecto en sección 1.2).

A través de la asignación de valores para cada objeto de conservación, con base en las características y los criterios descritos arriba, fué posible identificar objetos prioritarios de conservación. De esta forma se da una idea del grado relativo de prioridad y atención que deben recibir los objetos de conservación.

La **endemidad** incluye las especies o subespecies que habitan solamente una ecorregión, una cuenca, un ecosistema, un hábitat o una localidad. Este concepto es equivalente a endógeno, autóctono o endémico (*sensu lato*), pero no tiene que ver con que la especie o subespecie se encuentre en territorio nacional o cualquier otro criterio dependiente de límites políticos.

La **situación de riesgo** se refiere a aquellas especies que se encuentran en alguna categoría de riesgo en la lista de la NOM y/o que tienen algún riesgo de desaparecer de la naturaleza. Lo cual —en el caso del presente estudio— se determinó a partir del juicio de los participantes en la mesa de trabajo.

El **nivel ecofisiológico** se refiere a la resistencia de los peces a la concentración de la salinidad en el agua, donde se distinguen tres grupos: periférico, secundario y primario.

La **vulnerabilidad del hábitat** se refiere a las características propias del hábitat de cada especie e incorpora la existencia de amenazas que hacen vulnerable al hábitat, entre otras: la presencia de asentamientos humanos, fragmentación, contaminación, así como los efectos potenciales del cambio del uso de suelo, la introducción de especies exóticas y las obras de infraestructura.

³ PLANTAS ACUÁTICAS VASCULARES, TAMBIÉN CONOCIDAS COMO HIDRÓFILAS, DE FAMILIAS DONDE TODOS SUS INTEGRANTES SON DE CARÁCTER ESTRICTO EN CUANTO A SU AFINIDAD AL MEDIO ACUÁTICO (LOT, *et al.*, 1999).

La mayoría de los estudios de evaluación de la biodiversidad se han realizado principalmente con vertebrados terrestres y angiospermas (Morón, 1997). En cambio, muy pocos estudios se han basado en insectos u otro grupo de invertebrados (Mikkola, 1991; Opler, 1991, Morón, 1997). Sin embargo, en las evaluaciones que fundamentan la protección de un área, cada vez es más frecuente que se agreguen datos de algunos grupos de insectos (Brown, 1991).

Dentro del reino de los invertebrados existe una amplia diversidad de grupos que podrían ser utilizados para enriquecer las listas de especies a considerar en planes de conservación biológica. Algunos de los grupos que satisfacen varios de los requisitos para ser considerados como indicadores en análisis y monitoreos biogeográficos y ecológicos son: Collembola, Odonata, Isoptera, Hemiptera, Coleoptera, Diptera, Hymenoptera y Lepidoptera (Brown, 1991).

Estos grupos taxonómicos en general son los menos estudiados y por ende existe poca información disponible sobre ellos. Por lo que el único grupo que se incluyó en este análisis fue el de los odonatos.

CUADRO 10

Criterios utilizados para seleccionar una especie como objeto de conservación.	Criterios			
	Endemicidad	Situación de riesgo	Nivel ecofisiológico	Vulnerabilidad de hábitat
	0 no endémica	0 sin riesgo aparente	1 periférico	1 baja
	1 a México	1 vulnerable	2 secundario	2 media
	2 a una región	2 amenazada	3 primario	3 alta
	3 a una subcuenca	3 en peligro de extinción		
	4 a una cuenca	4 aparentemente extinto en la naturaleza		
	5 a una localidad			

La endemividad incluye las especies o subespecies que habitan solamente una ecorregión, una cuenca, un ecosistema, un hábitat o una localidad.

3.3 REPRESENTACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS OBJETOS DE CONSERVACIÓN DE FILTRO FINO

Los algoritmos de distribución potencial han sido ampliamente reconocidos para determinar las distribuciones de vertebrados terrestres. Sin embargo, para zonas acuáticas, este tipo de algoritmos se han utilizado de forma incipiente y en sitios muy puntuales. Aunado a esto, para poder hacer modelaciones de distribuciones potenciales de las especies, se requieren coberturas espaciales con buena calidad de las variables para la definición de la distribución de las especies. En el caso del medio acuático, las coberturas con información hidrográfica con el detalle requerido no han sido generadas para el área de planeación. Además, en muchos casos hay discusión sobre cuál es la variable o el grupo de variables que explican la distribución potencial de las especies acuáticas.

Por lo anterior, para determinar la ocurrencia de los objetos de conservación se acotó la distribución a las microcuencas o subcuencas con presencia verificada de las especies. Para determinar la distribución de las especies endémicas de una localidad (un valor de endemismo entre 4 y 5) se utilizaron las microcuencas como *proxy*, y en el caso de las especies con distribución amplia (un valor de endemismo de 0 a 3), se utilizaron las subcuencas. Esta aproximación a la distribución tiene aspectos que hay que considerar: el más importante de estos es que de esta manera no se elimina o reduce el sesgo de muestreo, ya que puede haber más sitios en los que se localizan estas especies y donde nunca han sido colectadas. En el cuadro 11 se muestra de donde provienen los registros de los objetos de conservación de *filtro fino*.

Procedencia de los registros de los objetos de conservación de *filtro fino*, su intervalo de colecta en México (años), el número de registros proporcionado, sus restricciones de uso y las distribuciones actuales obtenidas de bases de datos disponibles.

CUADRO 11

Grupo taxonómico	Procedencia de los registros	Intervalo histórico de colectas (años)	No. de registros	Restricciones	Distribuciones actuales obtenidas
Odonatos (libélulas)	Georreferencia con asesoría de especialistas y bibliografía	1901-2002	44	Libre acceso	No hay disponibles
Peces	NEODAT, 24. Miller, R.R. 2005; Contreras, S. (com. pers.) Díaz, E.	1939-2005	3203	Libre acceso	Miller, R.R. 2005
Vegetación acuática	SNIB y Lot, A. <i>et al.</i> , 1999	1905-1997	170	Acceso restringido Acceso libre	No hay disponibles

3.4 RIQUEZA DE OBJETOS DE CONSERVACIÓN DE FILTRO FINO: PECES, VEGETACIÓN ACUÁTICA, ODONATOS Y ANFIBIOS

Utilizando la información obtenida anteriormente, se compiló y se representó geográficamente la información de los grupos considerados de *filtro fino* (peces, vegetación acuática, odonatos y anfibios). Posteriormente se realizó un conteo de la presencia verificada de los objetos de conservación, para lo cual se utilizó como unidad de análisis la microcuenca (FIRCO-UAQ, 2005).

El análisis de riqueza de objetos de conservación, permite conocer los sitios con mayor riqueza, independientemente de su grado de amenaza. Los resultados de dicho análisis complementan la información del portafolio de sitios, ya que al ejecutarlo, se conjunta la información sobre los objetos de conservación, metas y costos, para seleccionar aquellos sitios que poseen una alta riqueza cumpliendo las metas con el menor costo posible.

3.5 METAS DE CONSERVACIÓN

La priorización de las especies es de gran utilidad para poder definir metas de conservación. La valoración de los parámetros establecidos para la definición de metas de conservación y de prioridades de conservación, se dividió en las siguientes calificaciones: urgente, alta, media y baja (ver cuadro 12).

Se le otorgó especial importancia a aquellas especies que presentan una distribución limitada y que son endémicas a una localidad. Para las especies más vulnerables a desaparecer se revisó caso por caso que las metas de conservación fueran congruentes con su prioridad de conservación.

Las categorías determinadas para la definición de metas de conservación se muestran en el cuadro 12. Dentro de estas categorías se distinguen dos metas con un porcentaje del 60 y 80 de la distribución que poseen en el área de estudio. Es decir, se considera que con un mínimo del 60 % y del 80 % del área total de distribución de las especies, éstas pueden ser viables a largo plazo.

CUADRO 12			Prioridades de conservación y metas establecidas.
Prioridades de Conservación	Intervalo	Meta	
Urgente	12 a 15	80 %	
Alta	9 a 11	80 %	
Media	6 a 8	60 %	
Baja	2 a 5	60 %	

4. AGROBIODIVERSIDAD

4.1 OBJETOS DE CONSERVACIÓN DE FILTRO GRUESO Y FILTRO FINO

AGROSISTEMA: SITIO DONDE EL SER HUMANO CULTIVA, UTILIZA Y MANEJA LOS RECURSOS VEGETALES, PARA OBTENER UN BENEFICIO DIRECTO. UN AGROSISTEMA PUEDE SER UNA MILPA, EL SOLAR O LOS HUERTOS.

MILPA: PARA LOS FINES DE LA PLANEACIÓN ECORREGIONAL ESTE SISTEMA ESTARÁ DEFINIDO POR LA PRESENCIA DE MAÍZ, FRIJOL, CALABAZA Y CHILE COMO UNIDAD DE ANÁLISIS PARA LA AGROBIODIVERSIDAD. ESTA UNIDAD PERMITE LA INCLUSIÓN DE ESPECIES ALIMENTICIAS IMPORTANTES ASOCIADAS A LA MILPA ASÍ COMO DE SISTEMAS COMPLEMENTARIOS (AGAVES Y OPUNTIAS, POR EJEMPLO) EN DIVERSAS ÁREAS DE LA PLANEACIÓN.

La selección de los objetos de *filtro grueso* y *filtro fino*, se llevó a cabo durante un taller realizado en mayo de 2007 en la Ciudad de México.

Durante este taller se definió que los objetos de filtro grueso estarían detectados a dos niveles: 1) a nivel de milpa y 2) a nivel de solares. Para la detección geográfica del filtro grueso a nivel de Milpa, el análisis estuvo basado en las coberturas de Vegetación y Uso de Suelo de la Serie III de INEGI a escala 1: 250,000 (en proceso) y en la Carta Edafológica escala 1: 250,000 (INEGI, 1998). Con esta base geográfica se eligieron los sitios del nivel de milpa que cumplieron con las siguientes características:

- Agricultura de temporal
- Áreas naturales asociadas
- Zonas inundables, con problemas de drenaje
- Zonas con pedregosidad de pendiente plana
- Sitios con suelos vérticos-pedregosos y vértico-líticos

Para la detección del nivel de solares fue necesaria la identificación de géneros y especies que comúnmente se cultivan en estos espacios, por lo que su selección estuvo sujeta a la selección de los objetos de conservación de *filtro fino* para este agrosistema.

Para los objetivos de esta Planeación Ecorregional, se decidió que los objetos de conservación de *filtro fino* para esta sección, estarían restringidos a especies comestibles exclusivamente.

Procedencia de los registros de los objetos de conservación de *filtro fino*, el intervalo histórico de colectas en México (fechas), el número de registros proporcionado, sus restricciones de uso y las distribuciones actuales obtenidas por medio de bases de datos disponibles.

Los registros de las especies vegetales de importancia para la conservación de la agrobiodiversidad, se obtuvieron a través de bases de datos disponibles (Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad, SNIB-CONABIO y Missouri Botanical Garden Database, MOBOT), de consultas en el Herbario Nacional (MEXU) y de fuentes bibliográficas (Cuadro 13).

CUADRO 13

Grupo taxonómico	Procedencia de los registros	Intervalo temporal de colectas (años)	No. de registros	Restricciones	Distribuciones históricas obtenidas
Plantas con uso alimenticio	SNIB, MEXU, MOBOT* Literatura	1839-2001	26,031	Libre acceso	No hay disponibles

<mobot.mobot.org/W3T/Search/vast.html>*

4.2 METAS DE CONSERVACIÓN

Dado que el establecimiento de las metas para los objetos de conservación de *filtro grueso*, deben determinarse de acuerdo con la escala geográfica del sistema, en este caso se eligieron tres escalas principales:

1. Nivel de paisaje
2. Sistemas agrícolas tradicionales (milpa)
3. Sistemas de traspatio (huertos y solares)

Como base para la asignación de los valores se utiliza un 30% del área, en el caso del nivel de paisaje. Para el caso de las milpas y los solares, se decidió conservar el 100% de los sitios seleccionados, debido principalmente a la extensión de estos sistemas tradicionales, la cual es considerablemente más pequeña que el nivel de paisaje.

El valor de las metas de conservación para cada uno de los objetos de conservación de *filtro fino* pertenecientes al nivel de milpa fue del 100%. El valor de las metas para las especies del nivel de solar fue del 80%.

4.3 OBTENCIÓN DE DISTRIBUCIONES POTENCIALES

Para la sección de agrobiodiversidad no se realizaron distribuciones potenciales, debido a la falta de colectas agrícolas y a la falta de distribuciones verificadas o históricas de las especies de este tipo de biodiversidad.

4.4 ANÁLISIS DE RIQUEZA DE OBJETOS DE CONSERVACIÓN DE FILTRO FINO

Para la sección de agrobiodiversidad, no se realizaron análisis de riqueza de especies debido a que se cuenta exclusivamente con registros taxonómicos y no agronómicos en la base de datos que se está manejando.

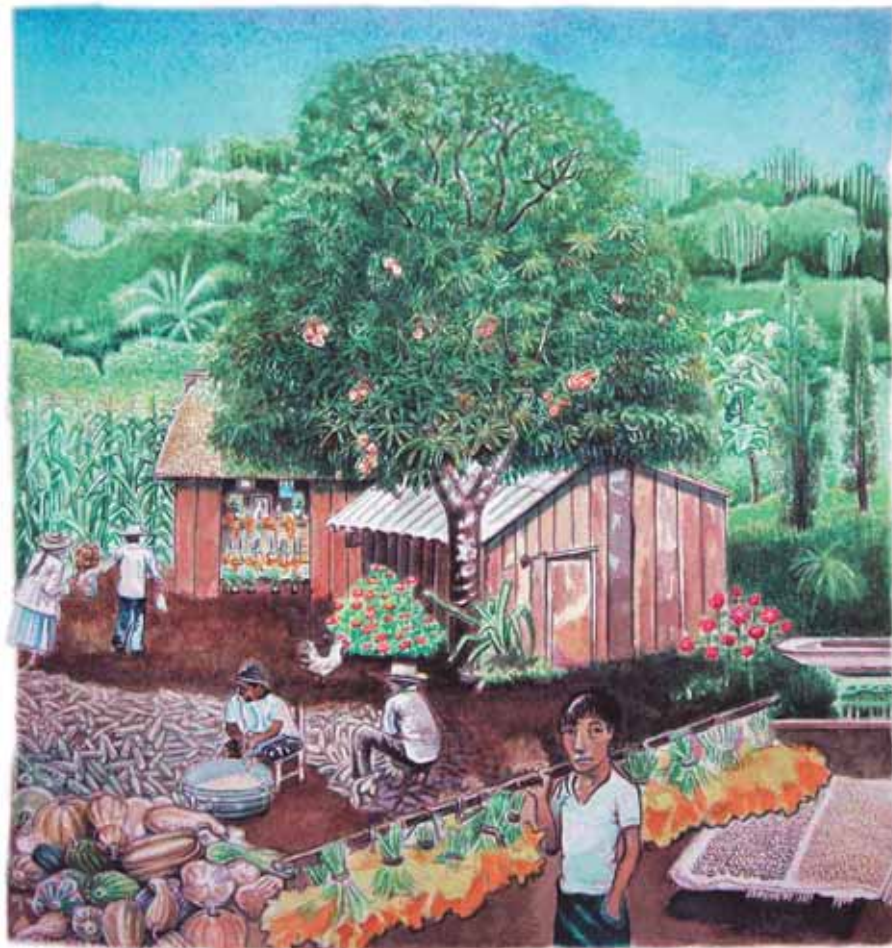


ILUSTRACIÓN:

"LA AGROBIODIVERSIDAD".

AUTOR: ALDI DE OYARZABAL

Opuntia streptacantha, SAN

DIEGO DE LA UNIÓN,

GUANAJUATO, MÉXICO.

FOTO: MA. EUGENIA CORREA



4.5 SELECCIÓN DE SITIOS PRIORITARIOS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA AGROBIODIVERSIDAD

La selección de sitios prioritarios para la conservación, se basó en las siguientes coberturas:

- Razas de maíz de la colección del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, CIMMYT (Proporcionada por Eckart Boege)
- Población indígena total (la cual se obtuvo del análisis de las siguientes coberturas: Lenguas indígenas por entidad federativa, 2002; Lenguas indígenas a nivel municipal, 2002; Localidades con población hablante de lengua indígena mayor al 75%, 1995; Población indígena de 12 años y más, según condición de actividad económica por entidad federativa, 2002; Población indígena de 12 años y más, según condición de actividad económica a nivel municipal, 2002 y Población total, población indígena y sus características por entidad federativa, 2002)
- Núcleos agrarios a nivel nacional (Boege, 2007)
- Territorios indígenas (Boege, 2007)
- Cobertura resultante del análisis de *filtro grueso*
- Cobertura de riqueza verificada de objetos de conservación de *filtro fino* de la biodiversidad terrestre

Además, se incluyeron sitios de vital importancia para su conservación reconocidos por los expertos y que no aparecen geográficamente con los criterios aquí utilizados.

Es importante mencionar que los sitios finales obtenidos, se editaron con base en los municipios de las diversas regiones estatales del país, ya que las cabeceras municipales son las encargadas de dirigir y aplicar las estrategias de conservación para cada región.



CULTIVO DE PIMIENTO ROJO, CULIACÁN,
SINALOA FOTO: A. BONETA



MAÍZ Y FRIJOL, HUIXQUILUCAN, HIDALGO
FOTO: MA. EUGENIA CORREA

5. AMENAZAS

Una amenaza se define como cualquier actividad o proceso que ha causado, está causando o puede causar la destrucción, degradación o daño a la biodiversidad y/o a los procesos naturales.

Mediante la evaluación de amenazas, se asignan valores jerárquicos y se identifican las amenazas críticas, como parte del proceso de planificación para la conservación de sitios y medidas del éxito.

El propósito principal de una evaluación de amenazas a escala ecorregional, es ayudar a establecer prioridades de acción dentro de los sitios de conservación potenciales y detectar los sitios que según el análisis son factibles para la conservación e identificar amenazas que ocurren en las ecorregiones.

5.1 CRITERIOS PARA EVALUAR LA MAGNITUD DE LAS AMENAZAS

1. Área de influencia o alcance: el área absoluta o el porcentaje del área de conservación que está siendo afectada o que será afectada por la amenaza, que es calificada como:

- **Amplia:** significa que la actividad tiene incidencia sobre un área superior al 50% de cada uno de los elementos de conservación presentes en un estrato dado de una ecorregión.
- **Generalizada o dispersa:** se refiere a que entre un 16-50% del elemento de conservación está siendo afectado.
- **Localizada:** implica que el área afectada ocurre en un área menor al 15% del elemento de conservación.

2. Intensidad o severidad, se refiere al impacto de la amenaza a pequeña escala sobre los elementos de conservación y si la amenaza los destruirá por completo o solamente los dañará. Por ejemplo, es diferente el impacto de un desmonte extensivo a la extracción selectiva de árboles maderables. Esta es calificada como:

- **Severa:** implica un serio daño al elemento de conservación o pérdida del mismo.
- **Alta:** significa que el daño es significativo, pero que no pone en riesgo el elemento de conservación.
- **Moderada:** implica que el impacto es evidente pero no significativo.
- **Baja:** se refiere a que el impacto no es evidente y es considerado pequeño o insignificante.

PAISAJE DE SEMBRADOS DE MAÍZ,
SINALOA FOTO: A. BONETA



3. Permanencia o irreversibilidad: el grado en que el impacto de la amenaza puede mitigarse a través de acciones de manejo. Estas acciones se pueden subdividir en irreversibilidad técnica (cuando no se pueden revertir los efectos de la amenaza, como la extinción global de especies) y la irreversibilidad económica/ práctica (cuando la amenaza sólo puede ser revertida con una cantidad de dinero muy elevada, siendo impráctica o no viable transcurrido un tiempo de más de 100 años

o más). Ésta es calificada como:

●**Permanente:** implica que el elemento de conservación no se recupera naturalmente ni por intervención humana en un período menor a 100 años.

●**Largo plazo:** significa que el elemento de conservación se puede recuperar en un periodo de 20 a 100 años.

●**Mediano plazo:** implica que el elemento de conservación se podría recuperar en un período de 5 a 20 años.

●**Corto plazo:** significa que el elemento de conservación podrá recuperarse en un periodo menor a 5 años.



INCENDIO FORESTAL FOTO: CARLOS SÁNCHEZ PEREYRA,
BANCO DE IMÁGENES, CONABIO



BASURERO FOTO: CONANP, REGIÓN FRONTERA SUR, BANCO
DE IMÁGENES, CONABIO



LISTADO DE VEGETACIÓN
SUSCEPTIBLE E INCENDIOS

Durante un taller realizado el día 19 de abril de 2007, se asignaron valores relativos a cada una de las amenazas. La información que se utilizó como insumo para generar la cobertura de costos es la información oficial de INEGI de carreteras, caminos, presas, acueductos y líneas de transmisión del año 2000. La información acerca del tamaño de las ciudades proviene del conteo del 2005, y para obtener la información de vegetación y agricultura se utilizó la serie II de INEGI de uso de suelo y vegetación. La información de sobreexplotación de acuíferos es de la Comisión Nacional del Agua (CNA), y la información de minas es una recopilación de las minas registradas por el Servicio Geológico Mexicano.

Para establecer la amenaza relacionada con la generación de incendios, se utilizó la susceptibilidad de cada uno de los tipos de vegetación que se encuentran presentes en la zona de estudio, (con base a un taller de expertos realizado por la CONABIO en 1998, con apoyo del FMCN) en lugar de utilizar los puntos de calor que se han determinado por medio de imágenes de satélite, —ya que los estos puntos que se han detectado, no necesariamente coinciden con la generación de incendios (Myers, taller II)—.

E) RESULTADOS

1. BIODIVERSIDAD TERRESTRE

1.1 Objetos de Conservación de Filtro Grueso

Los objetos de conservación de *filtro grueso* incluyen 35 tipos de vegetación. Cada tipo de vegetación tiene un área determinada para ser conservada. Los objetos más extensos y con menor número de fragmentos tienen un 5% de su extensión total para ser conservada; aquellos objetos con extensiones pequeñas y con un alto número de fragmentos, pueden presentar hasta un 60% de su extensión para ser conservados. La suma total de todos los objetos de conservación de *filtro grueso* equivale al 19.98% del total de todos los tipos de vegetación en el área de estudio a conservarse.

En el cuadro 14 se muestra un listado con los objetos de *filtro grueso* elegidos para su conservación, el área total que abarca cada tipo de vegetación en el área de estudio y el porcentaje de esa extensión a ser conservada. Los resultados obtenidos son de suma importancia para el análisis final, ya que cada objeto de filtro grueso tendrá un valor de conservación que el algoritmo MARXAN debe tomar en cuenta para la obtención del portafolio de sitios prioritarios para la conservación.

PRESA DE ZIMAPÁN, HIDALGO/QUERÉTARO
FOTO: HÉCTOR HERNÁNDEZ



CUADRO 14

Objetos de conservación de filtro grueso elegidos para su conservación, el ecosistema al que pertenece, la superficie que ocupa en el área de estudio, el número de fragmentos que los objetos presentan y el porcentaje a conservar.

Objetos de Conservación de Filtro Grueso (Tipo de vegetación, ha)	Ecosistema al que pertenece	Superficie total en el área de estudio	No. de fragmentos	Área total a conservar (meta en ha)	Meta de conservación (%)
Selva de galería	Vegetación hidrófila	1,266.70	7	63	5%
Bosque de cedro	Bosque de coníferas	1,917.79	2	192	10%
Palmar natural	Especial (otros tipos)	5,749.05	23	575	10%
Matorral sarco-crasicaule de neblina	Matorral xerófilo	9,127.71	5	5,477	60%
Vegetación de galería	Vegetación hidrófila	10,349.43	31	517	5%
Bosque de galería	Vegetación hidrófila	10,698.45	38	1,070	10%
Selva baja subcaducifolia	Selva subcaducifolia	12,640.18	9	7,584	60%
Bosque de ayarín	Bosque de coníferas	13,024.75	30	7,815	60%
Pradera de alta montaña	Pastizal	16,164.98	13	9,699	60%
Vegetación de dunas costeras	Especial (otros tipos)	28,868.80	70	11,548	40%
Matorral sarco-crasicaule	Matorral xerófilo	76,885.62	101	15,377	20%
Pastizal halófilo	Pastizal	104,926.01	117	5,246	5%
Bosque de oyamel	Bosque de coníferas	136,754.73	184	13,675	10%
Matorral submontano	Matorral xerófilo	167,928.10	43	67,171	40%
Selva mediana caducifolia	Selva caducifolia	205,862.77	90	123,518	60%
Matorral desértico rosetófilo	Matorral xerófilo	214,916.50	177	32,237	15%
Manglar	Vegetación hidrófila	223,083.26	400	133,850	60%
Bosque de táscate	Bosque de coníferas	225,123.47	344	112,562	50%
Selva alta perennifolia	Selva perennifolia	251,062.81	131	100,425	40%
Vegetación halófila	Matorral xerófilo	277,411.59	254	27,741	10%
Selva mediana subperennifolia	Selva perennifolia	309,589.20	178	123,836	40%
Matorral desértico micrófilo	Matorral xerófilo	324,765.59	258	32,477	10%
Matorral sarcocaula	Matorral xerófilo	371,405.50	226	55,711	15%
Selva baja espinosa caducifolia	Selva espinosa	466,638.60	558	186,655	40%
Mezquital	Especial (otros tipos)	842,565.54	639	42,128	5%
Bosque mesófilo de montaña	Bosque mesófilo de montaña	931,369.28	548	93,137	10%
Matorral crasicaule	Matorral xerófilo	1,133,015.51	919	113,302	10%
Matorral subtropical	Selva caducifolia	1,300,405.35	419	520,162	40%
Selva mediana subcaducifolia	Selva subcaducifolia	1,580,263.00	1097	632,105	40%
Bosque de encino-pino	Bosque de encino	3,477,205.85	2844	347,721	10%
Pastizal natural	Pastizal	3,665,287.28	1847	183,264	5%
Bosque de pino	Bosque de coníferas	6,279,092.44	2381	627,909	10%
Bosque de pino-encino	Bosque de coníferas	7,522,973.83	3976	752,297	10%
Bosque de encino	Bosque de encino	8,729,635.26	6365	872,964	10%
Selva baja caducifolia	Selva caducifolia	12,579,382.21	5609	5,031,753	40%
		51,507,357.11		10,291,763	

FALDAS DE LA MALINCHE
FOTO: A. BONETA

MANGLAR
FOTO: JAVIER MONTER, BANCO DE
IMÁGENES, CONABIO



1.2 OBJETOS DE CONSERVACIÓN DE FILTRO FINO

Vertebrados terrestres

El número de especies de vertebrados en el área de la Planeación Ecorregional es elevada, ya que existen 1,852 especies, lo que representa el 67.35% de los vertebrados registrados en el país (2,750 especies). En la figura 13 se muestra una gráfica comparativa entre las especies de vertebrados que habitan el área de estudio, las seleccionadas por los expertos como prioritarias para su conservación y el número de especies analizadas.

Angiospermas y Gimnospermas

En cuanto a las angiospermas y gimnospermas, se estima que existen 30, 000 especies de angiospermas en México, de las cuales 8,256 se han registrado dentro del área de estudio, es decir, que en la zona de la Planeación Ecorregional existe el 28% de la riqueza de plantas terrestres del país.

En la Figura 14 se muestra el número total de especies registradas en el área de estudio, el número de especies seleccionadas por los expertos y el número total de especies que se analizaron para angiospermas terrestres y gimnospermas.

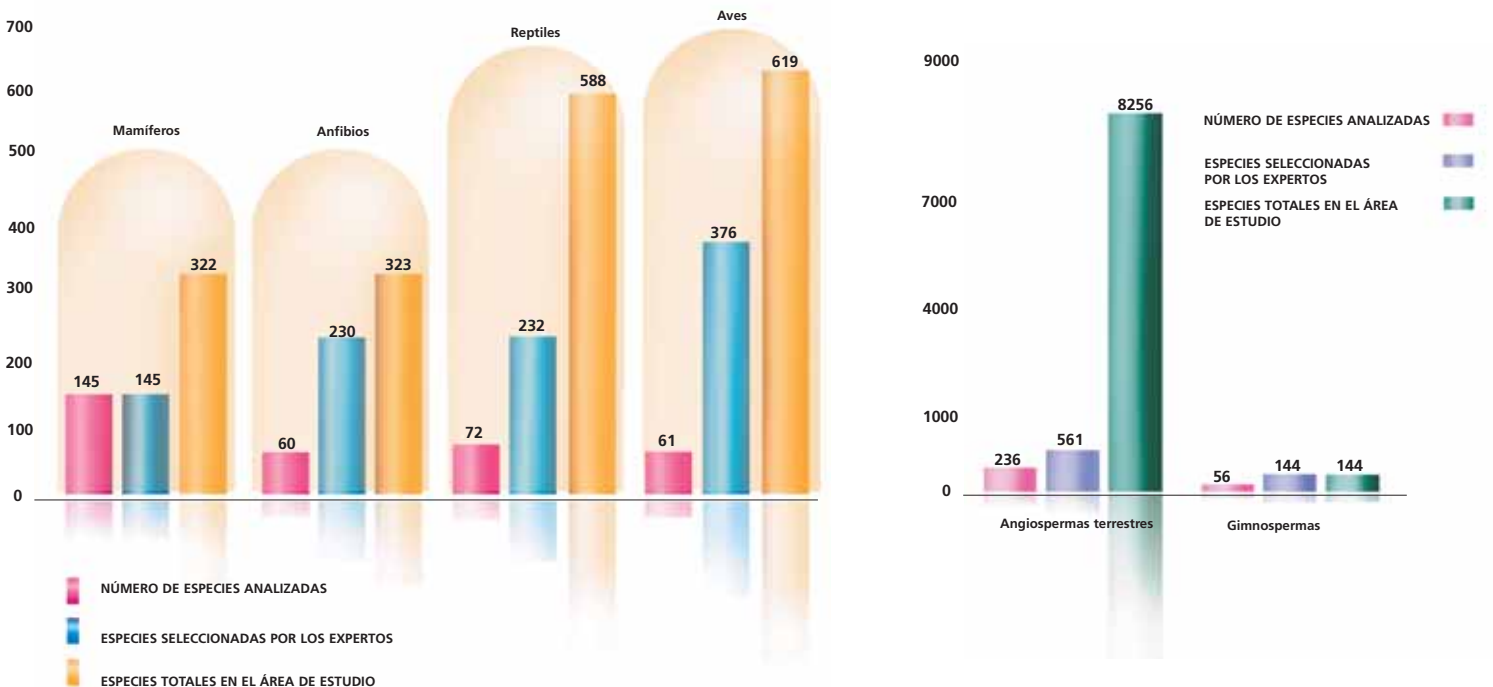
FIGURA 13

Análisis de todos los grupos de vertebrados registrados en el área de estudio, por los expertos y el número total de especies.

FIGURA 14

Análisis de angiospermas terrestres y gimnospermas

número total de especies vegetales registradas en el área de estudio, por los expertos.





Coleópteros

En total se identificaron 70 especies de coleópteros de importancia para la conservación en el área incluida en la Planeación Ecorregional del Centro y Occidente. Predominan las familias Melolonthidae con 57 especies, Scarabaeidae con 10 especies, Trichiinae con dos especies, y Dynastinae con una especie. En la Figura 15 se muestran los criterios con los que fueron seleccionados estos objetos.

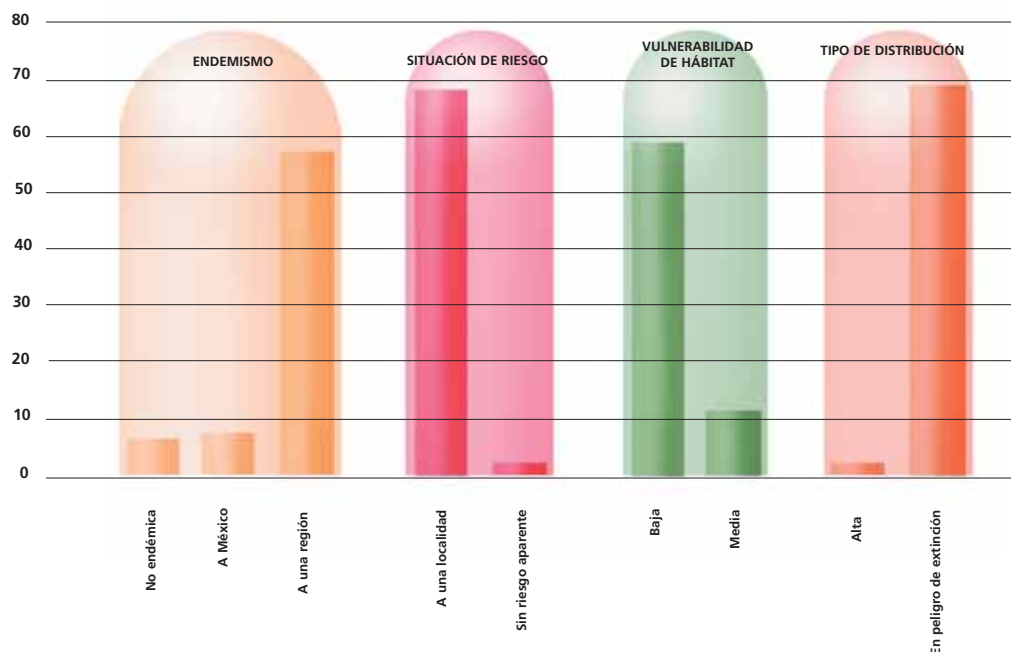
Se considera que en la zona de la vertiente y planicies costeras del Pacífico, se encuentra el 43% de las especies de coleópteros y el 75% de los géneros de coleópteros del país. En la zona de los grandes altiplanos se encuentran el 30% de las especies del país y el 34% de los géneros que existen a nivel nacional (Morón, 1994).

Debido a que la zona de la vertiente y planicies costeras del Pacífico y la zona de los grandes altiplanos se incluyen en su mayor parte dentro del área de Planeación Ecorregional, es de gran importancia considerar a este grupo animal para la determinación de los sitios de conservación.

En los cuadros 15 y 16 se muestra una comparación entre los taxones analizados. Esta comparación se realizó analizando el número total de especies en México para cada taxón, el número total de especies en el área de estudio, las especies seleccionadas por los expertos, el número de especies analizadas y el número de especies endémicas (de los grupos de vertebrados terrestres, coleópteros, angiospermas terrestres y gimnospermas) en todo México y en el centro y occidente del país.

Plusiotis flohri (ARRIBA)
Megasoma nogueirai
 (ABAJO) FOTO: MIGUEL A.
 MORÓN

FIGURA 15
Número de especies
 y los criterios por los cuales
 fueron seleccionados.
 Distribución restringida*
 se refiere de forma específica
 a la especie: *Parhoplognathus*
mexicanus.



1.3 METAS DE CONSERVACIÓN PARA LOS OBJETOS DE CONSERVACIÓN DE FILTRO FINO

Los valores asignados a cada uno de los objetos de conservación de *filtro fino* se muestran en los listados de las especies seleccionadas para el área de estudio. Los listados se pueden consultar en la sección de Anexos incluida en el CD.



LISTADOS DE OBJETOS DE CONSERVACIÓN DE FILTRO FINO

CUADRO 15

Taxon	Especies analizadas	Especies seleccionadas por los expertos	Total de especies en el área de estudio	Total de especies en México	Especies endémicas en México	Especies endémicas en el área de estudio
Mamíferos	145	145	322	525	161	15
Anfibios	60	230	323	361	700	87
Reptiles	72	232	588	804	700	126
Aves	61	376	619	1060	100	28
Coleópteros	70	70	*	*	*	*
Suma	338	983	1852	2750	1661	256

* No se obtuvo información en este campo.

Comparación entre el número de especies animales totales en el área de estudio, las especies seleccionadas por los expertos, el número de especies analizadas y el número de especies endémicas en México y en el centro y occidente de México para vertebrados terrestres y coleópteros.

CUADRO 16

Grupo	Total de especies en México	Total de especies en el área de estudio	Especies seleccionadas por los expertos	Especies analizadas	Especies endémicas en México	Especies endémicas en el área de estudio
Angiospermas terrestres	30,000	8256	561	226	11,440	59
Gimnospermas	*	144	144	56		22
Suma	30,000	8400	705	282	11,440	81

* No se obtuvo información en este campo.

Comparación entre el número total de especies vegetales en México, el total en el área de estudio, las especies seleccionadas por los expertos, el número de especies analizadas, el número de especies endémicas en México para angiospermas terrestres y gimnospermas en el centro y occidente de México.



Beudoeurycea altimontana

CRUZ BLANCA, DESIERTO DE LOS LEONES, ESTADO DE MÉXICO.

FOTOS: LUIS CANSECO.



Geophis mutitorques

TLATLAUQUITEPEC, PUEBLA.

1.4 DISTRIBUCIONES POTENCIALES

FIGURA 16

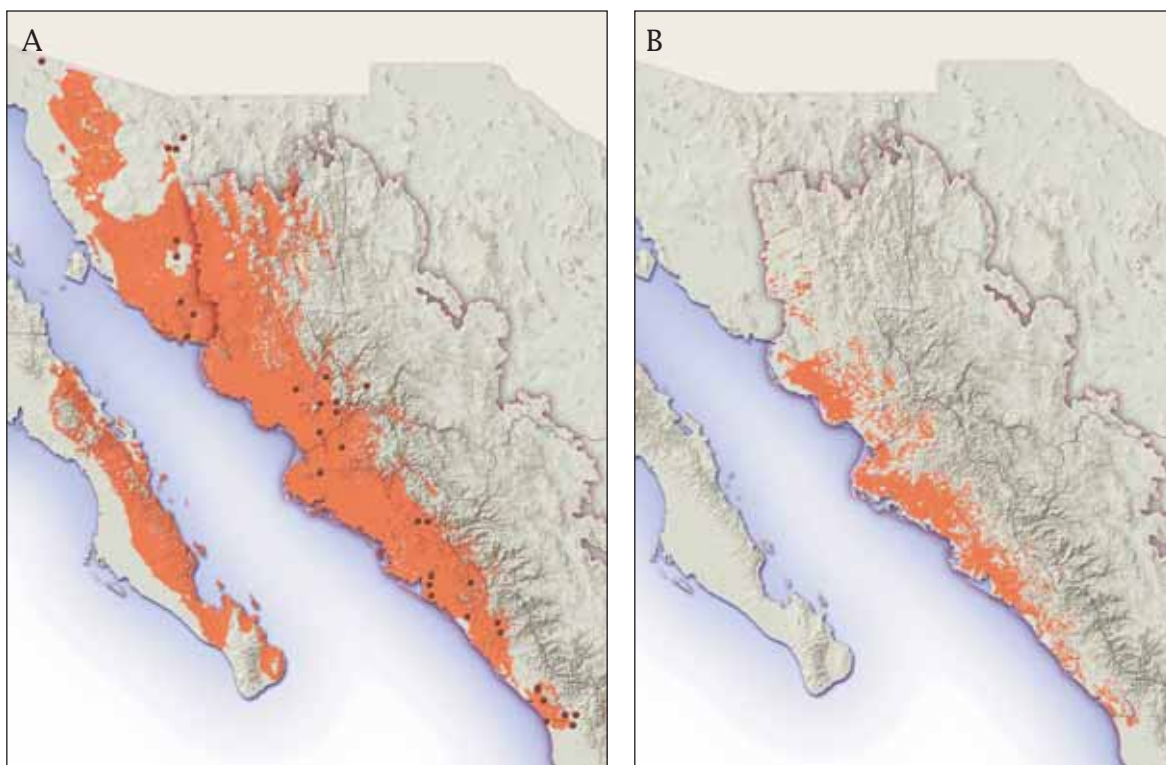
Ejemplo de la distribución potencial y actual de la especie *Lepus alleni*.

En la figura A se muestra la distribución potencial, como resultado del modelo GARP y en la B, su distribución actual.

Se obtuvo la distribución potencial de los objetos de conservación de *filtro fino* seleccionados para la biodiversidad terrestre, excepto para los coleópteros. El número total de distribuciones potenciales analizadas respecto a las especies seleccionadas por los expertos se muestra en las Figuras 13 y 14. Para las especies de vertebrados, fueron modeladas el 26% de las especies de anfibios, el 31.3% del total de especies de reptiles y el 16.22% de aves que habitan el área de estudio. El grupo de los mamíferos fue el único que se pudo modelar para todas las especies seleccionadas, que son un total de 145.

El porcentaje de especies de angiospermas terrestres modeladas fue del 40.28% y de gimnospermas seleccionadas se modeló el 38.8% del total.

La distribución potencial y la distribución actual de la especie *Lepus alleni* (Figura 16), se muestran como un ejemplo ilustrativo de los objetos de conservación de *filtro fino* modelados para la obtención de sus distribuciones. En la imagen A se muestra la distribución potencial de la especie, y en la imagen B, su distribución actual una vez que se han eliminado los sitios de agricultura que no son aptos para su ocurrencia.



1.5 RIQUEZA DE OBJETOS DE CONSERVACIÓN DE FILTRO FINO

Análisis de riqueza con la cobertura de microcuencas

La cobertura de microcuencas contiene 10, 112 polígonos, de los cuales 2,932 contienen al menos una especie y 7,180 no contienen especies para la biodiversidad terrestre. Los resultados del análisis de riqueza de objetos de conservación de *filtro fino* con base en la cobertura de microcuencas, muestra que existen 2,515 microcuencas que contienen de 1 a 6 especies, 310 contienen de 7 a 14 especies; 93 microcuencas contienen de 15 a 31 especies y únicamente 14 microcuencas contienen de 32 a 60 especies, por lo que estas últimas son las microcuencas con elevada riqueza. Oaxaca es la entidad federativa que contiene 4 de las microcuencas de mayor riqueza, seguida del Distrito Federal con 3 de estas. Las microcuencas con un elevado número de especies (32 a 60) se muestran en el Cuadro 17.

Análisis de riqueza con la cobertura de hexágonos de 5 km

La rejilla de hexágonos contiene 157,370 hexágonos, de los cuales 150,838 no contienen objetos de conservación de *filtro fino*; por lo que solamente 6,532 hexágonos contienen al menos una especie. Los hexágonos con un intervalo de 11 a 49 objetos coinciden con las microcuencas que contienen de 15 a 60 objetos. En la Figura 17A se muestra la sobreposición de la cobertura de hexágonos (la cual debido a la esca-

Microcuencas con un alto número de objetos de conservación de *filtro fino* para el área de la Planeación Ecorregional.

CUADRO 17

Nombre de la microcuenca	Entidad Federativa	Grupo Taxonómico							Total
		Reptiles	Anfibios	Aves	Mamíferos	Coleópteros	Gimnospermas	Angiospermas	
San Mateo Sosolá	Oaxaca	0	2	0	8	0	2	48	60
Valle de México	D.F. y Edo. de Méx.	20	11	0	6	0	3	15	55
Chilpancingo de los Bravo	Guerrero	23	9	0	9	3	0	8	52
Cuernavaca	Morelos y Edo. de Méx.	15	15	6	2	0	0	8	46
Los Lajitos	Sonora	5	3	23	10	0	1	1	43
Oaxaca de Juárez	Oaxaca	18	8	2	11	2	0	2	43
Santa Cecilia	Oaxaca	21	5	1	10	0	0	6	43
Omiltemi	Guerrero	17	4	0	8	3	0	10	42
San Blas Atempa	Oaxaca	29	8	0	2	0	0	3	42
Chamela	Jalisco	1	2	14	7	3	0	13	40
Pátzcuaro	Michoacán	7	4	12	8	1	1	6	39
San Miguel Topilejo	D.F.	4	3	25	3	0	1	0	36
Laguna de Chapala	Jalisco	7	7	5	4	0	1	9	33
La Magdalena Contreras	D.F.	6	4	20	0	0	0	2	32

La cobertura de microcuencas contiene 10,112 polígonos, de los cuales 2,932 contienen al menos una especie. Oaxaca es la Entidad Federativa que contiene 4 de las microcuencas de mayor riqueza.

FIGURA 17A

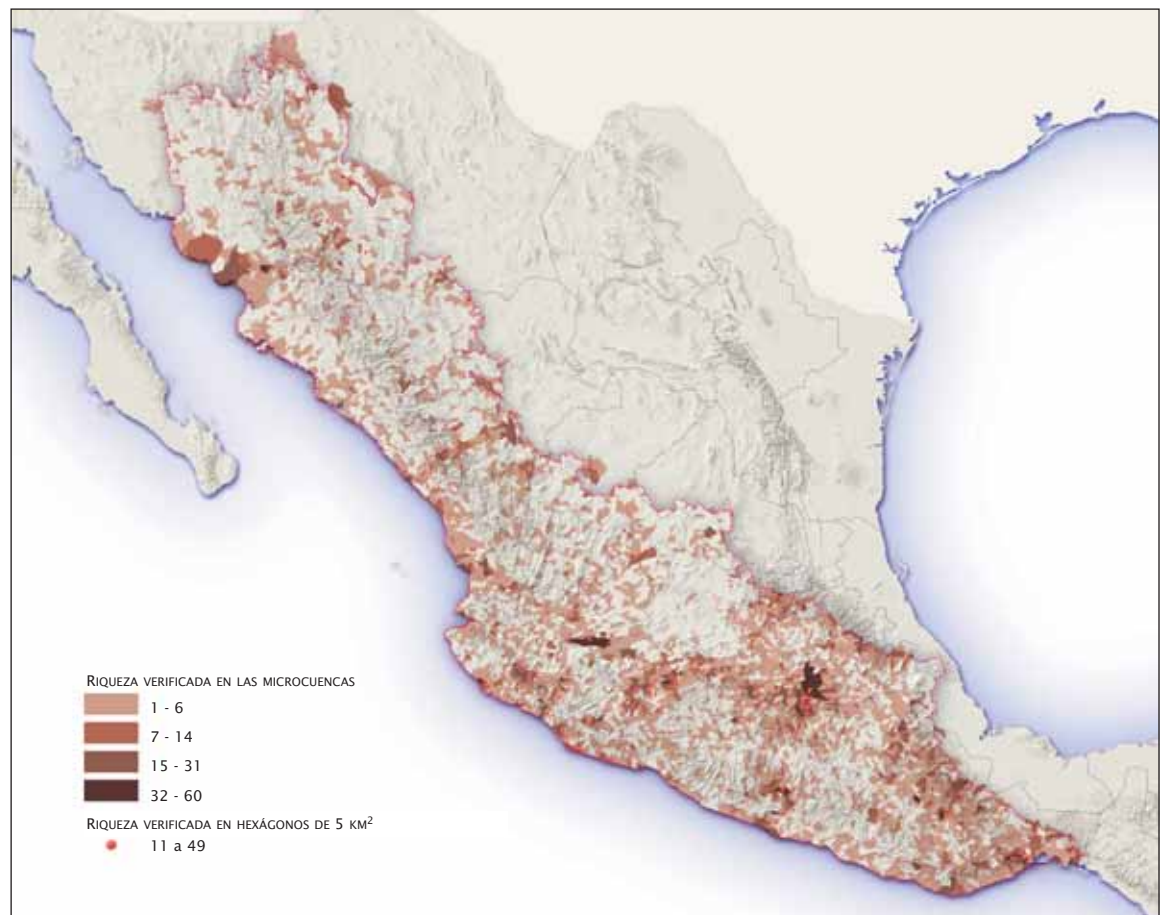
**Riqueza verificada de
objetos de conservación
de filtro fino** de los grupos

de vertebrados terrestres,
coleópteros, angiospermas
terrestres y gimnospermas. Los
polígonos representan la riqueza
verificada de los objetos de
conservación en
las microcuencas. Los puntos
representan la riqueza en los
hexágonos de 5 km². En esta figura
solo se muestran los hexágonos
que contienen de 11 a 49 especies,
ya que el tamaño de esta rejilla,
impide su correcta apreciación
cuando se representa por
completo.

la se observan como puntos) y la cobertura de microcuencas. La cobertura de hexágonos representa un intervalo de riqueza de 11 a 49 especies y en la de microcuencas se representan 4 intervalos de riqueza, desde 1 a 60 especies. La presentación de un único intervalo para la cobertura de hexágonos es debido a la escala de los mapas para producir las imágenes correspondientes. Si representáramos la cobertura completa, con todos los intervalos de riqueza, se impediría su correcta apreciación.

El resultado del análisis de riqueza potencial acumulada para vertebrados terrestres y grupo seleccionados de plantas (CONABIO, CONANP, TNC, PRONATURA, en prep.) muestra que el área de mayor riqueza se encuentra en el noroeste de Oaxaca, la porción central de Guerrero y el norte de Colima. Seguida de esta, se encuentra la región de la cuenca del Balsas y el sur de Sinaloa. Al comparar estos resultados con los del análisis de riqueza verificada, se observa que 925 microcuencas que contienen de 15 a 60 especies coinciden con estos sitios (Figura 17B).

En el resultado del análisis de riqueza de endemismos potenciales acumulados para vertebrados terrestres y grupos seleccionados de plantas (CONABIO, CONANP, TNC, PRONATURA, en prep.) se observa que las regiones más ricas son corresponden a la cuenca del Balsas y el sur de Sinaloa (Figura 17C). Hay que tomar en cuenta que la riqueza de objetos de conservación de filtro fino son solo indicadores y no representa la amplia riqueza del centro y occidente de México, ya que solo están contempladas las especies seleccionadas por los especialistas como prioritarios para su conservación en esta área.



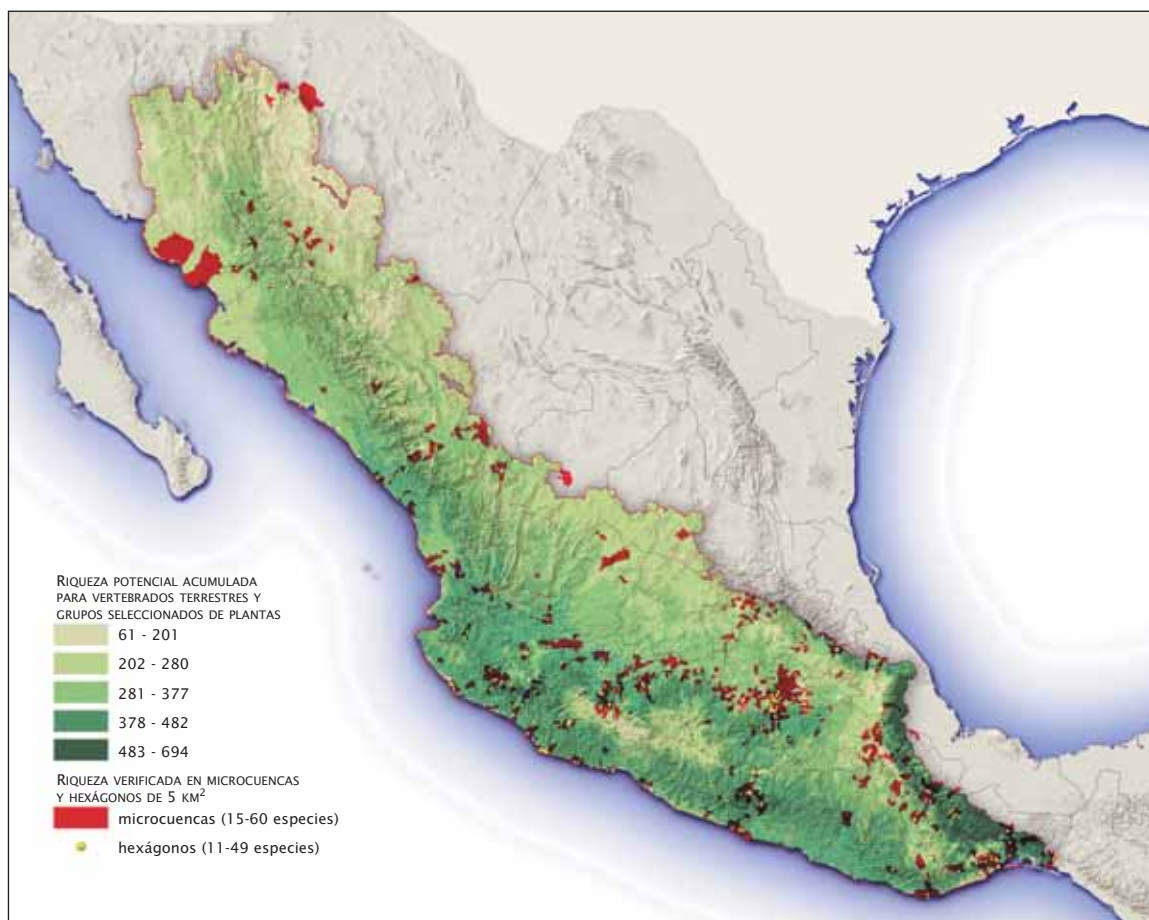


FIGURA 17B
Sobreposición de las coberturas de riqueza potencial acumulada para vertebrados terrestres y grupos seleccionados de plantas (CONABIO, CONANP, TNC, PRONATURA, en prep.)
 para el área de estudio, la cobertura de microcuencas con elevada riqueza de especies (15-60) y la de hexágonos con 11 a 49 especies.

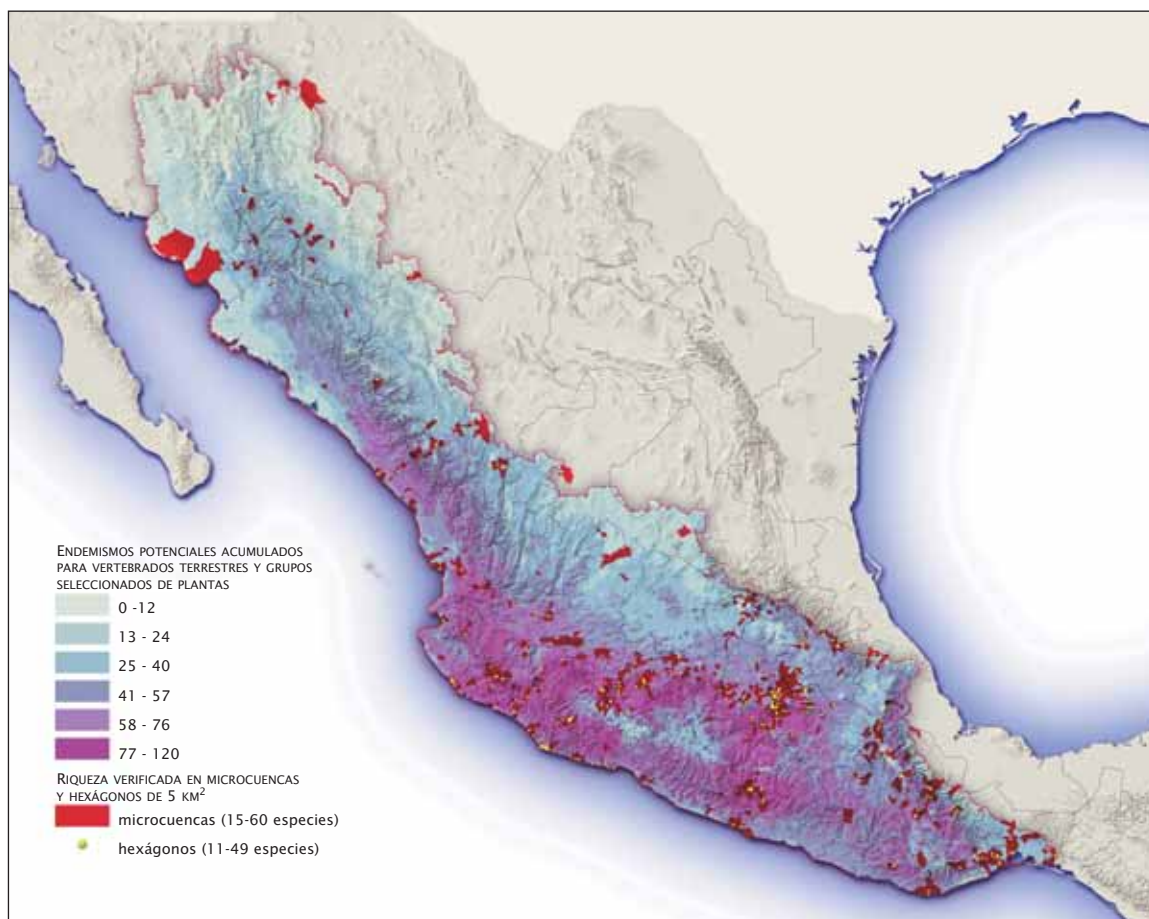


FIGURA 17C
Sobreposición de las coberturas de endemismos potenciales acumulados para vertebrados terrestres y grupos seleccionados de plantas (CONABIO, CONANP, TNC, PRONATURA, en prep.)
 para el área de estudio, la cobertura de microcuencas con elevada riqueza de especies (15-60) y la de hexágonos con 11 a 49 especies.

2. BIODIVERSIDAD DE AGUAS CONTINENTALES

2.1 FILTRO GRUESO

En total se identificaron siete objetos de conservación de relevancia en la zona de estudio, los cuales se encuentran en diferentes zonas de las cuencas. Esto es de especial relevancia ya que es importante considerar los flujos que tienen lugar en el paisaje, como son la dinámica del agua superficial y la del agua subterránea. A su vez, para cada uno de los siete objetos de conservación, se identificaron sitios de gran relevancia que hay que considerar en el *portafolio* de sitios que se obtenga en este Plan (Cuadro 18).

CUADRO 18

Objetos de conservación de filtro grueso determinados para el Portafolio Acuático, y ejemplos de zonas de gran relevancia identificadas por el grupo de especialistas.	Objeto de conservación	Sitios de relevancia
	Nacimientos de agua	Laguna de Zacapú Lago de Minzita (ojo de agua) Manantial Teuchitlán (transformado a balneario) Media Luna Río Verde
	Lagos volcánicos	Valle de Santiago Llanos del Salado
	Lagos	Grandes lagos de México (Pátzcuaro, Chapala, Laguna de Zirahuén, Laguna de Cuitzeo) Tecocomulco (último relicto de lo que fue la cuenca de México) Valle de los Reyes/Manantial Tocumbo
	Humedales	Humedales intermontanos en S. Tarahumara Humedales costeros Marismas nacionales Humedales del altiplano (Almoleya, Valle de Toluca, Huimilpan,
	Amealco	
	Ríos	Río Papigochic Sistema Camécuaro-Río Duero Parte alta del Ameca Alto Amacuzac Río Tacámbaro Subcuenca del Río Grande de Morelia
	Vegetación riparia	
	Ambientes acuáticos subterráneos	Zonas de recarga y descarga de agua

RÍO CUSÁRARE, SIERRA
TARAHUMARA, CHIHUAHUA
FOTO: A. BONETA

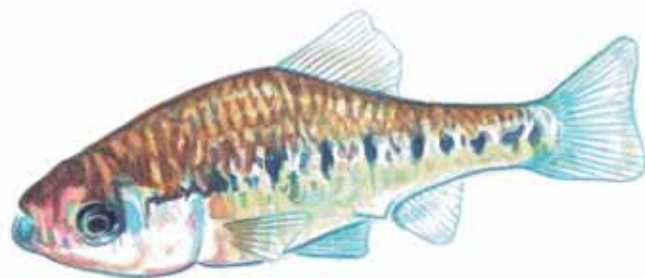
PRESA DE ZIMAPÁN, HIDALGO-
QUERÉTARO
FOTO: HÉCTOR HERNÁNDEZ



2.2 FILTRO FINO

Peces

Como resultado del análisis se identificaron en la región 157 especies pertenecientes a 21 familias, dentro de las que destacan cuatro: Goodeidae (35 especies), Atherinopsidae y Cyprinidae (25 especies cada una) y Poeciliidae (20 especies). En conjunto representan cerca del 67% del total de peces registrado en la zona de estudio. De todas las especies seleccionadas, 126 tienen un nivel ecofisiológico primario y 19 periférico; 27 son endémicas de una localidad y 30 son endémicas de México; 65 especies son consideradas sin riesgo aparente y cinco están aparentemente extintas en la naturaleza (Figura 18).



Chapalichthys encaustus

ILUSTRACIÓN:

AUTOR: ALDI DE OYARZABAL

El grupo de peces es en el que se ha encontrado mayor cantidad de información disponible sobre las ocurrencias de las especies. Se han utilizado en su mayor parte los registros disponibles en Internet Neodat, Miller (2005). En algunos casos se definió la distribución de las especies a partir del conocimiento de los especialistas.

La fauna de peces dulceacuícolas es excepcionalmente rica en México ya que tiene 506 especies, de las cuales 163 son endémicas (Espinosa, 1993; Flores y Gerez, 1994) y 185 se encuentran en peligro de extinción (Miller *et al.*, 1989; UICN, 1996). Además, representa el grupo de vertebrados más amenazado, 45 especies se consideran extintas (Contreras-Balderas, *et al.*, 2003) cifra que sobrepasa por mucho a la de las aves (8) y a la de mamíferos (4) (Contreras-MacBeath, 2005).

En el Altiplano Mexicano se destaca la presencia de un grupo endémico: la subfamilia Goodeinae que tiene cerca de 37 especies (Webb *et al.*, 2004), todas endémicas (Miller y Fitzsimons, 1971; Miller *et al.*, 1989; Webb y Miller, 1998). De éstas, se ha documentado que *Characodon garmani* se ha perdido de manera definitiva (Domínguez-Domínguez *et al.*, 2005, Contreras-MacBeath, 2005) y otras 12 están amenazadas o en peligro de extinción de acuerdo con la norma oficial mexicana (NOM 059-ECOL-2001; Diario Oficial de la Federación, 2002 y De la Vega Salazar *et al.*, 2003).

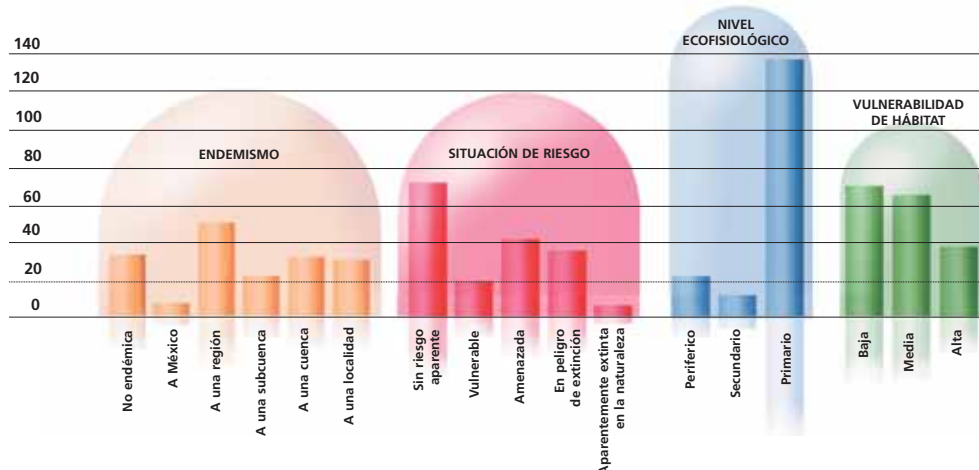


FIGURA 18

Número de especies del grupo de peces y los diferentes criterios con los que fueron seleccionadas.



Nymphaea gracilis
VALLE DE MÉXICO

TULAR
FOTOS: ANTONIO LOT

Vegetación Acuática

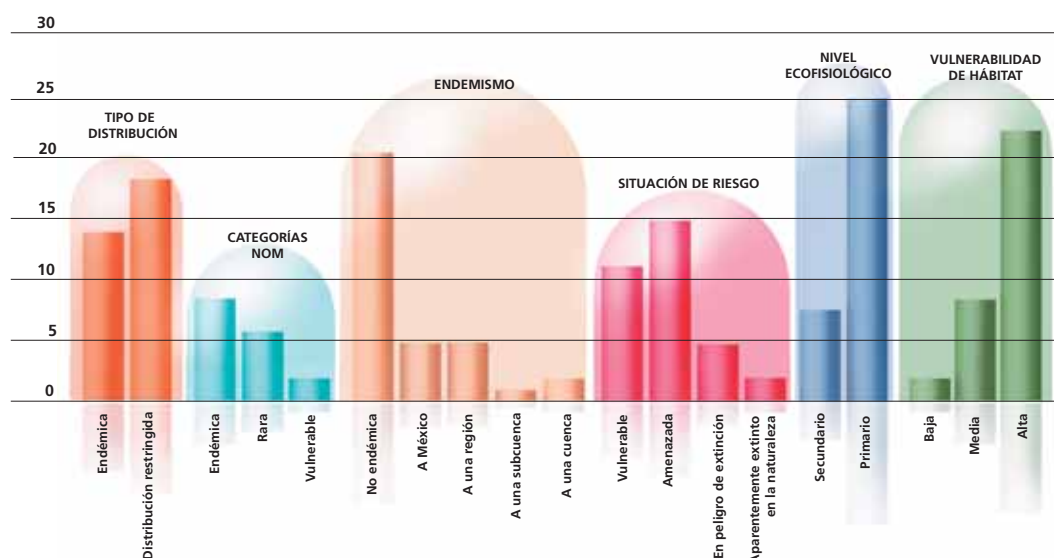
De este grupo taxonómico se identificaron 35 especies de 12 familias. Las familias con mayor número de especies son: Nymphaeaceae (8 especies) y Podostemaceae (7 especies). En la zona sujeta a planeación se encuentran especies que están distribuidas exclusivamente en la ecorregión como parte de la flora nativa. De las 77 especies que se conocen en el país, 11 se encuentran exclusivamente en esta zona, lo que representa cerca del 90 % del total de especies endémicas de vegetación del área (Lot, A. com. pers.).

De las especies seleccionadas, 20 son de distribución restringida, 16 se consideran amenazadas, 27 tienen un nivel ecofisiológico primario y 24 presentan una alta vulnerabilidad del hábitat (Figura 19).

Por lo anterior, resalta la importancia en cuanto a especies y a familias de vegetación acuática que se encuentran dentro de la zona considerada en el Plan Ecorregional del Centro y Occidente de México. Además, en un plan de conservación, el conocimiento acerca de las plantas acuáticas es de gran importancia debido a que éstas poseen una función ecológica clave como productores primarios en las cadenas tróficas, son oxigenadoras del agua, formadoras y estabilizadoras del sedimento, y funcionan como “bombas” de reciclaje de nutrientes, entre otros (Mitchell, 1974; Novelo y Lot, 1989). Por lo tanto, son un elemento clave en el diseño de estrategias de conservación y rehabilitación de los ambientes acuáticos (Meerhoff y Mazzeo, 2004).

Por otra parte el hábitat natural de la vegetación acuática son lagos, lagunas, ríos y

FIGURA 19
Número de especies
del grupo de
vegetación acuática y
los diferentes criterios
con los que fueron
seleccionadas.



zonas inundables, siendo gran parte de ellos ambientes lénticos.⁴ Lo transitorio de éstos ambientes, su utilización indiscriminada de recursos y el abuso en el aporte de materiales de desecho, han provocado alteraciones irreversibles que tienden a reducir y a suprimir los hábitats naturales de las plantas acuáticas (Rojas-Moreno, y Novelo-Retana, 1995).

Odonatos

De los objetos de conservación de este grupo se incluyen seis familias, de las cuales predominan Gomphidae (8 especies), Coenagrionidae y Aeshnidae (ambas con 4 especies). Siete de las especies seleccionadas son endémicas de una región, 14 son vulnerables y 11 tienen una vulnerabilidad media (Figura 20).

La mayor parte de los objetos de conservación incluyen los grupos que tienen estadios larvales prolongados (Gomphidae y Cordulegastridae), con bajas poblaciones (algunas especies de Gomphidae), y aquellas que utilizan tipos especiales de sustratos para la reproducción y/o desarrollo larvario (*Argia* —Coenagrionidae—). En los casos de las especies de odonatos, el principal factor en la disminución de sus poblaciones es la destrucción del hábitat (Paulson, 2004).

Actualmente, hay registradas 327 especies de este grupo en el país, de las cuales 46 especies están citadas como endémicas (González-Soriano y Novelo-Gutiérrez, R, *en prensa*) y 20 especies fueron seleccionadas como objetos de conservación, de los cuales 5 especies son endémicas de una localidad.

Debido a que los odonatos figuran entre los organismos acuáticos utilizados como indicadores de contaminación en los primeros esquemas de clasificación de la cali-

4 LÉNTICO: AMBIENTE LACUSTRE DE AGUAS "ESTANCADAS" O SIN MOVIMIENTO (ARRIAGA-CABRERA, *et al.*, 2000). EJEMPLO: LAGOS, ESTANQUES, EMBALSES, JAGÜEYES O SUELOS TEMPORALMENTE INUNDADOS Y ESCURRIMIENTOS LENTOS. CONFORME LOS SEDIMENTOS Y RESTOS ORGÁNICOS SE ACUMULAN EN EL MEDIO ACUÁTICO, EL NIVEL DEL AGUA BAJA Y CADA ZONA DE VEGETACIÓN SE MUEVE HACIA EL CENTRO (DEBIDO A QUE CONFORME EL NIVEL DEL AGUA BAJA LAS PARTES MARGINALES SE CONVIERTEN EN TERRENOS CENAGOSOS). POSTERIORMENTE EL VASO LACUSTRE SE TRANSFORMA EN TIERRA FIRME Y EL LAGO DESAPARECE. ESTE PROCESO PUEDE LLEVAR UNAS CUANTAS DÉCADAS O MUCHOS MILES DE AÑOS DEPENDIENDO DE LA MASA DE AGUA, CLIMA, SEDIMENTACIÓN, PROFUNDIDAD Y OTROS FACTORES (ARRINGTON, 1979).

En los casos de las especies de odonatos, el principal factor en la disminución de sus poblaciones es la destrucción del hábitat



Progomphus clendonii

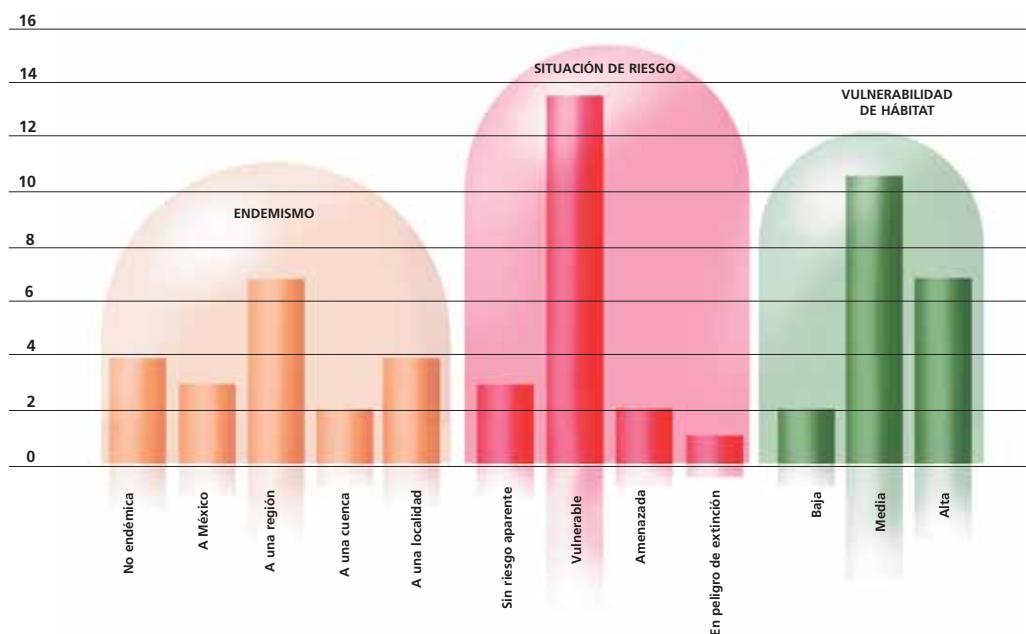
ILUSTRACIÓN: ALDI DE OYARZABAL



CAJÓN DEL DIABLO, SONORA FOTO: A. BONETA

dad del agua (Rosenberg y Resh, 1993), se han considerado como un grupo de importancia en este ejercicio de detección de sitios prioritarios. Algunos investigadores sostienen que debido a los complejos requerimientos de hábitat de cada especie en particular, la presencia de una vigorosa y diversa fauna de odonatos será siempre un indicador confiable de estabilidad, salud e integridad de un ecosistema acuático. Además, las larvas de muchas especies de Odonata están restringidas a hábitats particulares (arroyos permanentes, pantanos, lagos, o pozas).

FIGURA 20
Número de especies del grupo Odonata
y los diferentes criterios con los que fueron seleccionadas.



Algunos investigadores sostienen que la presencia de una vigorosa y diversa fauna de odonatos será siempre un indicador confiable de estabilidad, salud e integridad de un ecosistema acuático.

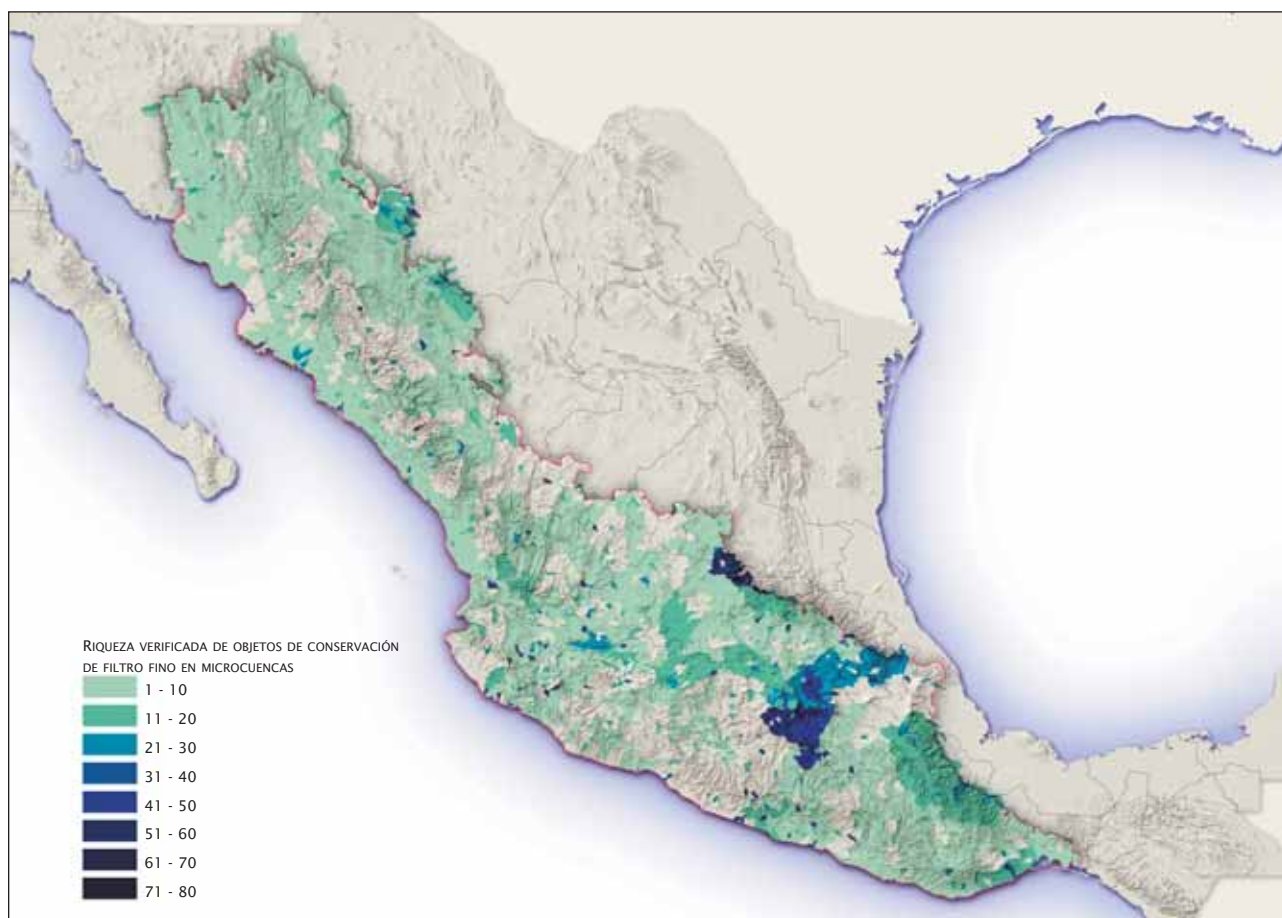
2.3 RIQUEZA DE OBJETOS DE CONSERVACIÓN FILTRO FINO: PECES, VEGETACIÓN ACUÁTICA, ODONATOS Y ANFIBIOS



RIQUEZA DE OBJETOS DE
CONSERVACIÓN EN MICROCUENCAS

Las cuencas que poseen más de 51 objetos de conservación son: Río Balsas, Río Lerma, Río Nazas, Río Culiacán, Río Pánuco, Río Armería, Lago de Texcoco y Río Coahuayana. Todas las cuencas poseen presencia verificada de algún objeto de conservación. Información más detallada a nivel de microcuenca puede ser consultada en el CD adjunto. Es importante enfatizar que en la Figura 21, se muestra el conjunto de especies de todos los grupos que los especialistas en el tema seleccionaron como especies de gran importancia para la conservación, ya sea porque -entre otros- tienen una distribución restringida, están amenazadas o poseen una gran importancia ecológica.

FIGURA 21
Riqueza de objetos de conservación de filtro fino (peces, vegetación acuática, odonatos y anfibios) de la biodiversidad acuática.



3. AGROBIODIVERSIDAD

3.1 RESULTADOS DE LOS OBJETOS DE CONSERVACIÓN DE FILTRO GRUESO Y FILTRO FINO

Los géneros seleccionados como objetos de conservación de *filtro fino* para la milpa fueron: *Zea*, *Phaseolus*, *Cucurbita* y *Capsicum* (maíz, frijol, calabaza y chile). Las especies y variedades de cada objeto de conservación de *filtro fino* seleccionado se muestran en el cuadro 19. El listado de las razas de *Zea mays mays* utilizadas para la selección del nivel de milpa se puede consultar en el CD anexo.

Con la elección de la milpa como unidad de conservación para la agrobiodiversidad y de los cuatro géneros básicos de plantas comestibles, se consigue que otras especies asociadas a este sistema sean conservadas. Estas especies asociadas a la milpa, por lo general, tienen una gran importancia cultural y alimenticia y pueden reflejar la variedad y riqueza de variedades y germoplasma que los agricultores manejan y utilizan.



RAZAS DE
ZEA MAYS MAYS

CUADRO 19

Objetos de Conservación de filtro fino seleccionados para milpa.

Nota: el asterisco en la columna de "Detalles de hibridación y cultivo" significa que no se obtuvo esta información para la especie correspondiente.

	Objeto de Conservación de <i>Filtro Fino</i>	Detalles de hibridación y cultivo
CHILE	<i>Capsicum annum</i>	En México existen dos variedades: <i>annuum</i> (cultivada) y <i>glabriusculum</i> (silvestre y semidomesticada). La hibridación entre ellas es frecuente.
	<i>Capsicum frutescens</i>	Forma semillas viables y semiviables con la especie <i>annuum</i>
	<i>Capsicum pubescens</i>	Al parecer las semillas no son viables con la especie <i>annuum</i>
CALABAZA	<i>Cucurbita argyrosperma</i>	Formación de semillas viables con baja fertilidad. La subespecie <i>argyrosperma</i> es la cultivada y la subespecie <i>sororia</i> es silvestre
	<i>Cucurbita cordata</i>	*
	<i>Cucurbita digitata</i>	*
	<i>Cucurbita ficifolia</i>	Formación de semillas viables con baja fertilidad. Es cultivada
	<i>Cucurbita foetidissima</i>	*
	<i>Cucurbita moschata</i>	Formación de semillas viables con baja fertilidad. Es cultivada
	<i>Cucurbita okechobeensis</i>	Formación de semillas viables con mediana fertilidad, la subespecie <i>martinezii</i> es la única que se encuentra en México y es silvestre
	<i>Cucurbita palmata</i>	*
	<i>Cucurbita pedatifolia</i>	*
	<i>Cucurbita pepo</i>	Formación de semillas viables con alta fertilidad, la subespecie <i>pepo</i> se encuentra en México de forma cultivada y silvestre, la subespecie <i>fraterna</i> es silvestre y es endémica de Tamaulipas y Nuevo León y se considera que es el pariente silvestre más cercano a subespecie <i>pepo</i>
	<i>Cucurbita radicans</i>	*
	<i>Cucurbita scabridifolia</i>	*
FRIJOL	<i>Phaseolus acutifolius</i>	*
	<i>Phaseolus coccineus</i>	*
	<i>Phaseolus glabellus</i>	*
	<i>Phaseolus dumosus</i> = <i>polyanthus</i>	*
	<i>Phaseolus lunatus</i>	*
	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Existe de forma cultivada y silvestre
MAÍZ	<i>Zea perennis</i>	Aunque no se reporta hibridación con maíz el hábitat de distribución es similar al de <i>Z. diploperennis</i>
	<i>Zea diploperennis</i>	Viabilidad de híbridos baja
	<i>Zea mays subsp. mexicana</i>	Flujo génico alto pero viabilidad de híbridos media
	<i>Zea mays subsp. parviglumis</i>	Flujo génico medio pero viabilidad de híbridos baja
	<i>Zea mays subsp. mays</i>	Flujo génico alto

Los objetos de conservación de *filtro fino* para solares suman un total de 79 especies distribuidas en 9 géneros. El listado de los objetos de *filtro fino* se muestra en el Cuadro 20.

CUADRO 20

Familia	Objetos de conservación de <i>filtro fino</i> del agrosistema de traspatio o solar	Familia	Objetos de conservación de <i>filtro fino</i> del agrosistema de traspatio o solar
Agavaceae	<i>Agave americana</i>	Cactaceae	<i>Opuntia undulata</i>
Agavaceae	<i>Agave angustifolia</i>	Lauraceae	<i>Persea americana</i>
Agavaceae	<i>Agave atrovirens</i>	Lauraceae	<i>Persea floccosa</i>
Agavaceae	<i>Agave cupreata</i>	Lauraceae	<i>Persea schiedeana</i>
Agavaceae	<i>Agave durangensis</i>	Solanaceae	<i>Physalis philadelphica</i>
Agavaceae	<i>Agave funkiana</i>	Cucurbitaceae	<i>Sechium edule</i>
Agavaceae	<i>Agave horrida</i>	Solanaceae	<i>Solanum agrimonifolium</i>
Agavaceae	<i>Agave inaequidens</i>	Solanaceae	<i>Solanum brachycarpum</i>
Agavaceae	<i>Agave karwinskii</i>	Solanaceae	<i>Solanum bulbocastanum</i>
Agavaceae	<i>Agave lecheguilla</i>	Solanaceae	<i>Solanum cardiophyllum</i>
Agavaceae	<i>Agave lophantha</i>	Solanaceae	<i>Solanum demissum</i>
Agavaceae	<i>Agave mapisaga</i>	Solanaceae	<i>Solanum ehrenbergii</i>
Agavaceae	<i>Agave marmorata</i>	Solanaceae	<i>Solanum fendleri</i>
Agavaceae	<i>Agave maximiliana</i>	Solanaceae	<i>Solanum guerreroense</i>
Agavaceae	<i>Agave peacockii</i>	Solanaceae	<i>Solanum hintonii</i>
Agavaceae	<i>Agave potatorum</i>	Solanaceae	<i>Solanum hjertingii</i>
Agavaceae	<i>Agave rhodacantha</i>	Solanaceae	<i>Solanum hougassii</i>
Agavaceae	<i>Agave salmiana</i>	Solanaceae	<i>Solanum iopetalum</i>
Agavaceae	<i>Agave scabra</i>	Solanaceae	<i>Solanum jamesii</i>
Agavaceae	<i>Agave shrevei</i>	Solanaceae	<i>Solanum lesteri</i>
Agavaceae	<i>Agave striata</i>	Solanaceae	<i>Solanum morelliforme</i>
Annonaceae	<i>Annona cherimola</i>	Solanaceae	<i>Solanum oxycarpum</i>
Annonaceae	<i>Annona diversifolia</i>	Solanaceae	<i>Solanum papita</i>
Annonaceae	<i>Annona glabra</i>	Solanaceae	<i>Solanum pinnatisectum</i>
Annonaceae	<i>Annona muricata</i>	Solanaceae	<i>Solanum polytrichon</i>
Annonaceae	<i>Annona purpurea</i>	Solanaceae	<i>Solanum polyadenium</i>
Annonaceae	<i>Annona reticulata</i>	Solanaceae	<i>Solanum schenkii</i>
Ebenaceae	<i>Diospyros digyna</i>	Solanaceae	<i>Solanum stenophyllidium</i>
Convolvulaceae	<i>Ipomoea batatas</i>	Solanaceae	<i>Solanum stoloniferum</i>
Fabaceae	<i>Leucaena confertiflora</i>	Solanaceae	<i>Solanum tuberosum</i>
Fabaceae	<i>Leucaena esculenta</i>	Solanaceae	<i>Solanum tarnii</i>
Fabaceae	<i>Leucaena lanceolata</i>	Solanaceae	<i>Solanum trifidum</i>
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Solanaceae	<i>Solanum vallis-mexici</i>
Fabaceae	<i>Leucaena macrophylla</i>	Solanaceae	<i>Solanum verrucosum</i>
Cactaceae	<i>Opuntia amyclaea</i>	Solanaceae	<i>Solanum ximichocanum</i>
Cactaceae	<i>Opuntia auberi</i>	Solanaceae	<i>Solanum xsambucinum</i>
Cactaceae	<i>Opuntia cochenillifera</i>	Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i>
Cactaceae	<i>Opuntia crassa</i>	Anacardiaceae	<i>Spondias purpurea</i>
Cactaceae	<i>Opuntia joconostle</i>	Anacardiaceae	<i>Spondias radlkoferi</i>
Cactaceae	<i>Opuntia megacantha</i>		

Especies elegidas como objetos de conservación de *filtro fino* para el agrosistema de traspatio o solar.

Mirtyllocactus geometrizans
TEHUACÁN, PUEBLA
FOTO: CARLOS GÓMEZ

CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR, NAYARIT
FOTO: A. BONETA



Para esta sección se desarrolló una base de datos taxonómica para las especies seleccionadas. Desafortunadamente esta base de datos no contiene datos agronómicos, por lo que existe un sesgo en la presencia de especies en las diversas regiones del país.

Es muy importante llevar a cabo la integración de la información geográfica, cultural y biológica de la agrobiodiversidad. Para llevar a cabo esta tarea, se definieron los siguientes insumos:

- Mapa de las regiones bioculturales de México (Boege, 2007)
- Mapa geográfico del análisis de *filtro grueso*
- Posicionar a comunidad indígenas y campesinas (Boege, 2007)
- Depuración de las lista de especies cultivadas y sus variedades locales, así como de las especies silvestres parientes de especies cultivadas
- Definir unidades paisajísticas relacionadas con la cultura y relacionadas a la conservación
- Incluir agrosistemas puntuales en grave riesgo, definidos por los expertos

3.2 SELECCIÓN DE SITIOS PRIORITARIOS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA AGROBIODIVERSIDAD

La selección de 16 sitios prioritarios (polígonos) para la conservación de la agrobiodiversidad se muestra en la Figura 22. Los polígonos más grandes se ubican en el estado de Oaxaca, el norte de Guerrero y el sureste del estado de Chihuahua, en la zona indígena Rarámuri. Es importante resaltar que los polígonos seleccionados coinciden con sitios de alta riqueza de objetos de conservación de *filtro fino* de la biodiversidad terrestre.

Finalmente, se debe señalar que además de los criterios mencionados para la selección geográfica de los sitios prioritarios para su conservación, los expertos eligieron sitios que no fueron seleccionados por los criterios geográficos mencionados. Esos sitios se consideraron agrosistemas frágiles y en grave peligro de desaparecer y conservan una importante cantidad de variedades que son genética y culturalmente importantes.

los expertos eligieron sitios que se consideraron agrosistemas frágiles y en grave peligro de desaparecer y conservan una importante cantidad de variedades que son genética y culturalmente importantes.



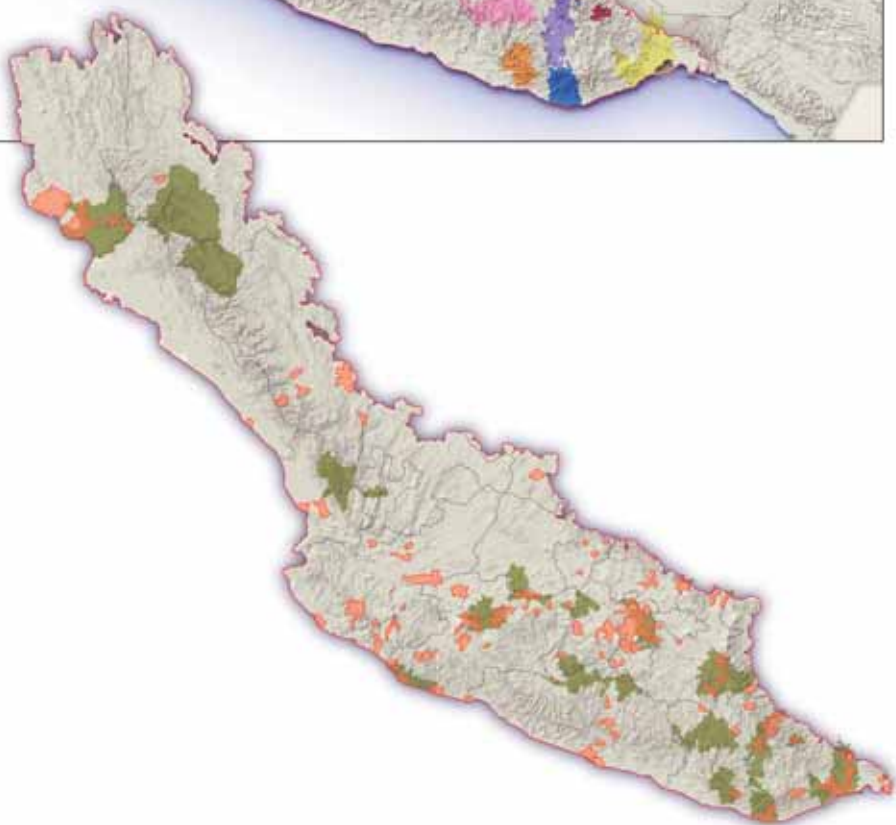
FIGURA 22

Mapa de sitios prioritarios para la conservación de la agrobiodiversidad

en el área del centro y occidente de México.

En el extracto del área de estudio (abajo) se muestra la sobreposición de los sitios prioritarios y de las microcuencas de elevada riqueza verificada (15-60 especies) de la biodiversidad terrestre.

- Sitios priritarios para la conservación de la agrobiodiversidad
- Microcuencas de elevada riqueza de especies (15-60)



4. AMENAZAS

Las amenazas que fueron consideradas para la realización de la cobertura de costos se muestran en los Cuadros 21 y 22. Algunas de ellas como las zonas urbanas, zonas industriales y zonas de actividad minera, se evaluaron en función de su localización en la cuenca y localización geográfica. Las carreteras se evaluaron en función de su ubicación geográfica en el área de estudio.

En la Figura 23 se muestran los Estados con las diferentes amenazas detectadas. En la Figura 24 se representan las amenazas consideradas geográficamente.

En general las amenazas se presentan a lo largo de toda la zona de estudio, aunque es posible detectar zonas con un impacto más localizado. La actividad minera, se encontró en todos los Estados. Sin embargo, en cada uno de los Estados existen sitios con una operación más fuerte y por ende con un costo relativo mayor.

Los Estados que tienen sobreexplotación de acuíferos son Guanajuato, Aguascalientes, Chihuahua, Durango, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tlaxcala y Zacatecas. Esto demuestra que en gran parte del país ha habido un mal uso del recurso agua.

Las carreteras y caminos (relacionados con la presencia de poblados) predominan en los Estados del centro de México, de hecho, el Eje Neovolcánico es de las regiones con mayor población en la zona de estudio.

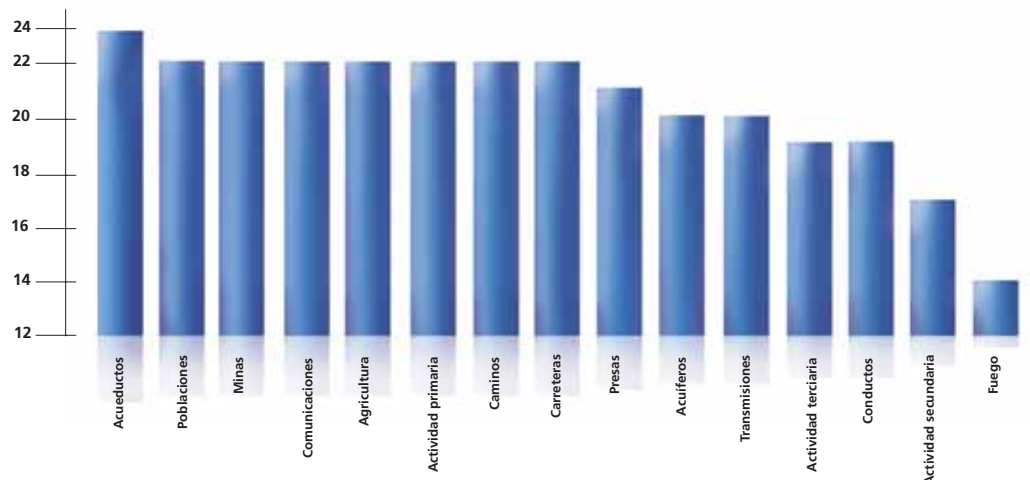
Se puede encontrar más información sobre las amenazas en el CD.



COBERTURA DE COSTOS A NIVEL MUNICIPAL

FIGURA 23

Número de Estados
(eje de las ordenadas) en función de
las amenazas detectadas
(eje de abscisas).



Amenaza		Valor de la amenaza en función de su localización en la cuenca hidrológica		
		Cabecera	Transporte	Emisión
Zonas urbanas	Valor en función del número de habitantes			
	0 - 25,000	7	4	1
	25,000 - 500,000	8	5	2
	> 500,000	9	6	3
Zonas industriales	Municipios con actividad primaria	3	3	3
	Municipios con actividad secundaria	9	9	9
	Municipios con actividad terciaria	3	3	3
Producción energética y	minería			
Actividad minera				
	Metales pesados y sustancias tóxicas	9	9	9
	Bancos de material (gravas, arenas, tezontles)	5	4	3
	Minerales	3	2	1

CUADRO 21

Amenazas para la biodiversidad que se evaluaron en función de su localización en la cuenca.

Amenaza	Extensión			Impacto	Permanencia
Desarrollo de infraestructura					
Turismo y áreas recreativas					
	Turismo rural (baja intensidad)	5	5	5	
	Gran turismo (alta intensidad)	9	9	9	
Agricultura y Acuicultura					
Cultivos de riego	Permanente	9	9	9	
Cultivos de temporal	Permanente	8	8	8	
Anual					
Actividad maderera					
Ganadería					
	Pastizal cultivado	9	9	9	
	Pastizal inducido	8	8	8	
	Pastizal natural	5	5	5	
	Matorral	9	9	5	
	Selva baja	6	6	8	
	Bosque pino-encino	6	6	5	
Granjas acuícolas (presas)					
	Intensiva	9	9	9	
	Extensiva	9	9	9	
Energía renovable					
	Geotérmica				
	Hidroeléctrica				
	Núcleolétrica				
	Termoeléctrica				
	Eólica				
Infraestructura de transporte					
	Carreteras y vías férreas	Norte	Centro	Sur	
	Carreteras de 4 carriles o más	7	9	5	9
	Camino pavimentado	6	8	4	9
	Terracerías	2	3	1	8
	Veredas y brechas		2	7	
	Vías férreas		1	4	
Líneas de transmisión y comunicación					
	Acueductos		3		3
	Líneas de transmisión		3		3
	Instalaciones de comunicación		3		3
	Conductos		3		3
Modificaciones al sistema natural					
Supresión o incremento de la frecuencia de incendios					
Especies invasoras problemáticas					
	Especies invasoras	9	*	*	
	Material genético introducido	9	9	9	
Contaminación y material (impactos relacionados con la energía)					
	Químicos tóxicos				
	Nutrientes	9	9	9	
	Basura				
	Ciudades de 0 a 25,000 habitantes	5	5	5	
	Ciudades de 25,000 a 500,000 habitantes	7	7	7	
	Ciudades mayores de 500,000 habitantes	9	9	9	
	Acuíferos sobreexplotados	9	9	9	

CUADRO 22

Amenazas para la biodiversidad que se evaluaron en función de su extensión, impacto y permanencia

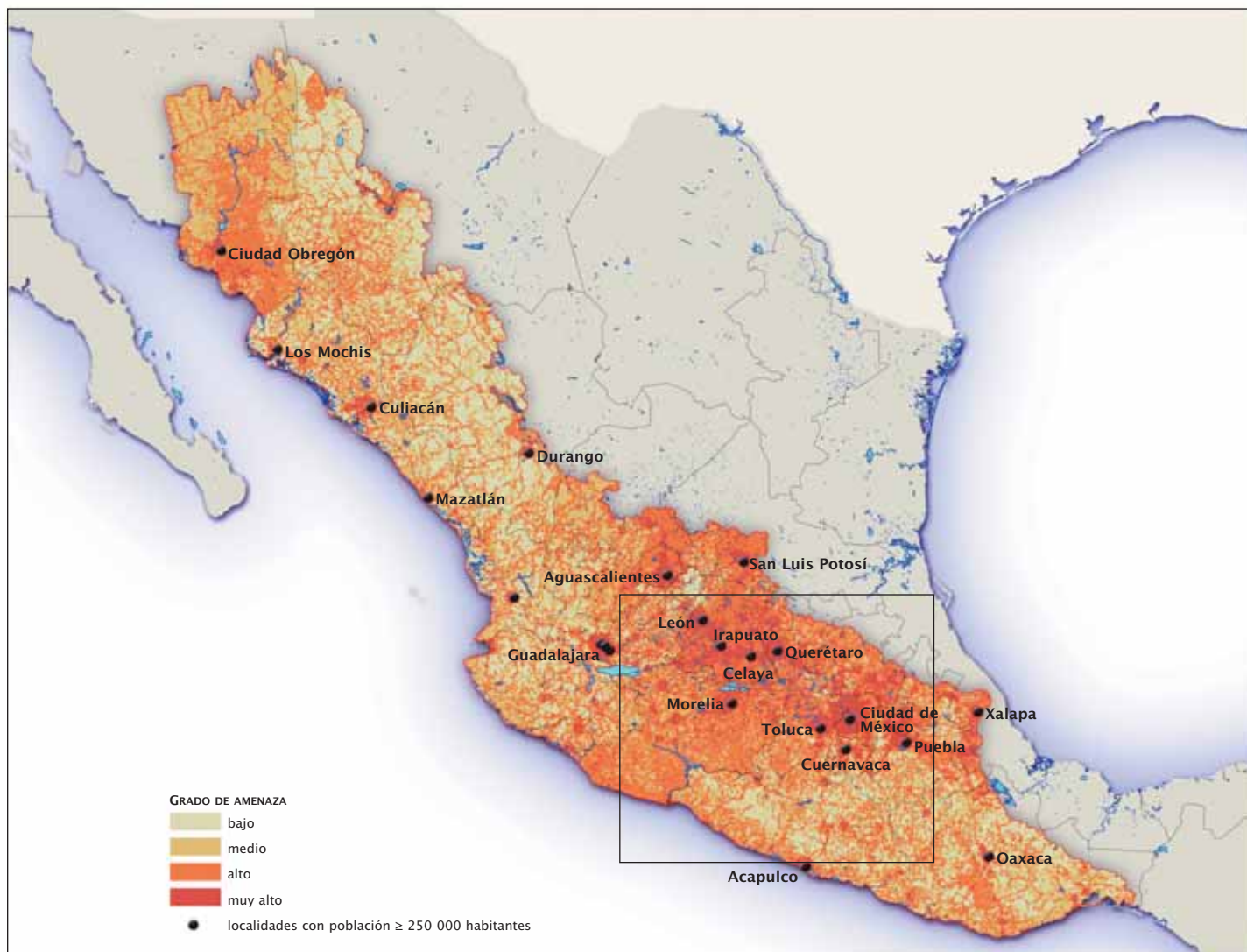
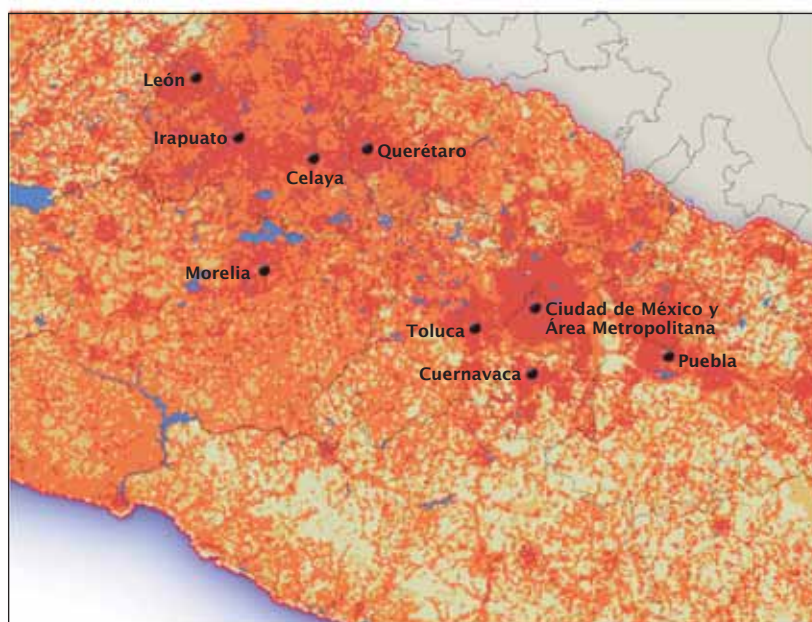


FIGURA 24
Cobertura de costos para la
Planeación Ecorregional.



G) PRÓXIMOS PASOS

Los pasos principales que será necesario realizar para obtener un *portafolio* de sitios de conservación para el centro y occidente de México, así como las estrategias necesarias para su conservación son los siguientes:

- 1) Ejecutar el algoritmo Marxan con la finalidad de optimizar las áreas de conservación y generar modelos de redes de sitios para su conservación. Estas redes de sitios pretenden maximizar el número de objetos de conservación que cumplan las metas propuestas, minimizando los costos de conservación asociados.
- 2) Revisar y comparar los sitios resultantes en este Plan de Conservación con otros ejercicios de priorización que se han hecho en la misma zona, como lo es el Análisis de Vacíos y Omisiones de Conservación que se realiza actualmente (CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA-UANL-UNAM, *in prep.*), entre otros previamente identificados.
- 3) Determinar para cada uno de los sitios propuestos, estrategias de conservación que permitan mitigar las amenazas identificadas y la viabilidad a largo plazo de los objetos de conservación identificados. Para ello se requerirá desarrollar un *Taller de Estrategias de Conservación* incluyendo actores de diferentes sectores: gobierno, académico y otras organizaciones interesadas en la conservación de esta zona, para fortalecer y/o iniciar alianzas estratégicas y de vinculación, que permitan la implementación de la red de sitios para la conservación.



SEMBRADÍOS EN LOS ALREDEDORES DE AMECAMECA, ESTADO DE MÉXICO. FOTO: A. BONETA

Determinar estrategias de conservación que permitan mitigar las amenazas identificadas y la viabilidad a largo plazo de los objetos de conservación identificados.

H) REFERENCIAS

- ANDREWS, C. 1990. *The ornamental fish trade and conservation*. Journal of Fish Biology. 37 (Supplement A). 53-59 pp, Mexico.
- ARRIAGA-CABRERA, L., V. Aguilar Sierra, J. Alcocer Durand, R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz López, E. Vázquez Domínguez (coords.). 1998. *Regiones hidrológicas prioritarias*. Escala de trabajo 1:4 000 000. 2ª. edición. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- ARRIAGA-CABRERA, E. Vázquez-Domínguez L., J. González-Cano, R. Jiménez-Rosenberg, E. Muñoz-López, V. Aguilar-Sierra (coords.). 1998. *Regiones Prioritarias Marinas de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- ARRIAGA, L. Espinoza, J.M., Aguilar, C., Martínez, E., Gómez, L. y E. Loa. 2000. *Regiones Terrestres Prioritarias de México*. CONABIO. México, 609 pp.
- ARRIGNON, J. 1979. *Ecología y piscicultura de aguas dulces*. Mundi-Prensa. Madrid, 365 pp.
- BEZAURY, J., Waller, R., Sotomayor, L., Li, X., Anderson, S., Sayre, R. & B. Houseal, 2000. *Conservation Biodiversity in Mexico: Ecoregions, Sites and Conservation Targets. Synthesis of identification and priority setting exercises*. The Nature Conservancy. PiP Program-USAID. 117 pp.
- BEZAURY-CREEL J.E. y J.F. Torres. 2007. *Base de Datos Geográfica de Áreas Naturales Protegidas Estatales del Distrito Federal y Municipales de México* - Versión 1.0, Mayo 31, 2007. The Nature Conservancy / PRONATURA A.C. / Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad / Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 6 Capas ArcGIS 8.0 + 1 Archivo de Metadatos Word.
- Birdlife International-CIPAMEX. 1996. *Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves* (AICAS).
- BOEGE, E. 2007. *El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México*. En preparación. México.
- BRANIFF, C. B., L.S. Cordell; M. de la L. Gutiérrez; E. Villalpando y M.A. Hers. 2001. *La gran chichimeca*. El lugar de las rocas secas. CONACULTA. Jaca Book. P. 8-9.
- Brown Jr. K.S. 1991. *Conservation of Neotropical environments: insects as indicators*. En: Collins N. M. y Thomas J. A. (eds), *The Conservation of insects and their habitats*. Academic Press, London: 350-404.
- CARRILLO-RIVERA, J. 2005. *Reconocer el papel del agua subterránea, fundamental para la regulación del ambiente*. Artículo en La Jornada. Edición especial: Agua, diciembre 2005, 233-234 pp.
- CASAS, A. y G. Barbera. 2002. *Mesoamerican domestication and difusión*. En: P.S. Nobel. CACTI. Biology and uses. Regents of the University of California.
- CEBALLOS, G. y G. Oliva (Coord.). 2005. *Los mamíferos silvestres de México*. FCE, CONABIO. México. D.F. 986 p.
- Comisión Nacional del Agua (CNA). 2005. *Estadísticas del Agua en México*
- Comisión Nacional del Agua (CNA). 2006. *La Gestión del Agua en México. Avances y retos*. CNA. México.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas —Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. s/f. Base de Datos Geográfica de Áreas Naturales Protegidas Federales. Versión modificada y ampliada por J.E. Bezaury-Creel, J. Fco. Torres y L. Ochoa-Ochoa. 1 Capa ArcGIS 8.0
- Comunidad y Biodiversidad, A.C. (COBI)—The Nature Conservancy, 2005. *Evaluación Ecoregional del Golfo de California*. Guaymas, Sonora. CD-ROM.
- Conservación Internacional (facilitador). 2000. *Selva Lacandona Siglo XXI: Estrategia Conjunta para la Conservación de la Biodiversidad*. U.S.AID-México. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. México. 167 pp. + apéndices.
- CONTRERAS-BALDERAS, S; P. Almada-Villela; L. Lozano-Vilano y M. E. García-Ramírez. 2003. *Freshwater fish at risk or extinct in Mexico*. Reviews in Fish Biology and Fisheries Vol. 12: 241-251 pp.
- CONTRERAS-MACBEATH, T. 2005. *Analysis of Freshwater fish conservation in Mexico: with emphasis on viviparous fishes*. en: *Viviparous Fishes*, editado por Uribe M. C. y Grier J. H. New Life Publications. p.p. 401-414.
- DE LA VEGA SALAZAR, M.; E. Avila-Luna, y C. Macías-García. 2003. *Ecological evaluation of local extinction: the case of two genera of endemic Mexican fish, Zoogoneticus and Skiffia*. Journal of Biodiversity and Conservation, Vol: 12, 2043 a 2056 pp.
- DINERSTEIN, E., Olson, D., Atchley, J., Loucks, C., Contreras, S., Abell, R., Iñigo, E., Enkerlin, E., Williams, C.E. and G. Castilleja (eds.). 2000. *Ecoregion Based Conservation in the Chihuahuan Desert: A biological Assessment*. World Wildlife Fund, CONABIO, TNC, Pronatura Noroeste & ITESM. 157 pp. + Anexos.
- Diario Oficial de la Federación, 2002. Miércoles 6 de mayo, (2ª. Sección SEMARNAT). *Norma*
- Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001*, Protección Ambiental-Especies nativas de México, de Flora y Fauna Silvestres-Categorías de Riesgo y Especificaciones para la inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.
- DOMÍNGUEZ-DOMÍNGUEZ O., N. Mercado-Silva, J. Lyons y H. J. Grier. 2005. *The viviparous Goodeid species*. en: *Viviparous Fishes, editado por Uribe M. C. y Grier J. H.* New Life Publications. p.p. 525-571.
- DRESSLER, R. 1953. *The pre-columbian cultivated plants of Mexico*. Botanical Museum Leaflets 16. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts.
- ENRÍQUEZ-ANDRADE, R. y G. Danemann. 1998. *Identificación y establecimiento de prioridades para las acciones de conservación y oportunidades de uso sustentable de los recursos marinos y costeros de la Península de Baja California*. Reporte técnico de proyecto. Pronatura Península de Baja California. México. 77 pp.
- ERWIN, T. L., 1982. *Tropical forests: their richness in Coleoptera and other arthropod species - Coleopts*. Bull., 36: 74-75.
- ESPINOSA, H. 1993. *Riqueza y diversidad de peces*. En: Calixto Albarrán, I. Influencia Antrópica en la Distribución Geográfica de Especies de Peces Nativos de la Subcuenca del Río Teuchitlán, Jalisco. 2005. Tesis de Maestría. Facultad de Filosofía y Letras División de Estudios de Posgrado. UNAM, 97 pp.
- ESRI ArcMap 9.0. 1999-2004.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2004. *The state of world fisheries and aquaculture 2004*. FAO Fisheries Department, Rome, Italy.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2005. *Building on gender, agrobiodiversity and local knowledge*. A training manual. 177 pp.
- Fideicomiso de Riesgo Compartido Agencia Promotora de Agronegocios-Universidad Autónoma de Querétaro (FIRCO-UAQ). 2005. *Delimitación Nacional de Microcuencas* primera versión.
- FLANERY, K.V. (ed). 1986. *Gilá Naquitz*. Academia Press. New York.
- FLORES-VILLELA, O. y L. Canseco-Márquez. 2004. *Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México*. Acta Zoológica Mexicana. 20 (2): 115-144.
- FLORES, O. y P. Gerez. 1994. *Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso de suelo*. UNAM/Conabio. México.
- Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, WWF, Gobierno del Estado de Na-

- yarit, s/a. *Estrategia General de Conservación de Marismas Nacionales*, Nayarit.
- GONZÁLEZ SORIANO, E. y R. Novelo Gutiérrez. 2007. *Odonata of Mexico revisited*. En prensa.
- GROVES, C. L. Valutis, D. Vosick, B. Neely, K. Wheaton, J. Touval, B. Runnels. 2000. *Diseño de una geografía de la esperanza: Manual para la planificación de la conservación ecorregional*. The Nature Conservancy.
- HARLAN, J.R. 1975. *Crops and man. Foundation for modern crop science series*. American society of agronomy. Madison, Wisconsin.
- HIGGINS. 2005, J. V., M.T. Bryer, M.L. Khoury y T. Fitzhugh. 2005. *A Freshwater classification approach for biodiversity conservation planning*. Cons. Biol. Vol: 19, No. 2, 432 a 445 pp.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía e Informática (INEGI). 1995. *Estadísticas del Medio Ambiente*. México. 1994. INEGI. Mexico.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía e Informática (INEGI). 1997. *Diccionario de datos de uso de suelo y vegetación (vectorial)* escala 1:250 000.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía e Informática (INEGI). 1998. *Diccionario de datos edafológicos (vectorial)* escala 1:250 000.
- Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI). 2005. *Conjunto de Datos Vectoriales de la Carta de Uso del Suelo y Vegetación* escala 1:250,000, Serie III (CONJUNTO NACIONAL).
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía e Informática (INEGI). *Conjunto de Datos Vectoriales de la Carta de Uso del Suelo y Vegetación* escala 1:250,000, Serie III (CONJUNTO NACIONAL). En proceso.
- Instituto de Geografía, UNAM-SEMARNAT. 2000. *Inventario Nacional Forestal*, escala 1:250,000.
- JONSON, M.; B.Malmqvist, y P. Hoffsen.2001. *Leaf litter breakdown rates in boreal streams: does shredder species richness matter?* Freshwater Biology, Vol:14, 26 a 35 pp.
- KAMUKALA, G. L. y Crafter, S. A. (eds) 1993. *Wetlands of Tanzania*. Proceedings of a Seminar on the Wetlands of Tanzania, Morogoro, Tanzania, 27-29 November, 1991. IUCN-The World Conservation Union, Gland, Switzerland and Cambridge, U.K. pp 170.
- Kramer, P. & P. Richards Kramer, 2002. *Eco-regional Conservation Planning for the Mesoamerican Caribbean Reef (MACR)*. World Wildlife Fund.140 pp.
- LEÓN, J. 1987. *Botánica de los cultivos tropicales*. Instituto interamericano de cooperación para la agricultura. San José, Costa Rica. 445 p.
- LÓPEZ-PÉREZ, Mario.2005. *La situación de las cuencas en México*. En: Vargas, S. y E. Mollard. Problemas Socio-Ambientales y Experiencias organizativas en las Cuencas de México. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua e Institut de Recherche pour le Développement, 36 a 55 pp.
- LOT Antonio, A. Novelo Retana, M.Olvera García, Ramírez-García, P. 1999. *Catálogo de Angiospermas Acuáticas de México Hidrófilas estrictas emergentes, sumergidas y flotantes*. Instituto de Biología. Universidad Autónoma de México, 161 pp.
- MADEREY-R, L. y Torres-Ruata, C. (1990). *"Cuencas hidrológicas" en Hidrogeografía e hidro-metría. IV.6.1*.Atlas Nacional de México. Vol II. Escala 1: 4 000 000. Instituto de Geografía, UNAM. México.
- MARSHALL, R.M., Anderson, S., Batcher, M., Comer, P., Cornelius, S., Cox, R., Gondor, A., Humke, J., Paredes, R., Parra, I. y S Schwartz. 2000. *Análisis ecológico de las prioridades de conservación en la eco-región del desierto sonorense*. Preparado por The Nature Conservancy, Capitol Arizona, Sonoran Institute e IMADES. 157 pp.
- MARSHALL, R.M., D. Turner, A. Gondor, D. Gori, C. Enquist, G. Luna, R. Paredes Aguilar, S. Anderson, S. Schwartz, C. Watts, E. Lopez, P. Comer. 2004. *An Ecological Analysis of Conservation Priorities in the Apache Highlands Ecoregion*. Prepared by The Nature Conservancy of Arizona, Instituto del Medio Ambiente y el Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora, agencies and institutional partners. 152 pp.
- MEERHOFF, M. y Mazzeo N. 2004. *Importancia de las plantas flotantes libres de gran porte en la conservación y rehabilitación de lagos someros de Sudamérica*. Ecosistemas, mayo-agosto, Vol. XIII, No. 002. 1697 a 2473 pp. (URL): <http://www.aeet.org/ecosistemas/042/revision1.htm>.
- MICHELE DePhilip. 1999. *Guide to information for assessing quality of and threats to biodiversity of freshwater systems*. TNC
- MILLER, R.R. y J.M. Fitzsimons.1971. *Ameca splendens, a new genus and species of goodeid fish from western Mexico, with remarks on the classification of the Goodeidae*. Copeia, Vol. 1, 1 a 13 pp.
- MILLER, R. R., J. D. Williams y J. E. Williams.1989. *Extinction of North American fishes during the past century*. Fisheries, Vol: 14, 22 a 38 pp.
- MILLER R. R. 2005. *Freshwater Fishes of México*. The University of Chicago Press. 490 p.
- MIKKOLA, K. 1991. *The conservation of insects and their habitats in Northern and Eastern Europe*. En: Collins N.M. y Thomas J. A. (eds). The conservation of insects and their habitats. Academic Press, London: 109-120.
- MITCHELL, S., D.1974. *Aquatic vegetation and its use and control*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Paris, 135 pp.
- MORGAN, LANCE, Sara Maxwell, Fan Tsao, Tara A.C. Wilkinson y Peter Etnoyer. 2005. *Áreas prioritarias marinas para la conservación: Baja California al Mar de Bering*. Comisión para la Cooperación Ambiental y Marine Conservation Biology Institute. Montreal. 123 pp.
- MORÓN, M. A. 1994. *La diversidad genérica de los coleópteros Melolonthidae en México*. Acta Zool. Mex. Vol:61, 7 a 19 pp.
- MORÓN, M. A. 1997. *Inventarios faunísticos de los Coleoptera Melolonthidae Neotropicales con potencial como bioindicadores*. G.it. Ent. 8: 265-274.
- MORRISON, M. L. y L. S. Hall. 2002. *Standard terminology: toward a common language to advance ecological understanding and application*. En J.M. Scott, P. J. Heglund, M.L. Morrison, J.B. Haufler, M. G. Raphael, W. A. Wall y F.B. Samson (Eds.). Predicting species occurrence: issues of accuracy and scale. Island Press, Washington, USA. pp. 43-52.
- MOSS, B. 1992. *Ecology of fresh waters. Man and medium*. Blackwell Scientific Publications.
- NAVARRO, A. y H. Benítez. *El dominio del aire*. Fondo de cultura económica, colección La ciencia para todos. Consultada en: http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/138/htm/sec_21.htm
- NICK Salafsky et al. 2003. *Conventions for Defining, Naming, Measuring, Combining, and Mapping Threats in Conservation* "An Initial Proposal for a Standard System". TNC.
- NOVELO, A. y A. Lot. 1989. *Importancia de la vegetación acuática en los ecosistemas naturales*. In: Memorias del simposio internacional sobre la ecología y conservación del delta de los ríos Grijalva y Usumacinta. Instituto Nacional de Inves-

- tigaciones sobre Recursos Bióticos. División Regional Tabasco y Gobierno del Estado de Tabasco. Villahermosa, 5-14 pp.
- OCHOA-OCHOA, L. 2003. *Análisis sobre los centros de endemismo de la herpetofauna mexicana*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de México. 183 pp.
- OLSON D. y E. Dinerstein. 1998. *The Global 200: A Representation Approach to Conserving the Earth's Most Biologically Valuable Ecoregions*. Conservation Biology, Volume 12, No. 3, June, 502 a 515 pp.
- OLSON D., E. Dinerstein, E. Wiramanayake, N. Burgess, G. Powell, E. Underwood, J.D'Amico, I. Itoua, H. Strand, J. Morrison, C. Loecks, T. Allnutt, T. Ricketts, Y. Kura, J. Lamoreux, W. Wettengel, P. Hedao y K. Kassem. 2001. *Terrestrial Ecoregions of the World: A New Map of Life on Earth*. Bioscience, Volume 51, No. 11, November, 922-938 pp.
- OPLER, P. A. 1991. *North American problems and perspectives in insect conservation*. En: Collins N.M. y Thomas J.A. (eds.). The conservation of insects and their habitats. Academic Press, London: 9-32.
- PAABY-HANSEN, Pia y L. Corrales. 2005. *Revisando las Prioridades de Conservación de la Biodiversidad Mesoamericana: Sistemas de Agua Dulce*. Documento de trabajo No.1. No publicado, 36 pp.
- PAULSON, 2004 en: González-Soriano y Novelo-Gutiérrez, R, en prensa
- PERESBARBOSA Rojas, E. (ed.). 2005. *Planeación para la Conservación de la Costa de Veracruz*. Pronatura Veracruz y The Nature Conservancy. Xalapa, Ver.
- Pronatura Noreste, The Nature Conservancy y World Wildlife Fund. 2004. *Valoración Ecorregional para la Conservación del Desierto Chihuahuense*. 2ª. ed., 105 pp.
- Pronatura-Chiapas, IHNyE, CONABIO, CONANP, SERBO y CIESAS. 2004. *Plan regional para la Conservación de la Selva Zoque*. San Cristóbal de las Casas, Chiapas. Proyecto apoyado por la USAID. 133 pp.
- RICHTER, B.D., R. Mathews, D.L. Harrison y R. Wigginton. 2003. *Ecologically sustainable water management: Managing river flows for ecological integrity*. Ecological applications Vol. 13, Num.1, 206 a224 pp.
- ROJAS-MORENO, J. y Novelo-Retana, A. 1995. *Flora y Vegetación Acuáticas del Lago de Cuitzeo*. Acta Botánica Mexicana. Vol. 31, 1 a 17 pp.
- ROSENBERG, D.M. y Resh, V.H. 1993. *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. Chapman & Hall, London, Great Britain.
- SAVAGE, J.M. 1982. *The Enigman of the Central American Herpetofauna: dispersal or vicariance*. Ann. Missouri. Bot. Gard. Num. 69, Vol. 3, 464-547 pp.
- SECAIRA, F. y O. Maldonado (compiladores.). 2006. *Una agenda para hoy: Las acciones que debemos aprender. Estrategias del Plan Ecorregional de las Selvas Maya, Zoque y Olmeca*. The Nature Conservancy-USAID/ Parks in Peril Program - CEPF-USFS-USFWS. San José, C.R., 41 pp.
- SECAIRA, F. & G. García-Contreras (eds.). 2006. *Una visión para el futuro: Cartografía de las Selvas Maya, Zoque y Olmeca*. The Nature Conservancy-Pronatura Península de Yucatán, A.C.-USAID / Parks in Peril Program - CEPF-USFS-USFWS-Corredor Biológico Mesoamericano México-CONABIO. San José, C.R 36 pp.
- SECAIRA, F., M.C. Paiz & G. Hernández, 2006. *Una visión para el futuro, una agenda para hoy*. Plan Ecorregional de las Selvas Maya, Zoque y Olmeca. The Nature Conservancy-Pronatura Península de Yucatán, A.C.-USAID / Parks in Peril Program - CEPF-USFS-USFWS. San José, C.R., 28 pp + DVD containing databases, digital maps and reports.
- SCACHETTI-PEREIRA, R. 2001. *Desktop Garp Versión 1.1.3*. software on line. The University of Kansas, USA. <http://www.lifemapper.org/desktopgarp/>.
- STOKWELL, D.R.B. y I.R. Noble. 1991. *Induction of sets of rules from animal distribution data: a robust and informative method of data analysis*. Mathematics and computer in simulation. Vol 32: 249-254.
- Stolton, S. N. Maxted, B. Ford-Lloyd, S. Kell and N. Dudley. 2006. *Arguments for protection. Food Stores: Using protected areas to secure crop genetic diversity*. Wild World Fund-Equilibrium-University of Birmingham, UK. 137 pp.
- STORK, N. E. 1988. *Insect diversity: facts, fiction and speculation*. Biological Journal of the Linnean Society, 35: 321 -337.
- TÉLLEZ, O. 2004. *Coberturas Climáticas para México*. UBIPRO, Facultad de Estudios Superiores, Universidad Nacional Autónoma de México Campus-Iztacala.
- The Nature Conservancy (TNC). 1999. *Freshwater Initiative Workshop Proceedings: Evaluating ecological integrity at freshwater sites*. Freshwater initiative (FWI). July 7-9. 1999. Temecula, California, 44 pp.
- The Nature Conservancy. 2000. *Designing a Geography of Hope: A practitioner's handbook for eco-regional conservation planning*. 2nd. Ed., 2 vols.
- The Nature Conservancy. 2002. *The Gulf Coast Prairies and Marshes Ecoregional Conservation Plan*. TNC. San Antonio, TX, USA. 27 pp. + Appendices.
- ULLOA, R., Torre, J., Bourillón, L., Gondor, A. y N. Alcázar. 2006. *Planeación ecorregional para la conservación marina: Golfo de California y costa occidental de Baja California Sur*. Informe a The Nature Conservancy. Guaymas (México): Comunidad y Biodiversidad, A.C. 153 pp.
- United International Conservation Nature.1996. *UICN Red list of threatened animals*. Gland, Suiza.
- Webb, S.A.; Graves, J.A.; Macías-García, C; Magurran, A.E. Ofoighil, D. y Ritchie, M.E. 2004. *Molecular Phylogeny of the livebearing Goodeidae (Cyprinodontiformes)*. Molecular Phylogenetics and Evolution, Vol: 30, Num: 3, 527 a 544 pp.
- Webb, S.A. y R.R. Miller.1998. *Zoogoneticus tequila a new goodeid fish (Cyprinodontiformes) from the Ameca Drainage of Mexico, and rediagnosis of the genus*. Occasional Papers of the Museum of Zoology the University of Michigan, Vol: 725, 1 a 23 pp
- World Wide Fund. 2003. *A portfolio of stories: Ecoregion conservation*. Washington, D.C. USA. World Wildlife Found. 21 p.

I) PÁGINAS DE INTERNET

- Comunicado de prensa. Martes, 25 de marzo de 2003. México, DF. <http://www.conapo.gob.mx/prensa/>
- Ehrlich Martínez, C.(?). *Apuntes sobre el Agua y la Seguridad Nacional de México*. En: <http://www.imacmexico.org/>
- Missouri Botanical Garden. <http://www.mobot.org/>
- New York Botanical Garden. <http://www.nybg.org/>
- Neodat Catalog Search. <http://www.neodat.org/>
- Servicio Geológico Mexicano. <http://www.coremisgm.gob.mx/>
- Comisión Nacional del Agua. <http://www.cna.gob.mx/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/>
- International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. <http://www.iucn.org/>

REFERENCIAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy y Pronatura México (CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA) en preparación. Mapa de riqueza potencial acumulada para vertebrados terrestres y grupos seleccionados de plantas. Análisis de vacíos y omisiones de conservación en México. México.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy y Pronatura México (CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA) en preparación. Mapa de endemismo potencial acumulado para vertebrados terrestres y grupos seleccionados de plantas. Análisis de vacíos y omisiones de conservación en México. México.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2004. Lenguas indígenas por Entidad Federativa, 2002. Escala 1:250 000. Datos extraídos de Serrano C., E., Embriz O., A. y Fernández H., P. (coord.). "Indicadores socioeconómicos de los pueblos indígenas de México, 2002". INI, PNUD y CONAPO. México, D.F.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2004. Lenguas indígenas a nivel municipal, 2002. Escala 1:250 000. Datos extraídos de Serrano C., E., Embriz O., A. y Fernández H., P. (coord.). "Indicadores socioeconómicos de los pueblos indígenas de México, 2002". INI, PNUD y CONAPO. México, D.F.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1999. Localidades con población hablante de lengua indígena, mayor al 75%, 1995. Obtenido de Censo de población y vivienda. Resultados definitivos. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), 1995. México.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2004. Población indígena de 12 años y más, según condición de actividad económica por Entidad Federativa, 2002. Escala 1:250 000. Datos extraídos de Serrano C., E., Embriz O., A. y Fernández H., P. (coord.). "Indicadores socioeconómicos de los pueblos indígenas de México, 2002". INI, PNUD y CONAPO. México, D.F.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2004. Población indígena de 12 años y más, según condición de actividad económica a nivel municipal, 2002. Escala 1:250 000. Datos extraídos de Serrano C., E., Embriz O., A. y Fernández H., P. (coord.). "Indicadores socioeconómicos de los pueblos indígenas de México, 2002". INI, PNUD y CONAPO. México, D.F.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2004. Población total e indígena y sus características a nivel municipal, 2002. Escala 1:250 000. Datos extraídos de Serrano C., E., Embriz O., A. y Fernández H., P. (coord.). "Indicadores socioeconómicos de los pueblos indígenas de México, 2002". INI, PNUD y CONAPO. México, D.F.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2004. Población total, población indígena y sus características por Entidad Federativa, 2002. Escala 1:250 000. Datos extraídos de Serrano C., E., Embriz O., A. y Fernández H., P. (coord.). "Indicadores socioeconómicos de los pueblos indígenas de México, 2002". INI, PNUD y CONAPO. México, D.F.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2000. Cartas topográficas (D14-3, E13-2-5, E13-3, E13-6, E14-1, E14-11, E14-12, E14-2, E14-3, E14-4, E14-6, E14-7, E14-9, E14-10, E15-1, E15-7, F13-11, F14-12, F13-3, F13-4-7, F13-5, F13-6, F13-8, F13-9, F13-10, F13-11, F14-12, F14-4, F14-7, F14-8, G12-12, G12-2, G12-3, G12-6, G12-9, G13-1, G13-10, G13-11, G13-2 G13-4, G13-5, G13-7, G13-8, H12-11, H12-12, H12-5, H12-6, H12-8, H12-9, H13-10, H13-4, H13-7). Escala 1:250,000. Marco Geoestadístico; Escala 1:250,000. Curvas de nivel.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2000. Provincias Fisiográficas (D14-3, E13-2-5, E13-3, E13-6, E14-1, E14-11, E14-12, E14-2, E14-3, E14-4, E14-6, E14-7, E14-9, E15-10, D15-1, E15-7, F13-11, F14-12, F13-3, F13-4-7, F13-5, F13-6, F13-8, F13-9, F13-10, F13-11, F14-12, F14-4, F14-7, F14-8, G12-12, G12-2, G12-3, G12-6, G12-9, G13-1, G13-10, G13-11, G13-2 G13-4, G13-5, G13-7, G13-8, H12-11, H12-12, H12-5, H12-6, H12-8, H12-9, H13-10, H13-4, H13-7). Escala 1:250,000.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2000. Esguimientos su-

perficiales (D14-3, E13-2-5, E13-3, E13-6, E14-1, E14-11, E14-12, E14-2, E14-3, E14-4, E14-6, E14-7, E14-9, E15-10, D15-1, E15-7, F13-11, F14-12, F13-3, F13-4-7, F13-5, F13-6, F13-8, F13-9, F13-10, F13-11, F14-12, F14-4, F14-7, F14-8, G12-12, G12-2, G12-3, G12-6, G12-9, G13-1, G13-10, G13-11, G13-2 G13-4, G13-5, G13-7, G13-8, H12-11, H12-12, H12-5, H12-6, H12-8, H12-9, H13-10, H13-4, H13-7). Escala 1:250,000.

OLSON D., E. Dinerstein, E. Wiramanayake, N. Burgess, G. Powell, E. Underwood, J.D'Amico, I. Itoua, H. Strand, J. Morrison, C. Loecks, T. Allnutt, T. Ricketts, Y. Kura, J. Lamoreux, W. Wettengel, P. Hedao y K. Kassem. 2001. *Terrestrial Ecoregions of the World: A New Map of Life on Earth*. BioScience, Volume 51, No. 11, November, 922-938 pp.

World Wildlife Fund-WWF. In process. Freshwater Ecoregions. World Wildlife Fund-WWF.





La Planificación Ecorregional del Centro

y Occidente de México consiste en identificar áreas que contienen poblaciones representativas y viables de todas las plantas y animales; así como de todas las comunidades y sistemas ecológicos nativos en tres ambientes esenciales:

Terrestre, Aguas Continentales y Agrobiodiversidad.