

# 14 Zonas críticas y de alto riesgo para la conservación de la biodiversidad de México

---

AUTOR RESPONSABLE: Gerardo Ceballos

COAUTORES: Edmundo Díaz Pardo • Héctor Espinosa • Óscar Flores Villela • Andrés García •  
Lourdes Martínez • Enrique Martínez Meyer • Adolfo Navarro • Leticia Ochoa •  
Irma Salazar • Georgina Santos Barrera







REVISORES: Eric Mellink • Pedro Peña Garcillán

---

## CONTENIDO

- 14.1 Introducción / 576
  - 14.2 Antecedentes / 577
  - 14.3 Métodos / 579
    - 14.3.1 Sitios cero extinciones / 579
    - 14.3.2 Áreas naturales protegidas / 581
  - 14.4 Sitios cero extinciones / 583
    - 14.4.1 Mamíferos / 583
    - 14.4.2 Aves / 583
    - 14.4.3 Reptiles / 585
    - 14.4.4 Anfibios / 588
    - 14.4.5 Peces dulceacuícolas / 588
  - 14.5 Áreas naturales protegidas / 591
    - 14.5.1 Representatividad de mamíferos / 592
    - 14.5.2 Representatividad de aves / 593
    - 14.5.3 Representatividad de reptiles / 594
    - 14.5.4 Representatividad de anfibios / 594
  - 14.6 Conclusiones y recomendaciones / 597
- Referencias / 598

## Apéndices

- Apéndice 14.1. *Sitios cero extinciones en México, de acuerdo con la Alianza Cero Extinciones* / 
- Apéndice 14.2. *Mamíferos de la Estrategia Cero Extinciones* / 
- Apéndice 14.3. *Sitios cero extinciones de aves* / 
- Apéndice 14.4. *Sitios cero extinciones de reptiles* / 
- Apéndice 14.5. *Sitios cero extinciones de anfibios* / 
- Apéndice 14.6. *Sitios cero extinciones de peces* / 

---

Ceballos, G., et al. 2009. Zonas críticas y de alto riesgo para la conservación de la biodiversidad de México, en *Capital natural de México*, vol. II: *Estado de conservación y tendencias de cambio*. CONABIO, México, pp. 575-600.

## Resumen

Uno de los problemas ambientales globales más severos, producto de las actividades antropogénicas, es la pérdida de la diversidad biológica por la extinción de especies y poblaciones. La identificación de las especies amenazadas y de los sitios prioritarios para la conservación son los ejes fundamentales en las estrategias enfocadas a evitar la pérdida de la biodiversidad. Al mismo tiempo, permite hacer más eficiente el uso de recursos limitados. En México no se han definido especies y sitios prioritarios para la conservación de todos los vertebrados en conjunto (mamíferos, aves, reptiles, anfibios y peces de agua dulce). Aquí se presenta una estrategia de conservación con ese objetivo, denominada “Zonas críticas y de alto riesgo para la conservación de la biodiversidad de México”. La estrategia se basa en la identificación de los sitios cero extinciones y de las áreas naturales protegidas prioritarias para la conservación.

Los sitios cero extinciones son zonas en las que se encuentran especies de distribución restringida, que solo se conocen de una o pocas localidades, en áreas geográficas menores de 10 000 km<sup>2</sup>. Las áreas naturales protegidas prioritarias para la conservación son las necesarias para representar la diversidad biológica de

vertebrados, por su riqueza de especies, unicidad y alto grado de amenaza por actividades antropogénicas. La estrategia ha identificado 415 sitios cero extinciones y 33 áreas naturales protegidas prioritarias, que son fundamentales para evitar la extinción de especies y poblaciones, y para el mantenimiento de la diversidad biológica de México. El 57% de las zonas críticas y de alto riesgo se encuentra incluido en áreas naturales protegidas y reservas privadas; el resto, los sitios cero extinciones, se encuentra fuera de reservas. Estos deben ser una prioridad de conservación y manejo.

Con objeto de tener mejor representada la diversidad de especies, en especial de las endémicas de México y en peligro de extinción, es urgente identificar nuevas zonas críticas y de alto riesgo. Como las áreas naturales protegidas son insuficientes para proteger la diversidad biológica, se deben establecer opciones de manejo compatibles con la conservación de las zonas críticas y de alto riesgo que no son susceptibles de ser protegidas en reservas. Entre los esquemas que ya se han instrumentado en México se encuentran las reservas privadas y ejidales, y el pago por servicios ambientales.

### 14.1 INTRODUCCIÓN

La pérdida de especies y poblaciones es uno de los problemas ambientales más severos que resultan de las actividades antropogénicas. Las tasas de extinción de especies se han incrementado rápidamente en las últimas décadas. Miles de especies y cientos de miles de poblaciones se encuentran amenazadas con desaparecer de no instrumentarse estrategias efectivas para su conservación (Ehrlich y Ehrlich 1981; Channell y Lomolino 2000; Ceballos y Ehrlich 2002; MA 2005). Prevenir la pérdida de la diversidad biológica es un objetivo fundamental de la conservación en todas las escalas geográficas. Sin embargo, dadas las limitaciones en recursos humanos y económicos, se ha propuesto optimizar el uso de esos recursos y maximizar los esfuerzos para evitar la extinción de especies, mediante la selección de áreas prioritarias para la conservación (Caldecott *et al.* 1996; Kerr 1997; Margules y Pressey 2000; Kerley *et al.* 2003).

La selección de áreas prioritarias para la conservación se puede basar en su *diversidad biológica*, definida como la riqueza de especies o la concentración de especies endémicas, de distribución restringida o en peligro de ex-

tinción; en su *unicidad*, es decir, si son irremplazables porque incluyen especies exclusivas, y en su *grado de amenaza* por actividades antropogénicas (Pressey *et al.* 1993; Sisk *et al.* 1994; Williams *et al.* 1996; Ceballos *et al.* 1998; Van Jaarsveld *et al.* 1998; Margules y Pressey 2000). Las áreas de mayor prioridad son las que tienen una gran diversidad biológica, son irremplazables y presentan altos grados de amenaza (Myers 1988; Ceballos *et al.* 2005a; Ricketts *et al.* 2005).

Ejemplos notables de priorización de áreas para la conservación en el ámbito mundial son los *hotspots*, las áreas de endemismo de aves (Endemic Bird Areas, EBA) y los sitios cero extinciones. Los *hotspots* son sitios que albergan por lo menos 1 500 especies de plantas vasculares endémicas y que han perdido 70% o más de su vegetación original (Myers 1988; Myers *et al.* 2000). Las EBA son áreas que mantienen especies de aves de distribución restringida, muchas de ellas amenazadas con la extinción (BirdLife International 2008). Finalmente, los sitios cero extinciones son prioritarios para la conservación por la presencia de especies críticamente amenazadas —de acuerdo con la Unión Mundial para la Naturaleza— y restringidas a una sola o dos localidades (Ricketts *et al.* 2005).

En su análisis final, la priorización de áreas para la conservación tiene como objetivo determinar qué porcentaje de la diversidad está representada en las áreas naturales protegidas y qué áreas adicionales se requieren para mejorar la representatividad de especies (Caldecott *et al.* 1996; Dobson *et al.* 1997; Ceballos *et al.* 1998; Fairbanks *et al.* 2001; Rodrigues y Gaston 2002; Faith *et al.* 2003; véase el capítulo 16, este volumen). En este sentido, una estrategia de conservación a escalas nacional o mundial debe incorporar los sitios que se necesitan para representar el mayor número de especies en sistemas eficientes de reservas o áreas naturales protegidas (*e.g.*, Ceballos 2007). Sin embargo, las áreas naturales protegidas se han establecido en general obedeciendo criterios tanto sociales como ambientales, por lo que generalmente se desconoce su verdadera representatividad de la biota de una región (Rodrigues *et al.* 2004; Ceballos *et al.* 2005a).

A pesar de que México es uno de los países biológicamente más diversos, con altos porcentajes de especies endémicas y en peligro de extinción, y con un extenso sistema de áreas protegidas, hasta ahora no se sabe con certeza qué parte de la diversidad biológica del país está representada en ellas (Ceballos 2007; véase el capítulo 16, este volumen). Es poco también lo que se conoce acerca de los sitios prioritarios para la conservación desde el punto de vista de su diversidad biológica, su unicidad y su grado de amenaza. Esto es especialmente crítico dadas las altas tasas de destrucción de los ambientes naturales, el crecimiento de la población humana y el modelo de desarrollo económico, que ponen en riesgo un porcentaje considerable de la diversidad biológica del país (Challenger 1998).

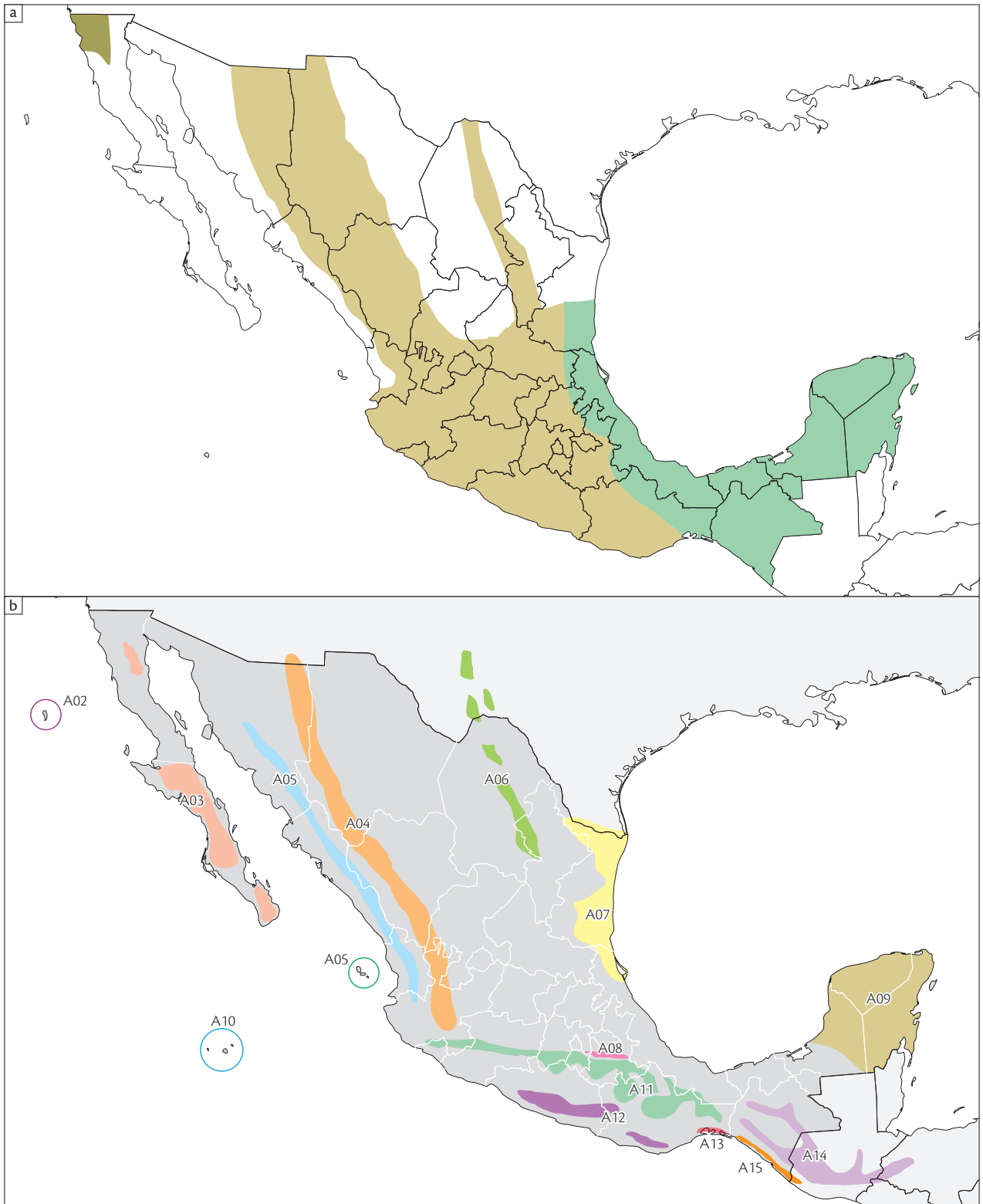
En el presente capítulo se describe el desarrollo de una estrategia para la conservación de los vertebrados de México por medio de la identificación de las zonas críticas y de alto riesgo, que son las áreas prioritarias para la conservación por su diversidad biológica, su unicidad y su alto grado de amenaza. Su objetivo fundamental es identificar esas zonas prioritarias, para que en análisis posteriores se puedan determinar mecanismos para su permanencia a largo plazo. La determinación de las zonas críticas y de alto riesgo se basa en la identificación de los sitios cero extinciones y de las áreas naturales protegidas. Este esquema permite enfocar el problema de la conservación desde el nivel de especie —ya que los sitios cero extinciones se identifican por la presencia de especies altamente amenazadas— hasta el nivel de paisaje, dado que las áreas naturales protegidas abarcan grandes extensiones de terreno. En este sentido es una estrategia

novedosa, que integra dos enfoques que no han sido combinados con anterioridad en una estrategia similar de conservación en ningún país.

## 14.2 ANTECEDENTES

La selección de áreas prioritarias para la conservación es un tema que se ha promovido en México en las últimas dos décadas, primero por grupos de investigación del extranjero y más recientemente por investigadores nacionales (Ceballos *et al.* 1998; Bojórquez-Tapia *et al.* 2004; Cantú *et al.* 2004; Riemann y Ezcurra 2005; Ceballos 2007). Los avances son muy interesantes, e indican que nuestro país sobresale en el número de localidades de importancia para la conservación en el ámbito mundial, lo que podría esperarse por su alta diversidad biológica. Por ejemplo, de los 34 *hotspots* reconocidos actualmente, tres se localizan total o parcialmente en territorio mexicano (Fig. 14.1a; Myers *et al.* 2000). De la misma manera, de las 218 EBA, 21 se localizan en México (cuadro 14.1), lo que lo coloca como uno de los países con mayor concentración de estos sitios en el mundo (Fig. 14.1b). Finalmente, México es el país que encabeza la lista de sitios cero extinciones, ya que cuenta con 63 (Fig. 14.1c), en donde están representadas 82 especies (apéndice 14.1, en  $\text{C}^{\text{P}}_3$ ); estos sitios incluyen algunas especies que, además de tener distribuciones restringidas, son endémicas y se encuentran en riesgo de extinción. Otros países con alta concentración de sitios cero extinciones son Colombia, Brasil, Indonesia y China (Ricketts *et al.* 2005).

En México la principal estrategia para la conservación de la biodiversidad ha sido la creación de áreas naturales protegidas en el ámbito federal, que actualmente alcanzan la cifra de 164, e incluyen parques nacionales, reservas de la biosfera y santuarios de flora y fauna (Conanp 2008). Sin embargo, es poco lo que se conoce acerca de la efectividad de esas reservas para representar la diversidad biológica, es decir, la riqueza de especies del país. Una excepción notable son los análisis de la efectividad de las reservas para representar mamíferos, aves, reptiles, anfibios, algunas plantas y aspectos de la heterogeneidad ambiental (Ceballos *et al.* 1998; Ceballos 1999; Ceballos y Márquez 2000; Cantú *et al.* 2004; Santos-Barrera *et al.* 2004; Riemann y Ezcurra 2005). Los análisis de vertebrados se han basado en la evaluación de entre 20 y 40 por ciento de las áreas naturales protegidas, ya que solo han incluido las reservas que cuentan con inventarios recientes de vertebrados. Los resultados más



**Figura 14.1** [Esta página y la siguiente] Sitios de México identificados como prioritarios en el ámbito mundial: **(a)** Hotspots (Myers *et al.* 2000); **(b)** algunas áreas de aves endémicas, EBA (Bibby *et al.* 1992); **(c)** sitios cero extinciones (Ricketts *et al.* 2005).

Nota: se indican con letras y números las EBA y sus nombres están en el cuadro 14.1.

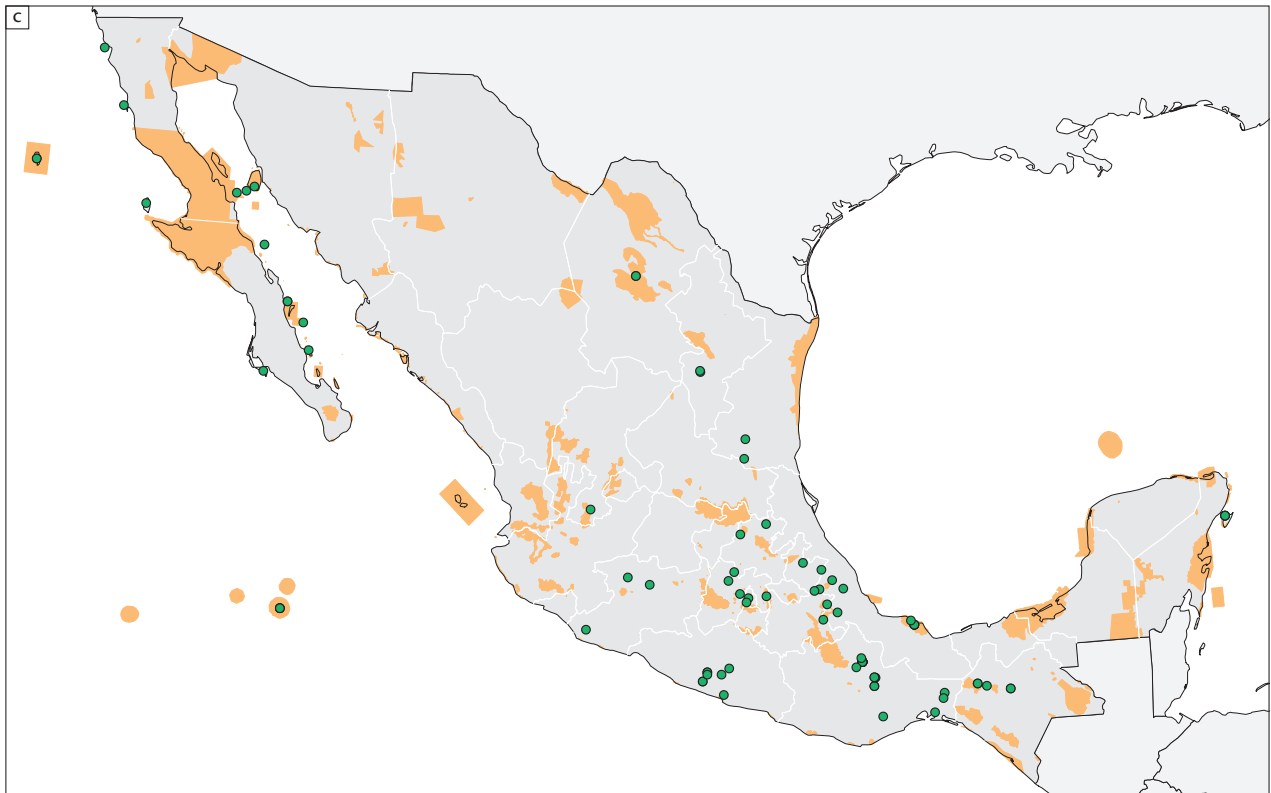


Figura 14.1 [Concluye].

interesantes son que en las áreas naturales protegidas está representado un número considerable de las especies de vertebrados de México, y que se han identificado algunas áreas adicionales necesarias para aumentar el número de especies representadas.

Por otro lado, recientemente se han evaluado los sitios en los que están representadas todas las especies de reptiles y anfibios del país, lo que permite, a su vez, actualizar las evaluaciones de los sitios prioritarios para la conservación (Ochoa-Ochoa y Flores Villela 2006).

## 14.3 MÉTODOS

### 14.3.1 Sitios cero extinciones

Los sitios cero extinciones se identificaron de dos maneras. En primer lugar, se incluyeron todos los sitios ya identificados en México por la Alianza Cero Extinciones (Ricketts *et al.* 2005). En segundo lugar, se identificaron sitios adicionales usando criterios similares a los de la estrategia internacional, con algunas modificaciones (cuadro 14.2). El primer criterio de la Alianza Cero Extincio-

nes indica que los sitios seleccionados deben ser los únicos sitios en los que se encuentra una o más especies en peligro de extinción o críticamente amenazadas de acuerdo con la clasificación de la Unión Mundial para la Naturaleza (IUCN 2007). Dado que el conocimiento sobre la situación actual de las especies de vertebrados de México es limitado, se optó por modificar este criterio y establecer como criterio fundamental la presencia de una o más especies con distribuciones restringidas.

Las especies consideradas de distribución restringida se definieron de manera *ad hoc* para cada grupo de vertebrados, pero en todos los casos el límite para ser incluidas fue un área de distribución geográfica no mayor de 10 000 km<sup>2</sup> (cuadro 14.2). Algunos grupos como el de aves migratorias o tortugas marinas se incluyeron si su distribución en la época de reproducción es restringida, a pesar de que tengan en otras fases de su ciclo de vida áreas de distribución amplias; las áreas de distribución se obtuvieron de la literatura respectiva. Los métodos utilizados para estimar las distribuciones en cada clase fueron diferentes: en el caso de los mamíferos la evaluación se basó en primera instancia en el trabajo de Patterson *et al.* (2003) que incluye mapas georreferenciados de to-

**Cuadro 14.1** Áreas prioritarias para la conservación en México, de acuerdo con tres diferentes enfoques

<b>I. Hotspots</b>	<b>Extensión (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Especies endémicas y en peligro</b>
Bosques de las sierras Madre	461 265	45
Mesoamérica	1 130 019	292
Provincia Florística de California	293 804	17
<b>II. EBA (áreas de aves endémicas)</b>	<b>Extensión (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Especies restringidas al área</b>
Baja California (A03)	43 000	2
Balsas e interior de Oaxaca	110 000	10
California	180 000	6*
Ciénegas del centro de México (A08)	10 000	2
Este de Yucatán (A09)	—	1*
Isla Clarión (A10)	—	1
Isla Cozumel (A09)	490	4
Isla Guadalupe (A02)	280	2
Istmo de Tehuantepec	6 700	2
Los Tuxtlas y Uxpanapa	14 000	3
Montañas del norte de Centroamérica	150 000	21*
Planicie costera del norte de Centroamérica	30 000	3*
Norte de la Sierra Madre Oriental	15 000	2
Noreste de la vertiente del Golfo	100 000	4
Sierra Madre del Sur	12 000	5
Sierra Madre Occidental y Eje Neovolcánico (A04)	230 000	7
Isla Socorro (A10)	150	4
Bosques de karst del sur de México	—	1
Matorral costero del sur de Veracruz	—	1
Sur de la Sierra Madre Oriental	31 000	4
Matorral costero de la Península de Yucatán	3 400	—
<b>III. Sitios cero extinciones</b>	<b>Número de sitios</b>	<b>Especies restringidas</b>
Total	595	794
México	63	82

Fuentes: *hotspots* (Myers 1988; Myers *et al.* 2000); EBA (Bibby *et al.* 1992); sitios cero extinciones (Ricketts *et al.* 2005).

\* Sitios compartidos con otro país. En las EBA se indica entre paréntesis la clave con la que se identifican en la figura 14.1.

das las especies de América. Esos mapas se integraron en un sistema de información geográfico en ArcView, con el que se determinaron las especies de distribución restringida en México; la lista de especies obtenida se corroboró y actualizó con el trabajo de Ceballos y Oliva (2005). Con esta información se elaboró la lista de las especies de distribución restringida. Finalmente, las localidades puntuales donde se ha registrado cada especie se obtuvieron de la base de datos de Arita y Ceballos (1997). Para determinar las especies de aves, reptiles y anfibios se siguió un método similar con las siguientes modificaciones: en el

caso de las aves, las áreas de distribución restringida se determinaron con base en los mapas de NatureServe editado por Ridgely y colaboradores (2003). La lista obtenida se corroboró con el trabajo de Howell y Webb (1995). Finalmente, las localidades puntuales donde se ha registrado cada especie se obtuvieron de la base de datos de Navarro (1994) y Navarro *et al.* (2002). En el caso de los reptiles y anfibios, las áreas de distribución se obtuvieron de NatureServe (2003), modificadas con la base de datos de A. García (obs. pers). La taxonomía se modificó de acuerdo con el trabajo de Ochoa-Ochoa y Flores-Villela

**Cuadro 14.2** Criterios utilizados por la Alianza Cero Extinciones y por este trabajo para determinar los sitios cero extinciones

Alianza Cero Extinciones <sup>a</sup>	Este trabajo
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El sitio debe tener una o más especies en peligro o críticamente amenazadas de acuerdo con la clasificación de la Unión Mundial para la Naturaleza.<sup>b</sup></li> <li>• El sitio debe ser el único donde una o más de esas especies existen o debe mantener 95% de la población de una o más de esas especies o ser fundamental en un segmento de la historia de vida de las especies migratorias.</li> <li>• El sitio debe tener límites bien identificados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todos los sitios identificados por la Alianza Cero Extinciones.</li> <li>• Sitios con la presencia de por lo menos una especie de vertebrado de distribución restringida. Se identificó adicionalmente si estas especies son endémicas de México o se encuentran en peligro de extinción. La distribución restringida se definió de acuerdo con la siguiente información: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Mamíferos de distribución restringida: igual o menor a 10 000 km<sup>2</sup>.</li> <li>– Aves de distribución restringida: igual o menor a 10 000 km<sup>2</sup>.</li> <li>– Reptiles de distribución restringida: igual o menor a 5 000 km<sup>2</sup>.</li> <li>– Anfibios de distribución restringida: igual o menor a 5 000 km<sup>2</sup>.</li> <li>– Peces de distribución restringida: igual o menor a 100 km<sup>2</sup>.</li> </ul> </li> <li>• El sitio debe ser el único de donde se conoce una o más de esas especies o debe mantener 95% de la población de una o más de esas especies o ser fundamental en una parte de la historia de vida de las especies migratorias.</li> <li>• El sitio debe tener límites bien identificados.</li> </ul>

<sup>a</sup> Ricketts *et al.* 2005.

<sup>b</sup> <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>

(2006) y otras fuentes especializadas (Flores-Villela 1993; Flores-Villela y Canseco-Márquez 2004). Las localidades donde se ha registrado cada especie se obtuvieron de la base de datos y literatura compilada durante la Evaluación mundial de reptiles y anfibios y su conservación en México (Santos-Barrera y García 2006).

Para cada especie de distribución restringida se determinó también si son endémicas o si están catalogadas en riesgo de extinción en las categorías de amenazada o en peligro de extinción, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2001 (Semarnat 2002) o de acuerdo con la *Lista roja* de la UICN (2005).

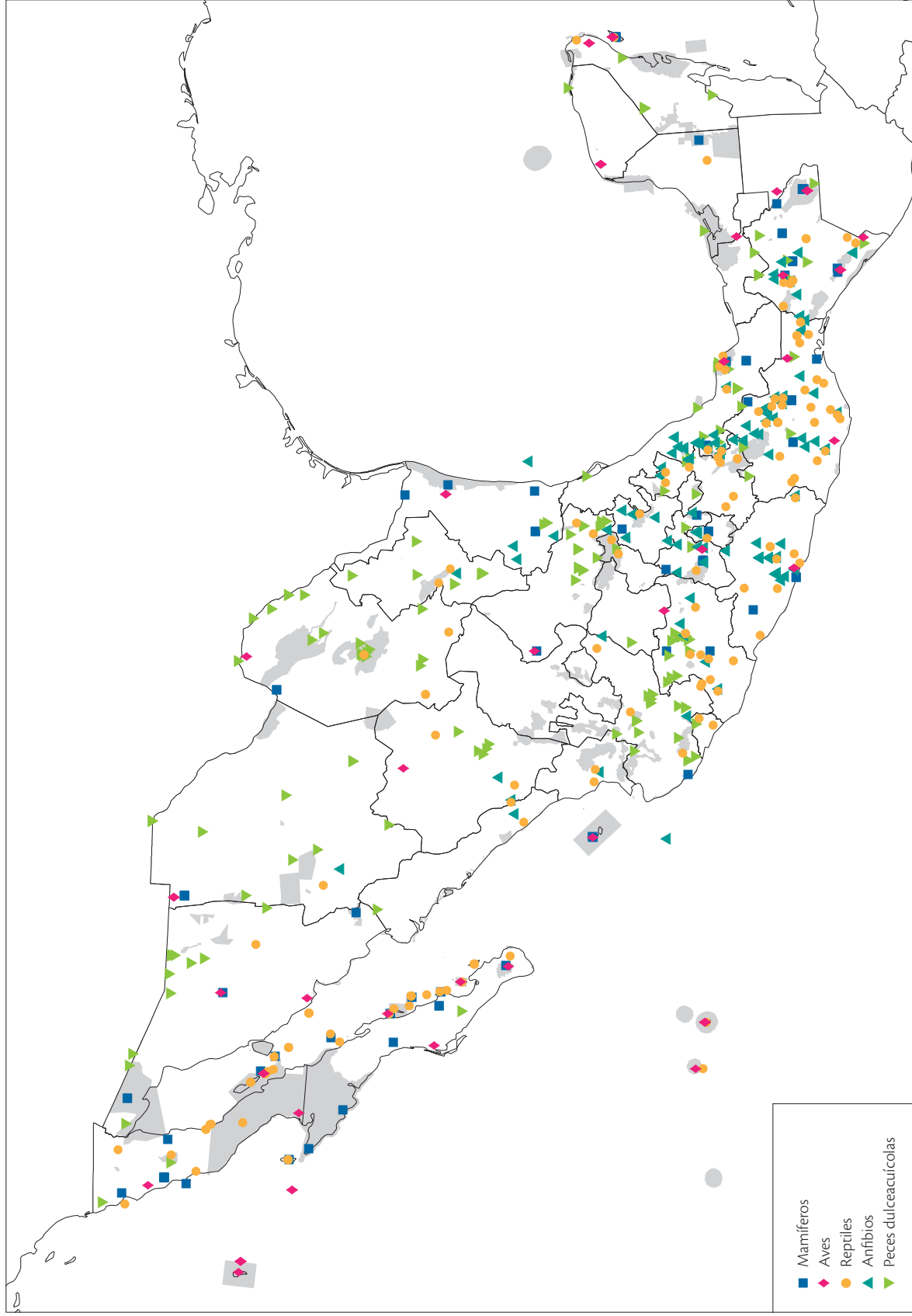
Los sitios cero extinciones se determinaron de acuerdo con la presencia de una o más especies de distribución restringida. Con el sistema de información geográfica se mapearon todas las localidades con especies de distribución restringida y se identificaron los sitios cero extinciones, que se ubicaron en áreas de 10 000 km<sup>2</sup> o menores, y cuyo centroide está representado por las coordenadas geográficas de las especies de distribución restringida.

### 14.3.2 Áreas naturales protegidas

El análisis de las áreas naturales protegidas requirió compilar una base de datos de las reservas que cuentan con inventarios recientes (es decir, de 1990 a la fecha) de especies de vertebrados terrestres. La base de datos se compiló de estudios ya publicados o en prensa (Ceballos *et al.* 1998; Ceballos 1999; Ceballos y Márquez 2000; Santos-Barrera *et al.* 2004; Ceballos 2007). Esto limitó el

análisis dado que existen muchas reservas que no cuentan con inventarios de fauna, y los inventarios disponibles para diferentes grupos de vertebrados no coinciden entre reservas en muchas ocasiones. En la sección de resultados se indica para cada grupo de vertebrados el número y las reservas que se usaron para los análisis. Es evidente que el número de especies de vertebrados representados en las áreas naturales protegidas es mayor que el que se reporta aquí. Sin embargo, es importante aclarar que en el caso de los mamíferos y aves esto no limitó los resultados ya que, dado que se conocen bien las distribuciones geográficas de las especies, se pudo llevar a cabo un análisis adicional para determinar si las especies no representadas en las reservas evaluadas estaban registradas en otras reservas sin inventarios completos. El caso de los reptiles y anfibios es más complicado, ya que su distribución no es bien conocida, por lo que no se pudo llevar a cabo el análisis adicional para determinar si algunas de esas especies están registradas en otras reservas. Por lo tanto, los resultados seguramente están subrepresentando el número de especies en las áreas naturales protegidas.

Con objeto de jerarquizar la importancia de la conservación de las áreas naturales protegidas con base en su riqueza de especies, se utilizó un método de complementariedad, que tiene como propósito maximizar el número de especies representadas en el menor número de reservas (Margules y Pressey 2000). El número de especies que aporta cada reserva en el análisis indica su jerarquía para la conservación, y esto se refleja en el orden en que



**Figura 14.2** Sitios cero extinciones seleccionados por la presencia de mamíferos terrestres, aves, reptiles, anfibios y peces dulceacuícolas de distribución restringida. Nota: las zonas sombreadas indican las áreas naturales protegidas federales.



aparecen en la gráfica de complementariedad. Las reservas con una mayor contribución de especies son las de mayor prioridad para la conservación. Una vez determinada esta jerarquía se identificaron las reservas con un mayor grado de amenaza, con base en información ya publicada.

#### 14.4 SITIOS CERO EXTINCIONES

El número total de sitios cero extinciones identificados, es decir, el conjunto de los identificados para mamíferos, aves, reptiles, anfibios y peces dulceacuícolas, es de 415 (Fig. 14.2). Esto refleja la extraordinaria diversidad biológica de México y su alta endemidad. Representa también la enorme complejidad de instrumentar las estrategias de conservación adecuadas de estos sitios.

##### 14.4.1 Mamíferos

Las especies de mamíferos de distribución restringida se definieron como aquéllas con rangos de distribución de hasta 10 000 km<sup>2</sup>, lo que equivale a menos de 1% del territorio nacional (Ceballos 2007). El número de mamíferos terrestres con distribución restringida fue de 115, lo que representa alrededor de 26% de las 462 especies de mamíferos terrestres para las cuales se compilaron datos

(cuadros 14.3 y 14.4; Ceballos 2007). De estas especies, 65 (55%) son endémicas de México y 50 (42%) se encuentran en riesgo de extinción. Ochenta y seis de estas especies (72%) son además endémicas de México o se encuentran en peligro de extinción (véase apéndice 14.2, en <sup>CD</sup><sub>3</sub>).

Estas 115 especies se encuentran distribuidas en 64 localidades de 17 estados (Fig. 14.3; apéndice 14.2, en <sup>CD</sup><sub>3</sub>). Los estados con mayor número de localidades y especies son Chiapas, Oaxaca, Baja California y Baja California Sur, los dos últimos por su fauna insular. El número de especies varía de una a siete por localidad, pero la mayoría (95%) de las localidades presentan solo una especie. Las localidades con más especies son Chajul (Chiapas, 7 especies), Janos (Chihuahua, 5), Sierra de Juárez (Oaxaca, 5), Isla Cozumel (Quintana Roo, 4) y San Pedro Mártir (Baja California, 1). Es interesante notar que tres de estas localidades (Chajul, Cozumel y San Pedro Mártir) son reservas ya establecidas, y una adicional (Janos) está propuesta como reserva de la biosfera. También es interesante destacar que 49 especies se encuentran en localidades que están en áreas naturales protegidas.

##### 14.4.2 Aves

Las especies de aves con distribución restringida se definieron también como aquéllas con distribuciones de hasta 10 000 km<sup>2</sup>. Para el caso de las aves, en los criterios de

**Cuadro 14.3** Mamíferos terrestres de México<sup>1</sup> y su estatus

Orden	Especies					
	Total	Restringidas	Endémicas	Extintas	En riesgo <sup>2</sup>	En reservas
Didelphimorphia	8	2	0	0	2	8
Xenarthra	4	1	0	0	2	4
Insectivora	24	10	11	0	5	15
Chiroptera	138	10	15	0	5	126
Primates	3	0	0	0	3	3
Carnivora	33	3	3	4	14	27
Perissodactyla	1	0	0	0	1	1
Artiodactyla	10	4	0	1	4	9
Rodentia	227	79	109	6	42	148
Lagomorpha	14	6	7	0	3	12
<b>Total</b>	<b>462</b>	<b>115</b>	<b>145</b>	<b>11</b>	<b>81</b>	<b>353</b>

Fuente: modificado de Ceballos y Oliva (2005) y Ceballos (2007).

<sup>1</sup> Para el total de las especies compiladas en la base de datos de 30 áreas protegidas, véanse detalles en el texto.

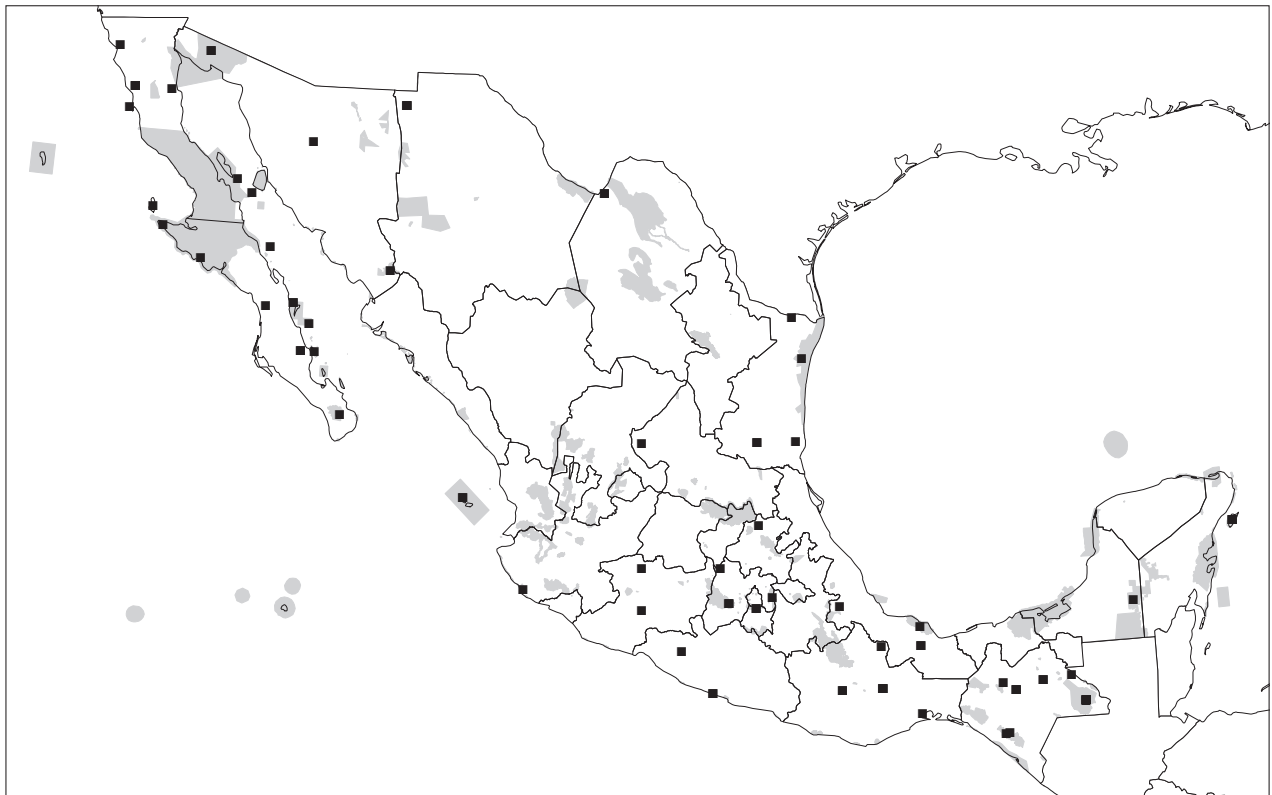
<sup>2</sup> IUCN (2005).

Nota: las especies de distribución restringida, usadas para definir los sitios cero extinciones, se indican en la columna de "especies restringidas".

**Cuadro 14.4** Mamíferos terrestres de distribución restringida y su estatus

Orden	Especies				
	Total	Restringidas	Endémicas	En riesgo	En reservas
Didelphimorphia	8	2	0	1	2
Xenarthra	4	1	0	1	1
Insectivora	24	10	5	3	5
Chiroptera	138	10	4	2	7
Primates	3	0	0	0	0
Carnivora	33	3	1	2	1
Perissodactyla	1	0	0	0	0
Artiodactyla	10	4	0	4	4
Rodentia	227	79	49	29	23
Lagomorpha	14	6	6	4	4
<b>Total</b>	<b>462</b>	<b>115</b>	<b>65</b>	<b>46</b>	<b>47</b>

Notas: la primera columna indica el número total de especies en cada orden compiladas en la base de datos; las siguientes columnas se refieren exclusivamente a las especies de distribución restringida ( $n = 115$ ) e indican el número de las que son endémicas de México, se encuentran catalogadas en riesgo de extinción (UICN 2005) y están representadas en reservas (apéndice 14.2, en <sup>CD</sup>3).

**Figura 14.3** Sitios cero extinciones seleccionados por la presencia de mamíferos terrestres de distribución restringida.

Nota: las zonas sombreadas indican las áreas naturales protegidas federales.

riesgo se consideraron además subespecies y otras categorías de la NOM-059-SEMARNAT-2001. El número de aves terrestres clasificadas como prioritarias para la estrategia de sitios cero extinciones es de 80, lo que representa alrededor de 7.5% del total nacional, ya que en México se han registrado alrededor de 1 076 especies de aves (cuadros 14.5 y 14.6) (Escalante-Pliego *et al.* 1993; Ceballos y Márquez 2000). De esas 80 especies, 36 (45%) son además endémicas de México y 67 (84%) se encuentran en riesgo de extinción (apéndice 14.3, en  $\text{CP}$ ).

Estas especies están distribuidas en 43 localidades de 20 estados (Fig. 14.4,apéndice 14.3 en  $\text{CP}$ ). Los estados con mayor número de localidades y especies son Chiapas, Oaxaca y Quintana Roo. El número de especies en sitios cero extinciones varía de una a seis por localidad,

pero la mayoría (95%) de las localidades presentan solo una especie. Entre las localidades con más especies se encuentran las Islas Revillagigedo, la Isla Guadalupe, Chajul y El Triunfo, en Chiapas, y Cozumel. No hemos podido determinar todavía el número de estas especies que se encuentran representadas en reservas.

#### 14.4.3 Reptiles

De las 804 especies de reptiles de México (Flores-Villela y Canseco-Márquez 2004), 169 especies, alrededor de 21% del total nacional, son prioritarias en esta estrategia de sitios cero extinciones (cuadros 14.7 y 14.8). Todas estas especies, con excepción de las tortugas marinas, presentan distribuciones restringidas de hasta 5 000 km<sup>2</sup>, son

**Cuadro 14.5** Aves de México y su estatus

Orden	Especies				
	Total	Restringidas	Endémicas	En riesgo <sup>1</sup>	En reservas
Tinamiformes	4	0	0	1	4
Gaviiformes	4	0	0	0	4
Podicipediformes	6	0	0	0	3
Procellariiformes	32	6	2	10	17
Pelecaniformes	17	0	0	3	17
Ciconiiformes	23	1	0	8	23
Phoenicopteriformes	1	1	0	1	1
Anseriformes	40	3	0	10	35
Falconiformes	57	5	0	42	55
Galliformes	27	2	6	11	24
Gruiformes	20	3	0	12	18
Charadriiformes	98	5	2	11	94
Columbiformes	24	2	2	10	22
Psittaciformes	22	8	5	15	20
Cuculiformes	12	1	0	2	10
Strigiformes	31	3	3	21	27
Caprimulgiformes	16	1	1	2	12
Apodiformes	71	8	17	25	65
Trogoniformes	9	1	2	5	9
Coraciiformes	11	0	11	4	9
Piciformes	32	1	4	12	25
Passeriformes	519	29	56	124	501
<b>Total</b>	<b>1 076</b>	<b>80</b>	<b>111</b>	<b>329</b>	<b>995</b>

Fuente: modificado de Ceballos y Márquez (2002). Las especies que se usaron para definir los sitios cero extinciones se indican en la columna de especies restringidas.

<sup>1</sup> NOM-059-SEMARNAT-2001.

**Cuadro 14.6** Aves de distribución restringida y su estatus

Orden	Especies				
	Total	Restringidas	Endémicas	En riesgo	En reservas
Tinamiformes	4	0	0	0	0
Gaviiformes	4	0	0	0	0
Podicipediformes	6	0	0	0	0
Procellariiformes	32	6	0	6	5
Pelecaniformes	17	0	0	0	0
Ciconiiformes	23	1	0	1	1
Phoenicopteriformes	1	1	0	0	1
Anseriformes	40	3	0	2	3
Falconiformes	57	5	0	5	4
Galliformes	27	2	0	2	1
Gruiformes	20	3	1	3	2
Charadriiformes	98	5	0	5	5
Columbiformes	24	2	2	2	2
Psittaciformes	22	8	4	8	7
Cuculiformes	12	1	0	1	0
Strigiformes	31	3	1	3	3
Caprimulgiformes	16	1	0	1	1
Apodiformes	71	8	6	4	5
Trogoniformes	9	1	0	1	1
Coraciiformes	11	0	0	0	0
Piciformes	32	1	0	1	1
Passeriformes	519	29	22	22	14
<b>Total</b>	<b>1 076</b>	<b>80</b>	<b>36</b>	<b>67</b>	<b>56</b>

Nota: la primera columna indica el número total de especies en cada orden. Las siguientes columnas se refieren exclusivamente a las especies de distribución restringida (n = 80) e indican el número de las que son endémicas de México, se encuentran catalogadas en riesgo de extinción (NOM-059-SEMARNAT-2001) y están representadas en reservas.

**Cuadro 14.7** Reptiles de México y su estatus

Orden	Especies				
	Total	Restringidas	Endémicas	En riesgo <sup>1</sup>	En reservas
Amphisbenidae	3	1	3	1	1
Sauria	388	96	249	101	229
Serpentes	363	64	190	69	233
Testudines	47	8 <sup>2</sup>	15	5	29
Crocodylia	3	0	0	3	3
<b>Total</b>	<b>804</b>	<b>169<sup>2</sup></b>	<b>457</b>	<b>179</b>	<b>495</b>

Fuente: modificado de Santos *et al.* (en prensa).

Nota: las especies que se usaron para definir los sitios cero extinciones se indican en la columna de especies restringidas.

<sup>1</sup> NOM-059-SEMARNAT-2001.

<sup>2</sup> Incluye las tortugas marinas.



**Figura 14.4** Sitios cero extinciones seleccionados por la presencia de especies de aves de distribución restringida.  
 Nota: las zonas sombreadas indican las áreas naturales protegidas federales.

**Cuadro 14.8** Reptiles de distribución restringida y su estatus

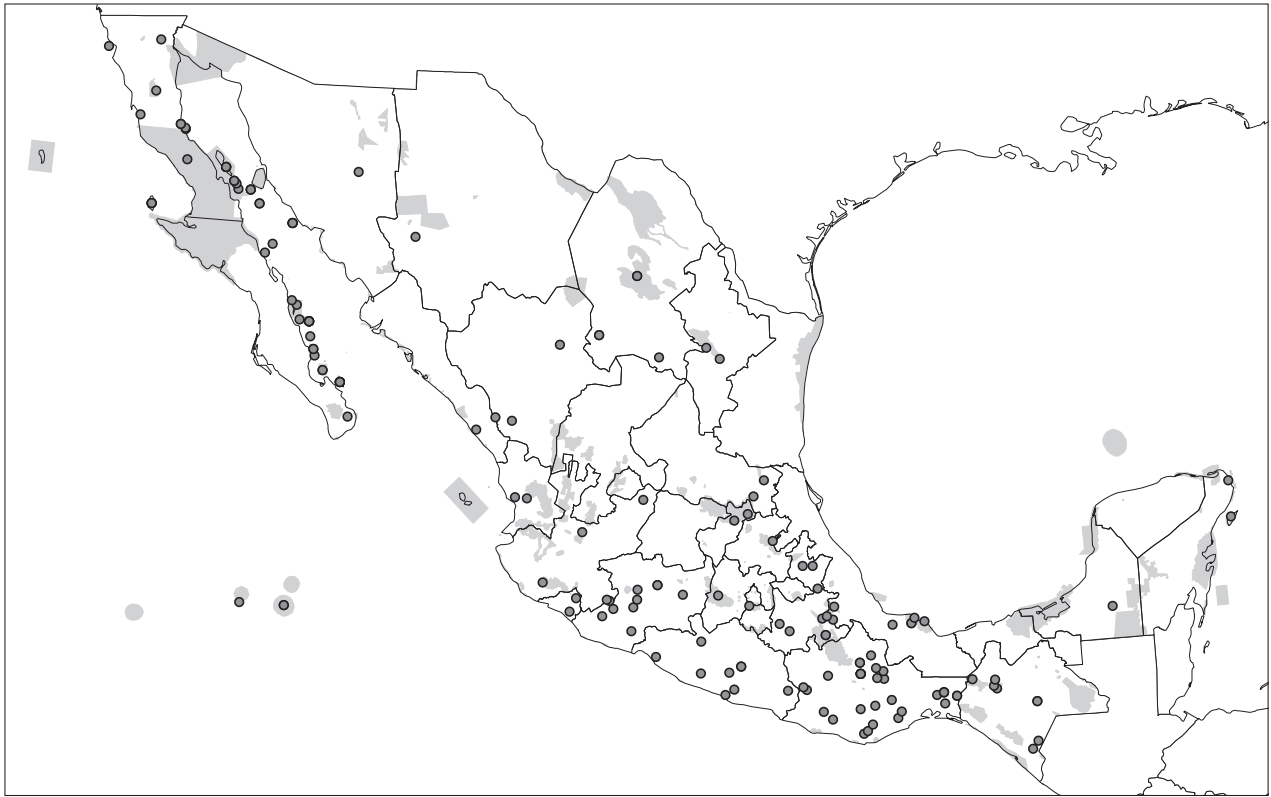
Orden	Especies				
	Total	Restringidas	Endémicas	En riesgo	En reservas
Amphisbenidae	3	1	1	1	1
Sauria	388	96	96	57	50
Serpentes	363	64	63	36	28
Testudines	47	8	3	2	2
Crocodylia	3	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>804</b>	<b>169</b>	<b>163</b>	<b>96</b>	<b>81</b>

Nota: la primera columna indica el número total de especies en cada orden; las siguientes se refieren exclusivamente a las especies de distribución restringida, incluyendo cinco tortugas marinas (n = 169) e indican el número de las que son endémicas de México, se encuentran catalogadas en riesgo de extinción (NOM-059-SEMAR-NAT-2001) y están representadas en reservas (apéndice 14.4, en  $\frac{CP}{3}$ ).

endémicas de México y 96 (57%) se encuentran en riesgo de extinción (véase apéndice 14.4, en  $\frac{CP}{3}$ ). Las cinco especies de tortugas marinas adicionales tienen amplias distribuciones, pero sus áreas de anidación son muy restringidas.

Estas especies se encuentran distribuidas en 119 loca-

lidades de 23 estados (Fig. 14.5; apéndice 14.4, en  $\frac{CP}{3}$ ). Entre los estados con mayor número de localidades y especies se encuentran Oaxaca, Baja California, Baja California Sur, Chiapas, Guerrero y Veracruz. El número de especies varía de una a seis por localidad, pero un porcentaje considerable (70%) de las localidades tiene solo



**Figura 14.5** Sitios cero extinciones seleccionados por la presencia de especies de reptiles de distribución restringida.  
Nota: las zonas sombreadas indican las áreas naturales protegidas federales.

una especie. Las localidades con más especies se encuentran en los alrededores de Guelatao de Juárez (Oaxaca), Isla Cerralvo e Isla Santa Catalina. En localidades ubicadas en áreas naturales protegidas se encuentra 51% (86) de las especies cero extinciones.

Para las tortugas marinas las playas más importantes se encuentran en Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Quintana Roo, Yucatán y Tamaulipas (cuadro 14.9). En las playas de Escobilla (Oaxaca) y Rancho Nuevo (Tamaulipas) ocurrieron las últimas arribazones, en algunos casos de cientos de miles de individuos, de tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) y tortuga lora (*Lepidochelys kempii*), respectivamente. Las playas de Cahuitán (Oaxaca) y Tierra Colorada (Guerrero), presentan los mejores sitios de anidación de la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*), que es la más amenazada de las tortugas marinas.

#### 14.4.4 Anfibios

De las 360 especies de anfibios de México (Flores-Villela y Canseco-Márquez 2004), 121 son prioritarias en esta

estrategia de sitios cero extinciones; esto representa alrededor de 33% del total nacional (cuadros 14.10 y 14.11). Todas estas especies presentan distribuciones restringidas de hasta 5 000 km<sup>2</sup>, son endémicas de México y 70 de ellas (58%) se encuentran consideradas en riesgo de extinción (apéndice 14.5, en  $\text{CP}$ <sub>3</sub>). Estas especies se encuentran distribuidas en 92 localidades de 18 estados (Fig. 14.6). Entre los estados con mayor número de localidades y especies se encuentran Guerrero, Oaxaca y Veracruz.

El número de especies en sitios cero extinciones varía de una a seis por localidad, pero un porcentaje considerable (45%) de las localidades presenta solo una especie. Entre las localidades con más especies están en los alrededores de Xico (Veracruz), Atoyac de Álvarez (Guerrero) e Ixtlán de Juárez (Oaxaca).

#### 14.4.5 Peces dulceacuícolas

Los peces son uno de los grupos de vertebrados con un mayor número de especies de distribución restringida y de mayor vulnerabilidad a la extinción. De hecho, por lo

**Cuadro 14.9** Playas más importantes para la anidación de tortugas marinas en México

Especie (nombre común)	Playa
<i>Lepidochelys olivacea</i> (golfina)	Escobilla, Michoacán Ixtapilla, Michoacán Morro Ayuta, Oaxaca
<i>Dermochelys coriacea</i> (laúd)	Tierra Colorada, Guerrero Mexiquillo, Michoacán Cahuitán (Llano Grande), Oaxaca
<i>Eretmochelys imbricata</i> (de carey)	Punta Xen, Campeche Chenkán, Campeche Isla Aguada, Campeche Las Coloradas, Yucatán El Cuyo, Yucatán Holbox, Yucatán
<i>Lepidochelys kempii</i> (lora)	Rancho Nuevo, Tamaulipas Tecolutla, Veracruz
<i>Caretta caretta</i> (caguama)	Xcabel, Quintana Roo Ría Lagartos, Yucatán
<i>Chelonia mydas</i> (prieta)	Xcabel, Quintana Roo Colula, Michoacán Maruata, Michoacán Islas Revillagigedo, Nayarit

menos 14 especies se han extinguido en las últimas décadas (Ceballos y Eccardi 2003). En México se han registrado 432 especies de peces dulceacuícolas (cuadro 14.12) y 563 especies marinas, vicarias y estuarinas que penetran o viven en ambientes continentales (Myers 1938, 1951; Espinosa *et al.* 1993; Castro-Aguirre *et al.* 1999; Miller *et al.* 2006). De las especies duceacuícolas, 208 presentan distribuciones restringidas, menores de 1 000 km<sup>2</sup>, de forma natural o como consecuencia de actividades antropogénicas, por lo que son la base para definir los sitios cero extinciones (cuadro 14.12). De estas especies, 104 (50%) son endémicas de México y 104 (50%) se encuentran en riesgo de extinción (apéndice 14.6, en  $\binom{CD}{3}$ ).

Estas especies se encuentran distribuidas en 112 localidades de 23 estados (Fig. 14.7). Entre los estados con mayor número de localidades y especies se encuentran Chihuahua, Oaxaca, Michoacán, Veracruz y Jalisco. El número de especies en sitios cero extinciones varía de una a ocho por localidad, pero un porcentaje considerable (46%) de las localidades presentan solo una especie. Entre las localidades con más especies están los lagos de Pátzcuaro (Michoacán) y Chapala (Jalisco), Cuatrociénegas (Coahuila), el Río Verde (San Luis Potosí) y la Laguna Chichancanab (Quintana Roo) (apéndice 14.6 en  $\binom{CD}{3}$ ).

**Cuadro 14.10** Anfibios de México y su estatus

Orden	Total	Especies			
		Restringidas	Endémicas	En riesgo <sup>1</sup>	En reservas
Anura	231	51	137	54	102
Caudata	128	22	103	59	35
Gymnophiona	1	0	1	1	1
<b>Total</b>	<b>360</b>	<b>121</b>	<b>241</b>	<b>114</b>	<b>138</b>

Fuente: modificado de Santos *et al.* (en prensa).

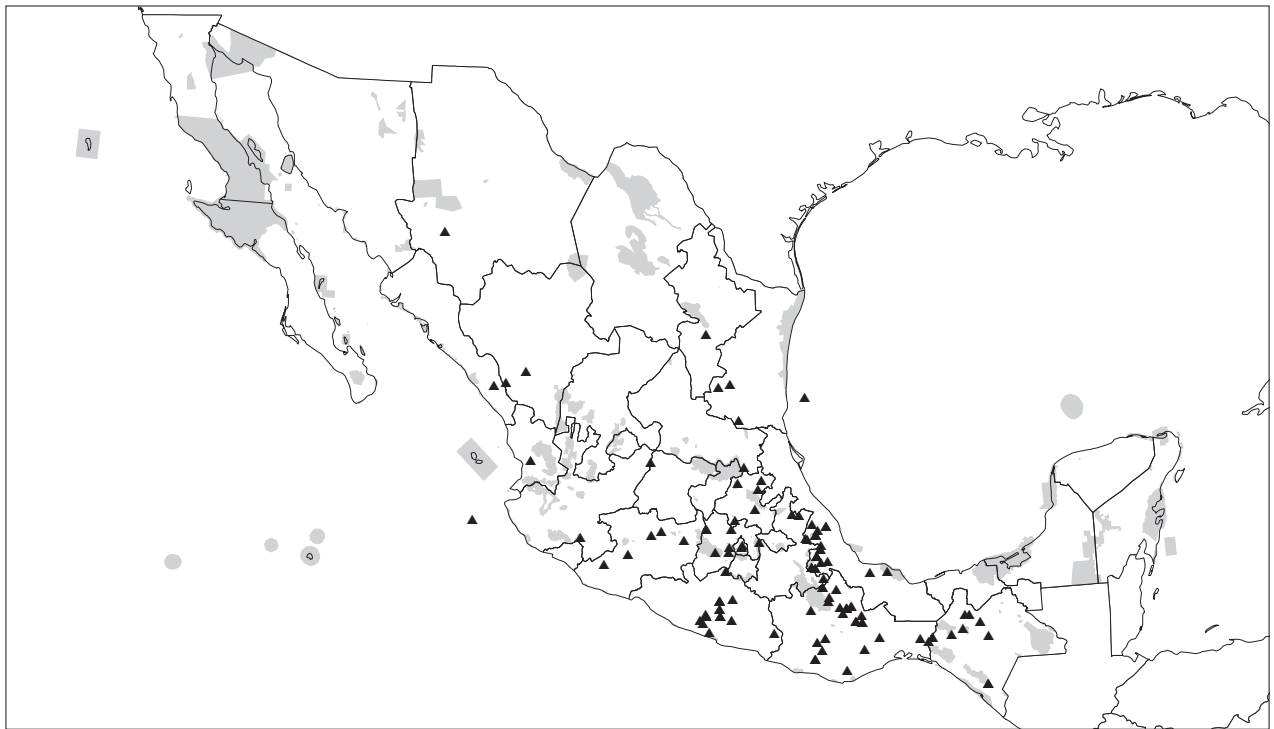
Nota: las especies que se usaron para definir los sitios cero extinciones se indican en la columna de especies restringidas.

<sup>1</sup> NOM-059-SEMARNAT-2001.

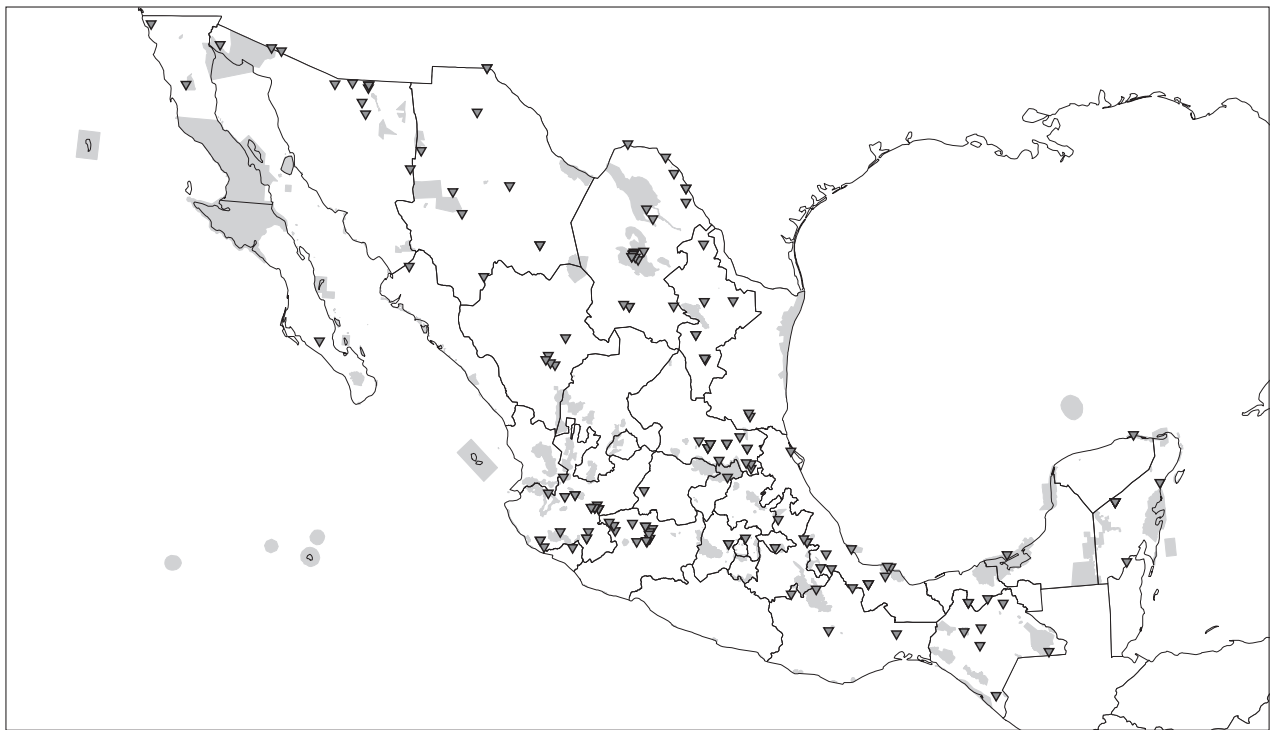
**Cuadro 14.11** Anfibios de distribución restringida y su estatus

Orden	Total	Especies			
		Restringidas	Endémicas	En riesgo	En reservas
Anura	231	51	51	31	13
Caudata	128	70	70	39	14
Gymnophiona	1	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>360</b>	<b>121</b>	<b>121</b>	<b>70</b>	<b>27</b>

Nota: la primera columna indica el número total de especies en cada orden; las siguientes se refieren exclusivamente a las especies de distribución restringida (n = 121) e indican el número de las que son endémicas de México, se encuentran catalogadas en peligro de extinción (NOM-059-SEMARNAT-2001) y están representadas en reservas (apéndice 14.5, en  $\binom{CD}{3}$ ).



**Figura 14.6** Sitios cero extinciones seleccionados por la presencia de especies de anfibios de distribución restringida.  
Nota: las zonas sombreadas representan las áreas naturales protegidas federales.



**Figura 14.7** Sitios cero extinciones seleccionados por la presencia de especies de peces dulceacuícolas de distribución restringida. Nota: las zonas sombreadas representan las áreas naturales protegidas federales.



**Cuadro 14.12** Peces dulceacuícolas de México y su estatus

Orden	Especies				
	Total	Restringidas	Endémicas	En riesgo <sup>1</sup>	En reservas
Petromyzontiformes	3	2	2	2	2
Acipenseriformes	2	2	0	2	1
Lepisosteiformes	4	0	0	0	1
Clupeiformes	4	0	0	0	0
Cypriniformes	98	54	64	23	60
Characiformes	9	2	1	0	1
Siluriformes	30	8	13	0	12
Gymnotiformes	1	1	0	0	0
Salmonidae	3	2	2	2	2
Ophidiiformes	1	1	1	0	1
Batrachoidiformes	1	0	1	0	0
Mugiliformes	1	0	0	0	0
Atheriniformes	39	28	33	7	9
Beloniformes	2	0	2	0	0
Cyprinodontiformes	182	95	155	43	69
Gasterosteiformes	2	1	1	1	1
Synbranchiformes	3	0	2	0	1
Scorpaeniformes	1	0	0	0	1
Perciformes	63	16	43	7	16
<b>Total</b>	<b>449</b>	<b>212</b>	<b>320</b>	<b>87</b>	<b>177</b>

Fuente: modificado de Espinosa *et al.* (1993).

<sup>1</sup> UICN 2005.

Nota: las especies que se usaron para definir los sitios cero extinciones se indican en la columna especies restringidas (véase apéndice 14.6, en  $\left(\frac{C}{3}\right)$ ).

## 14.5 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

Las áreas naturales protegidas incluyen más de 164 reservas de la biosfera, parques nacionales, áreas de protección de flora y fauna y santuarios (Conanp 2008). Sin embargo, el número de reservas con inventarios recientes y confiables es reducido, lo que subestima tanto el número de especies total como el de distribución restringida representadas en ellas. El número de reservas analizadas para los mamíferos representó 18% del total; en el caso de las aves fue de 41%, en el de reptiles de 19% y en el de anfibios de 13%. En este sentido, las conclusiones corresponden a un escenario conservador.<sup>1</sup>

De los resultados de estos análisis se desprenden recomendaciones concretas de conservación, que se describen a continuación:

- 1] Existe una serie de áreas naturales protegidas que destacan por su diversidad biológica, su unicidad y su grado de amenaza, por lo que han sido catalogadas como zonas críticas y de alto riesgo para la conservación. Estas reservas deben considerarse de la más alta prioridad para la conservación.
- 2] Es evidente la necesidad de incrementar el número de áreas naturales protegidas, con objeto de tener mejor representada la riqueza de especies, en especial de las endémicas de México y en riesgo de extinción. Es imperativo que la selección de las nuevas áreas que pudieran incorporarse al Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas sea hecha por medio de métodos cuantitativos, para maximizar el número de especies protegidas en el menor número de reservas.
- 3] Las áreas naturales protegidas son insuficientes para proteger la diversidad biológica de México, sobre todo

si se considera la enorme riqueza de especies de plantas e invertebrados. En ese sentido, es indudable que existen oportunidades de mantener una fracción considerable de la diversidad biológica del país en áreas con algún tipo de manejo que sea compatible con la conservación. Esto es posible aun en regiones con una alta deforestación, que pueden tener valor de conservación para algunas especies (Daily *et al.* 2003). Es menester que académicos y conservacionistas evalúen el potencial de tales regiones para definir reglas de manejo que permitan optimizar el número de especies nativas en esos paisajes alterados por actividades antropogénicas.

#### 14.5.1 Representatividad de mamíferos

El análisis se basa en 30 reservas (cuadro 14.13) que cuentan con inventarios de campo recientes y publicados de mamíferos (Ceballos 2007). En estas reservas hay representadas 353 especies de mamíferos, lo que significa 76% del total de especies de México (cuadro 14.3). Otras 26 especies se registraron en 11 reservas con inventarios incompletos, lo que incrementa el total de especies a 82% (379 especies). El porcentaje de especies en áreas protegidas varía de 100% en órdenes como Primates a 62% en Insectivora. El mayor número de especies representadas en reservas, 148 (42% de los mamíferos incluidos en la base de datos), son roedores. Cada especie fue registrada, en promedio, en cinco reservas, pero hay una gran variación entre especies. Las especies representadas en las reservas incluyen 80 endémicas (55% del total de especies endémicas), 53 (45%) restringidas y 48 (59%) en riesgo de extinción.

En relación con la importancia de las reservas por su complementariedad, los resultados más relevantes indicaron que las cinco reservas más importantes para la conservación de mamíferos son la Lacandona, Janos, Manantlán, Islas del Golfo y Ajusco (Fig. 14.8). Estas reservas están dispersas a lo largo del territorio nacional y representan los principales biomas, que incluyen la selva alta perennifolia (reserva de Montes Azules), las selvas secas (Manantlán), los matorrales y pastizales áridos y semiáridos (Islas del Golfo y Janos) y los bosques templados (Ajusco). Es decir, el análisis de complementariedad reflejó estos patrones biogeográficos de distribución de los mamíferos terrestres de México.

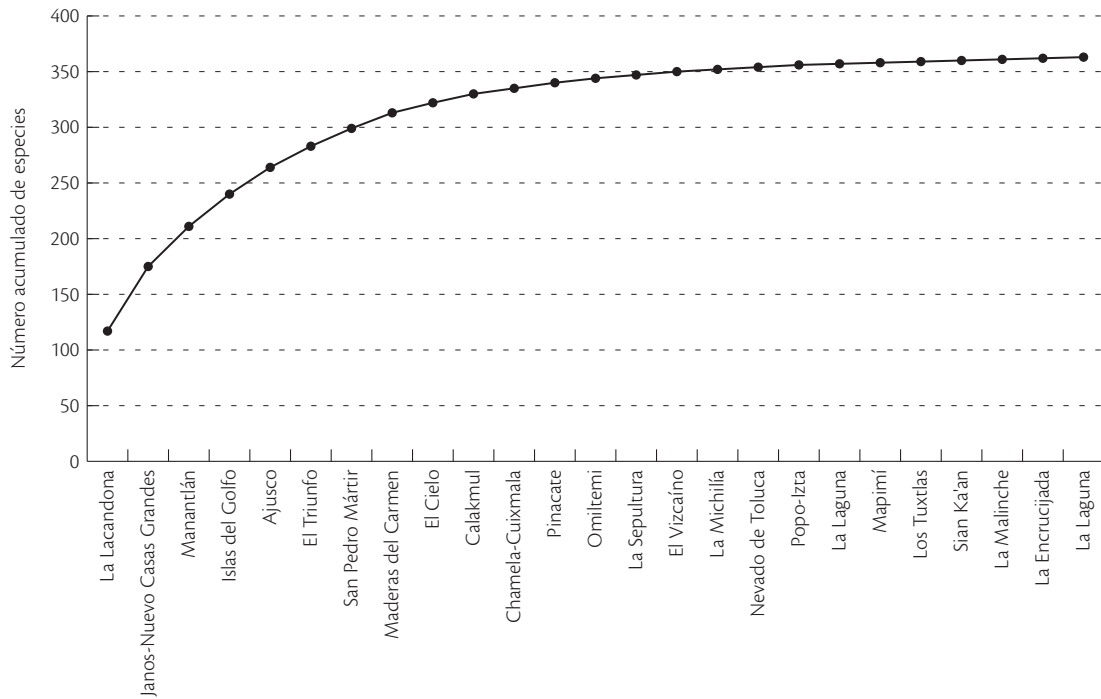
Con 19 reservas adicionales se logra la representación de las 353 especies de mamíferos protegidos (Fig. 14.8). Es decir que tales reservas son el mínimo necesario para

**Cuadro 14.13** Riqueza de especies, especies en riesgo, endémicas y de distribución restringida de mamíferos terrestres en 30 áreas naturales protegidas de México

Reserva	Especies		
	Riqueza	En riesgo	Endémicas
Montes Azules <sup>1</sup>	117	17	2
El Triunfo	112	11	5
Manantlán	104	11	21
Calakmul	95	12	1
El Cielo	92	9	6
Chamela-Cuixmala <sup>1</sup>	71	10	17
El Ocote <sup>1</sup>	92	11	3
La Sepultura <sup>1</sup>	87	9	5
Los Tuxtlas <sup>1</sup>	85	10	4
Sian Ka'an	85	11	2
La Encrucijada <sup>1</sup>	72	8	2
Janos <sup>1</sup>	82	7	1
Maderas del Carmen	72	8	2
Nevado de Colima	57	6	10
Omiltemi <sup>1</sup>	55	5	4
Ajusco <sup>1</sup>	46	3	9
Nevado de Toluca <sup>1</sup>	46	3	9
San Pedro Mártir <sup>1</sup>	46	8	2
Islas del Golfo <sup>1</sup>	45	14	20
Vizcaíno	44	5	4
La Laguna	43	3	3
Mapimí	42	4	2
Popo-Izta <sup>1</sup>	42	2	9
El Pinacate	41	4	0
La Malinche <sup>1</sup>	40	0	5
Michilía	40	1	5
Zempoala <sup>1</sup>	37	1	9
Zoquiapan <sup>1</sup>	37	1	9
Desierto de los Leones	33	0	5
El Chico	33	1	2
<b>Total</b>	<b>353<sup>2</sup></b>	<b>195</b>	<b>178</b>

<sup>1</sup> Reservas más amenazadas por actividades antropogénicas (véanse detalles en el texto).

<sup>2</sup> Total de las especies en reservas, descontando las compartidas en varias reservas.



**Figura 14.8** Áreas naturales protegidas necesarias para tener representadas 76% de las especies de mamíferos terrestres de México por lo menos una vez. Notas: otras 26 especies que no se muestran se encuentran en 11 reservas que no cuentan con inventarios completos. Del resto de las especies no se tiene información suficiente para determinar si se encuentran representadas en reservas federales.

tener por lo menos una población protegida de esas especies de mamíferos. El resto de las reservas son necesarias, sin embargo, para proteger poblaciones adicionales de las especies menos representadas. Adicionalmente, 11 reservas sin inventarios completos de mamíferos tienen representadas 26 especies adicionales (Ceballos 2007).

Los análisis de especies endémicas, restringidas y en riesgo de extinción indicaron que si se usan algunos de estos grupos de especies como criterio principal para determinar la complementariedad, se requieren menos reservas para tener representadas todas las especies. Esto no es sorprendente, ya que el número de especies en tales grupos es menor que el total de especies protegidas. En todos los casos las primeras 10 reservas, es decir las que contribuyeron con un mayor número de especies, fueron muy similares.

Las reservas más amenazadas por actividades antropogénicas son 16, que incluyen sitios como Los Tuxtlas, que ha perdido la mayor parte de su vegetación natural (Dirzo y García 1992), Montes Azules, que presenta altas tasas de deforestación en la zona de influencia de la reserva (Mendoza y Dirzo 1999), y Janos y Cuatrociénegas,

que están amenazados por la sobreexplotación del agua y el avance de la frontera agrícola (Ceballos *et al.* 2005b; Souza *et al.* 2006).

### 14.5.2 Representatividad de aves

El análisis se basa en 67 reservas que cuentan con inventarios de campo recientes y publicados de aves (G. Ceballos, en revisión). En estas reservas hay representadas 995 especies de aves, lo que significa 92% del total de especies de aves de México (cuadro 14.5). El porcentaje de especies protegidas en los diferentes órdenes varía de 100 a 22 por ciento. Cada especie se encuentra, en promedio, en dos reservas, con una variación de una a 17 reservas. Las especies representadas en las reservas incluyen 73 endémicas (66% del total de especies endémicas) y 322 (98%) en riesgo de extinción (cuadro 14.5).

El análisis de complementariedad mostró que con 32 reservas (cuadro 14.14) se logra la representación de las 995 especies de aves protegidas (Fig. 14.9). Las seis reservas más importantes para la conservación de las aves son Los Tuxtlas, Sierra de Álamos-Río Cuchujaqui, El Ocote,

**Cuadro 14.14** Riqueza de especies y especies endémicas de aves en 32 áreas naturales protegidas de México

Reserva	Especies	
	Riqueza	Endémicas
Los Tuxtlas <sup>1</sup>	468	13
Sierra de Álamos	320	50
El Ocote <sup>1</sup>	474	22
El Vizcaíno	171	6
Manantlán <sup>1</sup>	293	68
Janos <sup>1</sup>	203	16
Ría Lagartos <sup>1</sup>	333	19
Paxtal	342	15
Islas Revillagigedo <sup>1</sup>	92	10
San Pedro Mártir	88	7
Montes Azules <sup>1</sup>	363	7
Cozumel	198	14
Tehuacán-Cuicatlán	124	29
La Sepultura <sup>1</sup>	308	16
Tancitaro <sup>1</sup>	184	40
El Cielo	416	39
Ciénegas del Fuerte	131	4
Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado <sup>1</sup>	191	6
Islas del Golfo (Rasa) <sup>1</sup>	48	6
Chamela-Cuixmala <sup>1</sup>	311	44
Sian Ka'an	356	19
Sierra de La Laguna	104	4
Cumbres de Monterrey	144	22
Isla Guadalupe <sup>1</sup>	104	5
Tutuaca	105	19
Ciénegas del Lerma	75	5
El Triunfo <sup>1</sup>	354	14
Lagunas de Montebello	255	12
Omiltemi <sup>1</sup>	211	46
La Encrucijada <sup>1</sup>	196	5
Rancho Los Ángeles, Coah.	89	8
Yaxchilán <sup>1</sup>	272	1

<sup>1</sup> Reservas más amenazadas por actividades antropogénicas (véanse detalles en el texto).

El Vizcaíno, Sierra de Manantlán y Janos (Fig. 14.9). Se necesitan otras 35 para representar a las 1 076 especies en reservas.

Al igual que con los mamíferos, si se consideran las especies endémicas, restringidas y en peligro de extinción como criterio principal para determinar la complementariedad, se requieren menos reservas para tener representada la totalidad de especies. En todos los casos las primeras reservas, es decir las que contribuyeron con un mayor número de especies, fueron similares.

De estas reservas, las más amenazadas por actividades antropogénicas son 17, que incluyen sitios como Chamela-Cuixmala amenazado por la deforestación y los desarrollos turísticos (Ceballos y García 1995), El Ocote, que es un remanente de selva alta con grandes presiones de deforestación (Castillo *et al.* 1998; Conanp 2000) y el alto Golfo, que está amenazado por la desaparición del Río Colorado y la posibilidad de quedar sin suministro de agua por el manejo que se hace en Estados Unidos, que incluye acciones como el revestimiento de canales (Glenn *et al.* 1992).

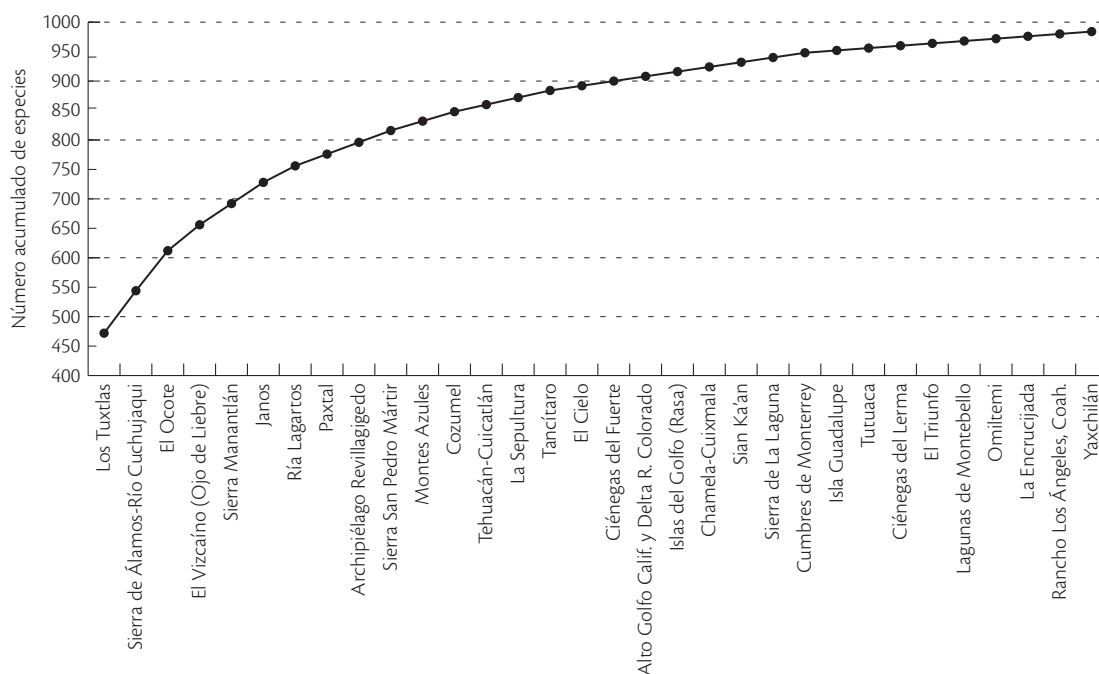
### 14.5.3 Representatividad de reptiles

El análisis se basa en 31 reservas que cuentan con inventarios de campo recientes y publicados de reptiles (Santos-Barrera *et al.* 2004). En estas reservas hay representadas 495 especies de reptiles que significan 61% del total de especies (cuadro 14.7). El porcentaje de especies protegidas varía de 33 a 100 por ciento. El mayor número de especies no representadas en reservas, 159, son saurios. Cada especie fue registrada, en promedio, en tres reservas, pero hay una gran variación entre especies. Las especies representadas en las reservas incluyen 225 endémicas (49% del total de especies endémicas) y 107 (60%) en riesgo de extinción.

Las cinco reservas más importantes para la conservación de reptiles por su complementariedad son Los Tuxtlas, Islas del Golfo de California, Sierra Gorda, Tehuacán-Cuicatlán y Chamela-Cuixmala (cuadro 14.15 y Fig. 14.10). Se requieren otras 26 reservas para representar las 495 especies de las reservas evaluadas.

### 14.5.4 Representatividad de anfibios

El análisis se basa en 22 reservas que cuentan con inventarios de campo publicados de anfibios (Santos-Barrera *et al.* 2004). En estas reservas hay representadas 138 especies, lo que significa 38% del total (cuadro 14.10).



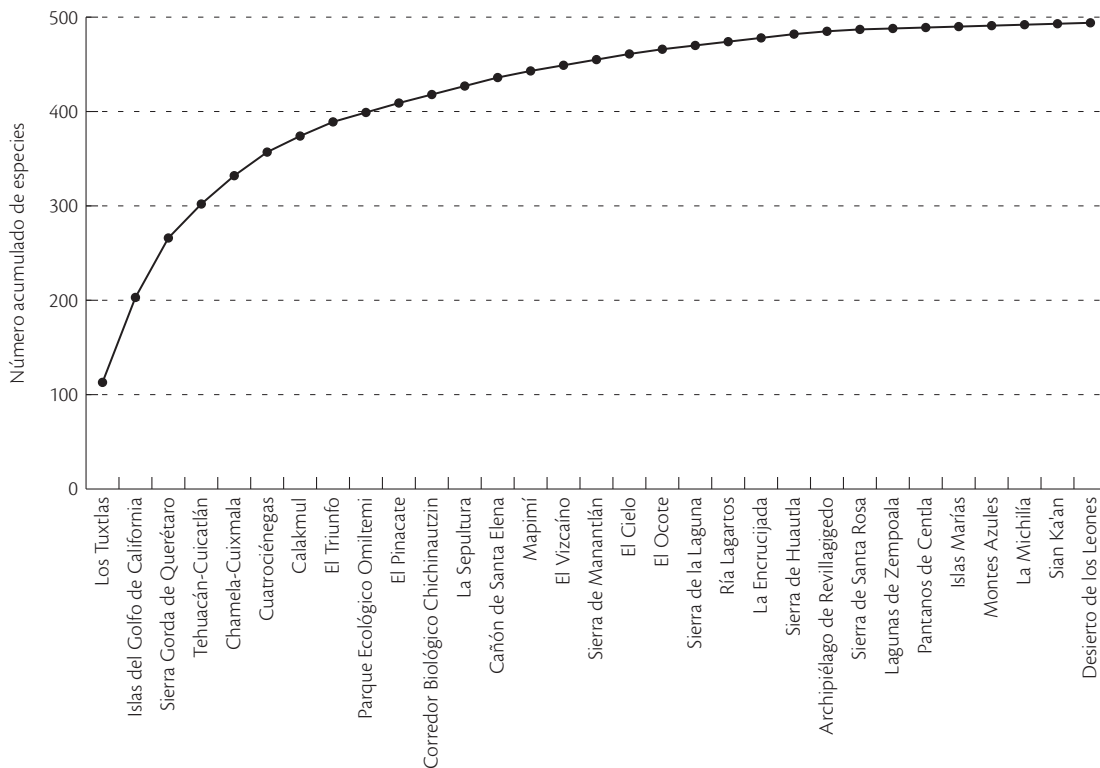
**Figura 14.9** Áreas naturales protegidas necesarias para tener representadas 92% de las especies de aves de México por lo menos una vez. Nota: del resto de las especies no se tiene información suficiente para determinar si se encuentran representadas en reservas federales.

**Cuadro 14.15** Riqueza de especies, especies en riesgo y endémicas de reptiles en 31 áreas naturales protegidas de México

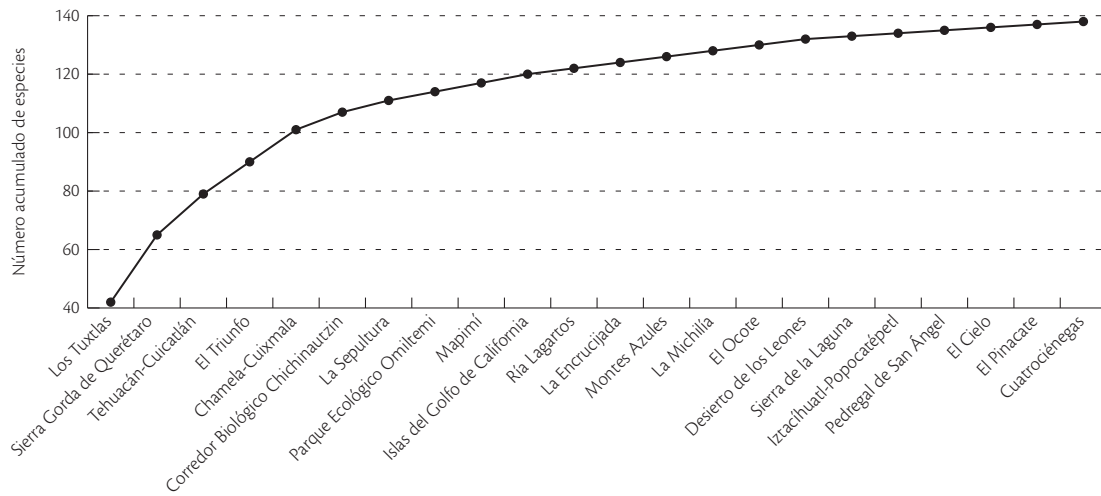
Reserva	Especies		
	Riqueza	En riesgo	Endémicas
Los Tuxtlas	113	48	17
Islas del Golfo	91	47	52
Sierra Gorda	99	47	42
Tehuacán-Cuicatlán	68	36	44
Chamela-Cuixmala	65	33	29
Cuatrociénegas	51	28	4
Calakmul	72	31	6
El Triunfo	41	13	4
Parque Omitemi	29	15	20
El Pinacate	35	18	0
Corredor Biológico Chichinautzin	40	19	28
La Sepultura	48	18	9
Cañón Santa Elena	52	28	1
Mapimí	40	17	3
El Vizcaíno	39	23	7
Sierra de Manantlán	32	22	19

**Cuadro 14.15** [concluye]

Reserva	Especies		
	Riqueza	En riesgo	Endémicas
El Cielo	56	19	12
El Ocote	50	19	3
Sierra de la Laguna	33	22	15
Ría Lagartos	53	19	5
La Encrucijada	43	20	2
Sierra de Huautla	52	21	27
Archipiélago de Revillagigedo	7	5	3
Sierra de Santa Rosa	20	9	12
Lagunas de Zempoala	10	4	6
Pantanos de Centla	59	29	1
Islas Mariás	26	15	10
Montes Azules	43	19	0
La Michilía	16	10	6
Sian Ka'an	40	19	1
Desierto de los Leones	9	3	9



**Figura 14.10** Áreas naturales protegidas necesarias para tener representadas 62% de las especies de reptiles de México por lo menos una vez. Nota: se requieren otras 26 reservas para tener representadas las 495 especies de las reservas evaluadas.



**Figura 14.11** Áreas naturales protegidas necesarias para tener representadas 38% de las especies de anfibios de México por lo menos una vez. Nota: del resto de las especies no se tiene información suficiente para determinar si se encuentran representadas en reservas federales.

El porcentaje de especies protegidas varía de 21 a 100 por ciento. El mayor número de especies no representadas en reservas, 129 (55%), son anuros. Cada especie fue registrada, en promedio, en tres reservas, con extremos de una a 17. Las especies representadas en las reservas incluyen 73 endémicas (30% del total de especies endémicas) y 70 (36%) en riesgo de extinción.

Las cinco reservas más importantes para la conservación de la riqueza total de anfibios por su complementariedad son Los Tuxtlas, Sierra Gorda, Tehuacán-Cuicatlán, El Triunfo y Chamela-Cuixmala (cuadro 14.16 y Fig. 14.11), por lo que deben recibir mayor atención y recursos que otras. Además, se necesitan otras 17 reservas para representar las 138 especies de las reservas evaluadas.

### 14.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La determinación de las zonas críticas y de alto riesgo tiene implicaciones diversas para la conservación en México. La distribución de zonas críticas en todo el país confirma que el problema de la pérdida de la diversidad biológica es severo actualmente, y todo indica que va ser aún más grave en las siguientes décadas. Por otro lado, la identificación precisa de estas zonas es una herramienta útil para orientar las políticas de desarrollo y conservación del país, y para maximizar los efectos de las acciones de conservación. Es claro que un eje fundamental en la estrategia nacional de conservación es orientar recursos y esfuerzos para proteger las zonas críticas y de alto

**Cuadro 14.16** Riqueza de especies, especies en riesgo y endémicas de anfibios en 22 áreas naturales protegidas de México

Reserva	Especies		
	Riqueza	En riesgo	Endémicas
Los Tuxtlas	42	18	13
Sierra Gorda	30	12	16
Tehuacán-Cuicatlán	24	10	18
El Triunfo	18	10	3
Chamela-Cuixmala	19	5	11
Corredor Biológico Chichinautzin	11	9	9
La Sepultura	24	10	5
Omitemí	8	4	6
Mapimí	5	2	0
Islas del Golfo de California	5	1	1
Ría Lagartos	14	4	1
La Encrucijada	14	7	2
Montes Azules	23	5	1
La Michililfa	4	2	3
El Ocote	21	7	5
Desierto de los Leones	7	5	6
Sierra de la Laguna	3	0	0
Izta-Popo	9	7	8
Pedregal de San Ángel	4	2	2
El Cielo	18	8	7
El Pinacate	3	0	0
Cuatrociénegas	7	1	0

riesgo. Finalmente, es evidente también que herramientas para la ordenación de las actividades productivas y de desarrollo, como el ordenamiento territorial y el impacto ambiental, deberían ser reforzados para cumplir cabalmente con su función de compatibilizar desarrollo y conservación.

---

## NOTAS

- 1 Estos porcentajes fueron calculados con base en las ANP federales, pero el estudio incluye también áreas de jurisdicción estatal o municipal.

---

## REFERENCIAS

- Arita, H.T., y G. Ceballos. 1997. Los mamíferos de México: distribución y estado de conservación. *Revista Mexicana de Mastozoología* **2**: 33-71.
- Bibby, C.J., N.J. Collar, M.J. Crosby, M.F. Heath, Ch. Imboden *et al.* 1992. Putting biodiversity on the map: Priority areas for global conservation. International Council for Bird Preservation, Cambridge, UK.
- BirdLife International. 2008. *Endemic Bird Areas*, en <[www.birdlife.org/action/science/endemic\\_bird\\_areas/index.html](http://www.birdlife.org/action/science/endemic_bird_areas/index.html)> (consultado en abril de 2008).
- Bojórquez-Tapia, L.A., H. de la Cueva, S. Díaz, D. Melgarejo, G. Alcantar *et al.* 2004. Environmental conflicts and nature reserves: Redesigning Sierra San Pedro Mártir National Park, Mexico. *Biological Conservation* **117**: 111-126.
- Caldecott, J.O., M.D. Jenkins, T.H. Johnson y B. Groombridge. 1996. Priorities for conserving global species richness and endemism. *Biodiversity and Conservation* **5**: 699-727.
- Cantú, C., J.M. Scott y R.G. Wright. 2004. The Gap Analysis Program on the assessment of nature reserves of Mexico. *Gap Analysis Bulletin* **10**: 8-11.
- Castillo, M.A., G. García-Gil, I. March, J.C. Fernández, E. Valencia *et al.* 1998. *Diagnóstico geográfico y cambios de uso del suelo en la selva El Ocote, Chiapas*. Informe final. El Colegio de la Frontera Sur-Fondo Mundial para la Naturaleza (wWF-México)-Biodiversity Support Program, USAID, San Cristóbal de las Casas, Chiapas.
- Castro-Aguirre, J.L., H. Espinosa-Pérez y J.J. Schmitter-Soto. 1999. *Ictiofauna estuarino-lagunar y vicaria de México*. Editorial Limusa-IPN, México.
- Ceballos, G., y A. García. 1995. Conserving neotropical biodiversity: The role of dry forests in western Mexico. *Conservation Biology* **9**: 1349-1353.
- Ceballos, G., P. Rodríguez y R.A. Medellín. 1998. Assessing conservation priorities in megadiverse Mexico: Mammalian diversity, endemism, and endangerment. *Ecological Applications* **8**: 8-17.
- Ceballos, G. 1999. Conservación de los mamíferos de México. *Biodiversitas* **27**: 1-8.
- Ceballos, G., y L. Márquez. 2000. *Las aves de México en peligro de extinción*. CONABIO-UNAM- Fondo de Cultura Económica, México.
- Ceballos, G., y P.R. Ehrlich. 2002. Mammal population losses and the extinction crisis. *Science* **296**: 904-907.
- Ceballos, G., H. Gómez da Silva y M.C. Arizmendi. 2002. Áreas prioritarias para la conservación de las aves de México. *Biodiversitas* **41**: 1-7.
- Ceballos, G., y F. Eccardi. 2003. *Animales de México en peligro de extinción*. Fundación Alejo Peralta, México.
- Ceballos, G., P.R. Ehrlich, J. Soberón, I. Salazar y J.P. Fay. 2005a. Global mammal conservation: What must we manage? *Science* **309**: 603-607.
- Ceballos, G., R. List, J. Pacheco, P. Manzano-Fisher, G. Santos *et al.* 2005b. Prairie dogs, cattle, and crops: Diversity and conservation of the grassland-shrubland habitat mosaic in northwestern Chihuahua, Mexico, en J.E. Cartron, G. Ceballos y R.S. Felger (eds.), *Biodiversity, ecosystems, and conservation in northern Mexico*. Oxford University Press, Nueva York, pp. 425-438.
- Ceballos, G., y G. Oliva. 2005. *Los mamíferos silvestres de México*. CONABIO-Fondo de Cultura Económica, México.
- Ceballos, G. 2007. Conservation priorities for mammals in megadiverse Mexico: The efficiency of reserve networks. *Ecological Applications* **17**: 569-578.
- Conanp. 2000. *Programa de manejo de la reserva de la biosfera Selva El Ocote, Chiapas, México*. Conanp, Semarnat, México.
- Conanp. 2008. *¿Qué son las áreas protegidas?*, en <[http://www.conanp.gob.mx/q\\_anp.html](http://www.conanp.gob.mx/q_anp.html)> (consultado en agosto de 2008).
- Challenger, A. 1998. *Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México: pasado, presente y futuro*. CONABIO-Instituto de Biología, UNAM-Agrupación Sierra Madre, México.
- Channell, R., y M.V. Lomolino. 2000. Dynamic biogeography and conservation of endangered species. *Nature* **403**: 84-86.
- Daily, G.C., G. Ceballos, J. Pacheco, G. Suzán y A. Sánchez-Azofeifa. 2003. Countryside biogeography of neotropical mammals: Conservation opportunities in agricultural landscapes of Costa Rica. *Conservation Biology* **17**: 1814-1826.
- Dirzo, R., y M.C. García. 1992. Rates of deforestation in Los Tuxtlas, a neotropical area in southeast Mexico. *Conservation Biology* **6**: 84-90.
- Dobson, A.P., J.P. Rodríguez, W.M. Roberts y D.S. Wilcove.



1997. Geographic distribution of endangered species in the United States. *Science* **275**:550-553.
- Ehrlich, P.R., y A. Ehrlich. 1981. *Extinction: The causes and consequences of the disappearance of species*. Random House, Nueva York.
- Escalante-Pliego, P., A. Navarro y A.T. Peterson. 1993. A geographic, ecological, and historical analysis of land bird diversity in Mexico, en T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.), *Biological diversity of Mexico: Origins and distribution*. Oxford University Press, Nueva York, pp. 281-307.
- Espinosa, P.H., M.T. Gaspar-Dillanes y P. Fuentes-Mata. 1993. *Peces dulceacuicolas mexicanos. Listado Faunístico III*. Publicaciones Especiales, Instituto de Biología, UNAM, México.
- Fairbanks, D.H.K., B. Reyers y A.S. Van Jaarsveld. 2001. Species and environment representation: Selecting reserves for the retention of avian diversity in KwaZulu-Natal, South Africa. *Biological Conservation* **98**:365-379.
- Faith, D.P., G. Carter, G. Cassis, S. Ferrier y L. Wilkie. 2003. Complementarity, biodiversity viability analysis, and policy-based algorithms for conservation. *Environmental Science and Policy* **6**: 311-328.
- Flores-Villela, O. 1993. Herpetofauna mexicana. *Carnegie Museum of Natural History Special Publication* **17**: 1-73.
- Flores-Villela, O., y L. Canseco-Márquez. 2004. Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México. *Acta Zoológica Mexicana* **20**: 115-144.
- Glenn, E.P., R.S. Felger, A. Búrquez y D.S. Turner. 1992. Ciénega de Santa Clara: Endangered wetland in the Colorado River Delta, Sonora, Mexico. *Natural Resources Journal* **32**:817-823.
- Howell, S.N.G., y S. Webb. 1995. *A guide to the birds of Mexico and northern Central America*. Oxford University Press, Oxford, RU.
- Kerley, G.I.H., R.L. Pressey, R.M. Cowling, A.F. Boshoff y R. Sims-Castley. 2003. Options for the conservation of large and medium-sized mammals in the Cape Floristic Region hotspot, South Africa. *Biological Conservation* **112**: 169-190.
- Kerr, J.T. 1997. Species richness, endemism, and the choice of areas for conservation. *Conservation Biology* **11**:1094-1100.
- MA. 2005. *Living beyond our means: Natural assets and human well-being*. Millenium Ecosystem Assessment, Washington, D.C.
- Margules, C.R., y R.L. Pressey 2000. Systematic selection planning. *Nature* **405**: 243-253.
- Mendoza, E., y R. Dirzo. 1999. Deforestation in Lacandonia (southeast Mexico): Evidence for the declaration of the northernmost tropical hot-spot. *Biodiversity and Conservation* **8**: 1621-1641.
- Miller, R.R., W.L. Minckley y S.M. Norris. 2006. *Freshwater fishes of Mexico*. University of Chicago Press, Chicago.
- Myers, G.S. 1938. Fresh-water fishes and West Indian zoogeography. *Annual Report of the Board of Regents of the Smithsonian Institution* **1937**: 339-364.
- Myers, G.S. 1951. Freshwater fishes and East Indian zoogeography. *Stanford Ichthyological Bulletin* **4**: 11-21.
- Myers, N. 1988. Threatened biotas: "Hotspots" in tropical forests. *The Environmentalists* **6**: 187-208.
- Myers, N., R.A. Mittermeier, C.G. Mittermeier, G.A.B. da Fonseca y J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* **403**: 853-858.
- NatureServe. 2003. NatureServe Explorer: An online encyclopedia of life. Version 1.8, en <<http://www.natureserve.org/explorer>> (consultado en abril de 2006).
- Navarro S., A.G. 1994. Formación de una base de datos de aves de México y elaboración del atlas de las aves de México. Facultad de Ciencias, UNAM. Informe final SNIB-CONABIO proyecto A002, México.
- Navarro S., A.G., A.T. Peterson y A. Gordillo-Martínez. 2002. A Mexican case study on a centralised database from world natural history museums. *CODATA Data Science Journal* **1**: 45-53.
- Ochoa-Ochoa, L.M., y O. Flores-Villela. 2006. *Áreas de diversidad y endemismo de la herpetofauna mexicana*. UNAM-CONABIO, México.
- Patterson, B.D., G. Ceballos, W. Secherest, M.F. Tognelli, T. Brooks *et al.* 2003. *Digital distribution maps of the mammals of the western hemisphere*, version 1.0. NatureServe, Arlington, Virginia.
- Pressey, R.L., C.J. Humphries, C.J. Margules, R.I. Vane-Wright y P.H. Williams. 1993. Beyond opportunism: Key principles for systematic reserve selection. *Trends in Ecology and Evolution* **8**:124-128.
- Ricketts, T.H., E. Dinerstein, T. Boucher, T.M. Brooks, S.H.M. Butchart *et al.* 2005. Pinpointing and preventing imminent extinctions. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **102**: 18497-18501.
- Ridgely, R.S., T.F. Allnutt, T. Brooks, D.K. McNicol, D.W. Mehlman *et al.* 2003. *Digital distribution maps of the birds of the western hemisphere*, version 1.0. NatureServe, Arlington, Virginia.
- Riemann, H., y E. Ezcurra. 2005. Plant endemism and natural protected areas in the Peninsula of Baja California, Mexico. *Biological Conservation* **122**: 141-150.
- Rodrigues, A.S.L., y K.J. Gaston. 2002. Optimisation in reserve selection procedures – Why not? *Biological Conservation* **10**: 123-129.
- Rodrigues, A.S.L., S.J. Andelman, M.I. Bakarr, L. Boitani, T.M. Brooks *et al.* 2004. Effectiveness of the global protected area network in representing species diversity. *Nature* **428**: 640-643.
- Santos-Barrera, G., J. Pacheco y G. Ceballos. 2004. Áreas prioritarias para la conservación de los reptiles y anfibios de México. *Biodiversitas* **57**: 1-6.

- Santos-Barrera, G., y A. García. 2006. Evaluación mundial de reptiles y anfibios y su conservación en México. *Biodiversitas* **65**:12-15.
- Semarnat. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo. Semarnat, *Diario Oficial de la Federación*, 6 de marzo de 2002.
- Sisk, T.D., A.E. Launder, K.R. Switky y P.R. Ehrlich. 1994. Identifying extinction threats. *BioScience* **44**:592-604.
- Souza, V., L. Espinosa-Asuar, A.E. Escalante, L.E. Eguiarte, J. Farmer *et al.* 2006. An endangered oasis of aquatic microbial biodiversity in the Chihuahuan desert. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **103**:6565-6570.
- UICN. 2005. *IUCN red list of threatened species*. UICN, Gland.
- Van Jaarsveld, A.S., S. Freitag, S.L. Chown, C. Muller, S. Koch *et al.* 1998. Biodiversity assessment and conservation strategies. *Science* **279**:2106-2108.
- Williams, P., D. Gibbons, C. Margules, A. Rebelo, C. Humphries *et al.* 1996. A comparison of richness hotspots, rarity hotspots and complementary areas for conserving diversity of British birds. *Conservation Biology* **10**:155-174.