

301016



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

**SISTEMAS DE CATEGORIZACIÓN DE ESPECIES
AMENAZADAS: UNA PROPUESTA ILUSTRADA CON
LOS MAMÍFEROS DEL SUR DE MÉXICO**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I O L O G A

P R E S E N T A :

PALOMA MÓNICA CARTON DE GRAMMONT LARA



DIRECCION GENERAL DE
EVALUACION EDUCATIVA
DIRECTOR: Dr. Alfredo David Cuarón Orozco



FACULTAD DE CIENCIAS
SECCION ESCOLAR



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

M. EN C. ELENA DE OTEYZA DE OTEYZA
Jefa de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis: *Sistemas de categorización de especies amenazadas: una propuesta ilustrada con los mamíferos del sur de México*

realizado por Paloma Mónica Carton de Grammont Lara

con número de cuenta 9550397-0 , pasante de la carrera de Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis
Propietario Dr. Alfredo David Cuarón Crozco

Alfredo Cuarón Crozco
[Firma]

Propietario M. en C. Livia Socorro León Paniagua

Propietario

Dra. Ella Glorice Vázquez Domínguez

Suplente

M. en C. Mercedes del Pilar Rodríguez Moreno

Suplente

M. en C. Jaime Marcelo Arende Sánchez

[Firma]
[Firma]
[Firma]

Consejo Departamental de Biología

FACULTAD DE CIENCIAS
UNAM

[Firma]
Dra. Patricia Ramos Morales



DEPARTAMENTO
DE BIOLOGIA

A Mínet, Gerard, Spencer, María, Miguel y Toña

A Sara, Humberto y Nuria

A Yankuic

Extinciones

No sólo las ballenas
los delfines
los elefantes los mandriles
los foca fraile el bontebok
los bosques de la amazonia
corren peligro de extinguirse

también enfrentan ese riesgo
las promesas / los himnos
la palabra de honor / la carta magna
los jubilados / los sin techo
los juramentos mano en biblia
la ética primaria / la autocrítica
los escrúpulos simples
el rechazo al soborno
la cándida vergüenza de haber sido
y el tímido dolor de ya no ser

habría por lo tanto que tapar
con buena voluntad y premura
el agujero cada vez más grande
en la capa de ozono / y además
el infame boquete en la conciencia
de los decididores / así sea

Mario Benedetti



AGRADECIMIENTOS

Son muchas las personas e instituciones a las que debo de agradecer por su apoyo para la realización de este trabajo.

Al Departamento de los Recursos Naturales del Instituto de Ecología, UNAM por haberme otorgado un espacio académico donde realizar mi trabajo de tesis.

Al Programa de becas para tesis de licenciatura de la UNAM, por el apoyo económico brindado. Este proyecto fue patrocinado por financiamiento del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (N-127225), la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (R062), y el Instituto de Ecología de la UNAM a Alfredo D. Cuarón

Muy especialmente quiero agradecer a mi director de tesis, Dr. Alfredo D. Cuarón, por haberme abierto las puertas al Departamento de los Recursos Naturales del Instituto de Ecología, UNAM; por haberme apoyado incondicionalmente durante estos dos años de trabajo, por sus enseñanzas, y por haberme brindando su amistad.

A la Dra. Ella Vázquez Domínguez, a la M. en C. Livia León Paniagua, al M. en C. Marcelo Aranda y a la M. en C. Pilar Rodríguez Moreno por sus valiosos comentarios y por el tiempo dedicado dentro y fuera de clases para atender mis inquietudes académicas.

Quiero agradecer especialmente a L. B Vázquez por todo el tiempo dedicado a revisar las bases de datos usadas en este trabajo. También quiero agradecer a H. Ferreira por todo el apoyo técnico que me brindó en la construcción de las bases de datos.

A los ChaFas, miembros del Laboratorio de Ciencia Ficción, por haber compartido conmigo todos los momentos buenos y malos, tanto académicos como personales. Muchas gracias Chrisgo, Wilma, Bety, Tete, Mariana y Paty por tantas risas, llantos, enojos y alegrías brindadas en estos años y por convertirse en mi familia moreliana. Gracias a Anix y a la Sra. Ana María, por haberme abierto las puertas de su hogar, y a Patolin por haber compartido conmigo ese huevito al que llamamos "casa".

Y pues dado que la tesis es sólo la fase terminal de todo un proceso en el que pretendemos convertirnos en biólogos, no puedo dejar de agradecer a toda aquella gente

con la que compartí mis años de juventud en la Fac: a la Bruja porque desde que decidí convertirme en bióloga ha estado siempre mi lado, en las buenas y en las malas, y porque somos brujas...a Tamaration (my friend), Muench, Flor, Quetzali y Alex por haberme ayudado a sobrevivir ese maldito primer semestre de la carrera...a Maris e Isa por tantas noches de desvele (estudiando?) y por todo el cariño otorgado... a Lis, Chat, Q' y Lore por tantos momentos de florecitas que aunque ahora reniego disfrute tanto...a los abejorros...y a todas aquellas personas que hicieron tan gratos los años en la facultad...

Este trabajo jamás lo hubiera logrado terminar (ni siquiera de empezar) sin el ejemplo y apoyo de mis padres. Gracias por su comprensión, paciencia y consejos, gracias por no dejarme caer y por ser siempre parte activa de mi vida profesional. Tampoco creo que hubiese logrado terminar este proceso sin el apoyo de mi hermana. Gracias Nunu por ser siempre tan solidaria.

A mis abuelos, tíos y primos...

Y a ti, Yankuic, por haber llegado en el momento indicado, por ser parte de este proceso, por tu apoyo, cariño y dedicación y por iluminar el lado oscuro de mi corazón.

CONTENIDO

| | |
|---|----|
| RESUMEN | 1 |
| CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN | |
| 1.1. Introducción general | 3 |
| 1.1.1. Características biológicas asociadas con la vulnerabilidad de las especies a la extinción. | 4 |
| 1.1.2. Factores antrópicos que ponen en riesgo de extinción a las especies | 6 |
| 1.2. Objetivos generales | 10 |
| CAPITULO 2: SISTEMAS DE CATEGORIZACIÓN DE ESPECIES AMENAZADAS | |
| 2.1. Introducción | 11 |
| 2.1.1. ¿Qué son las categorías y criterios? | 11 |
| 2.1.2. Características deseables de los sistemas de categorización de especies amenazadas | 12 |
| 2.1.3. Diferencias entre estado de conservación y prioridades de conservación | 13 |
| 2.1.4. Diferencias entre los listados de especies amenazadas y CITES | 14 |
| 2.2. Objetivos | 15 |
| 2.3. Método | 15 |
| 2.4. Descripción de los sistemas de categorización de especies amenazadas | 17 |
| 2.4.1. Las Listas Rojas de la Unión Mundial para la Naturaleza (IUCN) | 17 |
| 2.4.2. El listado de especies amenazadas de los Estados Unidos: Acta sobre Especies en peligro de extinción (ESA) | 22 |
| 2.4.3. Los listados de especies amenazadas para México: NOM-059-ECOL-1994 y el nuevo proyecto PROY-NOM-059-ECOL-2000. | 24 |
| 2.4.4. La Lista Roja de Fauna Silvestre de Guatemala | 27 |
| 2.4.5. La Lista de Especies Nacional de Belice | 28 |

| | |
|--|----|
| 2.4.6. El Listado Oficial de las Especies de Fauna Vertebrada Amenazada y en Peligro de Extinción en El Salvador | 28 |
| 2.4.7. La Lista de especies de Animales Silvestres de Preocupación Especial de Honduras | 29 |
| 2.4.8. El Listado de Especies Nicaragüenses de Fauna Amenazadas o en Peligro de Extinción y que son objeto de regulación especial por parte del Estado (Apéndices CITES) | 30 |
| 2.4.9. La Lista de Especies de Fauna Silvestre con Poblaciones Reducidas y en Peligro de Extinción para Costa Rica | 30 |
| 2.4.10. El listado de especies amenazadas de Panamá | 30 |
| 2.4.11. La rareza como un criterio para definir el grado de amenaza (Burke y Humphrey, 1987) | 31 |
| 2.4.12. La propuesta de Ceballos y Navarro (1991) | 32 |
| 2.4.13. El índice de calificación SUMIN propuesto por Reca <i>et al.</i> 1994 | 33 |
| 2.4.14. El Índice de Prioridades de Conservación (CPI) propuesto por Cofré y Marquet (1999) | 34 |
| 2.4.15. El modelo de riesgo de valores relativos propuesto por Sánchez (en Arroyo, 1996) | 35 |
| 2.5. Virtudes y limitaciones de los sistemas de categorización de especies amenazadas | 37 |
| 2.5.1. Las categorías | 41 |
| 2.5.2. Los criterios | 42 |
| 2.5.3. El tipo de información utilizada | 44 |
| 2.5.4. Aplicación a distintas escalas geográficas y niveles taxonómicos | 45 |
| 2.6. ¿Cuál es el sistema más adecuado? | 45 |
| 2.7. Recomendaciones | 47 |
| 2.8. Conclusiones | 48 |

CAPITULO 3: GENERACIÓN DE INFORMACIÓN PARA EVALUAR EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS ESPECIES USANDO EL SISTEMA DE LA IUCN: EL CASO DE LOS MAMÍFEROS DEL SUR DE MÉXICO

| | |
|-------------------|----|
| 3.1. Introducción | 49 |
|-------------------|----|

| | |
|--|-----|
| 3.2. Conceptos importantes para el uso del sistema de la IUCN (2000) | 50 |
| 3.3. Objetivos | 52 |
| 3.4. Área de estudio | 52 |
| 3.4.1. Descripción general | 52 |
| 3.4.2. Los mamíferos del sur de México | 53 |
| 3.4.3. Las distintas escalas geográficas | 54 |
| 3.5. Método | 60 |
| 3.5.1. Base de datos sobre los mamíferos del sur de México | 60 |
| 3.5.2. Tendencias de pérdida de hábitat | 62 |
| 3.5.3. Asignación de las categorías de amenaza con el sistema de la IUCN | 67 |
| 3.5.4. Análisis estadísticos | 69 |
| 3.6. Resultados | 70 |
| 3.6.1. Categorías de riesgo en el sur de México | 70 |
| 3.6.2. Categorías de riesgo por estado | 75 |
| 3.6.3. Categorías de riesgo por regiones | 79 |
| 3.6.4. Especies explotadas | 88 |
| 3.7. Discusión | 90 |
| 3.7.1. Ventajas y limitaciones del método | 91 |
| 3.7.2. Sur de México | 95 |
| 3.7.3. Diferencias entre los distintos estados y regiones | 98 |
| 3.7.4. Especies subevaluadas | 99 |
| 3.7.5. Lo que falta por hacer | 100 |
| 3.8. Conclusiones | 101 |
| CONCLUSIONES GENERALES | 102 |
| LITERATURA CITADA | 103 |
| ANEXOS | |

RESUMEN

Una de las principales herramientas para apoyar las acciones de conservación ha sido la elaboración de listados de especies amenazadas. El origen de los listados es diverso y actualmente existe un gran debate sobre cuál es el sistema de categorización más adecuado para evaluar el estado de conservación de las especies. El debate comprende dos puntos principales: 1) la definición de categorías y criterios; y 2) el tipo de información requerida por el sistema. En este sentido, se argumenta que el sistema debe de ser objetivo y explícito en cuanto a sus categorías y criterios, y que la información requerida sea de fácil acceso, ya que para la mayoría de las especies, en la mayor parte del planeta, la información es escasa.

En el primer capítulo de este trabajo hago una introducción general sobre los principales factores que ponen en riesgo de extinción a las especies.

En el segundo capítulo presento una evaluación de la definición de las categorías y criterios utilizados por 15 sistemas de categorización de especies amenazadas. De estos 15 sistemas, 10 cuentan con categorías de amenaza, de los cuáles siete presentan definiciones explícitas y sólo cuatro definiciones son objetivas. Tres sistemas contemplan categorías que no tienen una relación clara con el nivel de riesgo en que se encuentran las especies. Sólo el sistema de la Unión Mundial para la Naturaleza (IUCN) incluye una escala temporal en la definición de sus categorías. Doce sistemas presentan criterios explícitos pero sólo uno define todos cuantitativamente y cinco cuentan con algunos criterios cuantitativos y cualitativos. Cinco sistemas contienen criterios sin relación clara con la evaluación del riesgo de extinción de las especies y otros cinco presentan algún tipo de argumento circular en sus criterios. De los 15 sistemas evaluados, el sistema empleado por la Unión Mundial para la Naturaleza, es el más adecuado para evaluar el estado de conservación de las especies.

En el tercer capítulo muestro como se pueden usar estudios de cambios en la cobertura vegetal e información básica sobre la distribución de las especies como fuentes de información fáciles de generar y utilizar en términos de tiempo y recursos, para la valoración del estado de conservación de las especies usando el sistema de la IUCN (2000). Ejemplifico su aplicación con los mamíferos del sur de México. Debido a que uno de los principales debates en el uso de los sistemas de categorización es su aplicación a nivel internacional, nacional y regional, ilustro el uso del sistema a diferentes escalas geográficas: sur de México, estados y regiones. El sur de México comprende los estados de Tabasco, Campeche, Chiapas, Yucatán y Quintana Roo. Los estados evaluados son Tabasco, Campeche y Chiapas. Las regiones corresponden a una región del estado de Tabasco, una del estado de Campeche y una del estado de Chiapas, esta última se divide a su vez en áreas no protegidas y áreas protegidas. Dentro de las áreas protegidas se evalúa también,

por separado, el estado de conservación de las especies en la Reserva de la Biósfera Montes Azules y el Parque Nacional Palenque. La intención de evaluar el estado de conservación de las especies a distintas escalas geográficas es contribuir con los lineamientos para el desarrollo del uso del sistema de la IUCN a escalas regionales, así como ejemplificar los niveles a los cuales es útil conocer el estado de conservación de las especies, en especial para el desarrollo de las políticas de manejo.

De las 219 especies evaluadas para todo el sur de México, 50 se encuentran en alguna categoría de amenaza ya sea por pérdida de hábitat, distribución restringida, o ambas. Estos resultados no coinciden con el listado de la IUCN (2000), ni con la Norma Oficial Mexicana para especies amenazadas (SEMARNAP, 2000). Esto se debe a diferencias en los criterios y categorías de cada sistema y al tipo de información usada para evaluar a las especies. Las especies endémicas de la zona de estudio deben de ser reevaluadas por la IUCN y por la normatividad mexicana.

Cuando se aplica el sistema de la IUCN a escala estatal o regional, existen marcadas diferencias en el número de especies amenazadas. Chiapas es el estado con mayor número de especies amenazadas, sin embargo la región de Tabasco presenta un número de especies amenazadas elevado con respecto a las otras regiones. Palenque es un caso particular ya que todas las especies con distribución potencial en el parque se encuentran en alguna categoría de riesgo debido, principalmente, a la superficie tan restringida del lugar (18 km²). Estos contrastes se deben a diferencias en la riqueza de especies de cada estado o región, así como a las diferentes tendencias y políticas de desarrollo. El presente trabajo ilustra una forma de asignar objetivamente categorías de amenaza a las especies, incluso en condiciones de información deficiente y bajos recursos económicos, situación típica en la mayoría de los países con gran diversidad biológica como es el caso de los países Mesoamericanos. Asimismo demuestro que las categorías y criterios de la IUCN pueden ser aplicados a distintas escalas geográficas no obstante todavía quedan muchos detalles del método que depurar. Los más importantes se relacionan con la clasificación del hábitat y del tiempo generacional de las especies, la clasificación de los tipos de vegetación y las coberturas en distintos años y, finalmente, con la aplicación del sistema de ajustes propuesto para la evaluación de las especies a escalas regionales.

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN GENERAL

La extinción de las especies es parte del proceso natural de la evolución (Challinor, 1985; Stanley, 1985; Jablonski, 1996). No obstante, el ser humano ha ido acelerando este proceso, a tal grado que las extinciones provocadas por él se han llegado a comparar con las extinciones masivas del tiempo geológico pasado (Smith *et al.*, 1993; Kauffman y Harries, 1996). Ante esta problemática la identificación del estado de conservación de las especies se ha convertido en una de las principales herramientas para el establecimiento de prioridades de conservación a nivel internacional, nacional y regional así como en términos temáticos (Mace y Lande, 1991). Esta información es de especial interés para la toma de decisiones en las políticas de manejo, debido a que en la mayoría de los casos, y especialmente en los países en vías de desarrollo, los recursos para la conservación son limitados. Así, la asignación de las áreas prioritarias para la conservación (ver Kershaw *et al.*, 1995; Ceballos *et al.*, 1998), y las acciones de conservación de especies, generalmente están encaminadas a proteger una fracción de la diversidad biológica del planeta: aquella que se encuentra en mayor riesgo de extinción. Históricamente la identificación de especies que enfrentan un riesgo de extinción se ha dado a partir de la elaboración de listados de especies amenazadas.

Desde hace varios años existe un gran número de sistemas de categorización de especies amenazadas, propuestos ya sea por organizaciones no gubernamentales (*e.g.*, IUCN, 1966; 1996), por académicos interesados en el tema (*e.g.*, Ceballos y Navarro, 1991; Reca *et al.*, 1994; Cofré y Marquet, 1999), o por los gobiernos, como una base para reglamentar el manejo de especies y ecosistemas, con el fin de proteger la diversidad biológica de su país (*e.g.*, INE, 1994; CONAP, 1996; MINAE, 1997).

Actualmente, existe polémica sobre cuál es el sistema más adecuado para evaluar el estado de conservación de las especies (*e.g.*, Grigera y Ubeda, 2000). Este debate va en dos sentidos: 1) el tipo de información adecuada para determinar el estado real de conservación de las especies y 2) la definición de las categorías y criterios que permiten establecer que especie está amenazada.

En el segundo capítulo de este trabajo hago una evaluación de 15 de los sistemas de categorización de especies amenazadas e identifiqué el sistema más adecuado según el tipo de criterios y categorías empleados. En el tercer capítulo presento un método para obtener información fácil de generar, en términos de tiempo y recursos, para valorar el estado de

conservación de las especies, usando el sistema de categorización identificado en el capítulo dos como el más adecuado. Utilizo a las especies de mamíferos del sur de México como caso de estudio ya que para esta región existen estudios previos sobre cambios en la cobertura del terreno y sus efectos en los cambios de disponibilidad de hábitat para los mamíferos (Cuarón, 1991; 1997; 2000).

Debido a que uno de los principales debates en el uso de los sistemas de categorización es su aplicación a escala nacional, regional e internacional, ejemplifico el uso del sistema a diferentes escalas geográficas. La intención de evaluar el estado de conservación de las especies a distintas escalas geográficas es ejemplificar los niveles en los cuales es útil conocer el estado de conservación de las especies, en especial para el desarrollo de las políticas de manejo.

1.1.1. Características biológicas asociadas con la vulnerabilidad de las especies a la extinción

El proceso de evolución de la vida en la Tierra se ha caracterizado, entre otras cosas, por la extinción de las especies. Ejemplo de ello es que el número de especies de animales y plantas que viven en nuestros tiempos sólo constituyen entre el 2% y el 4% del total de especies que han existido en la Tierra (Dobson, 1996). Aunque en el tiempo geológico pasado se han registrado 5 extinciones en masa (Kauffman y Harries, 1996; Benton, 1996), la mayor parte de las extinciones han tenido lugar durante periodos en que las tasas de extinción eran "normales" o "bajas" (Jablonski, 1996).

Existen muchos factores que pueden llevar a una especie a la extinción. Sin embargo, se ha argumentado que procesos como la depredación y la competencia, así como la dinámica poblacional de las especies, en especial las fluctuaciones en el tamaño poblacional a través del tiempo, son los principales factores que ponen en riesgo a una especie (MacArthur, 1972). Al mismo tiempo, el ambiente en el que se desarrollan las especies juega un papel sumamente importante en el proceso de extinción (Dobson, 1996). En este sentido, las catástrofes naturales son una gran amenaza a la diversidad regional.

En las últimas décadas se han generado una serie de modelos para entender el proceso de extinción. Estos modelos se basan en la teoría de biogeografía de islas, en la genética y en la dinámica de poblaciones (ver Burgman *et al.*, 1988). Paralelamente, se ha sugerido que existen algunas características de las especies que las hacen más vulnerables a la extinción. Aunque este tema ha sido controversial, actualmente existe consenso en que las especies son más vulnerables a la extinción si son especies: con tamaños corporales grandes o muy

pequeños; en la cima de las tramas tróficas; sujetas a selección k^1 ; con poblaciones reducidas; con distribución restringida (algunos autores se refieren a estas especies como endémicas: e.g., Terborgh, 1974); con requerimientos de hábitat específicos; raras; cuyas poblaciones presentan un coeficiente de variación temporal alto, es decir que sufren grandes fluctuaciones en el tiempo; migratorias o que anidan en colonias; con distribución amplia que tienen poca capacidad de dispersión; y que no pueden subsistir en los bordes de un fragmento (Terborgh, 1974; Humphrey, 1985; Gilpin y Soulé, 1986; Pimm *et al.*, 1988; Laurence, 1991; Tracy y George, 1992; Newmark, 1995). La relación que tiene cada una de estas características con la vulnerabilidad a la extinción es compleja, principalmente para aquellas características que se relacionan entre sí.

Densidad poblacional y distribución geográfica

La distribución y abundancia de las especies son características que se encuentran relacionadas entre sí (Brown, 1984). Actualmente se sabe que las especies que presentan poblaciones pequeñas tienen una mayor probabilidad de extinción que las que tienen poblaciones grandes (Pimm *et al.*, 1988; Tracy y George, 1992). Esto se debe a que las poblaciones pequeñas son más sensibles a variaciones demográficas (Dobson, 1996). Asimismo, las especies de distribución restringida son más vulnerables a la extinción que las especies con áreas de distribución amplia, en particular frente a catástrofes naturales (Dobson, 1996; Rosenzweig, 1998).

Tamaño corporal y nivel trófico

El tamaño corporal de las especies se ha señalado como una de las principales características asociadas con la vulnerabilidad a la extinción. A pesar de la gran controversia en relación con esta característica, actualmente se reconoce que especies con tamaños corporales grandes o muy pequeños son más vulnerables a la extinción que especies de tamaño medio (Terborgh, 1974; Pimm *et al.*, 1988; Humphrey, 1985; Gilpin y Soulé, 1986; Laurence, 1991; Tracy y George, 1992; Newmark, 1995; Johst y Brandl, 1997). Sin embargo, cabe mencionar que más del 50% de las extinciones de mamíferos desde el año 1500 D.C.

¹ Las especies sujetas a selección k presentan tamaños corporales grandes y cuyo tamaño poblacional es relativamente constante en el tiempo. Estas especies presentan un desarrollo lento y reproducción tardía, su ciclo de vida es largo, usualmente mayor a un año. Las especies sujetas a selección r tienen tamaños corporales pequeños, cuyo tamaño poblacional es variable en el tiempo. Presentan un desarrollo rápido y reproducción a edad más temprana. La duración de su ciclo de vida es corta, usualmente menor a un año (Krebs, 1985).

han sido de especies de pequeño tamaño, especialmente del orden Rodentia (MacPhee, 1999).

La vulnerabilidad asociada al tamaño corporal depende de dos factores: la densidad poblacional (Pimm *et al.*, 1988) y el tipo de perturbación ambiental (Johst y Brandl, 1997). Así, las especies pequeñas presentan fluctuaciones poblacionales más acentuadas y por lo tanto son más sensibles a cambios ambientales. Por el contrario, las poblaciones de especies de gran tamaño son más estables, aunque una vez reducido su tamaño poblacional (por ejemplo, por catástrofes naturales) tienen baja capacidad de aumentar su tamaño poblacional en poco tiempo (Pimm *et al.*, 1988; Gilpin y Soulé, 1986). Esto se debe a que el tamaño corporal de las especies se relaciona con características reproductivas como la edad de la primera reproducción, tamaño de la camada, tamaño de las crías, tasas de reproducción y longevidad (Blueweiss *et al.*, 1978; Millar y Zammuto, 1983; Peters, 1983; Wootton, 1987; Brown *et al.*, 1993; Johst y Brandl, 1997).

Por otro lado, las especies en el tope de la cadena alimenticia y las especies de mayor tamaño dentro de una categoría del nivel trófico son más vulnerables a la extinción (Terborgh, 1974; Humphrey, 1985). Ello porque la transferencia de energía de un nivel de la cadena trófica al siguiente es ineficiente, de modo que las especies al tope de la cadena alimenticia tienden a presentar bajas densidades poblacionales comparadas con las de niveles inferiores (Humphrey, 1985). Es importante recalcar que las especies en el tope de la cadena trófica suelen presentar además tamaños corporales grandes.

Rareza

La rareza de las especies depende del área de distribución, la densidad local y la especialización al hábitat (Rabinowitz, 1981; Kunin y Gaston, 1993; Gaston, 1994). Rabinowitz (1981) define 7 tipos de rareza de las cuales, aquellas especies que presentan un área de distribución restringida, baja densidad poblacional local y especificidad al hábitat son las que se encuentran en mayor riesgo de extinción (Burke y Humphrey, 1987; Katan, 1992; Arita, 1993). Cuando los autores hablan de las especies raras por lo general se refieren a especies que presentan alguna de estas características. Varios estudios sugieren que la rareza de las especies está a su vez relacionada con el tamaño corporal, la dieta y la filogenia (Karr, 1977; Arita *et al.*, 1990; Arita, 1993; Dobson y Yu, 1993; Gaston y Blackburn, 1995).

1.1.2. Factores antrópicos que ponen en riesgo de extinción a las especies

Aunado a las causas naturales que ponen en riesgo de extinción a las especies (factores demográficos y ambientales), el hombre ha sumado una serie de presiones sobre los organismos vivos. El impacto del ser humano sobre la extinción de las especies comenzó hace aproximadamente 40 000 años, sin embargo, no es sino hasta la aparición de sofisticadas armas de caza, hace apenas unos 9 000 a 15 000 años, que las tasas de extinción de las especies se incrementaron marcadamente (Norse, 1985). Posteriormente, con la expansión de la revolución agrícola (durante los últimos 2000 años) y la revolución industrial (hace 200 años), el hombre ha contribuido significativamente con el incremento en las tasas de extinción (Kauffman y Harries, 1996).

Actualmente, se reconoce que la destrucción del hábitat, la sobreexplotación, la introducción de especies exóticas y la contaminación han sido las mayores presiones que ha ejercido el hombre sobre las especies (Terborgh, 1974; Ceballos y Navarro, 1991; Sisk *et al.*, 1994; Kerr y Curie, 1995; McNeely *et al.*, 1995; Cuarón, 1997). Además, recientemente se menciona que el cambio climático global puede ser una nueva presión sobre la diversidad biológica (Brown y Lomolino, 1998; McNeely *et al.*, 1995).

Las actividades humanas que ponen en riesgo a las especies han cambiado con el tiempo (Kerr y Curie, 1995) y difieren entre los grupos taxonómicos (Brown y Lomolino, 1998). Así, por ejemplo, las principales causas de las extinciones históricas de mamíferos son la introducción de especies y la cacería (Brown y Lomolino, 1998), mientras que para las especies de peces de agua dulce, la principal causa es la destrucción del hábitat seguida por la introducción de especies no nativas (MacPhee, 1999). En cambio, actualmente la destrucción y fragmentación del hábitat, seguida por la sobreexplotación, se han convertido en la principal actividad humana que pone en riesgo de extinción a las especies de mamíferos (Brown y Lomolino, 1998).

Introducción de especies exóticas

Un importante número de extinciones animales registradas desde 1600 se debe a la introducción de especies exóticas en algunas islas (Brown y Lomolino, 1998). La introducción de especies en un ecosistema puede resultar en la intromisión de nuevos depredadores, enfermedades y competencia, para los cuales las especies nativas no estaban adaptadas (Terborgh, 1974; McNeely *et al.*, 1995). Aunado a esto, gran parte de las especies introducidas, por ejemplo el ganado doméstico, deterioran y destruyen el hábitat (McNeely *et al.*, 1995).

Pérdida y fragmentación del hábitat

La pérdida de hábitat se debe principalmente al cambio en el uso del suelo que causan actividades humanas como la agricultura y la ganadería (Cuarón, 1997). Las tasas de cambio en la cobertura del terreno reportadas para los bosques tropicales húmedos dan una idea de cuan severamente se está destruyendo el hábitat de las especies (e.g., Mendoza y Dirzo, 1999; De Jong *et al.*, 2000; Cuarón, 2000). Aproximadamente, el 40% de los bosques tropicales han sido convertidos en vegetación secundaria, pastizales o áreas agrícolas. Otros ecosistemas altamente amenazados son los bosques tropicales secos, los humedales y los arrecifes coralinos (Dobson, 1996).

Por otro lado, los estudios sobre fragmentación indican que aunado a la reducción en el área cubierta por un tipo de vegetación natural que puede llevar a la extinción a una población, la fragmentación causa cambios en el ecosistema. Los cambios se dan tanto a nivel ambiental, como de las especies que viven en el fragmento (Saunders *et al.*, 1991; Murcia, 1995). Dentro de un fragmento, la abundancia y distribución de las especies, al igual que las interacciones ecológicas como la depredación y la competencia, cambian (Murcia, 1995; Chiarello, 2000). Esto se ve reflejado en una disminución de la riqueza de especies dentro del fragmento, reducción del tamaño poblacional de las especies, reducción en las tasas de inmigración, efecto de borde, cambios en la estructura de la comunidad e inmigración de especies exóticas (Turner, 1996).

Sobreexplotación

La sobreexplotación de especies se debe principalmente a la cacería comercial y de subsistencia, al comercio de individuos o sus productos y a la destrucción de aquellas especies que entran en conflicto con los intereses del hombre (Ceballos y Navarro, 1991)

Desde hace 15 000 años, el hombre ejerce presión mediante la caza, principalmente sobre los mamíferos de gran tamaño (Kauffman y Harries, 1996). La cacería ha exterminado muchas especies, en particular en sistemas insulares (Diamond, 1989, en McNeely *et al.*, 1995). Muchos estudios sugieren que la cacería reduce la abundancia de especies, lo que eventualmente las puede llevar a la extinción (e.g., Fitzgibbon *et al.*, 1995; Bodmer *et al.*, 1997; Carrillo *et al.*, 2000).

La cacería de subsistencia se refiere a las actividades cinegéticas orientadas a la obtención de proteína animal y a otros productos de la fauna silvestre (March, 1994). Históricamente, la cacería de subsistencia se llevaba a cabo de tal forma que no afectaba las

poblaciones silvestres. Sin embargo, con el aumento de la población rural, este tipo de actividades se ha convertido en una amenaza para la fauna (McNeely *et al.*, 1995).

La cacería deportiva es toda aquella actividad cinegética de la que no depende la subsistencia de quien la practica (March, 1994). Este tipo de cacería, cuando es adecuadamente regulada, no debiera tener un impacto negativo sobre la vida silvestre; sin embargo, debido a la existencia de la cacería furtiva, este tipo de caza se ha convertido en una de las más graves amenazas para la fauna silvestre (Chebez, 1999).

El comercio de especies exóticas es uno de los negocios más lucrativos en el mundo. Un claro ejemplo de ello es que durante 1984 los Estados Unidos importó un total de 16 300 especímenes y exportó o reexportó 1 300 especímenes de especies reguladas por CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres). El valor declarado de estos especímenes fue de 142 058 844 dólares (Jorgenson y Jorgenson, 1991).

En general, el conflicto que existe entre el hombre y aquellas especies consideradas como una en conflicto con intereses humanos se ha resuelto a través de su eliminación mediante envenenamiento y trampeo. Las campañas de control de depredadores han sido la causa de algunas extinciones como la del lobo mexicano (*Canis lupus*) (Ceballos y Navarro, 1991). Además de este tipo de erradicaciones, las campañas de control de depredadores son poco selectivas por lo que repercuten en especies no están en conflicto con los intereses del hombre o inclusive en especies amenazadas (March, 1994; Chebez, 1999).

Contaminación y cambio climático global

El hombre comenzó a causar serios problemas de contaminación hace más de 200 años con la revolución industrial. Este periodo de la historia del hombre se caracteriza por mayor destrucción de los hábitats así como por la contaminación química del aire, del agua y de los suelos de todo el mundo. El aumento de las partículas en suspensión, causadas por las grandes industrias, el inicio del calentamiento global y la destrucción de la capa de ozono, son algunas de las consecuencias más graves de la contaminación de nuestro planeta (Kauffman y Harries, 1996). Aunque el efecto de la contaminación aún no a sido evaluado como los otros factores que ponen en riesgo a las especies (Chebez, 1999), cada vez está más claro que la contaminación del suelo, la atmósfera y el agua pueden eliminar o reducir poblaciones de especies sensibles (Carson, 1962, en McNeely *et al.*, 1995). Las grandes mortandades de peces y aves acuáticas de los últimos tiempos se deben principalmente al derrame de contaminantes en los cuerpos de agua. Los contaminantes provienen principalmente de la industria, las zonas urbanas y los campos agrícolas. Muchos pesticidas

como el DDT aún son utilizados en países en vías de desarrollo causando serios problemas a la flora y la fauna silvestres (Ceballos y Navarro, 1991).

Aunque aún existe incertidumbre sobre las consecuencias del cambio climático global, se estima que el calentamiento de tres grados centígrados previsto para el próximo siglo provocará un cambio en la distribución de las especies y con ello un cambio en la diversidad de la vida (Brown y Lomolino, 1998). Aquellas especies que no son capaces de adaptarse al cambio climático o a desplazarse verán reducidas sus poblaciones o se extinguirán (Peterson *et al.*, en preparación).

Aparentemente cada vez son mayores las presiones sobre las especies, en especial la deforestación y la explotación. Por ello, cada vez es mayor la urgencia de detectar qué especies se encuentran amenazadas de modo que se puedan emprender acciones de manejo. No obstante, aún existe incertidumbre sobre cuál es el sistema más adecuado para categorizar a las especies y existen deficiencias en la información requerida para evaluar el estado de conservación de las especies.

1.2. OBJETIVOS GENERALES

1. Determinar, de entre quince sistemas de categorización de especies amenazadas, cuál es más adecuado para evaluar el estado de conservación de las especies con base en trece características que deben cumplir los sistemas de categorización para que la evaluación del riesgo de extinción de las especies sea objetiva.
2. Ilustrar, con los mamíferos del sur de México, el uso de fuentes de información accesibles y fáciles de generar en la asignación de categorías de riesgo, a distintas escalas geográficas, siguiendo el sistema de la IUCN.

CAPÍTULO 2: SISTEMAS DE CATEGORIZACIÓN DE ESPECIES AMENAZADAS

2.1. INTRODUCCIÓN

Los listados de especies amenazadas han sido elaborados por instituciones de diversa índole. La Unión Mundial para la Naturaleza (IUCN) fue el primer organismo internacional en elaborar listados, identificando a las especies amenazadas a nivel mundial. Actualmente, sus Libros o Listas Rojas se han convertido en una de las principales herramientas de la biología de la conservación (Colyvan *et al.*, 1999). Asimismo, muchos países han creado sus propios listados oficiales de especies amenazadas, como una estrategia para legislar la conservación de su diversidad biológica (e.g., CONAP, 1996; MINAE, 1997; SEMARNAP, 2000) Finalmente, algunos académicos han propuesto métodos para evaluar el estado de conservación de las especies de algún país o región en particular (e.g., Ceballos y Navarro, 1991; Reca *et al.*, 1994; Cofré y Marquet, 1999).

En este capítulo hago una revisión sobre algunos de estos listados de especies amenazadas. Inicio por indicar cuáles considero debieran ser las características de los sistemas de categorización de especies amenazadas y aclaro algunos términos confusos en la evaluación del estado de conservación de las especies. Finalmente, con base en estas características, describo y analizo 15 sistemas de categorización. Estos sistemas corresponden a algunos ejemplos de listados internacionales y nacionales, y contemplan algunas propuestas de académicos interesados en el tema de la conservación.

2.1.1. ¿Qué son las categorías y los criterios?

Todo sistema de categorización de especies amenazadas debe contar con categorías de amenaza y con criterios. Las *categorías* son los nombres con los que se identifican los niveles de amenaza en los que se encuentran las especies. Por lo general, las categorías incluyen nombres como: especies amenazadas, especies en peligro o especies vulnerables. La terminología usada difiere entre los distintos sistemas de categorización y aunque a veces se usa el mismo nombre, eso no implica que se refieran al mismo riesgo de extinción; es decir, no necesariamente son comparables ni compatibles.

Por su parte, los *criterios* son la información utilizada para evaluar el estado de conservación de las especies y con ello asignar las categorías de riesgo. Generalmente, esta información se refiere a las condiciones actuales de las poblaciones (distribución y

abundancia) o a características de las especies que las hacen más vulnerables a la extinción.

2.1.2. Características deseables de los sistemas de categorización de especies amenazadas

Los listados de especies amenazadas deben servir para evaluar el riesgo de extinción de las especies (taxa, en general, o poblaciones) en un tiempo determinado (IUCN, 1996). Esta evaluación debe establecerse con bases científicas de modo que sea lo más objetiva posible. En este sentido los sistemas de categorización de especies amenazadas deben cumplir con una serie de características deseables con relación a las categorías, los criterios y otros aspectos. A continuación enlisto las características deseables que Mace y Lande (1991) han propuesto y las complemento con otras que yo propongo (señaladas por un asterisco):

Las categorías

1. El sistema debe de establecer categorías de amenaza.
2. Las categorías deben de contar con una definición explícita.
3. Las definiciones de las categorías no deben incluir elementos subjetivos.
4. Las categorías deben tener una relación clara entre sí, esto quiere decir que cada una de ellas debe medir diferentes intensidades del riesgo de extinción en que se encuentran de las especies.
5. Las categorías deben medir la probabilidad de extinción de las especies en un tiempo determinado.

Los criterios

6. El sistema debe de establecer criterios explícitos y claros mediante los cuales se evalúe a las especies y de este modo se les pueda asignar alguna de las categorías de amenaza.
7. Los criterios no deben de incluir elementos confusos o que puedan tener diversas interpretaciones. Por lo general los criterios cualitativos suelen ser interpretables de diversas formas.*
8. Los criterios deben de usar información que sirva para evaluar el estado de conservación de las especies y no deben de mezclar información usada para evaluar las prioridades de conservación.*

9. Los criterios no deben de presentar argumentos redundantes al incluir especies previamente enlistadas por otros listados o usar características de las especies que estén íntimamente relacionadas entre sí.*
10. Para que el sistema sea objetivo y tenga bases científicas, debe incluir evaluaciones del nivel de incertidumbre.

Además,

11. El sistema debe de ser flexible en términos de la información requerida, es decir, que debe maximizar el uso de la poca información existente.
12. El sistema de categorización tiene que ser flexible en términos del nivel taxonómico al cual se aplique para que puedan evaluarse distintos niveles taxonómicos (especies, subespecies, poblaciones).*
13. El sistema debe de ser dinámico, de tal manera que pueda actualizarse a medida que se obtiene nueva información o que las circunstancias de las especies cambien.*
14. Ser aplicables a diferentes escalas geográficas (regional, nacional y mundial).*

Aunque probablemente esta propuesta pudiera ser enriquecida con otros elementos, me parece que constituye una buena base para definir los criterios a partir de los cuales se puede establecer cuál sistema de categorización resulta más adecuado para evaluar el estado de conservación real de las especies.

2.1.3. Diferencias entre estado de conservación y prioridades de conservación

Uno de los principales problemas de los sistemas de categorización de especies amenazadas es que existe una confusión generalizada en cuanto a la diferencia que hay al evaluar el estado de conservación de las especies y el determinar las prioridades para su conservación (e.g., Ceballos y Navarro, 1991; McIntyre, 1992; Reca *et al.*, 1994; Cofré y Marquet, 1999; CONAP, 1996)

Al evaluar el *estado de conservación* de las especies se estima el riesgo de extinción que enfrentan. Esto puede hacerse con base en su distribución geográfica, abundancia, pérdida de hábitat o explotación, por dar algunos ejemplos. Esta evaluación debe hacerse mediante sistemas de categorización que incluyan categorías que midan la probabilidad de que una especie se extinga en un periodo determinado, si las condiciones que la ponen en riesgo prevalecen (Mace y Lande, 1991).

Por el contrario, al evaluar las *prioridades de conservación* de las especies, se determina qué especies es importante proteger. Para ello, se considera el riesgo de extinción, es decir el grado de amenaza en el que se encuentra, pero también incluye otros factores como el

que la acción de conservación sea eficiente (Balmford *et al.*, 1996), consideraciones de tipo económico, político y social (Myers, 1985; Ehrlich y Ehrlich, 1992), la singularidad taxonómica de la especie o el grado de endemismo (*e.g.*, Ceballos *et al.*, 1998). Establecer las prioridades de conservación más que hacer un análisis científico se trata de una tarea de índole política y de opinión pública (Czech *et al.*, 1998), que define el destino de los recursos para la conservación.

Evaluar el estado de conservación de las especies es una herramienta útil para determinar las prioridades de conservación. Sin embargo, es de suma importancia que al establecer un sistema de categorización de especies amenazadas estos conceptos se definan claramente.

2.1.4. Diferencias entre los listados de especies amenazadas y CITES

La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, también conocida como CITES (por sus siglas en inglés) o como la Convención de Washington, se desarrolló para apoyar a los países a proteger su fauna y flora, regulando su comercio internacional. La Convención regula la importación, exportación y reexportación de organismos vivos y de sus partes, productos y derivados mediante su inclusión en una lista de especies protegidas. Asimismo, reglamenta y vigila continuamente el comercio de otras especies que puedan llegar a estar amenazadas o que tienen semejanza a ellas (Anón., 1973; CITES, 2000).

Los listados de CITES clasifican a las especies en los siguientes Anexos:

Anexo I: Incluye aquellas especies en peligro de extinción que son o pueden ser afectadas por el comercio.

Anexo II: Incluye todas aquellas especies que, si bien en la actualidad no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, podrían llegar a estarlo a menos que el comercio en especímenes de dichas especies esté sujeto a una reglamentación estricta, a fin de evitar la utilización incompatible con su supervivencia. También incluye aquellas especies no afectadas por el comercio, que deberán sujetarse a reglamentación, con el fin de permitir un eficaz control de las especies que se refieren arriba o del Anexo I.

Anexo III: Incluye todas las especies que cualquiera de las Partes de la Convención (es decir algún país parte de la Convención) manifieste que se hallan sometidas a reglamentación dentro de su jurisdicción, con el objeto de prevenir o restringir su explotación, y que necesita la cooperación de otros países para el control de su comercio.

Si bien CITES es una herramienta poderosa para la conservación de especies (Jorgenson y Jorgenson, 1991) porque permite la regulación del comercio internacional de

especies amenazadas, es importante reconocer que no es un listado de especies en peligro de extinción, ya que incluye especies que no tienen problemas de conservación y no incluye aquellas especies amenazadas por factores como la pérdida de hábitat, introducción de especies ferales, hibridación o contaminación.

2.2. OBJETIVOS

1. Analizar, con base en las características deseables (ver página 12), diferentes sistemas de categorización usados para definir el estado de conservación de las especies, con especial énfasis en Mesoamérica.
2. Determinar qué sistema es el más adecuado para evaluar el estado de conservación de las especies en términos de la probabilidad de extinción, en un tiempo determinado.

2.3. MÉTODO

Mediante una búsqueda bibliográfica amplia, analicé distintos sistemas de categorización propuestos por organizaciones internacionales y por los gobiernos de distintos países, así como sistemas que han sido propuestos por algunos especialistas en el tema. De este modo, busqué tener una representatividad de métodos de aplicación a escala internacional, nacional y regional.

A nivel internacional evalué el listado de la Unión Mundial para la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés), que es el sistema más utilizado a nivel mundial. La información de este sistema la obtuve de distintas publicaciones de las Listas Rojas (e.g., IUCN, 1994a; 1996), la revista *Species* de la Comisión de Supervivencia de Especies (*Species Survival Commission*) de la IUCN, y de algunos artículos publicados por académicos especialistas (e.g., Mace y Lande, 1991; Todd y Burgman, 1998; Colyvan *et al.*, 1999; Akçakaya *et al.*, 2000; Regan y Colyvan, 2000; Regan *et al.*, 2000). Además, asistí al "Taller Listas Rojas" llevado a cabo en el V Congreso de la Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación, celebrado en Panamá, (septiembre 2000), donde especialistas de la IUCN entrenaron a académicos de distintos países en el uso de este sistema.

A nivel nacional, evalué los listados de los países mesoamericanos (Centroamérica y México), así como el de los Estados Unidos. Baso mi descripción y análisis de los sistemas

mesoamericanos en una recopilación de los listados de especies amenazadas, publicada por la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD), con el apoyo técnico de la Oficina Regional para Mesoamérica (ORMA) de la IUCN y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) - Centroamérica (CCAD, 1999). Las listas oficiales incluidas en esta publicación fueron revisadas por las instancias de gobierno encargadas de su elaboración. En el caso de la normatividad mexicana revisé, además, las fuentes originales publicadas por el gobierno federal del país (INE, 1994; SEMARNAP, 2000). Para el caso del sistema estadounidense recopilé la información de publicaciones científicas (O'Brien y Mayr, 1991; Shull, 1991; Losos, 1993; Wilcove *et al.*, 1993; Dobson, 1996; Windsor, 1998; Gerber y DeMaster, 1999).

Por último, evalué cinco sistemas de categorización propuestos por académicos de diferentes países (Estados Unidos, México, Chile y Argentina). A excepción de Sánchez (citado en Arroyo, 1996²), los sistemas están publicados en revistas o documentos para audiencias académicas (Burke y Humphrey, 1987; Ceballos y Navarro, 1991; Reca *et al.*, 1994; Cofré y Marquet, 1999).

Una vez obtenida esta información realicé un análisis de las potencialidades de cada sistema para establecer el estado de conservación de las especies, basándome en las características deseables de los sistemas de categorización de especies amenazadas (ver páginas 12 y 13). Para establecer cuál de los sistemas evaluados es el más adecuado, tomé en cuenta las características de las categorías y criterios que, según lo establecido en el marco teórico, deben presentarse en los sistemas de categorización. Si la característica deseable está presente en el sistema asigné el valor de un punto. El resultado final para cada sistema, es la suma de las características deseables que presenta. El valor máximo es de 13 puntos cuando se cumplen satisfactoriamente todas las características. En esta parte del análisis no considero el tipo de información requerida por los sistemas, debido a que sería más complicado asignar valores.

² Arroyo (1996) cita a Sánchez como artículo en revisión y anexa el documento, sin embargo después de una búsqueda exhaustiva yo no he encontrado el documento publicado. En adelante me referiré como Sánchez (en Arroyo, 1996)

2.4. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE CATEGORIZACIÓN DE ESPECIES AMENAZADAS

A continuación describo las características principales de los 15 sistemas de categorización de especies amenazadas que consideré. Comienzo por el sistema internacional, seguido de los sistemas nacionales y finalmente por los sistemas propuestos por académicos interesados en el tema. Los sistemas nacionales los expongo de acuerdo a la ubicación geográfica del país, comenzando por el norte, y para el último conjunto de acuerdo con la antigüedad del sistema.

2.4.1. Las Listas Rojas de la Unión Mundial para la Naturaleza (IUCN)

Por más de 30 años, la Unión Mundial para la Naturaleza (antes Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales - IUCN), a través de la Comisión de Supervivencia de Especies (SSC), ha evaluado el estado de conservación de especies y subespecies en su rango de distribución mundial, con el fin de conocer aquellas taxa que se encuentran amenazados de extinción y promover su conservación (IUCN, 1996).

Con pocas modificaciones, el sistema usado de 1963 hasta 1994 utilizaba básicamente las siguientes categorías: *Extinto*, *En peligro de extinción*, *Vulnerable*, *Rara*, *Indeterminada*, *Fuera de peligro* y *Con conocimiento insuficiente* (Cuadro 2.1).

Este sistema fue usado por más de 30 años para evaluar el riesgo de extinción de las especies. Sin embargo, en 1991 Mace y Lande hacen una reevaluación del sistema y generan una propuesta basada en la teoría del tiempo de extinción para poblaciones individuales, en escalas de tiempo que tengan significado para las acciones de conservación. Esta propuesta ha tenido pequeñas modificaciones posteriores (ver Mace y Stuart, 1994; IUCN/SSC Criteria Review Working Group, 1999; IUCN-CSE, 1999).

Actualmente, el sistema de la IUCN (IUCN, 2000) establece 3 categorías de amenaza (*Criticamente en peligro CR*, *En peligro EN* y *Vulnerable VU*) que evalúan la probabilidad de extinción de las especies dentro de periodos determinados, con base en cinco criterios (Cuadro 2.2, Anexo 1). Adicionalmente, plantean otras dos categorías que incluyen especies que se encuentran en menor riesgo (*Casi amenazadas LR:nt* y *Preocupación menor LR:lc*), aunque, estas no se consideran categorías de amenaza. El sistema también incluye una categoría donde se enlistan especies para las que no existe información suficiente para evaluarlas mediante los cinco criterios (*Datos insuficientes DD*) y, finalmente especies que no han sido evaluadas (*No evaluadas NE*) (Figura 2.1).

Los cinco criterios (A a E, Anexo 1) consideran la reducción en el tamaño poblacional, la distribución geográfica (extensión de la presencia o área de ocupación), el tamaño poblacional (número de individuos maduros), la rareza (distribución restringida o abundancia baja) y un análisis cuantitativo que establece la probabilidad de extinción en un tiempo dado. Cada criterio se divide en una serie de subcriterios que evalúan las principales causas que ponen en riesgo de extinción a las especies (por ejemplo: explotación, pérdida de hábitat, contaminación e hibridación). De acuerdo con este sistema, para que una especie se considere amenazada debe cumplir por lo menos uno de estos cinco criterios. Con el uso de estos criterios se pretende que toda la información que sea usada para evaluar a una especie, subespecie o población, quede explícita. De esta manera, las decisiones tomadas por los expertos pueden ser revocadas o reevaluadas con el surgimiento de nueva información.

Cuadro 2.1: Categorías del sistema de categorización de especies de la Unión Mundial para la Naturaleza antes de 1996

| Categoría | Definición |
|-----------------------------------|--|
| Extinto (Ex) | Especies no vistas en la naturaleza por 50 años. |
| En peligro de extinción (E) | Especies que están sufriendo un decremento en sus poblaciones o cuyos hábitats están siendo destruidos drásticamente. Especies que no han sido vistas en un periodo menor a 50 años. |
| Vulnerables (V) | Especies que pueden llegar a la categoría en peligro de extinción si los factores que la ponen en peligro no se detienen. Especies cuyas poblaciones están sufriendo una disminución en el número de individuos por explotación, destrucción extensiva del hábitat u otro disturbio ambiental. Especies cuya población ha sido afectada y que aun no se toman las medidas 100% adecuadas para su protección. Especies cuyas poblaciones no han sufrido una disminución pero que se ven afectadas por diversos factores a lo largo de su rango de distribución. |
| Rara (R) | Especies con poblaciones cuyos rangos de distribución son pequeños. |
| Indeterminadas (I) | Taxa que se sabe están en algunas de las categorías mencionadas arriba pero para los cuales no hay información suficiente para asignarles una categoría apropiada. |
| Fuera de peligro (O) | Taxa que estuvieron en alguna de las categorías de amenaza pero que actualmente ya no se encuentra en riesgo ya que se han tomado las medidas adecuadas para su protección. |
| Con conocimiento insuficiente (K) | Taxa que se sospecha pueden estar en alguna de las categorías pero que aún no hay información suficiente para aprobarlo. |

Nota: En la práctica las categorías de vulnerable y en peligro pueden incluir temporalmente, taxa cuyas poblaciones están empezando a recuperarse como resultado de una acción de conservación, pero que la población no se ha recuperado lo suficiente como para transferirlas a otras categorías.

Cuadro 2.2: Categorías del sistema de clasificación de la Unión Mundial para la Naturaleza a partir de 1996.

| Categorías | Definición |
|----------------------------------|--|
| Extinto (EX) | Cuando relevamientos exhaustivos de sus hábitats conocidos y/o esperados, en los momentos apropiados (diarios, estacionales, anuales), a lo largo de su área de distribución histórica, han fracasado en detectar un individuo. Los relevamientos deberán ser realizados en periodos de tiempo apropiados al ciclo de vida y formas de vida del taxón. |
| Extinto en estado silvestre (EW) | Cuando relevamientos exhaustivos de sus hábitats conocidos y/o esperados, en los momentos apropiados (diarios, estacionales, anuales), a lo largo de su área de distribución histórica, han fracasado en detectar un individuo. Los relevamientos deberán ser realizados en periodos de tiempo apropiados al ciclo de vida y formas de vida del taxón. Persisten individuos en cautiverio o bajo el control del ser humano. |
| En peligro crítico (CR) | Cuando la evidencia científica disponible indica que cumple alguno de los criterios A a E, por lo que se considera que enfrenta un riesgo de extinción extremadamente alto en la naturaleza. |
| En peligro (EN) | Cuando la evidencia científica disponible indica que cumple alguno de los criterios A a E, por lo que se considera que enfrenta un riesgo de extinción muy alto en la naturaleza. |
| Vulnerable (VU) | Cuando la evidencia científica disponible indica que cumple alguno de los criterios A a E, por lo que se considera que enfrenta un alto riesgo de extinción en la naturaleza. |
| Casi amenazado (NT) | Cuando ha sido evaluado según los criterios y no satisface, actualmente, los criterios para En peligro Crítico, En peligro o Vulnerable; pero está próximo a satisfacer los criterios, o posiblemente los satisfaga, en el futuro cercano. |
| Preocupación menor (LC) | Cuando, habiendo sido evaluado, no satisfizo a ninguna de las categorías de Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable; o Casi Amenazada. Se incluyen en esta categoría taxa abundantes y de amplia distribución. |
| Datos Insuficientes (DD) | Cuando la información es inadecuada para hacer una evaluación, directa o indirecta de su riesgo de extinción basándose en la distribución y/o condición de la población. Los taxones presentes en esta categoría pueden estar bien estudiados, y su biología estar bien conocida, sin embargo no se tienen los datos apropiados sobre la abundancia y/o distribución. Al incluir un taxón en esta categoría se indica que se requiere más información, y se reconoce la posibilidad de que investigaciones futuras mostrarán que una clasificación de amenazada pudiera ser apropiada. |
| No Evaluado (NE) | Cuando todavía no ha sido evaluado con relación a estos criterios. |

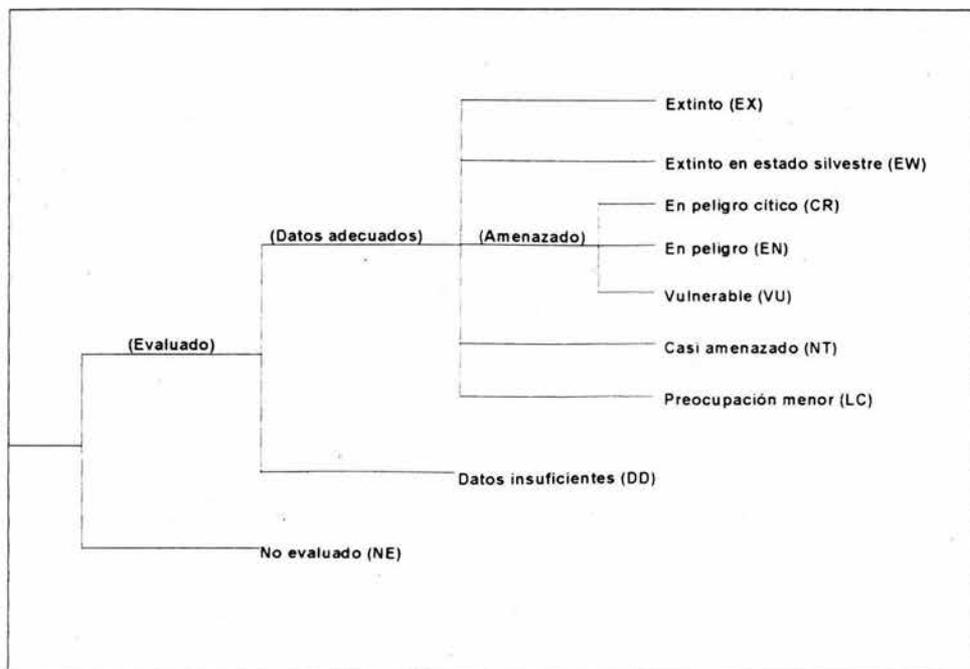


Figura 2.1. Estructura de las categorías del sistema de clasificación de especies de la Unión Mundial para la Naturaleza a partir de 1996 (tomado de IUCN/SSC Criteria Review Working Group 1999, IUCN-CSE 1999)

Este sistema ha sido probado a escala global con diversos grupos taxonómicos: todos los grupos de vertebrados, algunos grupos de invertebrados, todos los grupos de plantas vasculares (IUCN, 2000). Sin embargo, su aplicación a escala regional aún está siendo desarrollada (Gärdenfors, 1996 a; 1996 b; Mace y Stuart, 1994). Algunos países ya han aplicado este sistema a nivel regional convincentemente (e.g., García Fernández *et al.*, 1997).

De acuerdo con Gärdenfors (1996 a, b), la principal dificultad para la aplicación de dicho sistema a escala regional tiene que ver con el grado de aislamiento de la población que se quiere evaluar. Cuando una población está aislada del resto de las poblaciones, o cuando se quiere evaluar una especie endémica regional, pueden aplicarse las categorías y criterios antes mencionados. En el caso de las especies endémicas la situación de conservación encontrada regionalmente es igual a la situación de conservación global. El problema surge cuando se quiere evaluar una población que tiene contacto con otras poblaciones, es decir que existe flujo de individuos, o cuando se desea evaluar un fragmento de la población (por ejemplo el fragmento que se encuentra dentro de los límites de un país o un estado). En estos casos no se deben usar las categorías y criterios de la IUCN tal como están definidos.

En estos casos se sugiere evaluar la población tanto a nivel global, como regional, e indicar qué proporción de la población se evaluó a nivel regional. Finalmente, se plantea la necesidad de realizar un ajuste de acuerdo con la intensidad de la influencia de otras poblaciones. Si existe evidencia de que poblaciones vecinas influyen de modo tal que el riesgo de extinción cambia, es decir que aumenta o disminuye, se propone que las categorías de amenaza sean ajustadas hacia arriba o hacia abajo. Sin embargo, no deben ajustarse cuando no se sabe si las poblaciones foráneas afectan o no el riesgo de extinción de las poblaciones locales, o cuando usando los criterios a escala global resulta que se trata de especies que estarían en la categoría de *Datos Insuficientes*, *Extinto*, *Extinto en Estado Silvestre*, o *No Evaluado* (Figura 2.2).

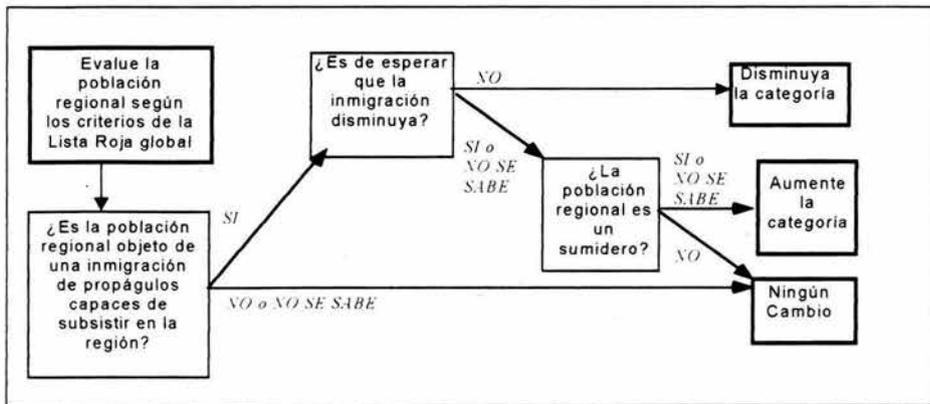


Figura 2.2: Esquema conceptual del procedimiento para la asignación de una categoría de Lista Roja de IUCN al nivel regional. No se incluye el procedimiento para la categoría "Extinta Regionalmente" (Tomado de IUCN/SSC Criteria Review Working Group 1999, IUCN-CSE 1999)

Una ventaja más del sistema de la IUCN es que existe un método (Akçakaya *et al.*, 2000) disponible en software (RAMAS ® Red List: Threatened species classification under uncertainty, de Applied Biomathematics, 1999) que considera la incertidumbre existente en los datos disponibles para la evaluación del estado de conservación de las especies (para más detalles ver Todd y Burgman, 1998; Akçakaya *et al.*, 2000; Regan *et al.*, 2000; Regan y Colyvan, 2000; Todd, 2000). La incertidumbre es mayor cuando el sistema es aplicado a especies poco conocidas para las cuales, en la mayoría de los casos, se tienen datos poco confiables. La incertidumbre asociada a estos datos proviene de errores de medición, variación natural y a la vaguedad en la definición de los parámetros usados por el sistema de categorización (Akçakaya *et al.*, 2000). Esta situación puede llevar a conclusiones

incorrectas sobre el estado de conservación de la especie en cuestión. Sin embargo, la evaluación del riesgo de una especie basada en el uso de intervalos que reflejan la incertidumbre de los parámetros estimados puede ser llevada a cabo utilizando subgrupos o "intervalos difusos" (fuzzy sets). Con este método, no sólo se determina la categoría de riesgo en que se encuentran las especies, sino que es posible conocer que tan amenazadas están unas especies con respecto a otras dentro de la misma categoría de riesgo (Todd y Burgman, 1998). El método ha sido aplicado para los carnívoros de Madagascar (Dollar, 2000).

2.4.2. El listado de especies amenazadas de los Estados Unidos: Acta sobre especies en peligro de extinción (ESA)

La administración de la flora y la fauna amenazadas en los Estados Unidos de Norte América se ha dado a través de las llamadas "Actas" o "Decretos". La primera de ellas, el Acta sobre la Preservación de Especies Amenazadas (*Endangered Species Preservation Act*), creada en 1966, tenía como objetivo "proveer programas para la conservación, protección, restauración y propagación de especies silvestres consideradas amenazadas de extinción". Las especies se incluían en esta Acta a través de la recomendación hecha por gente interesada en el tema, así como de científicos expertos en la vida silvestre (Shull, 1991). Sin embargo, desde el punto de vista de los autores del Acta, este listado contenía una serie de limitaciones ya que no restringía la explotación de las especies enlistadas ni proponía acciones para evitar los posibles daños que podían sufrir dichas especies (Shull, 1991). Es por esto que en 1969 el Acta se modifica convirtiéndose en el Acta sobre la Conservación de Especies Amenazadas (*Endangered Species Conservation Act*). En ella se decretaban una serie de medidas administrativas para proteger a las especies enlistadas.

Aparentemente, en ninguna de las Actas antes mencionadas existían categorías de riesgo y, menos aún, se ofrecían criterios a partir de los cuales se determinaba la inclusión de las especies en el Acta. Las especies eran incluidas a través de consultas a expertos.

En 1973 se crea el Acta sobre Especies en Peligro de Extinción (*Endangered Species Act* - ESA) cuyo propósito es proveer herramientas por medio de las cuales deben conservarse los ecosistemas de los que dependen las especies amenazadas, así como crear programas para la conservación de estas especies (Shull, 1991). Las dependencias que llevan a cabo los propósitos de esta Acta son el Servicio Estadounidense de Pesca y Vida Silvestre (*U.S. Fish and Wildlife Service*) para las especies terrestres y el Servicio Nacional de Pesca Marina (*The National Marine Fisheries Service*) para las especies marinas. El ESA incluye especies, subespecies y poblaciones de vertebrados, invertebrados y plantas. En este

sistema se consideran dos categorías de riesgo: *Amenazadas* y *En peligro* (Cuadro 2.3). La decisión de enlistar una nueva especie se hace cuando mediante estudios científicos se demuestra que la especie está sufriendo disminuciones poblacionales a causa de la destrucción de su hábitat, por sobreexplotación, por enfermedades o por depredación. También se incluyen especies que las leyes existentes no protegen adecuadamente y cuando otro factor natural o antrópico afecta su existencia (Wilcove *et al.*, 1993; Dobson, 1996). Las especies son incluidas en el Acta a través de la consulta a expertos en vida silvestre, o de la opinión pública (Shull, 1991; Losos, 1993).

Cuadro 2.3: Categorías y criterios del Acta de Especies Amenazadas (*Endangered Species Act - ESA*) de los Estados Unidos de Norte América.

| Categoría | Definición |
|------------|--|
| En peligro | Especies en riesgo de extinción a todo lo largo o en gran parte de su rango de distribución. |
| Amenazada | Especies que pueden llegar a estar en peligro de extinción en un futuro próximo a todo lo largo o en gran parte de su rango de distribución. |

Una vez considerada amenazada, la especie evaluada no se enlista automáticamente en el ESA. En cambio, se incluye en un listado de "especies candidatas". El listado de especies candidatas cuenta con tres categorías que reflejan el grado de conocimiento que se tiene sobre la especie y consecuentemente la evidencia que existe sobre su estado de conservación (Cuadro 2.4). Las "especies candidatas" son incluidas en el Acta después de una evaluación de las prioridades de conservación que tienen sobre otras especies, especialmente debido a su singularidad taxonómica (Cuadro 2.5). Esto quiere decir que en el Acta no se incluyen todas las especies que se consideran amenazadas, sino sólo aquellas que tienen prioridad de conservación. Para cada especie enlistada en el Acta se describen las medidas de protección en términos del uso y destrucción del hábitat, se regulan los permisos para su explotación y se elabora un plan de recuperación (O'Brien y Mayr, 1991; Shull, 1991).

Es importante mencionar que la inclusión de las especies al Acta es un proceso sumamente largo. Según Shull (1991), puede llevar entre dos y tres años, por lo que, en la mayoría de los casos, cuando una especie es finalmente incluida, las poblaciones ya son demasiado pequeñas. De acuerdo con Dobson (1996), las poblaciones animales tienden a ser enlistadas cuando su tamaño poblacional es de aproximadamente 1,000 individuos, dividida en dos o tres subpoblaciones, mientras que las poblaciones de plantas se enlistan cuando su tamaño poblacional es en promedio de 100 individuos, generalmente dividida en cuatro subpoblaciones.

Cuadro 2.4 Categorías de las especies candidatas a ser enlistadas en el ESA (Tomado de Shull, 1991)

| Categoría | Definición |
|----------------|---|
| 1 | Existe información suficiente que sustenta la propuesta de inclusión al listado |
| 2 | La propuesta de incluir a la especie como <i>amenazada</i> o <i>en peligro</i> es posiblemente adecuada, sin embargo no existen suficientes datos biológicos que sustenten su inclusión al listado. |
| 3 | Especies que estaban consideradas para ser incluidas como <i>amenazada</i> o <i>en peligro</i> , pero que ya no son consideradas debido a: |
| 3 ^a | extinción |
| 3b | Ya no se considera una especie según trabajos de sistemática recientes |
| 3c | Actualmente abundante o con distribución amplia y/o substancialmente bajo menor riesgo de amenaza |

Cuadro 2.5: Prioridades para enlistar o reclasificar a las especies (tomado de Shull, 1991)

| Amenaza Magnitud | Inminencia | Taxonomía | Prioridad |
|------------------|--------------|-------------------|-----------|
| Alta | Inminente | Género monotípico | 1 |
| | | Especie | 2 |
| | | Subespecie | 3 |
| | No inminente | Género monotípico | 4 |
| | | Especie | 5 |
| | | Subespecie | 6 |
| Moderada o baja | Inminente | Género monotípico | 7 |
| | | Especie | 8 |
| | | Subespecie | 9 |
| | No inminente | Género monotípico | 10 |
| | | Especie | 11 |
| | | Subespecie | 12 |

2.4.3. Los listados de especies amenazadas para México: NOM-059-ECOL-1994 y el nuevo proyecto PROY-NOM-059-ECOL-2000.

La historia de los listados de especies amenazadas en México es corta. A partir de la década de los ochenta se empezó a incluir un listado de especies amenazadas en el Calendario Cinegético de la Ley Federal de Caza (Anón., 1952) publicado anualmente por el gobierno federal. El listado incluía exclusivamente aves y mamíferos, y señalaba que las

especies amenazadas no estaban sujetas a aprovechamiento por lo que no podían ser cazadas. No se indicaban los criterios por los cuales se incluían a las especies en este listado. Por otro lado, algunos académicos propusieron listados de especies amenazadas que carecen de validez oficial para el país (Villa, 1978; Ceballos y Navarro, 1991). Es hasta 1994 que el Instituto Nacional de Ecología (INE) de la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) publica, en la Norma Oficial Mexicana, NOM-059-ECOL-1994, el primer listado oficial de especies amenazadas para el país. Esta Norma “determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres, terrestres y acuáticas, en peligro de extinción, amenazadas, raras y sujetas a protección especial (Cuadro 2.6), y establece especificaciones para su protección” (INE, 1994). En adelante me referiré ésta Norma como la NOM-059-ECOL-1994.

Cuadro 2.6: Categorías de la NOM-059-ECOL-1994 (INE, 1994)

| Categoría | Definición |
|-------------------------------|---|
| En peligro de extinción | Especies cuya área de distribución o tamaño poblacional han sido disminuidas drásticamente, poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su rango de distribución por múltiples factores, tales como la destrucción o modificación drástica de su hábitat, restricción severa de su distribución, sobreexplotación, enfermedades y depredación entre otros. |
| Amenazadas | Especies que podrían encontrarse en peligro de extinción si siguen operando los factores que ocasionan el deterioro o modificación del hábitat o que disminuyan sus poblaciones, en el entendido que la especie amenazada es equivalente a vulnerable. |
| Raras | Especies cuya población es biológicamente viable, pero muy escasa de manera natural, pudiendo estar restringida a un área de distribución reducida, o hábitats muy específicos. |
| Sujetas a protección especial | Especies sujetas a limitaciones o vedas en su aprovechamiento por tener poblaciones reducidas o una distribución geográfica restringida, o para propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de especies asociadas. |

La publicación de la NOM-059-ECOL-1994 fue un hecho significativo en la historia de la administración de la diversidad biológica de México, que es ampliamente reconocido por la comunidad científica y conservacionista del país. No obstante, actualmente el sistema está siendo revisado y actualizado por el llamado Proyecto de Norma Oficial Mexicana (en adelante me referiré a este proyecto como PROY-NOM-059-ECOL-2000; SEMARNAP 2000). El sistema propuesto en este proyecto consta de cuatro categorías: *Probablemente extinta en el medio silvestre*, *En peligro de extinción*, *Amenazada* y *Sujeta a protección especial* (Cuadro 2.7). En este nuevo sistema la categoría de especie *Rara* de la NOM-059-

ECOL-1994 (INE, 1994) desaparece, y todas las especies que se encontraban en esta categoría pasan a ser especies *Sujetas a protección especial*. Según se indica en el PROY-NOM-059-ECOL-2000, las categorías coinciden con las de la IUCN. Sin embargo, no es claro con qué categorías de la IUCN coincide cada una de las del PROY-NOM-059-ECOL-2000 y si se refieren al sistema actual de la IUCN (categorías posteriores a 1996) o al antiguo sistema (categorías previas a 1996).

Cuadro 2.7: Categorías del PROY-NOM-059-ECOL-2000 (SEMARNAP, 2000)

| Categoría | Definición |
|--|--|
| Probablemente extinta en medio silvestre | Aquella especie nativa de México cuyos ejemplares en vida libre dentro del territorio nacional han desaparecido, hasta donde la documentación y los estudios realizados lo prueban, y de la cual se conoce la existencia de ejemplares vivos, en confinamiento o fuera del territorio mexicano. |
| En peligro de extinción | Aquella especie cuya área de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable enfermedades o depredación, entre otros. |
| Amenazada | Aquella especie, o poblaciones de la misma, que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir el tamaño de sus poblaciones. |
| Sujeta a protección especial | Aquella especie o población que podría llegar a encontrarse amenazada por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación a la recuperación y conservación de especies asociadas ¹ |

¹ Una especie asociada es aquella que comparte hábitat y forma parte de la comunidad biológica de una especie en particular

Un avance del PROY-NOM-059-ECOL-2000 es que incluye un método para categorizar a las especies, el llamado *Método de evaluación del riesgo de extinción de las especies silvestres de México (MER)*. Con éste se establecen categorías basadas en cuatro criterios: amplitud de la distribución en México, estado del hábitat con respecto al desarrollo natural del taxón, vulnerabilidad biológica intrínseca del taxón e impacto de la actividad humana sobre el taxón (Anexo 2)

El PROY-NOM-059-ECOL-2000 ha contado con el apoyo por parte de las instancias gubernamentales como la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Esta Comisión convocó a principios del año 2001 a la comunidad científica a

presentar proyectos relativos al conocimiento biológico de las especies incluidas en el PROY-NOM-059-ECOL-2000, para obtener la información necesaria para evaluar las especies con el *MER*. El contenido de las fichas de especies para este proyecto requiere de la siguiente información (modificado de la convocatoria de CONABIO):

1. Nombre y descripción de la especie
2. Distribución: histórica estimada y actual con poblaciones aún presentes
3. Ambiente: Macroclima, vegetación o tipo de ambiente, hábitat, situación actual del hábitat con respecto a las necesidades de la especie, refugios.
4. Historia natural de la especie: Antecedentes del estado de la especie o, en su caso, de las poblaciones principales, historia de vida, relevancia de la especie, ecología poblacional (tamaño poblacional, demografía, alimentación, conducta, uso de hábitat, ámbito hogareño)
5. Factores de riesgo y conservación

2.4.4. La Lista Roja de Fauna Silvestre de Guatemala

Guatemala cuenta con una "Lista Roja de Fauna Silvestre" que incluye arañas, coleópteros, mariposas, peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Este listado fue publicado por el Consejo Nacional de Áreas protegidas (CONAP) en el Diario de Centroamérica de 1996 (CONAP, 1996). El sistema empleado contiene una sola categoría (*Especies amenazadas*) y cuatro criterios para la elaboración de la Lista Roja. Además, se incluyen aquellas especies locales que se encuentran contempladas en los Anexos de CITES, en los listados de la IUCN, así como las especies endémicas al país (Cuadro 2.8). Aunque en este listado sólo existe una categoría, se reconoce explícitamente la necesidad de jerarquizar las categorías de amenaza.

Cuadro 2.8: Categoría y criterios de la Lista Roja de Fauna Silvestre de Guatemala

| Categoría | Criterios |
|-------------------|--|
| Especie amenazada | <ol style="list-style-type: none"> 1. Ser especie endémica del país. 2. Ser especie amenazada o en peligro de extinción debido a sobrecacería, comercio y/o destrucción del hábitat. 3. Ser especie con poblaciones pequeñas localmente, aunque tenga una amplia distribución geográfica. 4. Ser especies con requerimientos específicos de hábitat para cumplir sus funciones biológicas 5. Estar incluida en listados IUCN o CITES. |

2.5.5. La Lista de Especies Nacional de Belice

La "Lista de Especies Nacional de Belice" está incluida en la Ley para la Protección de la Vida Silvestre de 1981, del Ministerio de Recursos Naturales y Ambiente, publicada durante el mismo año en el Diario La Gaceta. Este listado nombra aquellas especies cuya caza está restringida, por lo que sólo incluye reptiles aves y mamíferos. Además, menciona bajo qué condiciones pueden ser cazadas las especies enlistadas. Sin embargo, no se menciona los criterios que se han usado para incluir las especies en dicha lista.

2.4.6. El Listado Oficial de las Especies de Fauna Vertebrada Amenazada y en Peligro de Extinción en El Salvador

El "Listado Oficial de las Especies de Fauna Vertebrada Amenazada y en Peligro de Extinción en El Salvador" está incluida en el Artículo 6 Literal d y Artículo 42 de la Ley de Conservación de Vida Silvestre de este país. Esta ley fue publicada en 1994 en el Diario Oficial por el Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Dirección General de Recursos Naturales Renovables. El listado sólo abarca los 4 órdenes de vertebrados terrestres (mamíferos, aves, reptiles, anfibios).

El sistema empleado en El Salvador tiene dos categorías de amenaza (Cuadro 2.9), y considera los siguientes criterios para identificar a las especies que deben ser incluidas en el listado:

1. Especies restringidas en áreas protegidas: sensibles a desaparecer por la fragmentación de las áreas integrantes del Sistema Salvadoreño de Áreas Protegidas con la posibilidad de aislamiento geográfico.
2. Especies y subespecies endémicas a nivel nacional o regional.
3. Por el tamaño poblacional de las especies.
4. Por su rango de distribución nacional y regional.
5. Por el grado de susceptibilidad a factores antropogénicos y/o ambientales negativos para la especie.
6. Por la especificidad y especialidad en el uso del hábitat de las especies, así como de su nicho ecológico.
7. Por el número de registros existentes.
8. Por referencias bibliográficas nacionales e internacionales.
9. Por referencias y estudios técnicos específicos para algunas especies.

Además, utiliza los criterios biológicos considerados por la IUCN para la clasificación de especies amenazadas y en peligro de extinción (tamaño de la población, distribución restringida y disminución de las poblaciones silvestres).

Cuadro 2.9: Categorías del Listado Oficial de las Especies de Fauna Vertebrada Amenazada y en Peligro de Extinción en El Salvador

| Categorías | Definiciones |
|-----------------|---|
| Amenazada (A) | Especies que presentan una continua baja en el tamaño y rango de distribución de sus poblaciones, debido a sobre explotación, destrucción del hábitat u otras modificaciones ambientales drásticas. |
| En peligro (EP) | Especies cuyas poblaciones han sido reducidas a nivel crítico o cuyo hábitat ha sido reducido tan drásticamente que se considera que está en inmediato peligro de desaparecer o ser exterminada del territorio nacional y por lo tanto, requiere de medidas estrictas de protección o restauración. |

2.4.7. La Lista de especies de Animales Silvestres de Preocupación Especial de Honduras

En Honduras la "Lista de especies de Animales Silvestres de Preocupación Especial" está bajo la responsabilidad del Departamento de Áreas Protegidas y Vida Silvestre de la Administración Forestal del Estado. Este listado fue publicado en 1998, e incluye especies tanto de vertebrados como de invertebrados. Aunque aparentemente no tiene categorías de amenaza definidas como tales, cuenta con 14 criterios que se combinan para explicar la situación que afecta a cada especie (Cuadro 2.10). Los criterios parecen ser en realidad enunciados de las características de las especies que se considera importante proteger.

Cuadro 2.10: Criterios de la Lista de especies de Animales Silvestres de Preocupación Especial de Honduras

| Categorías | Criterios | |
|--|--------------------------------|---|
| Combinación de los criterios, por ejemplo: | PA = Priorización de áreas | Mi = Migratorias |
| | An = Anexos I, II, III, SPAW | Co = Importancia comercial o de consumo |
| | Ap = Anexos I, II, III, CITES | |
| EnCiPa | Am = Amenazada | Cu = Importancia Cultural |
| | EP = En peligro | Et = Importancia para ecoturismo |
| | Ra = Raro | Ci = Importancia Científica |
| | En = Endémica | Ex = Especies extraviadas (aparecen unos pocos días al año) |
| | Tr = Especies transfronterizas | |

2.4.8. El Listado de Especies Nicaragüenses de Fauna Amenazadas o en Peligro de Extinción y que son objeto de regulación especial por parte del Estado (Anexos CITES)

El listado de especies amenazadas de Nicaragua, "Listado de Especies Nicaragüenses de Fauna Amenazadas o en Peligro de Extinción y que son objeto de regulación especial por parte del Estado (Anexos CITES)", fue publicado en 1996 en la Revista del Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARENA). Su resolución oficial aún se encontraba en trámite en 1998. Este listado está sesgado a considerar las especies de invertebrados y vertebrados que son explotadas por lo que no es propiamente una lista de especies amenazadas. Por un lado, se listan las especies que están incluidas en los Anexos I, II y III de CITES. Por otro, se listan las especies no incluidas en los Anexos de CITES, pero que requieren permiso de exportación por parte del gobierno nicaragüense. Finalmente, se incluye una lista de especies de fauna silvestre con vedas indefinidas o parciales.

Las especies enlistadas en Anexo I y II de CITES son consideradas *En peligro de extinción* y *Amenazadas*, respectivamente, lo cual podría considerarse que se trata de categorías. En el caso de las especies con valor comercial no incluidas en CITES no hay criterios explícitos para incluirlas en el listado.

2.4.9. La Lista de Especies de Fauna Silvestre con Poblaciones Reducidas y en Peligro de Extinción para Costa Rica

La "Lista de Especies de Fauna Silvestre con Poblaciones Reducidas y en Peligro de Extinción para Costa Rica" fue publicada por el Ministerio de Ambiente y Energía en La Gaceta de 1997 (MINAE, 1997). El listado incluye especies de anfibios, reptiles, aves y mamíferos *Con poblaciones reducidas* y *Especies en peligro de extinción*. Aunque el listado cuenta con dos categorías de amenaza, no existe una definición de estas ni se mencionan los criterios que se utilizaron para estructurar la lista.

2.4.10. El listado de especies amenazadas de Panamá

Panamá cuenta, desde 1980, con una lista de fauna en peligro de extinción. Recientemente la Administración Nacional de Áreas Protegidas y Vida Silvestre de la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM) realizó talleres de actualización para cada uno de los siguientes grupos taxonómicos: mamíferos, aves, reptiles, anfibios y plantas. Contó en los talleres con la participación de biólogos especializados y de los miembros de la Comisión

Nacional de Vida Silvestre. En estos talleres se tomó como referencia una lista de especies endémicas, así como de aquellas consideradas amenazadas, pero no se especifica qué sistema se utilizó. A la vez, se hace una jerarquización de nueve variables a las que se asignaron valores para las diferentes condiciones en las que se encuentran las especies y, con base en ello, se adjudicaron las categorías. En el documento revisado para este país no se explican cuales son las nueve variables utilizadas, pero es probable que estén basadas en el sistema de Reca *et al.* (1994), ya que uno de los autores del sistema impartió, en Panamá, un taller sobre el tema (comunicación personal a A. D. Cuarón).

Actualmente, el sistema empleado por los panameños tiene tres categorías de amenaza, aparentemente basadas en las de la IUCN (*Vulnerables VU, En peligro EN y En peligro crítico CR*). Sin embargo, desconozco si utilizan las mismas definiciones o si tienen otras propias.

2.4.11. La rareza como un criterio para definir el grado de amenaza (Burke y Humphrey, 1987)

En 1987, Burke y Humphrey proponen un sistema para evaluar el estado de conservación de las especies basado en un análisis de la rareza inicial de éstas. Los autores ejemplifican su propuesta con reptiles, anfibios y mamíferos del estado de Florida, en los Estados Unidos de Norte América, y correlacionan sus resultados con dos sistemas nacionales, el del Servicio Estadounidense de Pesca y Vida Silvestre, y el de la Comisión de Pesca y Caza de Florida.

Para estos autores, la rareza inicial está relacionada con una distribución geográfica muy limitada y/o baja abundancia local. No consideran, para su propuesta, la especialización al hábitat como un indicador de la rareza de las especies. Sin embargo, estiman que la masa corporal de las especies es un buen indicador de su rareza inicial. De este modo, su método se basa en asignar un punto para cada característica de rareza presentada por una especie, o dos puntos en el caso de que la condición presentada fuese extrema. No obstante, los autores no especifican como definir una condición extrema. Los detalles del puntaje varían con cada taxón evaluado y sugieren que el puntaje también varíe dependiendo de la escala geográfica a la que se esté trabajando. Así, por ejemplo, ellos asignan un punto a aquellas especies de reptiles y anfibios que tienen una distribución de entre 10% y 20% del estado de Florida, y dos puntos a aquellas especies que tienen una distribución menor al 10% del estado. En el caso de la masa corporal, asignan un punto a aquellas especies que presentan una masa corporal "excepcionalmente grande", en comparación a las demás especies del mismo taxón; por ejemplo al 20% de las especies de serpientes más grandes. En cambio,

designan dos puntos a las especies con mayor masa corporal de cada Clase, por ejemplo, las tortugas marinas para el caso de los reptiles.

Su sistema establece cuatro categorías, basándose en los puntajes y su presencia en otros listados. De esta manera, las especies que tienen cuatro puntos o más se catalogan como *Extremadamente vulnerables*; las que tienen tres puntos se consideran *Muy vulnerables*; con dos puntos son definidas como *Moderadamente vulnerables*. También se consideran especies *Moderadamente vulnerables* aquellas que presenten las características enunciadas por Terborgh (1974) con relación a la vulnerabilidad a la extinción. Finalmente, la categoría de *Posiblemente vulnerable* se asigna a aquellas especies que no obtuvieron puntaje, pero que están enlistadas por otros sistemas. Cuando los autores correlacionan sus resultados con los listados de especies amenazadas usados en Florida, encuentran una alta concordancia.

2.4.12. La propuesta de Ceballos y Navarro (1991)

En un estudio sobre la diversidad y conservación de mamíferos mexicanos, Ceballos y Navarro (1991) proponen un sistema para evaluar su estado de conservación y lo emplean con los mamíferos terrestres mexicanos. Estos autores argumentan que la mayoría de los sistemas de categorización de especies amenazadas son muy demandantes de información y que para la mayoría de los mamíferos, sobre todo de pequeño tamaño, esta información no está disponible.

Proponen un sistema que combina información sobre la vulnerabilidad intrínseca de las especies a la extinción, debido principalmente a sus características biológicas, y el impacto que tienen las actividades humanas en sus poblaciones. El sistema utiliza diez criterios, los primeros seis miden las actividades humanas y el resto evalúan la presencia de características relacionadas con la extinción (Cuadro 2.11). Asignan a cada criterio un valor de un punto, a excepción de los criterios de *endemidad* y *tamaño corporal* a los cuales se les asignan valores en una escala de cero a seis, y de uno a seis, respectivamente. Esto lo fundamentan en la importancia de la relación que existe entre el tamaño corporal y algunas características de la historia de vida de las especies, como con sus características demográficas. En cuanto a la endemidad, la escala corresponde a la transformación logarítmica de la relación que existe entre el área y el número de especies para los mamíferos de Norteamérica.

Las categorías de amenaza se determinan a partir de la suma de los valores obtenidos debido a la presencia o ausencia de las características enunciadas en los 10 criterios. Aquellas especies con valores de siete puntos o menos se consideran *Fuera de peligro*,

mientras que las especies que obtienen un valor de ocho puntos se clasifican como *Frágiles*, y las que llegan a un puntaje de nueve y diez se consideran *Amenazadas*. Finalmente, de diez a catorce puntos significa que están *En peligro*. Los autores no explican cuál fue el criterio para elegir estos niveles para definir las categorías de amenaza.

Cuadro 2.11: Criterios del sistema propuesto por Ceballos y Navarro (1991)

| Criterio | Puntaje |
|---|--------------|
| Evaluación de las actividades humanas | |
| Sobreexplotación | |
| 1. De interés para caza comercial | 1 punto |
| 2. De importancia para cacería de subsistencia | 1 punto |
| 3. Considerada dañina o en conflicto con intereses humanos | 1 punto |
| 4. Incluida en otros listados | 1 punto |
| Especies afectadas por perturbaciones al hábitat | |
| 5. Especies migratorias | 1 punto |
| 6. Especies tropicales | 1 punto |
| 7. Especies carnívoras | 1 punto |
| Características biológicas asociadas con la vulnerabilidad a la extinción | |
| 8. Peso corporal | 1 a 6 puntos |
| 9. Endemicidad | 0 a 6 puntos |
| 10. Nivel trófico | 1 punto |

Aunque los autores no lo presentan así, en realidad el modelo que ellos proponen es un índice que ayuda a evaluar la situación *potencial* de conservación de las especies y no su situación *real* de conservación. Esta diferencia es importante y se fundamenta en que las características biológicas de las especies relacionadas con la extinción sólo son un indicador de qué tan vulnerables son ante ciertas presiones naturales o antrópicas, y no necesariamente señalan la situación real de sus poblaciones.

2.4.13. El índice de calificación SUMIN propuesto por Reca et al. 1994

El índice de calificación SUMIN³ fue propuesto por Reca, Úbeda y Grigera en 1994 y ha sido probado, algunas veces con modificaciones, con mamíferos (Úbeda et al., 1994a), aves (Grigera et al., 1996), reptiles y anfibios (Úbeda et al., 1994b; Lavilla et al., 2000).

Este índice está compuesto por una serie de valores de 12 variables que representan factores que ponen en riesgo a las especies: *distribución continental, distribución nacional, amplitud en el uso del hábitat, amplitud en el uso del espacio vertical, tamaño corporal, potencial reproductivo, amplitud trófica, singularidad taxonómica, singularidad, acciones extractivas y grado de protección de las especies* (definiciones en el Anexo 3). Para cada especie evaluada las variables asumen un valor dentro de un intervalo determinado, donde

³ Los autores no definen el significado de las siglas SUMIN.

el valor más alto corresponde a la situación más adversa para la especie (Anexo 3). El valor del índice es la suma de los valores asignados a cada variable y puede tomar valores que van de cero a treinta, de modo tal que los valores más altos implican una mayor necesidad de conservación.

Además de las 12 variables básicas, los autores sugieren que es posible agregar variables para adaptar el método a diferentes grupos de organismos que se ven afectados por otro tipo de factores que los mencionados en las variables básicas. También, se pueden agregar variables que están relacionadas con la sobrevivencia de las especies, y que no están contempladas en las variables básicas por depender de información de difícil acceso (por ejemplo, *plasticidad genética*).

Para determinar cuáles valores del SUMIN corresponden a situaciones críticas de supervivencia se utiliza un criterio estadístico. Las especies cuyo valor de SUMIN es mayor que el SUMIN medio, más una desviación estándar, son consideradas especies *Críticas*. El método no incluye categorías de amenaza sino que: "*ordenando a las especies por el valor de su índice se obtiene un listado orientador de las necesidades de conservación y/o vulnerabilidad de las especies*" (Lavilla *et al.*, 2000). Al no incluir variables que reflejan las tendencias del hábitat o dinámica poblacional, el valor del índice es diagnóstico por lo que debe de ser actualizado periódicamente (Lavilla *et al.*, 2000). Al igual que el sistema de Ceballos y Navarro (1991) el SUMIN es un índice que ayuda a evaluar a situación *potencial* de conservación de las especies y no así su situación *real* de conservación.

2.4.14. El Índice de Prioridades de Conservación (CPI) propuesto por Cofré y Marquet (1999)

En 1999, Cofré y Marquet publicaron una evaluación del estado de conservación, rareza y prioridades de conservación de los mamíferos chilenos. En este estudio ellos proponen un sistema para evaluar las prioridades de conservación de las especies y emplean su modelo con algunos mamíferos terrestres chilenos. Los autores utilizan indistintamente los términos *evaluar prioridades de conservación* y *evaluar el estado de conservación* de las especies. A mi parecer, aunque ellos mezclan variables relacionadas con ambos tipos de evaluación, en realidad su objetivo es estimar el estado de conservación de las especies.

El modelo que ellos proponen se basa en un índice llamado Índice de Prioridades de Conservación (CPI por sus siglas en inglés) que contiene variables cualitativas así como datos cuantitativos sobre la abundancia y distribución de las especies. Incluyen en total nueve variables: *número de ecoregiones, distribución geográfica en el país, promedio de la abundancia local, endemismo, singularidad taxonómica, masa corporal, presencia de la*

especie en la Lista Roja de la IUCN (1994), efecto de las actividades humanas y grado de protección (definiciones en el Anexo 4).

Las variables pueden tomar valores entre cero y tres. El valor del índice para la especie evaluada es la suma del valor de todas las variables. El índice puede tener valores que van de cero a 27, de modo que valores altos implican una mayor amenaza (Anexo 4). Los autores asumen que aquellas especies con valores mayores de 12 están *Amenazadas* y, por lo tanto tienen prioridad de conservación. Este puntaje fue determinado a partir de la media de los valores del CPI para todas las especies evaluadas. Esto quiere decir, que los puntajes usados para determinar la categoría de amenaza de las especies varían dependiendo del conjunto de especies que se evalúen. Los autores consideran especies *Vulnerables* a aquellas con valores entre 13 y 15; *En peligro* las que van de 16 a 18; y *Criticas* entre 19 y 21. Las especies con valores de 12 son consideradas *Frágiles*, y con menos de 11 son especies que no tienen una prioridad inmediata de conservación. Así, aunque no lo hacen explícito, su modelo contempla tres categorías de amenaza (*Vulnerables*, *En peligro* y *Criticas*), una categoría de menor riesgo (*Frágil*), y una de no amenaza. Los autores no especifican cuál es el criterio para determinar el puntaje que corresponde a cada categoría de amenaza.

Este índice no predice el estado de conservación real de las especies, es decir, no mide la probabilidad de extinción de las especies en un tiempo determinado, sino la situación potencial de conservación en la que se encuentran, debido a sus características biológicas, al efecto de las actividades humanas, y el grado de protección que tienen dentro del país.

2.4.15. El modelo de riesgo de valores relativos propuesto por Sánchez (en Arroyo, 1996)

Otra propuesta es el modelo de riesgo de valores relativos propuesto por Sánchez (en Arroyo, 1996). El objetivo principal de este autor al desarrollar este método es dar una alternativa para evaluar el estado de conservación de las especies a escalas nacionales y regionales, así como proveer un sistema que no sea tan demandante de información. Sánchez ejemplifica su modelo con los felinos mexicanos. Esta propuesta no fue publicada, sin embargo en 1996, Arroyo pone a prueba una modificación de este sistema con los mamíferos que se encuentran catalogados en la NOM-059-ECOL-1994 (INE, 1994) en la categoría *En peligro*.

Este método no contempla categorías de riesgo sino que el resultado de la categorización es un gradiente de valores donde el valor más alto corresponde al mayor riesgo de extinción. Los criterios usados se establecen en función de las características intrínsecas de cada

especie (características biológicas, distribución y hábitat), asociadas con la vulnerabilidad a la extinción, así como en aquellos factores antrópicos que ponen en riesgo la sobrevivencia de las especies. Sánchez considera que para evaluar el estado de conservación de las especies no sólo hay que considerar las características y factores que las ponen en riesgo, sino aquellas que las benefician. Los criterios son los siguientes:

1. *Características intrínsecas*: incluye la masa, talla, periodo de gestación, número promedio de crías, área de distribución histórica, ámbito hogareño y hábitat (tipos de vegetación preferidos).
2. *Factores ambientales históricos*: incluye el número de tipos de vegetación presentes en el área de distribución histórica, así como los tres tipos de vegetación con mayor cobertura en el área de distribución. A partir de esta información se obtienen un *índice de preferencia* y un *índice de oportunismo* (ver adelante).
3. *Actividades humanas indirecta*: incluye el porcentaje de alteración de los tipos de vegetación preferidos por la especie, la tasa de reducción de cada tipo de vegetación usado por la especie en un periodo de 11 años y el número de áreas protegidas dentro del área de distribución de la especie.
4. *Actividades humanas directas*: incluye la intensidad de captura ilegal para uso como mascota o comercio de pieles, existencia de programas de conservación así como el éxito de las leyes que protegen a la especies.

A diferencia de los métodos propuestos por Ceballos y Navarro (1991), por Reca *et al.* (1994) y por Cofré y Marquet (1999), la asignación de valores para cada criterio o variable se establece de manera relativa, de modo que es necesario considerar primero el total de especies a evaluar. El autor utiliza tres métodos para la asignación de valores a sus variables. Los valores posibles son +1 (indicativo de una menor vulnerabilidad), 0 (indicativo de una vulnerabilidad media) y -1 (indicativo de una mayor vulnerabilidad).

Para las características biológicas y distribución de las especies se generan una serie de regresiones lineales. Cuando la especie *i* presenta un valor bajo con respecto a la línea de regresión de todas las especies evaluadas se le asigna un valor relativo de 1, cuando presenta un valor medio se le asigna 0, y cuando presenta un valor alto se le asigna -1 (ver Anexo 5). Para los criterios relacionadas con el tipo de vegetación que prefiere la especie o que puede usar, y la presencia de áreas naturales protegidas en su rango de distribución geográfica (por ejemplo, *índice de preferencia e índice de oportunismo*), se obtiene la media y la desviación estándar ($X \pm ds$) de todas las especies evaluadas. Cuando la especie *i* obtiene un valor mayor a $X \pm ds$, entonces se le asigna el valor 1, cuando obtiene un valor

igual a $X \pm ds$ se le asigna el valor 0, y cuando obtiene un valor menor a $X \pm ds$ se le asigna el valor -1 (ver Anexo 5). Finalmente, para otra serie de criterios relacionados con el uso y protección que se les da a las especies (por ejemplo *captura ilegal* y *leyes para proteger a las especies*), los valores se asignan según definiciones explícitas dadas por el autor. Así, por ejemplo, cuando las leyes para proteger a las especies son *eficientes* se asigna el valor 1, cuando son *ambiguas* se asigna el valor 0 y cuando son *insuficientes* el valor -1 (ver Anexo 5).

Es importante aclarar que con este sistema no se evalúa el estado de conservación real de las especies (probabilidad de extinción en un tiempo determinado). Lo que se obtiene son los niveles de amenaza para cada especie, con relación al resto de las especies evaluadas.

2.5. VIRTUDES Y LIMITACIONES DE LOS SISTEMAS DE CATEGORIZACIÓN DE ESPECIES AMENAZADAS

Han sido muchos los esfuerzos por categorizar a las especies según su grado de amenaza. Las diferentes propuestas analizadas en este trabajo dan una idea de la variedad de criterios que se han propuesto para determinar cuándo se encuentra amenazada una especie y, por otro lado, la diversidad de categorías de amenaza en las que se han clasificado. Todos los esfuerzos por categorizar a las especies amenazadas son en sí un importante avance en la administración de la diversidad biológica, especialmente para los países en vías de desarrollo, donde las presiones contra las especies son cada vez mayores. No obstante, la mayoría de los sistemas de categorización aquí analizados presentan una serie de deficiencias, la mayoría de ellas relacionadas con la definición de las categorías y criterios.

En el Cuadro 2.12 se resumen las características presentadas por los sistemas de categorización aquí analizados, donde las características corresponden a las enunciadas en el marco teórico (páginas 12 y 13). Basándome en dicho cuadro, divido la discusión en cuatro partes. La primera de ellas se refiere a las características de las categorías de riesgo, la segunda a los criterios, la tercera al tipo de información requerida por el sistema y, finalmente, a otras características que deben presentar. Por último, basándome en este análisis, explico cuál de los sistemas analizados en este trabajo considero el más adecuado para evaluar el estado de conservación de las especies.

Cuadro 2.12 Características de los sistemas evaluados.

| Sistema | Características de las categorías | | | | | Características de los criterios | | | | |
|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|--|---------------------------------|---|----------------------------------|---------------------------------|--|--|--|
| | Incluye categorías de riesgo | Incluye definiciones explícitas | Definiciones carecen de elementos subjetivos | Con una relación clara entre sí | Miden el riesgo de extinción en un tiempo determinado | Criterios explícitos | Carecen de elementos subjetivos | Carecen de criterios que no sirvan para evaluar estado de conservación | Carecen de criterios que incluyen argumentos redundantes | Criterios incluyen el nivel de incertidumbre |
| IUCN (1996) | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si |
| EU (1973) | Si | Si | No | Si | No | Si | No | No | Si | No |
| México (2000) | Si | Si | No | No | No | Si | No | Si | Si | No |
| Guatemala | No | NA | NA | NA | No | Si | No | No | No | No |
| Belice | No | NA | NA | NA | No | No | NA | NA | NA | NA |
| El Salvador | Si | Si | No | Si | No | Si | No | No | No | No |
| Honduras | No | NA | NA | NA | No | Si | No | No | No | No |
| Nicaragua | Si | No | NA | No | No | £ | NA | Si | No | No |
| Costa Rica | Si | No | NA | No | No | No | NA | NA | NA | NA |
| Panamá | Si | * | * | Si | * | Si | * | No | Si | No |
| Burke y Humphrey (1987) | Si | Si | Si | Si | No | Si | No | Si | No | No |
| Ceballos y Navarro (1991) | Si | Si | Si | Si | No | Si | 2 de 10 | No | No | No |
| Reca <i>et al.</i> (1994) | No | NA | NA | NA | No | Si | 4 de 12 | No | Si | No |
| Cofré y Marquet (1999) | Si | Si | Si | Si | No | Si | 7 de 9 | No | No | No |
| Sánchez (en Arroyo, 1996) | No | NA | NA | NA | No | Si | 6 de 10 | Si | No | No |
| Total | 10 | 7 | 4 | 7 | 1 | 12 | 1-5 | 5 | 5 | 1 |

Cuadro 2.12. Continuación

| Sistema | Tipo de información requerido por el sistema | Dinámico | Aplicable a distintas escalas geográficas | Aplicable a distintos niveles taxonómicos | Total ³ |
|---------------------------|--|----------|---|---|--------------------|
| IUCN (1996) | Tendencias y tamaños poblacionales Tendencias y tamaño del área de distribución | Si | Si | Si | 13 |
| EU | Distribución, abundancia, factores antrópicos y naturales que ponen en riesgo a las especies | No | No | Si | 6 |
| México ³ | Distribución, factores antrópicos y características biológicas asociadas a la vulnerabilidad. | No | No | Si | 6 |
| Guatemala | Factores antrópicos que ponen en riesgo a las especies, endemismo y rareza (distribución, abundancia y especificidad al hábitat) | Si | No | Si | 3 |
| Belice | Cacería | * | No | No | 0 |
| El Salvador | Distribución, tamaño poblacional, factores antrópicos que afectan a las especies, especificidad al hábitat | No | No | Si | 5 |
| Honduras | Distribución, importancia para el hombre. | Si | No | Si | 3 |
| Nicaragua | Comercio internacional y cacería | No | No | Si | 3 |
| Costa Rica | — | * | No | No | 1 |
| Panamá | * | * | * | * | 4 |
| Burke y Humphrey (1987) | Rareza (distribución, abundancia y masa corporal) | Si | Si | Si | 9 |
| Ceballos y Navarro (1991) | Características biológicas y actividades humanas asociadas con la vulnerabilidad | Si | Si | Si | 8.5 |
| Reca <i>et al.</i> (1994) | Distribución, abundancia, características biológicas, acciones extractivas, grado de protección. | Si | Si | Si | 5.5 |

Cuadro 2.12. Continuación

| Sistema | Tipo de información requerido por el sistema | Dinámico | Aplicable a distintas escalas geográficas | Aplicable a distintos niveles taxonómicos | Total ³ |
|---------------------------|---|----------|---|---|--------------------|
| Cofré y Marquet (1999) | Distribución, abundancia, masa corporal, efecto de actividades humanas, grado de protección. | Si | Si | Si | 8.5 |
| Sánchez (en Arroyo, 1996) | Características intrínsecas, efecto de las actividades humanas, factores ambientales históricos | No | Si | Si | 5.5 |
| Total | | 7 | 6 | 12 | |

³ No incluye el tipo de información requerida por el sistema

* La información no está disponible

NA No aplica

2.5.1. Las Categorías

Una de las principales características que deben presentar los sistemas de categorización de especies amenazadas es contemplar categorías de riesgo. Esta característica la cumplen la mayor parte de los sistemas evaluados, con excepción de cinco (Cuadro 2.12). Por otro lado, sólo siete de los que presentan categorías de riesgo, cuentan también con definiciones explícitas de éstas (Cuadro 2.12).

La presencia de categorías con definiciones es una virtud en los sistemas de categorización ya que de este modo, además de reconocer que no todas las especies se encuentran amenazadas con la misma intensidad, la categorización se hace más objetiva. Asimismo, es fundamental que las definiciones de las categorías de amenaza no contengan elementos subjetivos, es decir, elementos confusos o que puedan ser interpretados de diversas maneras y con ello que categorizaciones hechas por diferentes autores difieran y no reflejen con certeza el riesgo de extinción real al que se enfrentan las especies (Mace y Lande, 1991). Tres sistemas presentan elementos subjetivos dentro de la definición de sus categorías (Cuadro 2.12). Un claro ejemplo de esto son las definiciones de las categorías de amenaza del PROY-NOM-059-ECOL-2000 (SEMARNAP, 2000), donde la categoría de especie *amenazada* incluye elementos como "*corto o mediano plazo*" o "*siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad*". En la definición, no se hace explícito lo que significa el corto o mediano plazo, o con qué intensidad deben seguir operando los factores para que se considere que están afectando la viabilidad de las poblaciones. Otros ejemplos de elementos subjetivos comúnmente incluidos en las definiciones son: "*una continua baja en las poblaciones, poblaciones reducidas a nivel crítico, poblaciones presentan una drástica disminución*".

Es importante que las categorías usadas tengan una relación clara entre sí. Esto quiere decir que todas las categorías estén definidas en términos del riesgo en que se encuentran las especies. En este sentido, tres de los sistemas evaluados utilizan categorías que no tienen una relación directa con el estado de conservación en que se encuentran las especies (Cuadro 2.12). Por ejemplo, la categoría de especie *rara*, usada por el antiguo sistema de la IUCN y la NOM-059-ECOL-1994, denota una característica ecológica intrínseca del taxón y no necesariamente el nivel de amenaza en que éste se encuentra. La rareza es un término ecológico que define la relación que existe entre la distribución, la abundancia y algunas características biológicas de las especies (Rabinowitz, 1981; Cotgreave, 1993; Gaston, 1994; Kunin y Gaston, 1993). La rareza es una de las características de las especies que influyen en su vulnerabilidad a la extinción (Burke y Humphrey, 1987; Arta *et al.*, 1997) y, por lo tanto, puede ser considerada en los sistemas de clasificación de especies amenazadas

como un criterio y no como una categoría. Otro caso es el de la categoría de *especies sujetas a protección especial*, usado tanto por la NOM-059-ECOL-1994 (INE, 1994) como por el PROY-NOM-059-ECOL-2000 (SEMARNAP, 2000). Las especies sujetas a protección especial pueden estar o no amenazadas, y serán los manejadores de recursos quienes definirán a qué especies se les dará una protección especial. En otras palabras, es una decisión de manejo el asignar una especie a esa categoría (de acuerdo a algún criterio de priorización), pero la categoría no es indicativa del estado de conservación de la especie.

Sólo las categorías del sistema de la IUCN miden el riesgo de extinción de las especies en una escala temporal finita (Cuadro 2.12). Medir el riesgo de extinción de las especies en escalas temporales finitas es importante en términos de las acciones de conservación que se llevarán a cabo para proteger a las especies. En primer lugar, nos ayuda a entender mejor la gravedad de la situación en la que se encuentra una especie y, en segundo lugar, ayuda a vislumbrar los tiempos en los cuales se deben de llevar a cabo los programas de conservación. Por ejemplo, cuando se define a una especie en peligro de extinción como *"aquella especie cuya distribución o tamaño poblacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su sobrevivencia"* (SEMARNAP, 2000), se puede suponer que la situación de la especie es de preocupación, sin embargo, no se sugiere en cuánto tiempo va a extinguirse si no se toman medidas de protección. En cambio, si se define a una especie en peligro de extinción como aquella que enfrenta un *"20% de probabilidad de extinción en un periodo de 20 años o 10 generaciones, el que suceda primero"* (IUCN, 2000), se sabe con mayor precisión en cuánto tiempo se extinguirá la especie si no se llevan a cabo medidas de protección en un futuro inmediato.

El establecimiento de las categorías no es una tarea fácil. Sin embargo, es importante que estén bien definidas de modo que reflejen el estado de conservación real en que se encuentran las especies. Esto es especialmente importante cuando los listados se usan como una base para la planificación de las acciones de manejo.

2.5.2. Los criterios

La definición de criterios es también una característica indispensable en los sistemas de categorización. De los 15 sistemas evaluados sólo dos no contienen criterios explícitos y el listado nicaraguense presenta criterios sólo para dos de sus categorías de amenaza (Cuadro 2.12). Cuando un sistema de categorización no contempla criterios para incluir a las especies evaluadas en las diferentes categorías, se puede llegar a situaciones tales como que la inclusión de las especies a los listados se dé de una manera totalmente arbitraria, muchas veces siguiendo intereses políticos o económicos más que de conservación.

No sólo es necesario que se cuente con criterios, sino que, al igual que para las categorías, la definición de éstos sea clara de modo que siempre se le dé la misma interpretación. Es recomendable que las definiciones de los criterios sean cuantitativas. Generalmente los criterios cualitativos pueden ser interpretados de diversas formas de modo que son subjetivos, aunque si se les da una definición adecuada también pueden ser objetivos. Así, por ejemplo, no es suficiente considerar *especies con poblaciones pequeñas localmente* (CONAP, 1996), sino definir qué es lo que se considera como una población localmente pequeña. Algunos de los elementos subjetivos más comúnmente encontrados en la definición de los criterios son: *muy abundante, común, escasa, muy rara, distribución amplia, distribución restringida, distribución muy localizada*. Sólo el sistema de la IUCN (1996) presenta todos sus criterios definidos cuantitativamente. Cinco sistemas tienen algunos criterios definidos en términos cuantitativos y otros en términos cualitativos (Cuadro 2.12).

También es importante que el sistema no incluya criterios que no son útiles para evaluar el estado de conservación de las especies. Ocho de los sistemas evaluados contienen este tipo de criterios (Cuadro 2.12). Muchos de estos criterios están más bien relacionados con la evaluación de las prioridades de conservación. Los más comunes son el uso de la endemidad y la singularidad taxonómica de las especies, pero también se encuentran criterios relacionados con la importancia cultural, para ecoturismo o científica que tienen las especies. El sistema de El Salvador usa además criterios que están relacionados con la forma en que se obtiene la información para evaluar el estado de conservación de las especies, por ejemplo, *uso de información bibliográfica y número de registros existentes*.

Otro defecto encontrado comúnmente en los sistemas de categorización es la presencia de argumentos redundantes. Se generan argumentos redundantes cuando uno de los criterios usados es que la especie esté previamente considerada en otros listados de especies amenazadas o cuando usan características de las especies que están íntimamente relacionadas entre sí. Siete de los sistemas evaluados presentan este tipo de argumentos por la inclusión de especies previamente enlistadas por la IUCN o por CITES (Cuadro 2.12). Es importante notar que cuatro sistemas incluyen especies de los Apéndices CITES. En particular el listado de Nicaragua sólo incluye especies enlistadas en esos Apéndices. En este caso hay que recordar que la Convención sólo enlista especies amenazadas por comercio internacional, además puede incluir especies que no se encuentren amenazadas, como una medida de protección para otras especies (Apéndice II).

Dos sistemas presentan argumentos redundantes por incluir en sus criterios características de las especies que están íntimamente relacionadas entre sí (Cuadro 2.12). El sistema de Ceballos y Navarro (1991) por ejemplo, utiliza el *nivel trófico y ser especie*

carnívora como criterios, de modo que se mide dos veces la misma característica de la especie: el tipo de dieta. En este caso, además, no queda claro qué especies califican para la categoría de *nivel trófico* ya que todas las especies pertenecen a algún nivel trófico. En el caso del modelo de riesgo de valores relativos propuesto por Sánchez (en Arroyo, 1996), se utilizan características como la *masa corporal*, *la talla*, *el periodo de gestación* y *el número promedio de crías*, que están sumamente relacionadas entre sí (Peters, 1983). Otras variables correlacionadas entre sí son la distribución con la abundancia y con la masa corporal (Robinson y Redford, 1986; Arita *et al.*, 1990).

Finalmente, sólo el sistema de la IUCN utiliza criterios que incluyen el nivel de incertidumbre que está asociada a los datos que se usan para evaluar el estado de conservación de las especies.

2.5.3. El tipo de información utilizada

Existen dos tendencias principales en el tipo de información utilizada para evaluar el estado de conservación de las especies en los 15 sistemas analizados.

La primera tendencia, ejemplificada por el sistema de la IUCN, es utilizar información sobre las características de las poblaciones. En este caso se requiere información sobre la distribución y abundancia que tenían anteriormente las especies y la situación actual de las poblaciones. Muchos autores (*e.g.*, Reca *et al.* 1994, Cofré y Marquet 1999, Grigera y Ubeda, 2000) han argumentado que este tipo de información es difícil de obtener y que para la mayoría de las especies, especialmente en países en vías de desarrollo, no se tiene esta información.

La segunda tendencia, ejemplificada por la propuesta de Ceballos y Navarro (1991), Reca *et al.* (1994) y Cofré y Marquet (1999), es usar características intrínsecas de las especies que se sabe están relacionadas con la vulnerabilidad a la extinción, así como aquellas actividades humanas que ponen en riesgo la sobrevivencia de las especies. En general, este tipo de información es de más fácil acceso, aunque es importante mencionar que no siempre es así. Algunas características usadas en estos sistemas, por ejemplo, las características reproductivas (*número de crías por año* o *edad de la primera reproducción*) no son fáciles de obtener. Por otro lado, evaluar el impacto de las actividades humanas no es una tarea fácil, ya que la misma actividad puede afectar de diferente manera a diferentes especies (Carrillo *et al.*, 2000).

Seis de los sistemas analizados usan la distribución y abundancia de las especies como un criterio para incluirlas en el listado, pero sólo el sistema de la IUCN usa definiciones cuantitativas para ambas variables (Cuadro 2.12). A la vez, 10 de los sistemas evaluados

consideran las acciones del hombre y siete de ellos consideran las características biológicas asociadas a la extinción (Cuadro 2.12).

La información usada por los sistemas de categorización es muy importante ya que, debido a la falta de datos para la mayoría de las especies, es necesario maximizar la información existente.

2.5.4. Aplicación a distintas escalas geográficas y niveles taxonómicos

La mayoría de los listados aquí analizados no hacen explícito que puedan tener una aplicación a distintas escalas geográficas o niveles taxonómicos. Sólo el sistema de la IUCN y las propuestas de Reca *et al.* (1994), Cofré y Marquet (1999) y Sánchez (en Arroyo, 1996) hacen explícito que su uso puede ser a distintas escalas geográficas, es decir nacional, regional o local. No obstante, es posible que algunos de los otros sistemas de categorización pudiesen aplicarse a distintas escalas geográficas. En cuanto a los niveles taxonómicos, la mayoría de estos sistemas pueden ser aplicados tanto a especies como subespecies y poblaciones, aunque esto ha generado grandes controversias en algunos países (ver por ejemplo O'Brien y Mayr, 1991; Losos, 1993).

2.6. ¿CUÁL ES EL SISTEMA MÁS ADECUADO?

Los resultados muestran claramente que cada sistema tiene sus defectos y virtudes, sin embargo, algunos son más adecuados para determinar el estado de conservación en que se encuentran las especies. El sistema que presentó mayor número de características deseables fue el de la IUCN, seguido por la propuesta de Burke y Humphrey (1987), la de Ceballos y Navarro (1991) y la de Cofré y Marquet (1999). Aunque la propuesta de Burke y Humphrey (1987) presentó un alto puntaje, dista mucho de ser un sistema que mida con precisión el estado de conservación real de las especies. En primer lugar, sólo utiliza la rareza como criterio para determinar el grado de amenaza en que se encuentran las especies. Aunque este es un criterio útil para conocer el estado de conservación, muchas especies que no se consideran raras pueden también estar enfrentándose a la extinción. En segundo lugar, los criterios, aunque explícitos y cuantitativos, aún no están bien establecidos, de hecho los autores sugieren que para cada grupo taxonómico es recomendable utilizar diferentes criterios.

Por su parte, el sistema de Ceballos y Navarro (1991) tiene la cualidad de contar con categorías de amenaza y criterios explícitos, sin embargo presenta deficiencias importantes.

En primer lugar, la asignación de los valores a las categorías parece un tanto arbitraria, pues a excepción de la endemidad y el tamaño corporal, al resto de las categorías se les da un valor de un punto otorgándole el mismo peso a cada variable, cuando en la realidad cada elemento contribuye con diferente intensidad al grado de vulnerabilidad de las especies. Por otro lado, contiene argumentos redundantes por incluir especies previamente enlistadas por la IUCN y al usar dos criterios que miden la misma característica (*nivel trófico* y *ser especie carnívora*). Asimismo, mezcla criterios útiles para evaluar el estado de conservación de las especies con aquellos que sirven para evaluar las prioridades de conservación. Finalmente, el modelo que ellos proponen es un índice que ayuda a evaluar la situación *potencial* de conservación de las especies y no así su situación *real* de conservación, una característica que comparten con otros sistemas semejantes (e.g., Reca *et al.* 1994, Cofré y Marquet 1999)

La propuesta de Cofré y Marquet (1999) tiene la virtud de ser flexible en términos de la información necesaria para aplicar el índice, además de contar con criterios para evaluar el estado de conservación de las especies. Asimismo, aunque las categorías de riesgo no tienen definiciones explícitas en términos de la probabilidad de extinción de las especies, cuentan con una relación clara entre sí. No obstante, este sistema, al igual que el sistema de Reca *et al.* (1994) y Sánchez (en Arroyo, 1996), tiene la limitante de utilizar criterios estadísticos para delimitar las categorías de amenaza. Esto quiere decir que los intervalos a partir de los cuales se definen las categorías de amenaza pueden variar dependiendo de las especies que se estén evaluando. El grado de amenaza en que se encuentran las especies no es una situación relativa; es decir, no existe una proporción relativa de especies amenazadas. Además, este sistema mezcla constantemente las prioridades de conservación con la evaluación del riesgo de extinción de las especies e incluye elementos redundantes en sus categorías. Por último, al igual que el sistema de Ceballos y Navarro (1991), el modelo que ellos proponen es un índice que no indica la situación *real* de conservación.

El sistema de la IUCN tiene, también, algunos detalles que deben ser depurados. Por ejemplo, es importante que se defina cuantitativamente lo que es una *localidad* (el número de localidades en que se encuentra una especie es un subcriterio de los criterios B y D), u omitir palabras subjetivas como *típicamente*. No obstante, aún con la presencia de estos detalles, considero que el sistema de la IUCN es el método que más potencialidades brinda ya que define claramente sus categorías y criterios. Además, este es el único sistema que considera la incertidumbre asociada a la poca información disponible para la mayoría de las especies (Akçakaya *et al.* 2000). A pesar de que hay autores que plantean que la información requerida por este sistema es difícil de obtener, como muestro en el Capítulo 3, existen métodos para obtener o generar dicha información.

Un hecho destacable del presente análisis es que los sistemas nacionales de categorización de especies que fueron considerados presentan todas serias deficiencias. Los países que quedaron mejor clasificados no alcanzaron a cumplir siquiera con la mitad de las características deseables en un sistema de categorización de especies amenazadas (Cuadro 2.12). Algunos países apenas cuentan con los rudimentos de un listado nacional de especies amenazadas. Un patrón repetido es la inclusión tanto de criterios que ayudan a determinar el estado de conservación de las especies, como de aquellos que sirven para definir prioridades de conservación. Sin duda, esto se debe en buena parte a que los listados son utilizados como herramientas normativas y no sólo como listados de especies amenazadas. Más importante aún, es evidente que existe mucha confusión en los conceptos relacionados con los sistemas de categorización de especies y sus características.

2.7. RECOMENDACIONES

Una vez analizados estos 15 sistemas de categorización de especies amenazadas, me parece importante hacer dos recomendaciones en términos de los listados nacionales de especies amenazadas. La primera propuesta es que los gobiernos distingan entre tres tipos de listados nacionales. El primero de ellos es el listado de especies amenazadas, el cual debe generarse a partir de un sistema de categorización que reúna las características deseables presentadas en este trabajo. El segundo tipo de listado es uno de especies prioritarias para la conservación, que debe considerar información acerca de la amenaza de las especies así como su nivel de endemismo, singularidad taxonómica y/o la importancia económica, política, cultural o científica. Es posible que sea necesario proponer lineamientos específicos (categorías y criterios) para elaborar este listado. Finalmente, el tercer tipo de listado nacional debe contemplar las herramientas normativas, como los calendarios cinegéticos o el listado de CITES, donde se indica, por ejemplo, qué especies son aprovechables y cuáles están vedadas.

La segunda propuesta es que en los listados de especies amenazadas no sólo se reporte el estado de conservación de las especies, es decir, la categoría de riesgo en la que se encuentran. Es importante que además se incluyan explícitamente los criterios mediante los cuales cada especie fue categorizada. En este sentido, no sólo es importante mencionar los criterios mediante los cuales se evaluó a la especie, como hace el sistema de la IUC. También debe quedar explícita toda la información que fue usada para categorizar a una especie. Esta información será útil cuando se actualice la categorización de una especie, al elaborar los otros dos tipos de listados, así como para preparar y emprender planes de manejo.

2.8. CONCLUSIONES

Para evaluar el estado de conservación de las especies es necesario utilizar sistemas de categorización que cuenten con categorías y criterios explícitos y objetivos. Además, es importante que las categorías indiquen el grado de amenaza de las especies y que los criterios no mezclen información útil para evaluar el estado de conservación de las especies con aquella que sirve para determinar las prioridades de conservación. Asimismo, el sistema no debe introducir argumentos redundantes al incluir especies previamente listadas por otros sistemas. También es importante que no se confunda el listado de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres con los listados de especies amenazadas, ya que CITES sólo enlista aquellas especies amenazadas por el comercio internacional.

De los 15 sistemas de categorización de especies amenazadas evaluados en este trabajo, el sistema empleado por la Unión Mundial para la Naturaleza en sus Listas o Libros Rojos, es el más adecuado en términos de sus categorías y criterios. Sin embargo, es importante reconocer que gran parte de la información requerida por este sistema puede no estar disponible, por lo que es importante desarrollar métodos que ayuden a obtener directa o indirectamente dicha información. Otra ventaja de este sistema es que ya existe un método (Akçakaya *et al.*, 2000) disponible en software (RAMAS ® Red List: Threatened species classification under uncertainty, de Applied Biomathematics) que considera la incertidumbre existente en los datos disponibles para la evaluación del estado de conservación de las especies. Finalmente, los criterios para utilizar este sistema a diferentes escalas geográficas están siendo desarrollados y, aparentemente, su aplicación está siendo exitosa (*e.g.*, García Fernández *et al.*, 1997). Los listados nacionales de especies amenazadas evaluados adolecen de serias fallas y deben ser mejorados substancialmente, así como ser complementados con listados de especies prioritarias y listados que sirvan como herramientas normativas.

CAPÍTULO 3: GENERACIÓN DE INFORMACIÓN PARA EVALUAR EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS ESPECIES USANDO EL SISTEMA DE LA IUCN: EL CASO DE LOS MAMÍFEROS DEL SUR DE MÉXICO

3.1. INTRODUCCIÓN

El sistema de categorización de especies amenazadas propuesto por la Unión Mundial para la Naturaleza (IUCN) es, hasta ahora, el método más adecuado para evaluar el estado de conservación de las especies (ver Capítulo 2). Desde finales de la década de los ochenta, un grupo de especialistas de la Comisión de Supervivencia de Especies (Species Survival Commission- SSC) ha discutido y evaluado las categorías y criterios de este sistema a fin de que las evaluaciones reflejen con certeza el estado de conservación de las especies, basándose en análisis cuantitativos del riesgo de extinción en tiempos finitos (e.g., Fitter, 1987; Mace y Lande, 1991; Mace y Stuart, 1994). No obstante, este sistema ha sido ampliamente criticado por ser muy demandante de información (Reca *et al.*, 1994; Cofré y Marquet, 1999), que no existe o es deficiente para la mayoría de las especies. Esto es especialmente cierto para los países en vías de desarrollo, donde se concentra la mayor parte de la diversidad del planeta. Ante esta problemática, es fundamental definir métodos que permitan obtener la información necesaria para evaluar el estado de conservación de las especies. Estos métodos deben ser fáciles de desarrollar, en tiempos relativamente cortos y con bajos costos.

Es importante que los sistemas de categorización de especies amenazadas sean, además, aplicables a distintas escalas geográficas de modo que puedan ser utilizados tanto a nivel internacional como nacional, e incluso regional. Esto es de particular importancia cuando se quiere proteger la diversidad biológica de un país o una región en especial. Muchas especies que no se encuentran amenazadas globalmente pueden estarlo a otras escalas (regional o local) y es necesario que existan sistemas para detectarlas y programas para protegerlas. Aunque el sistema de la IUCN está diseñado para aplicarse a escala global, es decir para todo el rango de distribución de las especies, los lineamientos para su uso a escalas menores (nacionales o regionales) apenas están siendo desarrollados y evaluados.

Hay varias razones por las cuales es importante conocer el estado de conservación regional de las especies. Una de las mayores preocupaciones actuales es la pérdida de diversidad genética de las especies. Al proteger una especie a escala regional se promueve la conservación de su diversidad genética (Hunter y Hutchinson, 1994). Por otro lado, se ha

visto que la extinción de una especie a escala regional puede provocar una cascada de extinciones y con ello causar un cambio en la composición de especies y en los procesos de los ecosistemas (Borrvall *et al.*, 2000; Lundberg *et al.*, 2000). Además, la extinción de las especies es el resultado de las extinciones locales de sus poblaciones. Finalmente, es importante resaltar que la conservación de las especies requiere de acciones específicas por lo que generalmente se necesitan organizaciones que las lleven a cabo. Generalmente, estas organizaciones actúan dentro de límites políticos (nacional, estatal, regional o local) y no ecológicos (Hunter y Hutchinson, 1994). No obstante, para que las acciones de conservación sean efectivas, es indispensable que no se pierda la perspectiva global de la conservación (Dudley, 1995).

En este capítulo evaluo el estado de conservación de los mamíferos del sur de México utilizando el sistema de la IUCN. Muestro como utilizar fuentes de información de fácil acceso o fácil de generar en términos de tiempo y recursos, y aplico el sistema a distintas escalas geográficas. La intención de evaluar el estado de conservación de las especies a distintas escalas geográficas es contribuir con los lineamientos para el desarrollo del uso del sistema de la IUCN a escalas regionales, así como ejemplificar los niveles en los cuales es útil conocer el estado de conservación de las especies, en especial para el desarrollo de las políticas de manejo. Posteriormente, comparo los resultados obtenidos para el sur de México con la lista roja de la IUCN (IUCN, 2000) y con el Proyecto de Norma Oficial para especies amenazadas de México, el PROY-NOM-059-ECOL-2000 (SEMARNAP, 2000). Para las escalas geográficas menores comparo los resultados obtenidos en los diferentes estados y regiones, con el fin de ejemplificar uno de los usos que se le puede dar a los resultados obtenidos de una evaluación del estado de conservación de las especies.

3.2. CONCEPTOS IMPORTANTES PARA EL USO DEL SISTEMA DE LA IUCN (2000)

Para usar el sistema de categorización de especies amenazadas de la IUCN (2000), es importante que queden claros algunos conceptos usados en la aplicación de los criterios. Debido a que en este trabajo se utilizan los criterios *A*, *B* y *D*, en esta sección hago una breve descripción de algunos conceptos relacionados con los criterios A2, B1, B2 y D2 en particular.

La *extensión de la presencia* (usado en criterios *A* y *B*) de una especie se define como el área contenida dentro de los límites continuos e imaginarios más cortos que pueden dibujarse para incluir todos los sitios conocidos, inferidos o proyectados en los que un taxón está presente. Esta medida puede excluir a las discontinuidades o disyunciones en las

distribuciones generales de los taxones (por ejemplo grandes áreas de hábitat obviamente inadecuado) (IUCN, 1994b; 2000).

El *área de ocupación* (usada en criterios A, B y D) de un taxón se define como el área dentro de la extensión de la presencia que es ocupada por un taxón. La medida refleja el hecho de que un taxón comúnmente no ocurrirá a través de toda el área de su extensión de presencia, ya que puede, por ejemplo, contener hábitats no viables. (IUCN, 1994b, 2000). El *área de ocupación* es el área más pequeña esencial para la supervivencia de las poblaciones existentes de un taxón, cualquiera que sea su etapa de desarrollo (IUCN, 1994b, 2000).

El *hábitat* (usado en criterio A y B) se ha definido como el espacio físico con la combinación de recursos (como alimento, agua y cobertura vegetal) y condiciones ambientales (temperatura, precipitación, presencia o ausencia de depredadores y competidores) que promueve la ocupación por individuos de una especie dada (Morrison *et al.*, 1992). De este modo, hábitat de alta calidad se puede definir como aquellas áreas que proveen las condiciones necesarias para una sobrevivencia relativamente exitosa y reproducción por periodos largos cuando se compara con otros ambientes similares. Al contrario, los hábitats marginales pueden mantener individuos, sin embargo sus tasas de reproducción son relativamente bajas y el área es adecuada para ser ocupada solamente por periodos cortos (Morrison *et al.*, 1992).

También es común que se defina al hábitat como porciones de tierra con coberturas vegetales similares (*e.g.*, Cuarón, 1997; 2000). El hábitat puede definirse en términos de la estructura, composición y productividad de las plantas (Cuarón, 2000). Bajo este concepto, el tipo de vegetación puede ser un indicador de la presencia y densidad de las especies animales (Cody, 1981; Morrison *et al.*, 1992). Debido a la falta de información que existe para la mayoría de las especies, en particular respecto a sus tendencias poblacionales, una alternativa es el uso de modelos de disponibilidad de hábitat adecuados para las especies, como un indicador de su situación potencial (Gilpin y Soulé, 1986; Cuarón, 1997; 2000).

Una *localidad* (usada en criterios B y D) se define como un área geográfica o ecológica distintiva en la cual un solo evento simultáneamente afectará a todos los individuos del taxón presente. El tamaño de una localidad depende del área cubierta por el evento amenazante y puede incluir parte de una o muchas subpoblaciones del taxón. Cuando una especie es amenazada por más de un evento, la localidad debería ser definida sobre la base de la amenaza potencial más seria (IUCN, 2000).

La IUCN (1994b) define a una *generación* (usado en criterios A, C y E) como la edad promedio de los padres de la presente cohorte (*e.g.*, individuos recién nacidos de la población). Bajo este contexto, la duración de la generación refleja la tasa de renovación de

los individuos reproductores de una población. El tiempo generacional es mayor que la edad de la primera reproducción y menor que la edad del individuo reproductor más viejo, con excepción de los taxones que sólo se reproducen una vez (IUCN, 2000). El tiempo generacional es una función de la masa corporal de las especies y puede ser medido con la ecuación $W^{-1/4}$ (Peters, 1983).

3.3. OBJETIVOS

1. Ilustrar el uso de fuentes de información accesibles y fáciles de generar en la asignación de categorías de riesgo a las especies siguiendo el sistema de la IUCN.
2. Asignar categorías de riesgo a los mamíferos del sur de México, a distintas escalas geográficas, para contribuir al desarrollo de criterios para elaborar listados de especies amenazadas a nivel regional.
3. Proponer la categorización de las especies de mamíferos del sur de México.
4. Comparar los resultados obtenidos en los diferentes estados y regiones, con el fin de ejemplificar uno de los usos que se le puede dar a los resultados obtenidos de una evaluación del estado de conservación de las especies, a distintas escalas geográficas.

3.4. ÁREA DE ESTUDIO

3.4.1. Descripción general

El área de estudio comprende los estados de Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán. Esta es una región altamente heterogénea que alberga una alta diversidad biológica, y número de endemismos. Junto con los países centroamericanos (la llamada región mesoamericana) ha sido considerada como una de las zonas más diversas del mundo y, por lo tanto, con mayor prioridad de conservación (Myers *et al.*, 2000).

Esta es una zona con una topografía altamente heterogénea, donde se pueden encontrarse grandes planicies como la Península de Yucatán o zonas montañosas como la Sierra Madre de Chiapas. El clima de la región es también variable, por lo general las zonas

bajas presenten un clima tropical, mientras que las tierras altas presentan un clima templado. Los principales tipos de vegetación presentes en el área son: bosque tropical perennifolio, bosque tropical subcaducifolio, bosque tropical caducifolio, bosque espinoso, bosque de bosque de coníferas y *Quercus*, bosque mesófilo de montaña, vegetación acuática y subacuática (Rzedowski, 1978).

El sur de México alberga aún grandes áreas naturales, algunas de ellas con un alto grado de conectividad (Cuarón, 1997). Cuarón (1997) reporta que entre el 44% y 55% del sur de México aún se encontraba cubierto por vegetación natural en 1986. En esta zona se ubica, por ejemplo, la Selva Lacandona que es la porción más grande de bosque tropical perennifolio de nuestro país y forma parte de la Selva Maya que es el mayor macizo de vegetación natural en Mesoamérica (Cuarón, 1997). Además, en esta zona se han establecido un gran número de áreas protegidas que, dependiendo del estado, cubren entre el 3.9% y 14.2 % de la superficie estatal (Flores-Villela y Geréz, 1994).

La diversidad y endemismo de plantas en el sur de México es alta, siendo el estado de Chiapas el que alberga la mayor riqueza y, junto con la parte norte de la Península de Yucatán, el mayor grado de endemismo (Rzedowski y Calderón de Rzedowski, 1988; en Cuarón, 1997). La fauna de la región es también altamente diversa. México es uno de los países más diversos del mundo debido, principalmente a la alta diversidad beta que existe a lo largo de su territorio (Ramamoorthy, 1998). Gran parte de su diversidad faunística, se concentra en la zona sur; ejemplo de ello es que el mayor número de especies de aves terrestres de México se encuentran en las tierras bajas del sureste del país (Escalante *et al.*, 1998) y en esta zona se ubican entre el 36% y 40% de las especies de mamíferos del país (Fa y Morales, 1998).

3.4.2. Los mamíferos del sur de México

En el sur de México se encuentra la mayor diversidad de mamíferos del país. Sólo para la Selva Lacandona se han reportado 112 especies de mamíferos, lo que representa aproximadamente el 25% de la mastofauna de México, quedando en el primer lugar en diversidad de mamíferos de México (Medellín, 1994). Por su parte, Fa y Morales (1998) reportan que en el estado de Chiapas y Oaxaca existe la mayor riqueza de mamíferos del país (entre 141 y 160 especies). Sin embargo, en algunas zonas de la Península de Yucatán, en especial la zona norte, la riqueza de especies es más bien baja (Fa y Morales, 1998).

El sur de México no representa una zona de alto endemismo comparada con el resto de México. Fa y Morales (1998) reportan que la zona de mayor endemidad para el sur de México apenas presenta entre 11 a 15 especies endémicas. Esto se debe a que para México

existe una baja correspondencia entre las áreas de alta diversidad y las de alto endemismo (Ceballos *et al.* 1998). Sin embargo, es importante destacar que la población mexicana de muchas especies sólo se distribuyen en el sur (Medellín, 1994). Por ejemplo, en México, las especies de los órdenes Primates, Xenarthra y Perissodactyla sólo se hallan al sur del país (Fa y Morales, 1998). Además, siendo una zona fronteriza, varias especies de distribución restringida (>50,000 km²) no son endémicas de México por encontrarse marginalmente en los países vecinos.

La fauna de mamíferos terrestres del área de estudio (Campeche, Chiapas, Tabasco, Yucatán y Quintana Roo) consta de 219 especies repartidas en 10 órdenes, 29 familias y 118 géneros. Este número incluye 18 especies endémicas de México, de las cuales 10 son endémicas de la zona de estudio (dos endémicas de la península de Yucatán, 3 de la isla Cozumel y cinco de Chiapas). Cuatro de estas especies sólo se conocen de la localidad tipo. Sesenta y tres especies sólo se distribuyen en México y los países centroamericanos (la llamada región mesoamericana). Chiapas es el estado con mayor número de especies evaluadas, en él se distribuyen un total de 207 especies, por lo que sólo 12 de las especies evaluadas de la zona de estudio no se distribuyen en este estado. Le sigue el estado de Tabasco con un total de 145 especies evaluadas y, finalmente, Campeche con 125 especies.

A nivel de región, Tabasco cuenta con 125 especies, Campeche con 116 y Chiapas con 140. Las áreas no protegidas de la región de Chiapas cuentan con 135 especies, mientras que las áreas protegidas con 137. Finalmente, para la Reserva de la Biósfera Montes Azules se evaluaron 135 especies y para el Parque Nacional Palenque 128. Es importante destacar que estos valores corresponden a la distribución potencial de las especies.

3.4.3. Las distintas escalas geográficas

Las distintas escalas geográficas consideradas en este trabajo se muestran en las Figuras 3.1 y 3.2. La escala geográfica más amplia es el sur de México e incluye los estados de Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán. La siguiente escala, en términos de superficie, son los estados (completos) por sí solos; en cuyo caso solo incluyo los estados de Campeche, Chiapas y Tabasco. Finalmente, la escala de menor superficie es la que denomino "regiones". En este caso considero un área dentro del estado de Campeche, una de Tabasco y una de Chiapas (Figuras 3.1 y 3.2). La región de Chiapas se subdivide a su vez en áreas no protegidas del estado y áreas protegidas. Esta última se divide en la Reserva de la Biósfera Montes Azules y el Parque Nacional Palenque (Figura 3.1).

La intención de usar distintos niveles geográficos es ejemplificar la aplicación del sistema de categorización de especies amenazadas a distintas escalas geográficas e ilustrar los

niveles en los cuales es útil conocer el estado de conservación de las especies, en especial para el desarrollo de las políticas de manejo. Considero tres niveles geográficos (sur de México, cada estado completo y regiones dentro de ellos) como analogía de los niveles en los que se aplican los sistemas de categorización de especies amenazadas: mundial, nacional y estatal o provincial, respectivamente. Es decir, la escala mundial esta representada por el sur de México, el nivel nacional por cada uno de los estados y el nivel provincial (subnacional) por las regiones dentro de los estados en el área de estudio. Es en las dos escalas de menor superficie (las divisiones políticas de país y estado) en las que se toman la mayoría de las decisiones políticas para la conservación.

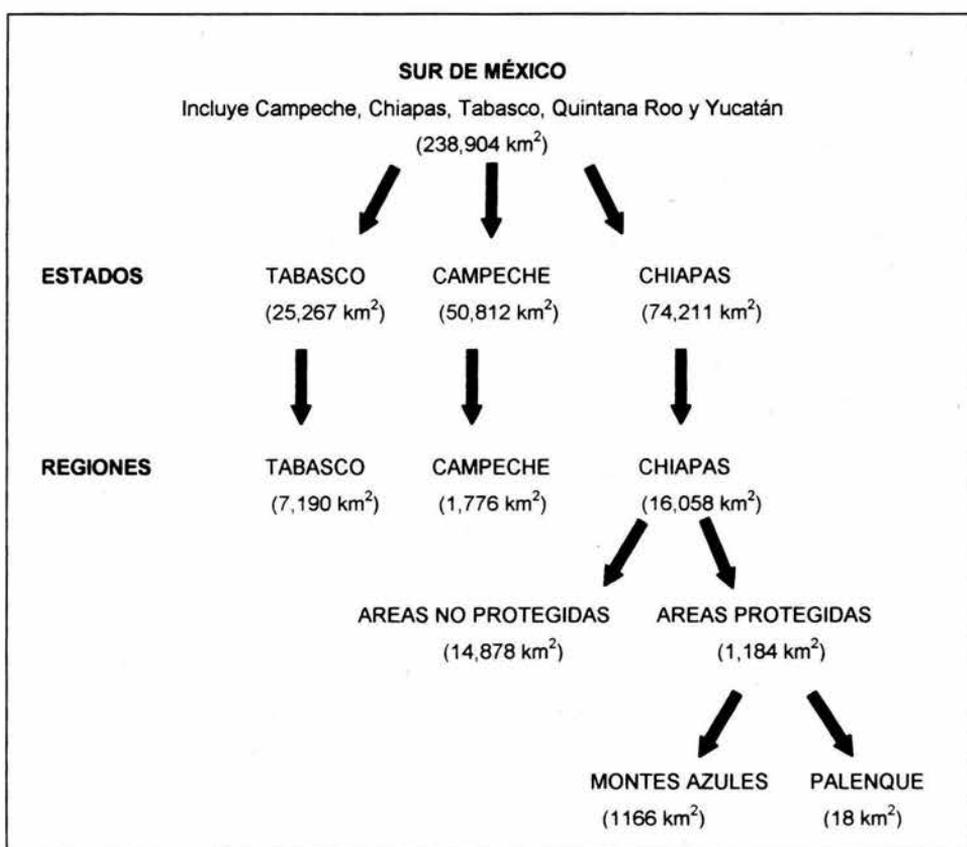


Figura 3.1. Escalas geográficas consideradas en este estudio.

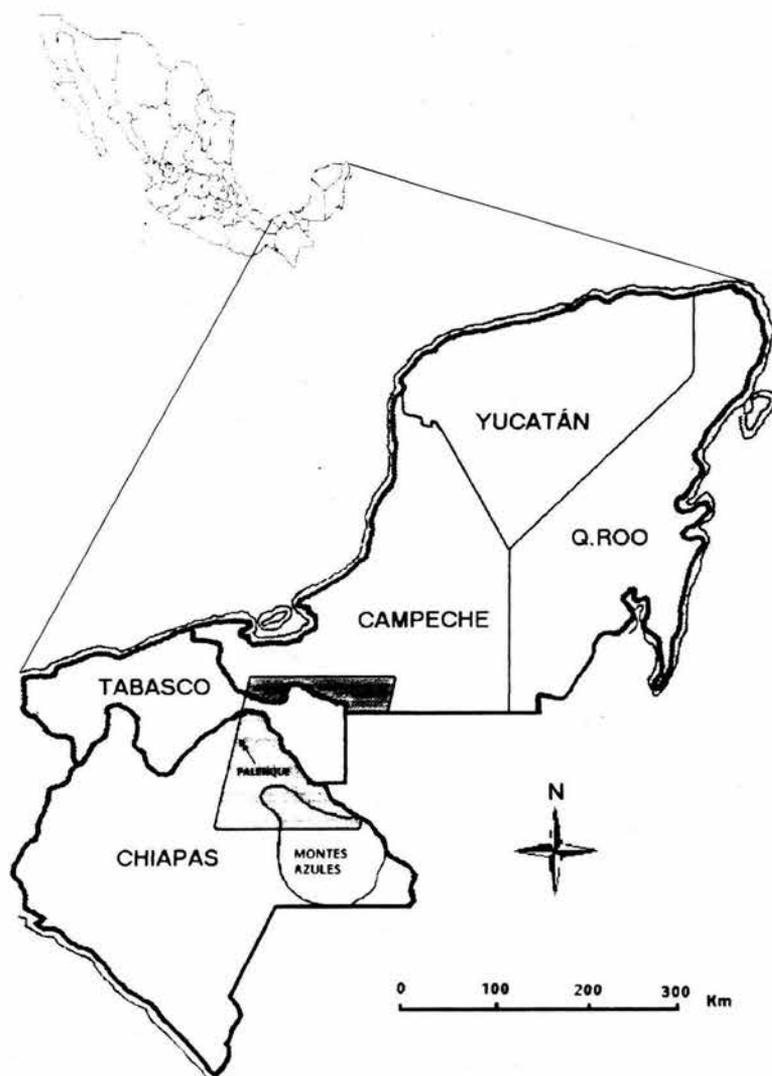


Figura 3.2. Ubicación del área de estudio y de las diversas porciones que la componen (modificado de Cuarón, 1997)

A continuación hago una breve descripción de los estados y regiones. La descripción de los estados se basa en los estudios de Biodiversidad y Conservación de México realizados por Flores-Villela y Geréz (1988, 1994). La descripción de las regiones se basa en el estudio de cambio en la cobertura vegetal realizada por Cuarón (1997).

El estado de Campeche

El estado de Campeche, con una superficie de 50, 812 km², es uno de los estados menos alterados en términos de su cobertura vegetal y presenta grandes áreas cubiertas por selvas tropicales y humedales. Este estado posee los siguientes tipos de vegetación natural: selva alta y baja perennifolia, selva alta y mediana subperennifolia, selva mediana y baja subperennifolia, manglar, vegetación acuática y subacuática. Además, presenta vegetación secundaria, amplias áreas de pastizal cultivado y agricultura de temporal de riego.

En este estado se han registrado 2, 100 especies de plantas de las cuales el 17% son endémicas (Flores-Villela y Geréz, 1994). En cuanto a los vertebrados, Campeche no contiene especies endémicas ni de distribución restringida, sin embargo es un estado con una gran diversidad de especies, la gran mayoría de ellas tropicales.

Este estado cuenta con cuatro áreas naturales protegidas, que en conjunto cubren una superficie de 14, 873 km², lo que corresponde al 29% de la superficie estatal. Estas áreas presentan selva alta perennifolia y subperennifolia, selva mediana y baja subperennifolia, selva baja caducifolia, praderas de pastos sumergidos, manglar, tular, bosque espinoso, vegetación riparia, duna costera, cuerpos de agua, vegetación secundaria y zonas urbanas.

La región de Campeche

Por su parte, la región de Campeche analizada en este trabajo tiene una superficie de 1775 km² y corresponde a la parte suroeste del estado, la que colinda con el sureste del estado de Tabasco y con una pequeña fracción de la frontera con El Petén, Guatemala (Figura 3.2). Cuarón (1997) reporta que esta región sufrió un cambio en la cobertura vegetal natural del 7.8% anual en el periodo comprendido entre 1974 y 1986. Gran parte de este cambio se debió a la transformación de la selva y humedales a pastizales causada por los proyectos de desarrollo que promovieron la ganadería y agricultura a gran escala, así como la construcción de carreteras (Cuarón, 1997).

El estado de Tabasco

El estado de Tabasco tiene una superficie de 25, 267 km². Para 1992 sólo el 18% de la superficie del estado estaba cubierta por vegetación natural, mientras que el 61% estaba dedicado a usos agropecuarios. El estado posee selva alta perennifolia, selva mediana subcaducifolia, sabana, manglar, popal y tular. También contiene vegetación secundaria de selva alta perennifolia y selva mediana subcaducifolia, pastizal cultivado, pastizal inducido y

agricultura de temporal. En Tabasco existen grandes extensiones de humedales donde se alberga la vegetación acuática y subacuática.

La flora de Tabasco cuenta con una lista de 2, 200 especies (Flores-Villela y Geréz, 1994). La flora acuática del estado es poco conocida y se encuentra altamente amenazada debido a la desecación de los humedales. También se sabe poco sobre los vertebrados de este estado, aunque es una zona con poca diversidad y endemismos.

Este estado tiene un área natural protegida, la Reserva de la Biósfera Pantanos de Centla con una superficie de 3, 027 km², lo que corresponde al 12% de la superficie estatal. Los Pantanos de Centla presentan comunidades hidrófilas, selva mediana subperennifolia, manglar y tintal.

La región de Tabasco

La región de Tabasco analizada en este estudio corresponde a la parte sureste del estado que se encuentra rodeada por la zona suroeste de Campeche, la zona noreste del estado de Chiapas y el noroeste de El Petén en Guatemala (Figura 3.2). Esta zona tiene una superficie de 7, 190 km². Según el estudio realizado por Cuarón (1997), esta parte del estado sufrió un cambio en la cobertura vegetal natural del 8% anual en el periodo comprendido entre 1974 y 1986. Al igual que Campeche, este cambio se debió principalmente a la transformación de selvas y humedales a pastizales causada por los proyectos de desarrollo que promovieron la ganadería y agricultura a gran escala (Cuarón, 1997).

El estado de Chiapas

El estado de Chiapas tiene una superficie de 74, 211 km². Este estado alberga grandes áreas de vegetación natural. Por ejemplo, en Chiapas se encuentra la Selva Lacandona que es la porción más grande de bosque tropical perennifolio de nuestro país (Cuarón, 1997). Chiapas es un estado altamente heterogéneo en términos topográficos y de sus tipos de vegetación. En el estado se encuentran, por lo menos, cuatro provincias fisiográficas: La Planicie Costera Suroriental, el Macizo Central de Chiapas, la Depresión Central de Chiapas y la Sierra Madre de Chiapas (Rzedowski, 1978). Los tipos de vegetación presentes son: bosque de pino, bosque de pino-encino, bosque de encino-pino, bosque de encino, bosque mesófilo de montaña, selva alta perennifolia, selva alta y mediana subperennifolia, selva mediana y baja subcaducifolia, selva baja caducifolia, vegetación halófila, vegetación de dunas costeras y manglar. Además, en el estado existe vegetación secundaria de selva alta

perennifolia, selva mediana subperennifolia y selva baja caducifolia; sabanas, pastizal cultivado, pastizal inducido y agricultura de temporal y de riego. Algunos autores han sugerido que parte de las sabanas y pastizales presentes en el estado son de origen antropogénico (Rzedowski, 1978). En el estado también hay vegetación acuática y subacuática en lagunas costeras, esteros, lagunas y presas.

Este es uno de los estados más diversos florísticamente, en él se han registrado 8, 248 especies de plantas (Flores-Villela y Geréz, 1994). También presenta un alto grado de endemismos, por ejemplo es el único estado donde se encuentra la familia Lacandoniaceae. El bosque mesófilo de montaña presente en este estado es uno de los más diversos del país.

También es un estado con gran diversidad de vertebrados. Es el segundo estado en diversidad de vertebrados mesoamericanos y también el segundo en número de endémicos estatales. En este estado se encuentran cerca del 35% de los vertebrados mesoamericanos (Flores-Villela y Geréz, 1994).

Chiapas es uno de los estados con mayor número de áreas protegidas, con al menos 15 áreas naturales protegidas que cubren casi el 13% del territorio del estado (9, 238 km²). Los principales tipos de vegetación cubiertos por estas áreas protegidas son: selva alta perennifolia, selva mediana perennifolia, subperennifolia y subcaducifolia, selva baja caducifolias y subperennifolias, bosques pino, pino-encino, y pino-encino-liquidambar; bosque mesófilo de montaña, vegetación estuarina, manglares, tulares, vegetación de dunas costeras, palmares, marismas, sabana, pastizal inducido, vegetación ribereña y vegetación secundaria.

La región de Chiapas

La región del estado analizada en este trabajo tiene una superficie de 16, 058 km² y corresponde a la parte noreste del estado que colinda con la frontera sureste de Tabasco y con el noroeste de El Petén en Guatemala (Figura 3.2). Una parte importante de esta región contiene la mitad norte de la Selva Lacandona. Esta zona presentó un cambio en la cobertura vegetal natural del 7.7% anual en el periodo comprendido entre 1974 y 1986 (Cuarón, 1997). El principal cambio se dio de selva perennifolia a vegetación secundaria. En esta región de Chiapas la agricultura de subsistencia es aún importante. Asimismo, el estado de Chiapas tiene una topografía muy compleja por lo que la ganadería extensiva se practica menos que en los estados de Campeche y Tabasco que son predominantemente planos (Cuarón, 1997).



Esta región de Chiapas se puede dividir en dos áreas relacionadas con su protección. El área no protegida de esta región del estado tiene una superficie de 1, 4874 km². Es en esta área es en la cual se dio la mayor parte de la conversión de selva a pastizales y a otros tipos de uso del suelo. Cuarón (1997) reporta una tasa anual de cambio en la cobertura vegetal natural del 7.9% en el periodo comprendido entre 1974 y 1986.

La superficie de las áreas naturales protegidas consideradas en este estudio es de 1,183 km² y corresponde al Parque Nacional Palenque y a la zona norte de la Reserva de la Biósfera Montes Azules. El Parque Nacional Palenque fue establecido oficialmente en 1981. Tiene una extensión de 17.7 km², aunque la superficie analizada en este trabajo es un poco mayor (18 km²). Cuarón (1997) reporta una tasa anual de cambio en la cobertura vegetal natural de 6.5% en el periodo comprendido entre 1974 y 1986, sin embargo es posible que la mayor parte de estos cambios se hayan dado antes de que la zona fuese decretada Parque Nacional. La Reserva de la Biósfera Montes Azules tiene una superficie de 3, 312 km² y fue establecida en 1978. Sin embargo, sólo 1,165 km² son analizados en este trabajo. Esta fue la zona con menor cambio en la cobertura vegetal natural entre 1974 y 1986, su tasa anual fue de 5.6% (Cuarón, 1997).

3.5. MÉTODO

El estudio consistió en cinco fases: 1) búsqueda bibliográfica para compilar información sobre los mamíferos del sur de México, en especial su distribución y los tipos de vegetación donde habitan; 2) compilación de la información para obtener las tendencias de pérdida de hábitat; 3) obtención de las tendencias de pérdida de hábitat a partir de superficies de tipos de vegetación en distintos años y tasas de pérdida de vegetación reportadas en la literatura (Cuarón, 1997; 2000); 4) aplicación de los criterios A2, B1, B2 y D2 del sistema de categorización de la IUCN a distintas escalas geográficas; y 5) análisis de los resultados.

3.5.1. Base de datos sobre los mamíferos del sur de México:

Con base en una revisión bibliográfica, construí una base datos para los mamíferos del sur de México que contiene la siguiente información:

- A) *Información taxonómica*: La nomenclatura de las especies sigue a Wilson y Reeder (1993), excepto cuando publicaciones recientes proponen cambios en dicha nomenclatura.

- B) *Distribución*: La información sobre la distribución mundial y en el área de estudio se obtuvo de diversas fuentes bibliográficas (Hall, 1981; Ramírez-Pulido *et al.*, 1986; Eisenberg, 1989; Emmons y Feer, 1990; Álvarez-Castañeda y Álvarez, 1991; Wilson y Reeder, 1993; Sánchez y Romero, 1995; Ortega *et al.*, 1998; Ceballos *et al.*, en prensa). Esta información fue usada para determinar qué especies son endémicas y de distribución restringida.
- C) *Masa corporal*: Compilé de la literatura datos sobre la masa corporal de los mamíferos (Coates-Estrada y Estrada, 1986; Arita *et al.*, 1990; Emmons y Feer, 1990; Medellín, 1994; Sánchez y Romero, 1995; Cuarón, 1997; Reid, 1997). Para cada especie calculé el valor promedio reportado en la literatura. Utilice esta información para calcular el tiempo generacional de las especies como una función de su masa corporal (ver Peters, 1983).
- $$\text{Tiempo generacional} = W^{-1/4}$$
- Donde W es la masa corporal de la especie.
- Cuando los datos de masa corporal no están disponibles, asumí que las especies del orden Rodentia, Insectivora y Chiroptera, tienen tiempos generacionales menores a 10 años. Esta información es importante para poder aplicar el criterio A.
- D) *Asociación al hábitat*: Consideré la presencia o ausencia de la especie en distintos tipos de vegetación. La clasificación de la vegetación se basa en la usada por Cuarón (1997). Obtuve la información de diversas fuentes bibliográficas (Coates-Estrada y Estrada, 1986; Emmons y Feer, 1990; Sánchez y Romero, 1995; Cuarón, 1997; Reid, 1997; Ortega *et al.*, 1998; Cuarón, 2000) así como de comunicaciones personales con expertos (A. D. Cuarón, L. B. Vázquez y M. Santos)
- E) *Usos*: Consideré el uso de las especies como animales vivos, como alimento (cacería de subsistencia), para caza deportiva, para venta de pieles u otros derivados, o si son consideradas especies dañinas o peste por entrar en conflicto con los intereses del hombre (Cuarón, 1997; Reid, 1997; Emmons y Feer, 1990). Esta información no es usada en la asignación de categorías de riesgo pero es analizada posteriormente.
- F) *Inclusión en otros listados de especies amenazadas*: Para fines de comparación solamente, se investigó el estado de conservación de las especies según el Proyecto de Norma Oficial Mexicana sobre especies amenazadas en México (SEMARNAP, 2000) y la lista roja de la IUCN (IUCN, 2000).

Es importante mencionar que, en ocasiones, la información reportada para algunas especies difiere entre diferentes autores. Para el caso de la distribución de las especies y del tipo de vegetación se incluyeron a las especies en el estado o tipo de vegetación que cada uno de los autores consultados registra. Así, por ejemplo, si un autor reporta a una especie

en bosque mesófilo y otro en bosque perennifolio, se consideró que la especie vive en ambos tipos de vegetación. Para el caso de la masa corporal se hizo un promedio de los datos reportados en la literatura.

3.5.2. Tendencias de pérdida de hábitat

Para obtener las tendencias de pérdida de hábitat de cada especie es necesario conocer: 1) la asociación que tiene la especie con los distintos tipos de vegetación y 2) las tendencias en el cambio de la vegetación. La forma directa de obtener las tendencias de cambio en los distintos tipos de vegetación es a partir del análisis de la vegetación durante varios años. Sin embargo, aunque en México se han desarrollado múltiples estudios de cartografía de uso de suelo y vegetación, estos no suelen ser comparables entre sí debido a que los objetivos, criterios y escalas geográficas usadas en cada estudio difieren (Palacio-Prieto *et al.*, 2000). Debido a ello, en este estudio obtengo las tendencias de cambio en la cobertura vegetal para el sur de México, estados y regiones, a partir de coberturas vegetales reportadas en la literatura para cada escala geográfica y tasas proporcionales de cambio generadas a partir de las tendencias de cambio en la cobertura vegetal para las regiones de Tabasco, Campeche y Chiapas. Estas tendencias son reportadas por Cuarón (1997) en su estudio "*Cambios en la cobertura del terreno y conservación de mamíferos en Mesoamérica*".

Cobertura vegetal

Obtuve la cobertura de cada tipo de vegetación para el sur de México de dos fuentes bibliográficas. Primero, se sumaron las superficies de los distintos tipos de vegetación reportadas por Flores-Villela y Geréz (1994) para cada estado de la zona de estudio. La información reportada por estos autores proviene del Inventario Nacional Forestal de Gran Visión (SARH, 1992). La segunda fuente de información son las superficies estudiadas por Cuarón (1997) generadas a partir de una imagen de satélite AVHRR de 1986. La información referente a cada estado se obtuvo de Flores-Villela y Geréz (1994). Finalmente, las coberturas para cada región corresponden a las reportadas por Cuarón (1997), generadas a partir de una imagen de satélite Landsat MSS de 1974.

Las categorías de vegetación empleadas en este trabajo corresponden a las usadas por Cuarón (1997, 2000). En el Cuadro 3.1 se muestran los equivalentes con la clasificación de Rzedowski (1978) que es el sistema bajo el cual se reportan los datos en Flores-Villela y Geréz (1994).

Cuadro 3.1: Categorías de vegetación usados en este estudio y su equivalente en la clasificación de Rzedowski (1978). (tomado de Cuarón 1997, 2000).

| Categorías de vegetación usadas en este estudio (<i>sensu</i> Cuarón 1997) | Categorías de vegetación del sistema de clasificación de Rzedowski 1978 |
|---|---|
| Bosque tropical húmedo | Bosque tropical perennifolio |
| Otros tipos de bosque | Bosque de coníferas Bosque de <i>Quercus</i> Bosque espinoso |
| Bosque de niebla | Bosque mesófilo de montaña |
| Humedales | Vegetación acuática y subacuática |
| Vegetación secundaria tropical | Vegetación secundaria |
| Vegetación secundaria templada | Vegetación secundaria |
| Pastizal | Pastizal |
| Pastizal con suelos expuestos | Pastizal |
| Agricultura | Cultivos agrícolas |
| Suelos desnudos y zonas urbanas | - |

Tasas de cambio

Las tasas de cambio para los diferentes tipos de vegetación se obtuvieron de la siguiente manera (Cuarón, 1991):

$$\text{Tasa de cambio} = (\text{LN sup } t_1 - \text{LN sup } t_0) / (t_1 - t_0)$$

Donde:

sup t_1 = superficie del tipo de vegetación en el tiempo 1

sup t_0 = superficie del tipo de vegetación en el tiempo inicial

$t_1 - t_0$ = tiempo comprendido entre el tiempo inicial y el tiempo 1

Para obtener las tasas de cambio se utilizaron las coberturas reportadas por Cuarón (1997) para una fracción de la zona de estudio obtenidas a partir de dos imágenes satelitales Landsat MSS, correspondientes a 1974 y 1986.

La información referente a la superficie de los distintos tipos de vegetación y tasas de cambio para el sur de México y los diferentes estados y regiones analizados en este trabajo se presentan en los Cuadros 3.2, 3.3 y 3.4 respectivamente.

Proyecciones del cambio en la cobertura vegetal

Para saber cuánto hábitat quedará disponible para las especies en un periodo determinado, primero es necesario hacer la proyección de la cobertura que quedará para cada tipo de vegetación. Esto se hace a partir de la siguiente fórmula (Cuarón, 1991):

$$\text{sup } t_x = \text{sup } t_0 e^{(\text{tasa cambio} \cdot (t_1 - t_0))}$$

Donde:

sup t_x = superficie proyectada

sup t_0 = superficie en el tiempo inicial

$t_1 - t_0$ = periodo comprendido entre el tiempo inicial y el tiempo 1 (en este caso el tiempo final es de 10 años o 3 generaciones dependiendo de la especie evaluada)

Debido a las diferencias en el sistema de clasificación usado por las dos fuentes de información (Cuarón, 1997 y Flores-Villela y Geréz, 1994), fue necesario realizar algunos ajustes en las tasas proporcionales de cambio para poder hacer las proyecciones. Los ajustes se muestran en el Cuadro 3.5. Para las regiones no fue necesario realizar ajustes ya que la clasificación de la vegetación usada para reportar las coberturas vegetales y las tasas proporcionales de cambio, son las mismas.

Una vez obtenidas las proyecciones de cuánta superficie quedará disponible en 10 años o 3 generaciones (siempre considerando el periodo más largo) para cada tipo de vegetación, se obtuvieron los porcentajes de pérdida de hábitat para cada especie de la siguiente manera:

- 1) Se sumaron las superficies de los distintos tipos de vegetación en los que puede vivir la especie en el tiempo inicial (t_0) con lo que se obtuvo la superficie de hábitat en el t_0 (sup_hábitat t_0).
- 2) Se sumaron las superficies de los distintos tipos de vegetación en los que puede vivir la especie después de la proyección a 10 años o 3 generaciones, cualquiera sea el periodo más largo (t_x), con lo que se obtuvo la superficie de hábitat para la especie en 10 años o tres generaciones (sup_hábitat t_x).
- 3) Se obtuvo el cambio en la superficie del hábitat que ha habido para cada especie en 10 años o para 3 generaciones (cambio sup):

$$\text{Cambio en la superficie de hábitat} = \text{sup_hábitat } t_x - \text{sup_hábitat } t_0$$

- 4) Se obtuvo el porcentaje de cambio de hábitat para cada especie en 10 años o 3 generaciones:

$$\% \text{ cambio de hábitat} = (\text{cambio sup} \cdot 100) / \text{sup_hábitat } t_0$$

Cuadro 3.2: Cobertura de los distintos tipos de vegetación y tasas de cambio para el sur de México

| Tipos de vegetación y usos diversos (<i>sensu</i> Cuarón 1997) | Cuarón (1997) superficie 1986 (km ²) | Flores-Villela y Geréz (1994) superficie 1990 (km ²) | Cuarón (1997) Tasa de cambio* |
|--|--|--|----------------------------------|
| Bosque tropical húmedo | 81256 | 58443 | -0.06 |
| Otros tipos de bosque | 5143 | 69325 | -0.05 |
| Bosque de niebla | 6585 | 274 | -0.03 |
| Humedales | 28920 | 3214 | -0.05 |
| Vegetación secundaria | 33229 | 53378 | 0.22 |
| Pastizales y agricultura | 92851 | 64910 | 0.11 |
| Suelos desnudos y zonas urbanas | 121 | 256 | 0.00 |

* Obtenida a partir de dos imágenes de satélite Landsat (1974 y 1986)

Cuadro 3.3 Cobertura de los distintos tipos de vegetación y tasas proporcionales de cambio para cada uno de los estados evaluados.

| Tipos de vegetación y usos diversos (<i>sensu</i> Cuarón 1997) | Chiapas | | Campeche | | Tabasco | |
|--|--|--------------------|--|--------------------|--|--------------------|
| | Superficie 1991 (km ²) | Tasa de cambio* | Superficie 1991 (km ²) | Tasa de cambio* | Superficie 1991 (km ²) | Tasa de cambio* |
| Bosque tropical húmedo | 16363 | -0.05 | 24603 | -0.07 | 1063 | -0.11 |
| Otros tipos de bosque | 11539 | -0.04 | 2642 | -0.12 | 40 | -0.18 |
| Bosque de niebla | 274 | -0.03 | - | - | - | - |
| Humedal | 512 | -0.07 | 523 | -0.04 | 171 | -0.04 |
| Vegetación secundaria | 17068 | 0.20 | 5126 | 0.24 | 4472 | 0.17 |
| Pastizales y agricultura | 24422 | 0.12 | 8145 | 0.04 | 17426 | 0.10 |
| Suelos desnudos y zonas urbanas | 59 | 0.02 | 15 | 0.01 | 88 | -0.02 |

* Obtenida a partir de dos imágenes de satélite Landsat (1974 y 1986)

Cuadro 3.4: Cobertura de los distintos tipos de vegetación y tasas proporcionales de cambio para cada una de las regiones evaluadas.

| Tipos de vegetación y usos diversos (<i>sensu</i> Cuarón 1997) | Chiapas | | Campeche | | Tabasco | |
|--|--|--------------------|--|--------------------|--|--------------------|
| | Superficie 1974 (km ²) | Tasa de cambio* | Superficie 1974 (km ²) | Tasa de cambio* | Superficie 1974 (km ²) | Tasa de cambio* |
| Bosque tropical húmedo | 619530.86 | -0.05 | 60856.92 | -0.07 | 167150.16 | -0.11 |
| Otros tipos de bosque | 234466.20 | -0.034 | 7541.64 | -0.12 | 32276.52 | -0.18 |
| Bosque de niebla | 90020.52 | -0.03 | 59.04 | 0.05 | 1831.32 | 0.023 |
| Humedales | 65350.44 | -0.07 | 45726.84 | -0.04 | 67086.36 | -0.04 |
| Vegetación secundaria templada | 110337.12 | 0.09 | 893.52 | 0.24 | 8849.16 | 0.17 |
| Pastizal | 16084.08 | 0.11 | 39038.04 | 0.07 | 277696.45 | 0.04 |
| Pastizal con suelos expuestos | 260060.41 | 0.03 | 685.82 | 0.21 | 5499.72 | 0.19 |
| Agricultura | 12145.32 | 0.15 | 13161.96 | -0.24 | 109267.93 | -0.13 |
| Suelos desnudos y zonas urbanas | 118534.32 | -0.07 | 9111.61 | 0.009 | 27540.72 | -0.02 |

* Obtenida a partir de dos imágenes de satélite Landsat (1974 y 1986)

Cuadro 3.4: continuación

| Tipos de vegetación y usos diversos (<i>sensu</i> Cuarón 1997) | Áreas no protegidas | | Áreas protegidas | | Montes Azules | | Palenque | |
|--|--|--------------------|--|--------------------|--|--------------------|--|--------------------|
| | Superficie 1974 (km ²) | Tasa de cambio* |
| Bosque tropical húmedo | 534272 | -0.06 | 85258 | -0.05 | 84722 | -0.03 | 536 | -0.02 |
| Otros tipos de bosque | 233759 | -0.04 | 706 | 0.13 | 685 | 0.13 | 21 | 0.06 |
| Bosque de niebla | 69317 | -0.02 | 20702 | -0.09 | 20659 | -0.09 | 43 | 0.06 |
| Humedales | 64509 | -0.07 | 840 | 0.04 | 791 | 0.05 | 48 | -0.12 |
| Vegetación secundaria templada | 108638 | 0.08 | 1698 | 0.19 | 1616 | 0.19 | 81 | 0.09 |
| Pastizal | 16084 | 0.11 | 2293 | 0.08 | 1639 | 0.10 | 653 | 0.02 |
| Pastizal con suelos expuestos | 257767 | 0.04 | 1017 | 0.04 | 1016 | 0.03 | 1 | 0.34 |
| Agricultura | 11127 | 0.16 | 1337 | 0.01 | 929 | 0.03 | 407 | -0.10 |
| Suelos desnudos y zonas urbanas | 117196 | -0.07 | 997 | 0.08 | 990 | 0.08 | 7 | 0.05 |

Cuadro 3.5: Ajustes de las tasas de cambio para el sur de México y los estados

| Tipo de vegetación | Ajustes en las tasas de cambio |
|---------------------------------|---|
| Bosque tropical húmedo | Sin ajuste (tasa de cambio para bosque húmedo) |
| Otros tipos de bosque | Tasa de cambio para bosque templado (no incluye bosque espinoso) |
| Bosque de niebla | Sin ajuste (tasa de cambio para bosque nublado) |
| Humedales | Sin ajuste (tasa de cambio para humedales) |
| Vegetación secundaria | Suma de la tasa de cambio de los dos tipos de vegetación secundaria (templada y tropical) |
| Pastizales y agricultura | Suma de la tasa de cambio de agricultura, pastizal y pastizal con suelos degradados. |
| Suelos desnudos y zonas urbanas | Sin ajuste (tasa de cambio de suelos degradados y zonas urbanas) |

3.5.3. Asignación de categorías de amenaza con el sistema de la IUCN.

En este trabajo se evalúa el estado de conservación de las especies siguiendo el método propuesto por la IUCN a una escala regional, por esta razón se deberían seguir los lineamientos que se proponen para su aplicación regional. La IUCN sugiere que antes de utilizar este método, se debe de analizar el grado de aislamiento de la población que se quiere evaluar. Cuando una población está aislada del resto de las poblaciones o cuando se quiere evaluar una especie endémica regional, entonces pueden aplicarse las categorías y criterios tal cuál están establecidos para la escala global. En el caso de las especies endémicas, la situación de conservación encontrada regionalmente es igual a la situación de conservación global. Sin embargo, cuando se quiere evaluar a una población que tiene contacto con otras poblaciones, es decir que existe flujo de individuos, o cuando se desea evaluar un fragmento de la población (por ejemplo el fragmento que se encuentra dentro de los límites de un país o un estado), no es posible usar las categorías y criterios de la IUCN tal como están definidos. Los lineamientos para aplicar el sistema de la IUCN en estos casos se describen en el Capítulo 2.

Para este trabajo utilizo el sistema de la IUCN suponiendo que las poblaciones de las especies que se evalúan se encuentran aisladas del resto de las poblaciones. Esto no es cierto para una gran cantidad de especies que se comparten ya sea con países centroamericanos, o con los estados que colindan al norte de la zona de estudio. No obstante, la intención de este trabajo es ilustrar cómo se puede generar y utilizar información de fácil acceso para poder evaluar a las especies con los criterios establecidos por la IUCN.

Posteriormente, se deberán de implementar métodos para obtener la información requerida por los lineamientos regionales.

Asigné las categorías de amenaza siguiendo los criterios A2, B1, B2 y D2. A continuación detallo cómo se aplicaron estos criterios.

Criterio A2

Para asignar categorías de riesgo usando este criterio se utilizó el método antes descrito para conocer las tendencias en el cambio de hábitat para las diferentes especies. En este sentido, utilizo el supuesto de que una reducción en la superficie de hábitat se traduce en una reducción en el tamaño de la población de la misma intensidad. Así, asigné la categoría *CR A2c* a aquellas especies que presentan una pérdida de hábitat proyectada mayor o igual al 80%. *EN A2c* a las que presentan una pérdida de hábitat proyectada mayor o igual a 50% y *VU A2c* a las que presentan una pérdida de hábitat proyectada mayor o igual a 30%. En 10 años o para tres generaciones cualquiera que sea el periodo más largo en todos los casos.

Criterio B1 y B2

Este criterio lo cumplen especies que: 1) sólo se conocen para la localidad tipo y, por lo tanto, puedo suponer que su extensión de la presencia en el área de estudio es menor a 100 km² o su área de ocupación menor a 10 km²; 2) sólo se encuentran en una localidad (en este caso la localidad tipo) y 3) presentan una tendencia de pérdida de hábitat (aunque no cumpla con los intervalos establecidos en el criterio A). En este caso, las especies se categorizan como *CR B1, B2, a, b (iii)*.

Criterio D2 (sólo para Vulnerable)

En este caso, asigné la categoría de *VU D2* a todas aquellas especies que sólo se conocen de la localidad tipo o para las cuales es posible asegurar que su distribución en el área de estudio es muy restringida.

Cuando, utilizando varios criterios (en este caso A2, B1, B2 y D2), la categoría de riesgo de la especie difiere, siempre se le asigna la categoría de mayor riesgo. Cuando la especie queda en la misma categoría de riesgo utilizando diferentes criterios, entonces se indica tanto la categoría de riesgo como los criterios por los cuales quedó en dicha categoría (por ejemplo *VU A2 c, D2*).

Cuando la especie evaluada sólo se distribuye en uno de los estados o regiones, y la categoría de riesgo corresponde a la de la escala geográfica más pequeña. Esto se debe a que el estado de conservación de una especie endémica a cualquier escala geográfica (por ejemplo global), debe ser igual a su estado de conservación local.

3.5.4. Análisis estadísticos

Para cada escala geográfica se realizaron distintos análisis y pruebas estadísticas.

Comparé la categorización que obtuve para los mamíferos del sur de México con las especies enlistadas en las listas rojas de la IUCN (IUCN, 2000) y el Proyecto de Norma Oficial de especies amenazadas en México (SEMARNAP, 2000). Primero comparé el número de especies amenazadas en cada uno de los tres sistemas (el término amenazado incluye a las tres categorías de riesgo). Realicé una prueba de independencia de G para tablas de contingencia de más de dos filas (Sokal y Rohlf, 1995), en la que relacioné el sistema (IUCN 2000, PROY-NOM-059-ECOL-2000 y este estudio) con el estado de conservación de la especie (amenazada o no amenazada). Asimismo, calculé el índice de similitud de Sorenson (Magurran, 1988) para analizar la semejanza en la identidad de las especies enlistadas por cada uno de estos sistemas. Posteriormente, comparé el número de especies en cada categoría de riesgo (*Criticamente en peligro*, *En peligro* y *Vulnerable*) entre la IUCN (2000) y este estudio. En este caso también calculé el índice de Sorenson.

Analicé el tipo de explotación al que son sujetas las especies, tanto amenazadas como no amenazadas, así como dependiendo de la categoría de riesgo en la que se encuentran (según este estudio). Realicé una prueba de independencia de G para tablas de contingencia de 2 x 2 o de más de dos filas, según la característica analizada (Sokal y Rohlf, 1995).

Para los estados y regiones hice comparaciones del número de especies amenazadas. Para ello, realicé pruebas de G y obtuve distintos índices de similitud de Sorenson. Primero comparé el número de especies amenazadas que se comparten, independientemente de la categoría de riesgo en la que se encuentran. Posteriormente, obtuve un índice de similitud para cada categoría de riesgo (CR, EN y VU). Finalmente, analicé el número de especies total que se comparten en alguna categoría de riesgo. Estos dos últimos análisis son diferentes; en el primero cuento el número de especies que se comparten en cada categoría (por ejemplo CR) y lo comparo con el número de especies que tiene cada estado o región (dependiendo del análisis) en esa categoría. En el segundo cuento el número de especies que se encuentran dentro de una misma categoría para las tres categorías de riesgo (CR, EN, VU), y lo comparo con el número total de especies amenazadas para cada estado o región (dependiendo del análisis). Ejemplo en el Cuadro 3.6.

Cuadro 3.6: Ejemplo de los tres tipos de índice de similitud usados en la comparación de los estados y regiones

| | CR | EN | VU | Categoría | Amenaza |
|-------------------------|-----|----|------|-----------|---------|
| Especies compartidas | 2 | 0 | 4 | 6* | 13** |
| Especies en el Estado 1 | 2 | 5 | 10 | 17 | 17 |
| Especies en el Estado 2 | 3 | 7 | 15 | 25 | 25 |
| Índice de similitud | 0.8 | 0 | 0.32 | 0.28 | 0.61 |

* indica el número de especies compartidas en las tres categorías de riesgo (2 CR + 0 EN + 4 VU)

** indica el número de especies amenazadas compartidas independientemente de la categoría de riesgo

3.6. RESULTADOS

3.6.1. Categorías de riesgo en el sur de México

De las 219 especies evaluadas, 41 especies (18.7 %) cumplen las características de pérdida de hábitat (criterio A2c), para considerarse en alguna de las categorías de amenaza. Asimismo, 14 especies (10.9 %) tienen una distribución sumamente restringida (la mayoría de ellas sólo se conocen para la localidad tipo) de modo que cumplen con las características establecidas por el criterio D2 para considerarse amenazadas. De estas 14 especies, siete presentan pérdida de hábitat por lo que cumplen con el criterio B1 y B2 (subcriterios a y b (iii)) para quedar en la categoría *En peligro crítico*. Además, una especie (*Tonatia bidens*) cumple con este último criterio a nivel regional por lo que su categoría final en el sur de México es *CR B1, B2, a, b (iii)*. Así, para el sur de México hay un total de 50 especies amenazadas (22.8 %), ya sea por pérdida de hábitat, distribución restringida o por ambas. Para 11 especies no hubo información suficiente para poderles asignar una categoría de riesgo. Estas especies se consideran *Deficientes de datos* (DD) en el sistema de la IUCN.

De las especies amenazadas, 11 se encuentran *En peligro crítico* (Cuadro 3.7), cinco *En peligro* (Cuadro 3.8) y 34 *Vulnerables* (Cuadro 3.9 y 3.10). Las especies *En peligro crítico* (CR) por pérdida de hábitat presentan porcentajes de pérdida entre 82% y 92% o 94%, dependiendo de la fuente de información usada para las superficies de vegetación iniciales.

Cuadro 3.7: Especies En peligro crítico (CR) para el sur de México

| Especie | Tiempo ¹ | % pérdida de hábitat | | Distribución | Categoría |
|---------------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------------|--|----------------------|
| | 3 (W ^{1/4}) | Cuarón (1997) | Flores (1994) ² | | |
| <i>Ateles geoffroyi</i> | 28 | 82.14 | 82.14 | Distribución amplia en la zona de estudio | CR A2 c |
| <i>Panthera onca</i> | 49 | 92.98 | 94.77 | Distribución amplia en la zona de estudio | CR A2 c |
| <i>Tayassu pecari</i> | 39 | 90.92 | 90.92 | Distribución amplia en la zona de estudio | CR A2 c |
| <i>Metachirops nudicaudatus</i> | 13 | -55.05 | 55.05 | En México sólo se conoce de una localidad en Chiapas | CR B1, 2, a, b (iii) |
| <i>Cryptotis goodwini</i> | 6 | 38.79 | 38.79 | En México sólo se conoce de una localidad en Chiapas | CR B1, 2, a, b (iii) |
| <i>Sorex sclaten</i> | < 10* | 38.79 | 38.79 | Sólo se conoce de la localidad tipo (Tumbalá, Chiapas) | CR B1, 2, a, b (iii) |
| <i>Sorex stizodon</i> | < 10* | 26.85 | 26.85 | Sólo se conoce de la localidad tipo (San Cristóbal, Chiapas) | CR B1, 2, a, b (iii) |
| <i>Tonatia bidens</i> | 7 | 41.64** | | En México sólo se conoce con distribución muy restringida y parchada en el estado de Chiapas | CR B1, 2, a, b (iii) |
| <i>Rheomys thomasi</i> | 7 | 26.85 | 26.85 | En México sólo se conoce de una localidad en Chiapas | CR B1, 2, a, b (iii) |
| <i>Tylomys bullaris</i> | 12 | 52.20 | 52.20 | Sólo se conoce de la localidad tipo (Tuxtla Gutiérrez, Chiapas) | CR B1, 2, a, b (iii) |
| <i>Tylomys tumbalensis</i> | 12 | 31.29 | 31.29 | Sólo se conoce de la localidad tipo (Tumbalá, Chiapas) | CR B1, 2, a, b (iii) |

¹ Tiempo de tres generaciones

² Flores-Villela y Geréz (1994)

* Para estas especies no tengo la información exacta de tiempo generacional, sin embargo asumo que es menor a 10 años (ver pagina 61)

** La pérdida de hábitat corresponde a la escala de menor superficie (región de Chiapas)

Cuadro 3.8: Especies En peligro (EN) para el sur de México

| Especie | Tiempo ¹ 3 (W ^{1/4}) | % pérdida de hábitat | | Categoría |
|--------------------------------|--|----------------------|-------------------------------|-----------|
| | | Cuarón (1997) | Flores-Villela y Geréz (1994) | |
| <i>Conepatus mesoleucus</i> | 19 | 60.65 | 60.65 | EN A2 c |
| <i>Potos flavus</i> | 21 | 70.69 | 72.41 | EN A2 c |
| <i>Bassariscus sumichrasti</i> | 18 | 65.16 | 66.84 | EN A2 c |
| <i>Leopardus wiedii</i> | 22 | 72.33 | 74.05 | EN A2 c |
| <i>Tylomys nudicaudus</i> | 13 | 53.43 | 54.95 | EN A2 c |

¹ Tiempo de tres generaciones

Cuadro 3.9: Especies Vulnerables por distribución restringida (VU D2) para el sur de México

| Especie | Distribución | Categoría |
|--------------------------------------|--|-----------|
| <i>Nasua nelsoni</i> * | Endémica de la Isla Cozumel | VU D2 |
| <i>Reithrodontomys spectabilis</i> * | Endémica de la Isla Cozumel | VU D2 |
| <i>Heteromys nelsoni</i> | En México sólo se distribuye en los altos del este de Chiapas | VU D2 |
| <i>Sigmodon mascotensis</i> | En la zona de estudio sólo se conoce para una localidad en Chiapas | VU D2 |
| <i>Lepus flavigularis</i> | En la zona de estudio sólo se conoce para una localidad en Chiapas | VU D2 |
| <i>Procyon pygmaeus</i> * | Endémica de la Isla Cozumel | VU D2 |

* La situación de estas especies probablemente sea mucho más grave, ya que a pesar de que no hay una pérdida importante de su hábitat, aparentemente están siendo afectadas por especies introducidas y ferales (Martínez-Morales y Cuarón, 1999, A.D. Cuarón, comunicación personal).

Las especies *En peligro* (EN) presentan porcentajes de pérdida de hábitat entre 52% y 72%. Todas las especies CR y EN por pérdida de hábitat tienen un tiempo de tres generaciones mayor a 10 años. Finalmente, las especies *Vulnerables* por pérdida de hábitat presentan porcentajes de pérdida entre 31% y 47% o 49%, dependiendo de la fuente de información usada para las superficies de vegetación iniciales. La mayoría de estas especies presentan tiempos generacionales menores a 10 años.

Cuando se comparan las especies enlistadas por la IUCN (2000), el PROY- NOM-059-ECOL-2000 y este estudio, vemos que hay una alta diferencia en el número de especies amenazadas y que este estudio presenta un número de especies amenazadas intermedio (Figura 3.3).

La similitud (índice de Sorenson) entre los tres listados es baja, lo que quiere decir que son pocas las especies que se consideran amenazadas por los tres listados. Entre este estudio y la IUCN el valor del índice de similitud de Sorenson es de 0.30, entre este estudio y el PROY-NOM-059-ECOL-2000 es de 0.40 y, finalmente, entre el listado de la IUCN y el PROY-NOM-059-ECOL-2000 es de 0.40.

El número de especies en las categorías *En peligro crítico* (CR) y *En peligro* (EN), es similar entre la IUCN (2000) y este estudio. Sin embargo, en este estudio se reporta un número de especies *Vulnerables* (VU) cuatro veces mayor (Figura 3.4). Sólo se comparten

dos especies en la categoría *En peligro crítico* (índice de Sorenson = 0.30), y ninguna especie se comparte en las categorías de menor riesgo, por lo que el índice de similitud de Sorenson es cero para estas categorías de riesgo. Esto hace que la similitud a nivel de categoría de riesgo sea sólo de 0.06.

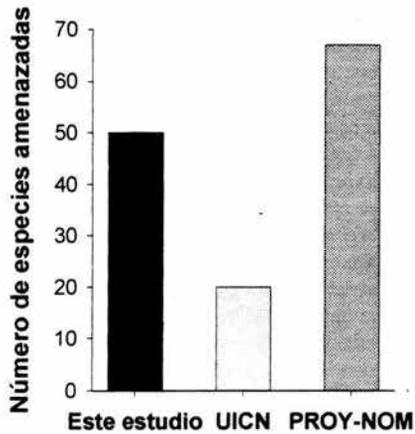


Figura 3.3: Número de especies amenazadas según este estudio, lista roja de la IUCN (IUCN 2000) y el Proyecto de Norma Oficial para México (SEMARNAP 2000), ($G = 33.88$, $p < 0.05$, $gl = 2$)

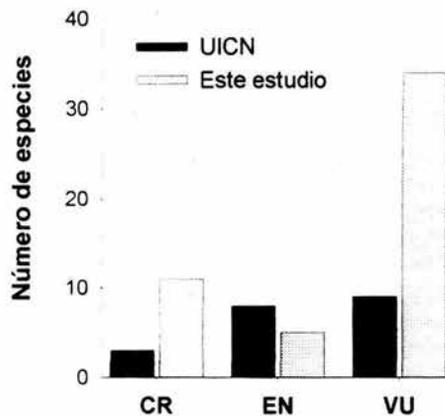


Figura 3.4: Número de especies en cada categoría de riesgo de la lista roja de la IUCN (IUCN, 2000) y este estudio ($G = 7.76$, $p < 0.05$, $gl = 2$)

Cuadro 3.10: Especies Vulnerables por pérdida de hábitat para el sur de México

| Especie | Tiempo ¹ | | % pérdida de hábitat | | Categoría |
|---------------------------------|-----------------------|---------------|--------------------------------|--|-----------|
| | 3 (W ^{1/4}) | Cuarón (1997) | Flores- Vilella y Geréz (1994) | | |
| <i>Cryptotis goldmani</i> | 5 | 38.79 | 38.79 | | VU A2 c |
| <i>Cryptotis mexicana</i> | 5 | 45.52 | 42.06 | | VU A2 c |
| <i>Cryptotis nigrescens</i> | 4 | 45.52 | 42.06 | | VU A2 c |
| <i>Sorex saussurei</i> | < 10* | 38.79 | 38.79 | | VU A2 c |
| <i>Sorex veraepacis</i> | < 10* | 45.52 | 42.06 | | VU A2 c |
| <i>Antrozous pallidus</i> | 7 | 38.79 | 38.79 | | VU A2 c |
| <i>Balantiopteryx io</i> | 5 | 45.94 | 45.94 | | VU A2 c |
| <i>Molossus aztecus</i> | 6 | 45.87 | 45.74 | | VU A2 c |
| <i>Molossus bondae</i> | 6 | 45.87 | 45.74 | | VU A2 c |
| <i>Molossus coibensis</i> | 7 | 45.87 | 45.74 | | VU A2 c |
| <i>Molossus molossus</i> | 6 | 45.87 | 45.74 | | VU A2 c |
| <i>Nyctinomops aurispinosus</i> | 6 | 45.94 | 45.94 | | VU A2 c |
| <i>Macrotus waterhousii</i> | 6 | 45.94 | 45.94 | | VU A2 c |
| <i>Choeronycteris mexicana</i> | 6 | 38.79 | 38.79 | | VU A2 c |
| <i>Leptonycteris nivalis</i> | 7 | 38.79 | 38.79 | | VU A2 c |
| <i>Myotis auriculacea</i> | 4 | 38.79 | 38.79 | | VU A2 c |
| <i>Myotis nigricans</i> | 5 | 45.87 | 45.74 | | VU A2 c |
| <i>Myotis thysanodes</i> | 5 | 38.79 | 38.79 | | VU A2 c |
| <i>Myotis velifer</i> | 5 | 45.52 | 42.06 | | VU A2 c |
| <i>Corynorhinus mexicanus</i> | 5 | 38.79 | 38.79 | | VU A2 c |
| <i>Lasiurus borealis</i> | 5 | 45.52 | 42.06 | | VU A2 c |
| <i>Lasiurus cinereus</i> | 7 | 45.52 | 42.06 | | VU A2 c |
| <i>Lasiurus ega</i> | 5 | 44.20 | 42.03 | | VU A2 c |
| <i>Lasiurus intermedius</i> | 7 | 45.52 | 42.06 | | VU A2 c |
| <i>Pipistrellus subflavus</i> | 4 | 45.94 | 45.94 | | VU A2 c |
| <i>Neotoma mexicana</i> | 11 | 47.66 | 49.07 | | VU A2 c |
| <i>Peromyscus guatemalensis</i> | 8 | 38.79 | 38.79 | | VU A2 c |
| <i>Glaucomys volans</i> | 9 | 38.79 | 38.79 | | VU A2 c |

*Para estas especies no tengo la información exacta de tiempo generacional, sin embargo asumo que es menor a 10 años (ver pagina 61)

En el área de estudio se distribuyen once especies endémicas ya sea al sur de México o en algún estado en particular. En el Cuadro 3.11 se presentan las especies endémicas del sur de México con sus categorías de riesgo según los tres sistemas de categorización. Dos especies (*S. stizodon*, *S. sclateri*) tienen una categoría de riesgo mayor en este estudio que en los listados oficiales. Una especie (*N. nelsoni*) tiene mayor categoría de riesgo que en la IUCN (2000) y otra (*T. bullaris*) mayor que en el PROY-NOM-059-ECOL-2000. Un caso particular son las especies endémicas de Cozumel, para las cuales no obtuve las tendencias de cambio en el hábitat (aunque parece ser estable; Cuarón, comunicación personal), por lo que me falta información para asegurar que no se encuentran en la categoría CR por el criterio B1, 2, a, b (iii). Existe evidencia que sugiere que éstas especies pueden estar siendo

afectadas severamente por especies introducidas y ferales (Martínez-Morales y Cuarón, 1999; A.D. Cuarón, comunicación personal). Finalmente, *P. zarhynchus* una especie endémica de Chiapas, casi cumple con los requerimientos de pérdida de hábitat para catalogarse como especie vulnerable, con lo que su categorización sería igual a la de la IUCN (2000).

Cuadro 3.11: Estado de conservación de especies endémicas a la zona de estudio (sur de México), de acuerdo con la IUCN (2000), SEMARNAP (2000) y éste estudio.

| Especie | Endemicidad | Este estudio | IUCN 2000 | PROY-NOM ¹ |
|------------------------------------|---------------------------|-----------------------|-----------|-----------------------|
| <i>Sorex sclateri</i> | Tumbalá, Chiapas | CR B1, B2, a, b (iii) | EN B1+ 3d | Pr |
| <i>Sorex stizodon</i> | San Cristóbal, Chiapas | CR B1, B2, a, b (iii) | EN B1+ 3d | Pr |
| <i>Nasua nelsoni</i> | Isla Cozumel, Q. Roo | VU D2*** | | A |
| <i>Procyon pygmaeus</i> | Isla Cozumel, Q. Roo | VU D2*** | EN C2a | P |
| <i>Mazama pandora</i> | Península de Yucatán | | DD | |
| <i>Dasyprocta mexicana</i> | Zona de estudio** | | LR/nt | |
| <i>Peromyscus yucatanicus</i> | Península de Yucatán | | | |
| <i>Peromyscus zarhynchus</i> | Chiapas | * | VU A1c | Pr |
| <i>Reithrodontomys spectabilis</i> | Cozumel | VU D2*** | EN B1+2c | A |
| <i>Tylomys bullaris</i> | Tuxtla Gutiérrez, Chiapas | CR B1, B2, a, b (iii) | CR B1+2c | A |
| <i>Tylomys tumbalensis</i> | Chiapas | CR B1, B2, a, b (iii) | CR B1+2c | Pr |

¹ PROY-NOM-059-ECOL-2000 (SEMARNAP 2000)

* Esta especie tiene una pérdida de hábitat de 26.85 %, por lo que casi entra a la categoría VU A2c

** Esta especie también se distribuye en pequeñas áreas de Oaxaca y Veracruz, sin embargo casi toda su distribución es en la zona de estudio de este trabajo.

*** La situación de estas especies probablemente sea mucho mas grave ya que aparentemente están siendo afectadas por especies introducidas y ferales (Martínez-Morales y Cuarón, 1999, A.D. Cuarón, comunicación personal)

3.6.2. Categorías de riesgo por Estado

Este estudio muestra que Chiapas es el estado que presenta un mayor número de especies amenazadas (21.3% de las especies evaluadas), seguido por Tabasco (12.4% de las especies evaluadas) y por Campeche (12% de las especies evaluadas) (Figura 3.5 A). La mayoría de las especies amenazadas de Chiapas se encuentran en la categoría *Vulnerable* (VU) que es la categoría de menor riesgo, mientras que la mayoría de las especies amenazadas de Tabasco y Campeche se encuentran en la categoría *En peligro* (EN), seguidos de la categoría *En peligro crítico* (CR) (Figura 3.5 B).

La similitud entre estados es relativamente alta. Tabasco es el estado que comparte mayor número de especies amenazadas, primero con Campeche (índice de Sorenson = 0.78) y luego con Chiapas (0.58). Campeche y Chiapas comparten un menor número de

especies amenazadas (0.47). Sin embargo, la similitud entre las categorías de riesgo es menor en la mayoría de los casos. Para la categoría *Vulnerable* no se comparte ninguna especie entre los tres estados por lo que el índice de similitud de Sorenson es igual a cero. Para la categoría *En peligro* Campeche y Tabasco comparten una gran cantidad de especies (índice de Sorenson = 0.64), mientras que Campeche y Chiapas sólo comparten unas cuantas especies (0.37), y Chiapas y Tabasco ninguna. Finalmente, la similitud para la categoría *En peligro crítico* varía mucho. Campeche y Tabasco son los estados que comparten mayor número de especies dentro de esta categoría (0.60), seguidos por

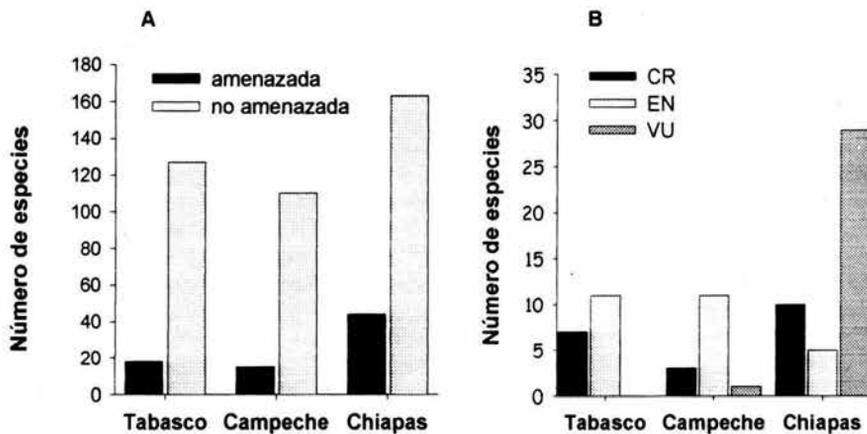


Figura 3.5: Número de especies A) amenazadas y B) en cada categoría de riesgo para cada uno de los estados evaluados.

Campeche y Chiapas (0.31) y, por último, Tabasco y Chiapas (0.23). De este modo, cuando se analiza el número de especies total que quedan dentro de la misma categoría, Chiapas comparte pocas especies en la misma categoría de riesgo tanto con Tabasco (índice de Sorenson = 0.06) como con Campeche (índice de Sorenson = 0.16). Tabasco y Campeche comparten una gran cantidad de especies dentro de la misma categoría (índice de Sorenson = 0.61). Esto se debe a que la mayoría de las especies que se encuentran en Chiapas bajo la categoría *Vulnerable*, en Campeche y Tabasco se encuentran en las categorías *En peligro* y *En peligro crítico* (Cuadro 3.12). Campeche y Tabasco comparten muchas especies amenazadas, en parte, porque comparten muchas especies, es decir, entre estos estados la diversidad beta (recambio de especies), es baja.

Chiapas es el estado con mayor número de especies amenazadas, esto se debe a que también es el estado con mayor riqueza de especies. Muchas de las especies que se encuentran bajo alguna categoría de riesgo, en especial vulnerables, son especies que sólo

se distribuyen en el estado, algunas de ellas son endémicas localmente y se encuentran en la categoría de *Vulnerable* o *En peligro crítico* debido a su distribución restringida (ver especies en categoría CR B1, B2, a, b (iii) y VU D2 en el Cuadro 3.12).

Si se hace una comparación entre los tres estados, sólo para las especies que comparten, los resultados cambian drásticamente. Los tres estados tienen básicamente el mismo número de especies amenazadas y sólo Campeche presenta una especie más en alguna de las categorías de amenazada (*Lontra longicaudis*) (Figura 3.6 A). En cuanto al número de especies en cada categoría de riesgo se puede observar que Tabasco es el estado con mayor número de especies *En peligro crítico*, seguido de Campeche. El número de especies *En peligro* es mucho mayor en Campeche, seguido de Tabasco. Chiapas es el estado con mayor número de especies *Vulnerables* (Figura 3.6 B).

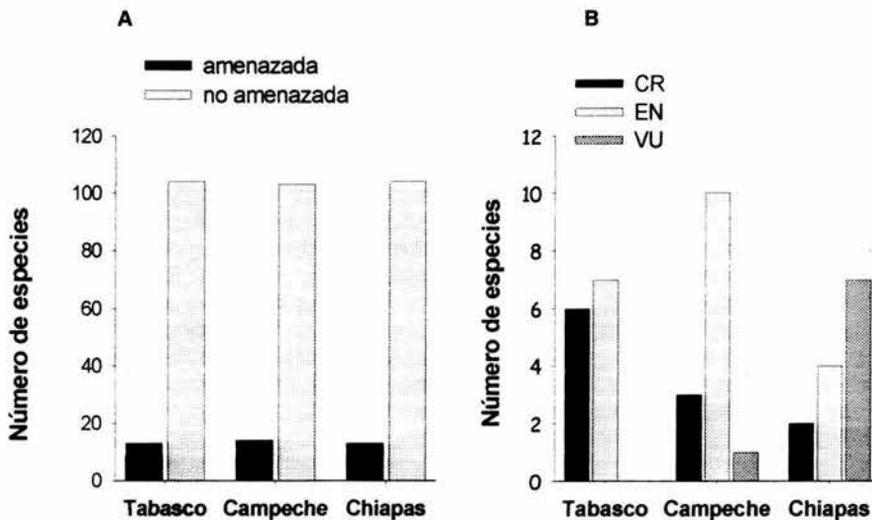


Figura 3.6: Número de especies A) amenazadas y B) en cada categoría de amenaza para el total de especies que se comparten entre los tres estados.

Los valores del índice de similitud de Sorenson también cambian drásticamente. Las especies amenazadas en los tres estados son las mismas, excepto la nutria (*Lontra longicaudis*) que sólo se encuentra amenazada en Campeche. Esto hace que los índices fluctúen de 0.97, para los estados de Campeche y Tabasco, y para Campeche y Chiapas, a 1 para Chiapas y Tabasco.

En cuanto a la categoría de riesgo en que se encuentran las especies, Campeche y Chiapas comparten un mayor número de especies bajo la categoría *En peligro crítico* (índice

Cuadro 3.12: Especies amenazadas por estado con sus respectivas categorías de riesgo.

| Espece | Tabasco | Campeche | Chiapas |
|---------------------------------|---------|----------|----------------------|
| <i>Metachirops nudicaudatus</i> | --- | --- | CR B1, 2, a, b (iii) |
| <i>Cryptotis goldmani</i> | --- | --- | VU A2 c |
| <i>Cryptotis goodwini</i> | --- | --- | CR B1, 2, a, b (iii) |
| <i>Cryptotis mexicana</i> | --- | --- | VU A2 c |
| <i>Cryptotis nigrescens</i> | --- | EN A2 c | VU A2 c |
| <i>Sorex saussurei</i> | --- | --- | VU A2 c |
| <i>Sorex sclateri</i> | --- | --- | CR B1, 2, a, b (iii) |
| <i>Sorex stizodon</i> | --- | --- | CR B1, 2, a, b (iii) |
| <i>Sorex veraepacis</i> | --- | --- | VU A2 c |
| <i>Antrozous pallidus</i> | CR A2 c | --- | VU A2 c |
| <i>Balantiopteryx io</i> | EN A2 c | --- | VU A2 c |
| <i>Molossus aztecus</i> | EN A2 c | --- | VU A2 c |
| <i>Molossus molossus</i> | --- | --- | VU A2 c |
| <i>Nyctinomops aurispinosus</i> | EN A2 c | --- | VU A2 c |
| <i>Macrotus waterhousii</i> | EN A2 c | EN A2 c | VU A2 c |
| <i>Choeronycteris mexicana</i> | --- | --- | VU A2 c |
| <i>Leptonycteris nivalis</i> | --- | --- | VU A2 c |
| <i>Tonatia bidens</i> | --- | --- | CR B1, 2, a, b (iii) |
| <i>Myotis auriculacea</i> | --- | --- | VU A2 c |
| <i>Myotis nigricans</i> | EN A2 c | EN A2 c | VU A2 c |
| <i>Myotis thysanodes</i> | --- | --- | VU A2 c |
| <i>Myotis velifer</i> | EN A2 c | EN A2 c | VU A2 c |
| <i>Lasiurus borealis</i> | EN A2 c | EN A2 c | VU A2 c |
| <i>Lasiurus cinereus</i> | --- | --- | VU A2 c |
| <i>Lasiurus ega</i> | EN A2 c | EN A2 c | VU A2 c |
| <i>Lasiurus intermedius</i> | EN A2 c | EN A2 c | VU A2 c |
| <i>Pipistrellus subflavus</i> | EN A2 c | EN A2 c | VU A2 c |
| <i>Ateles geoffroyi</i> | CR A2 c | CR A2 c | EN A2 c |
| <i>Lontra longicaudis</i> | --- | VU A2 c | --- |
| <i>Conepatus mesoleucus</i> | --- | --- | EN A2 c |
| <i>Potos flavus</i> | CR A2 c | EN A2 c | EN A2 c |
| <i>Bassariscus sumichrasti</i> | CR A2 c | EN A2 c | EN A2 c |
| <i>Leopardus wiedii</i> | CR A2 c | EN A2 c | EN A2 c |
| <i>Panthera onca</i> | CR A2 c | CR A2 c | CR A2 c |
| <i>Neotoma mexicana</i> | --- | --- | VU A2 c |
| <i>Tayassu pecari</i> | CR A2 c | CR A2 c | CR A2 c |
| <i>Heteromys nelsoni</i> | --- | --- | VU D2 |
| <i>Peromyscus guatemalensis</i> | --- | --- | VU A2 c |
| <i>Rheomys thomasi</i> | --- | --- | CR B1, 2, a, b (iii) |
| <i>Sigmodon mascotensis</i> | --- | --- | VU D2 |
| <i>Tylomys bullaris</i> | --- | --- | CR B1, 2, a, b (iii) |
| <i>Tylomys nudicaudus</i> | EN A2 c | --- | VU A2 c |
| <i>Tylomys tumbalensis</i> | --- | --- | CR B1, 2, a, b (iii) |
| <i>Glaucomys volans</i> | --- | --- | VU A2 c |
| <i>Lepus flavigularis</i> | --- | --- | VU D2 |

--- No se distribuye en la región

Celdas vacías indica especies no amenazada

de Sorenson = 0.80), seguidos de Campeche y Tabasco (0.67) y, finalmente, de Chiapas y Tabasco (0.50). Para la categoría *En peligro* Campeche y Tabasco presentan una similitud alta (0.87); Campeche y Chiapas una similitud media (0.42); y Chiapas y Tabasco no tienen ninguna especie compartida bajo esta categoría. Por último, ningún estado comparte especies bajo la categoría *Vulnerable*. De este modo Tabasco y Campeche son los estados que comparten un mayor número de especies bajo la misma categoría de riesgo (0.74), seguidos por Campeche y Chiapas (0.37), y finalmente por Chiapas y Tabasco (0.15).

3.6.3. Categorías de riesgo por Regiones

La descripción de los resultados a nivel de región se hará primero para las regiones que no se superponen, es decir la región del estado de Tabasco, la del estado de Campeche y la del estado de Chiapas, incluyendo las subregiones que contiene este último. Por otro lado, en el estado de Chiapas se hace una comparación del área protegida y de la no protegida, y se contrasta la situación en el Parque Nacional Palenque y la Reserva de la Biosfera Montes Azules. Finalmente se compararán todas las regiones entre sí.

Campeche, Tabasco y Chiapas

Las regiones de Tabasco y Campeche son las que presentan un mayor número de especies amenazadas (54% de las especies evaluadas en ambos casos). La región de Chiapas presenta un número mucho menor de especies amenazadas (16% de las especies evaluadas) (Figura 3.7 A). Tabasco es además la región con mayor número de especies en las categorías *En peligro crítico* y *En peligro*, seguido por Campeche. La región con mayor número de especies en la categoría *Vulnerable* es Campeche (Figura 3.7 B).

La similitud de especies amenazadas entre las regiones de Tabasco y Campeche es alta (índice de Sorenson = 0.92), mientras que entre Chiapas y Tabasco (0.44) y Campeche (0.40) es baja. La similitud de especies en la categoría *En peligro crítico* es mayor entre Campeche y Tabasco (0.60), seguidas por Campeche y Chiapas (0.57), y por Chiapas y Tabasco (0.44); para la categoría *En peligro* los valores de similitud son bajos. Para Campeche y Chiapas el valor del índice es de 0.35, para Campeche y Tabasco de 0.20 y para Tabasco y Chiapas de 0.04. Finalmente, para la categoría *Vulnerable*, Tabasco y Campeche comparten un mayor número de especies (0.50), mientras que Chiapas comparte muy pocas especies con Campeche (0.03) y ninguna con Tabasco. Las regiones de Campeche y Tabasco comparten un mayor número de especies dentro de la misma

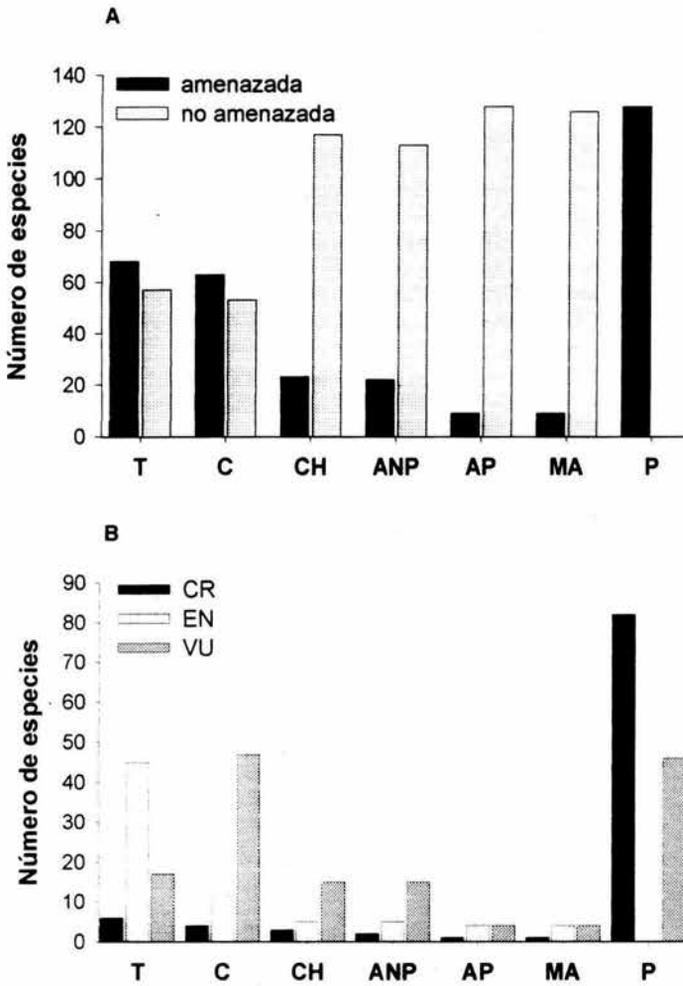


Figura 3.7. Número de especies A) amenazadas y B) en cada categoría de amenaza para todas las regiones evaluadas

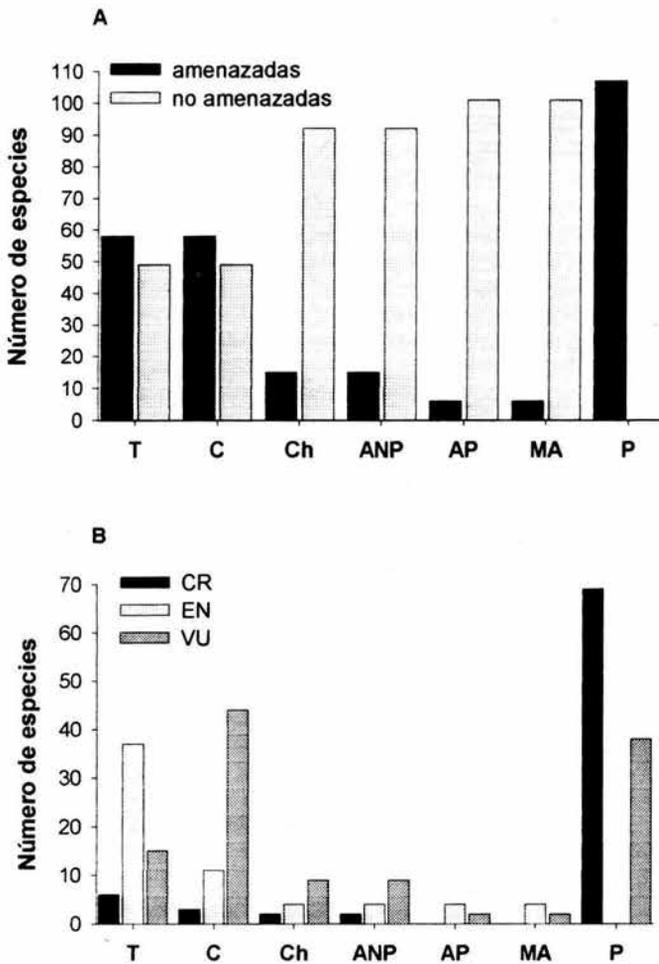


Figura 3.8. Número de especies A) amenazadas y B) en cada categoría de amenaza para las especies compartidas por todas las regiones evaluadas

categoría (0.41), mientras que Chiapas comparte pocas con Campeche (0.14) y mucho menos con Tabasco (0.07).

Como regla general, cuando una especie se encuentra dentro de alguna de las categorías de amenaza en la región de Chiapas en las regiones de Campeche y de Tabasco se encuentran en una categoría de mayor riesgo (Cuadro 3.13). Por ejemplo, todas las especies dentro de la categoría *Vulnerable* por pérdida de hábitat se encuentran en las

categorías *En peligro* y *En peligro crítico* en las regiones de Campeche y Tabasco. A su vez, en Tabasco las especies suelen presentar categorías de riesgo mayores que en Campeche.

Cuando se analizan los datos utilizando sólo las especies que se comparten entre las tres regiones, el patrón cambia poco. Esta vez Campeche es la región con mayor número de especies amenazadas seguida por Tabasco. Chiapas es una vez más la región con menor número de especies amenazadas (Figura 3.8 A). En cuanto al número de especies en cada categoría de riesgo el patrón general se conserva (Figura 3.8 B).

El índice de similitud para las especies amenazadas aumenta en todos los casos, sin embargo las relaciones se mantienen. Entre Tabasco y Campeche la similitud es alta (0.99), mientras que entre Chiapas y Tabasco (0.42), y entre Chiapas y Campeche (0.42) es relativamente baja. A nivel de las categorías de riesgo el patrón del índice de similitud varía. Para la categoría *En peligro crítico* la mayor similitud se da entre las regiones de Campeche y Chiapas (0.67), seguido por las regiones de Campeche y Tabasco (0.60), y por Tabasco y Chiapas (0.50). Para la categoría *En peligro* la similitud en general es baja. Campeche tiene una similitud baja con Tabasco y con Chiapas (0.33 y 0.4 respectivamente), mientras que Chiapas y Tabasco no comparten especies dentro de esta categoría. Finalmente para la categoría *Vulnerable* Campeche tienen una similitud baja con Chiapas (0.04) e intermedia con Tabasco (0.50), Chiapas y Tabasco no comparten especies dentro de esta categoría.

Así, las regiones de Campeche y Tabasco comparten el mayor número de especies dentro de la misma categoría (0.43), mientras que Chiapas presenta una similitud baja con Campeche (0.16) y Tabasco (0.05).

Áreas no protegidas y áreas protegidas de la región de Chiapas

El área no protegida de Chiapas tiene un mayor número de especies amenazadas (17% de las especies evaluadas) que el área protegida (7% de las especies evaluadas) (Figura 3.7 A). Sólo hay dos especies *En peligro crítico* para el área no protegida y una en el área protegida. Para la categoría *En peligro* el número también es bajo (5 y 4 especies respectivamente). La mayoría de las especies amenazadas para estas regiones se encuentran en la categoría *Vulnerable*, aunque la región no protegida tiene cuatro veces más especies dentro de esta categoría (Figura 3.7 B).

La similitud entre estas dos áreas es media. Para el total de especies amenazadas el índice de Sorenson sólo alcanza un valor de 0.52. Para las categorías de riesgo los valores son de 0 (*CR*), 0.44 (*EN*) a 0.11 (*VU*). La similitud para todas las categorías es de 0.19.

Por lo general las especies se encuentran en una categoría mayor en las áreas no protegidas que en las áreas protegidas. Por ejemplo, todas las especies *En peligro crítico* del

Cuadro 3.13. Especies amenazadas en las regiones de Tabasco, Campeche y Chiapas.

| Especie | Tabasco | Campeche | Chiapas |
|-----------------------------------|---------|----------|----------------------|
| <i>Chironectes minimus</i> | EN A2 c | --- | EN A2 c |
| <i>Philander opossum</i> | VU A2 c | VU A2 c | |
| <i>Cryptotis nigrescens</i> | --- | EN A2 c | VU A2 c |
| <i>Bauerus dubiaquercus</i> | VU A2 c | VU A2 c | |
| <i>Balantiopteryx io</i> | EN A2 c | --- | VU A2 c |
| <i>Centronycteris maximiliani</i> | VU A2 c | VU A2 c | --- |
| <i>Diclidurus albus</i> | VU A2 c | VU A2 c | |
| <i>Molossus aztecus</i> | EN A2 c | --- | VU A2 c |
| <i>Molossus rufus</i> | VU A2 c | VU A2 c | |
| <i>Nyctinomops laticaudatus</i> | VU A2 c | VU A2 c | |
| <i>Promops centralis</i> | VU A2 c | VU A2 c | |
| <i>Mormoops megalophylla</i> | VU A2 c | VU A2 c | |
| <i>Pteronotus davyi</i> | EN A2 c | VU A2 c | |
| <i>Pteronotus gymnonotus</i> | EN A2 c | --- | |
| <i>Pteronotus personatus</i> | VU A2 c | VU A2 c | |
| <i>Natalus stramineus</i> | EN A2 c | VU A2 c | |
| <i>Diaemus youngi</i> | VU A2 c | VU A2 c | |
| <i>Diphylla ecaudata</i> | EN A2 c | VU A2 c | |
| <i>Macrotus waterhousii</i> | EN A2 c | EN A2 c | VU A2 c |
| <i>Micronycteris brachyotis</i> | EN A2 c | VU A2 c | |
| <i>Micronycteris microtis</i> | EN A2 c | VU A2 c | |
| <i>Micronycteris sylvestris</i> | EN A2 c | VU A2 c | |
| <i>Anoura geoffroyi</i> | EN A2 c | VU A2 c | |
| <i>Macrophyllum macrophyllum</i> | VU A2 c | VU A2 c | |
| <i>Phyllostomus discolor</i> | EN A2 c | VU A2 c | |
| <i>Tonatia bidens</i> | --- | --- | CR B1, 2, a, b (iii) |
| <i>Tonatia brasiliense</i> | EN A2 c | VU A2 c | |
| <i>Tonatia evotis</i> | EN A2 c | VU A2 c | |
| <i>Artibeus intermedius</i> | EN A2 c | VU A2 c | |
| <i>Artibeus jamaicensis</i> | EN A2 c | VU A2 c | |
| <i>Artibeus lituratus</i> | EN A2 c | VU A2 c | |
| <i>Carollia brevicauda</i> | EN A2 c | VU A2 c | |
| <i>Carollia perspicillata</i> | EN A2 c | VU A2 c | |
| <i>Centurio senex</i> | EN A2 c | VU A2 c | |
| <i>Chiroderma salvini</i> | EN A2 c | VU A2 c | |
| <i>Chiroderma villosum</i> | EN A2 c | VU A2 c | |
| <i>Dermanura phaeotis</i> | EN A2 c | VU A2 c | |
| <i>Dermanura watsoni</i> | EN A2 c | VU A2 c | |
| <i>Enchisternes hartii</i> | EN A2 c | VU A2 c | VU A2 c |
| <i>Sturnira lilium</i> | EN A2 c | VU A2 c | |
| <i>Sturnira ludovici</i> | EN A2 c | VU A2 c | |
| <i>Uroderma bilobatum</i> | EN A2 c | VU A2 c | |
| <i>Vampyressa pusilla</i> | EN A2 c | VU A2 c | |

Cuadro 3.13. Continuación

| Especie | Categoría | | |
|---------------------------------|-----------|----------|---------|
| | Tabasco | Campeche | Chiapas |
| <i>Vampyroides caraccioli</i> | EN A2 c | --- | |
| <i>Chrotopterus auritus</i> | EN A2 c | VU A2 c | |
| <i>Trachops cirrhosus</i> | EN A2 c | VU A2 c | |
| <i>Myotis albescens</i> | VU A2 c | VU A2 c | |
| <i>Myotis elegans</i> | VU A2 c | VU A2 c | |
| <i>Myotis fortidens</i> | EN A2 c | EN A2 c | VU A2 c |
| <i>Myotis keaysi</i> | EN A2 c | VU A2 c | |
| <i>Myotis nigricans</i> | EN A2 c | VU A2 c | VU A2 c |
| <i>Myotis velifer</i> | EN A2 c | EN A2 c | VU A2 c |
| <i>Eptesicus furinalis</i> | VU A2 c | VU A2 c | |
| <i>Eptesicus fuscus</i> | EN A2 c | --- | |
| <i>Lasiurus borealis</i> | EN A2 c | EN A2 c | VU A2 c |
| <i>Lasiurus ega</i> | EN A2 c | EN A2 c | VU A2 c |
| <i>Lasiurus intermedius</i> | EN A2 c | EN A2 c | VU A2 c |
| <i>Pipistrellus subflavus</i> | EN A2 c | EN A2 c | VU A2 c |
| <i>Rhogeessa tumida</i> | VU A2 c | VU A2 c | |
| <i>Ateles geoffroyi</i> | CR A2 c | CR A2 c | EN A2 c |
| <i>Potos flavus</i> | CR A2 c | EN A2 c | EN A2 c |
| <i>Bassariscus sumichrasti</i> | CR A2 c | EN A2 c | EN A2 c |
| <i>Leopardus wiedii</i> | CR A2 c | EN A2 c | EN A2 c |
| <i>Panthera onca</i> | CR A2 c | CR A2 c | CR A2 c |
| <i>Tayassu pecari</i> | CR A2 c | CR A2 c | CR A2 c |
| <i>Heteromys desmarestianus</i> | VU A2 c | --- | |
| <i>Oryzomys melanotis</i> | EN A2 c | CR A2 c | VU A2 c |
| <i>Ototylomys phyllotis</i> | --- | VU A2 c | |
| <i>Peromyscus mexicanus</i> | EN A2 c | VU A2 c | |
| <i>Tylomys nudicaudus</i> | EN A2 c | --- | VU A2 c |
| <i>Glaucomyys volans</i> | --- | --- | VU A2 c |
| <i>Sciurus deppei</i> | VU A2 c | VU A2 c | |
| <i>Sciurus yucatanensis</i> | | VU A2 c | |

--- No se distribuye en la región
Celdas vacías indica especies no amenazada

área no protegida se encuentran *En peligro* en el área protegida, las especies *En peligro* pueden estar en la misma categoría o en la categoría *Vulnerable*. Sin embargo, hay algunas especies que están *En peligro* en las áreas protegidas y que no se encuentran amenazadas en el área no protegida (Cuadro 3.14).

Cuando se comparan sólo las especies que se distribuyen en ambas regiones, el patrón general sigue igual. El área no protegida tiene un mayor número de especies tanto

amenazadas como en cada una de las categorías de riesgo que el área protegida (Figuras 3.8 A y B). Los valores del índice de Sorenson sólo cambian por algunas centésimas.

Cuadro 3.14: Especies amenazadas en las áreas no protegidas (ANP) y protegidas (AP) de la región de Chiapas.

| Especie | ANP | AP |
|--------------------------------|---------|----------------------|
| <i>Chironectes minimus</i> | EN A2 c | VU A2 c |
| <i>Cryptotis nigrescens</i> | VU A2 c | --- |
| <i>Balantiopteryx io</i> | VU A2 c | |
| <i>Molossus aztecus</i> | VU A2 c | |
| <i>Macrotus waterhousii</i> | VU A2 c | |
| <i>Tonatia bidens</i> | | CR B1, 2, a, b (iii) |
| <i>Enchisternes hartii</i> | VU A2 c | |
| <i>Myotis fortidens</i> | VU A2 c | |
| <i>Myotis nigricans</i> | VU A2 c | |
| <i>Myotis velifer</i> | VU A2 c | |
| <i>Lasiurus borealis</i> | VU A2 c | |
| <i>Lasiurus ega</i> | VU A2 c | |
| <i>Lasiurus intermedius</i> | VU A2 c | |
| <i>Pipistrellus subflavus</i> | VU A2 c | |
| <i>Ateles geoffroyi</i> | EN A2 c | EN A2 c |
| <i>Potos flavus</i> | EN A2 c | VU A2 c |
| <i>Bassariscus sumichrasti</i> | EN A2 c | VU A2 c |
| <i>Leopardus wiedii</i> | EN A2 c | EN A2 c |
| <i>Panthera onca</i> | CR A2 c | EN A2 c |
| <i>Tayassu pecari</i> | CR A2 c | EN A2 c |
| <i>Oryzomys melanotis</i> | VU A2 c | |
| <i>Tylomys nudicaudus</i> | VU A2 c | VU A2 c |
| <i>Glaucomys volans</i> | VU A2 c | --- |

--- No se distribuye en la región
Celdas vacías indica especies no amenazadas

Reserva de la Biósfera Montes Azules y Parque Nacional Palenque

Para la Reserva de la Biósfera Montes Azules el número de especies amenazadas es bajo (7% de las especies evaluadas). Al contrario, todas las especies evaluadas en el Parque Nacional Palenque se encuentran amenazadas (Figura 3.7 A). Esto se debe a que el área evaluada para Palenque es de tan sólo 18 km², de modo que todas las especies que ahí se encuentran presentan una distribución restringida (menor a 20km²) por lo que pueden ser categorizadas como VUD2 por el sistema de la IUCN (ver página 68).

Montes Azules tiene una sola especie dentro de la categoría *En peligro crítico*, mientras que en Palenque todas aquellas especies que tienen algún porcentaje de pérdida de hábitat

se consideran CR B1, B2, a, b (iii). Montes Azules tiene más especies *En peligro* ya que en Palenque ninguna especie cumple con las características para ser catalogadas como tal. Finalmente, Palenque tiene casi doce veces más especies *Vulnerables* que Montes Azules. Las especies *Vulnerables* de Palenque corresponden a todas las que no tienen pérdida de hábitat (Figura 3.7 B).

Estas regiones sólo comparten ocho especies amenazadas (índice de Sorenson = 0.17), y ninguna dentro de la misma categoría de riesgo. Generalmente, todas las especies que se encuentran en alguna categoría de riesgo en Montes Azules, en Palenque se encuentran *En peligro crítico* (Cuadro 3.15).

Cuadro 3.15. Especies que se encuentran amenazadas tanto en la Reserva de la Biósfera Montes Azules como en el Parque Nacional Palenque (el resto de las especies evaluadas en Palenque se encuentran en la categoría VU D2 o CR B1, B2, a, b (iii))

| Especies | Montes Azules | Palenque |
|--------------------------------|----------------------|----------------------|
| <i>Chironectes minimus</i> | VU A2 c | CR B1, 2, a, b (iii) |
| <i>Tonatia bidens</i> | CR B1, 2, a, b (iii) | --- |
| <i>Ateles geoffroyi</i> | EN A2 c | CR B1, 2, a, b (iii) |
| <i>Potos flavus</i> | VU A2 c | CR B1, 2, a, b (iii) |
| <i>Bassariscus sumichrasti</i> | VU A2 c | CR B1, 2, a, b (iii) |
| <i>Leopardus wiedii</i> | EN A2 c | CR B1, 2, a, b (iii) |
| <i>Panthera onca</i> | EN A2 c | VU D2 |
| <i>Tayassu pecari</i> | EN A2 c | CR B1, 2, a, b (iii) |
| <i>Tylomys nudicaudus</i> | VU A2 c | CR B1, 2, a, b (iii) |

--- No se distribuye en la región

Cuando el análisis se hace sólo para las especies que se comparten por ambas zonas, los resultados no cambian mucho. La única diferencia es que Montes Azules no tiene especies *En peligro crítico*. El índice de similitud se mantiene.

Análisis para todas las regiones

En la Figura 3.7 se muestran el número de especies amenazadas para cada una de las regiones evaluadas. Palenque es la región con mayor número de especies amenazadas y en las categorías *En peligro crítico* y *Vulnerable*. Como ya lo mencioné anteriormente, esto se debe a la superficie del Parque. Si elimináramos a Palenque del análisis, entonces se puede apreciar que Tabasco es la región con mayor número de especies amenazadas, mientras que las áreas protegidas de Chiapas (analizadas en conjunto) y la Reserva de la Biósfera Montes Azules (por separado) son las áreas que presentan un menor número de especies amenazadas.

En cuanto a las categorías de amenaza, Tabasco es también la región con mayor número de especies en las dos categorías de mayor riesgo (*CR* y *EN*), mientras que la región con mayor número de especies *Vulnerables* es Campeche. Chiapas es la región que siempre tiene menos especies en cualquiera de las categorías. Dentro de Chiapas, las áreas no protegidas tienen un mayor número de especies en cada una de las tres categorías de riesgo que las áreas protegidas (Figura 3.7 B).

La similitud entre las regiones varía mucho, los valores del índice de Sorenson van desde 0.12 hasta 1 para el total de especies amenazadas, y de cero a uno para las categorías de riesgo (Cuadros 3.16 y 3.17). Las regiones que tienen mayor similitud de especies amenazadas son Campeche con Tabasco, Chiapas con las áreas no protegidas y, las áreas protegidas con Montes Azules. Palenque tiene mayor similitud con Tabasco y con Campeche que con el resto de las regiones. En cuanto a la similitud a nivel de categoría de riesgo, las mayores semejanzas se dan entre Chiapas y las áreas no protegidas y, las áreas protegidas con Montes Azules (valores cercanos a uno). Cuando se realiza el análisis sólo para las especies que se comparten en todas las regiones, los valores del índice cambian poco y el patrón general se conserva (Cuadros 3.16 y 3.17).

Cuadro 3.16: Índice de similitud de Sorenson de especies amenazadas para todas las regiones evaluadas

| | | Todas las especies evaluadas | | | | | |
|--|---------|------------------------------|---------|------|------|------|----------|
| | Tabasco | Campeche | Chiapas | ANP | AP | MA | Palenque |
| Tabasco | | 0.91 | 0.44 | 0.44 | 0.21 | 0.21 | 0.67 |
| Campeche | 1.00 | | 0.40 | 0.40 | 0.16 | 0.16 | 0.61 |
| Chiapas | 0.41 | 0.41 | | 0.98 | 0.56 | 0.56 | 0.25 |
| ANP | 0.41 | 0.41 | 1 | | 0.52 | 0.52 | 0.25 |
| AP | 0.19 | 0.19 | 0.57 | 0.57 | | 1.00 | 0.12 |
| MA | 0.19 | 0.19 | 0.57 | 0.57 | 1.00 | | 0.12 |
| Palenque | 0.70 | 0.70 | 0.25 | 0.25 | 0.11 | 0.11 | |
| Sólo especies que se comparten en las siete regiones | | | | | | | |

Cuadro 3.17: Índice de similitud de Sorenson a nivel de categoría de riesgo para todas las regiones evaluadas

| Todas las especies evaluadas | | | | | | | |
|--|---------|----------|---------|------|------|------|----------|
| | Tabasco | Campeche | Chiapas | ANP | AP | MA | Palenque |
| Tabasco | | 0.41 | 0.07 | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.11 |
| Campeche | 0.45 | | 0.14 | 0.40 | 0.03 | 0.03 | 0.08 |
| Chiapas | 0.05 | 0.16 | | 0.98 | 0.25 | 0.25 | 0.01 |
| ANP | 0.05 | 0.16 | 1.00 | | 0.19 | 0.19 | 0.01 |
| AP | 0.00 | 0.03 | 0.19 | 0.19 | | 1.00 | 0.00 |
| MA | 0.00 | 0.03 | 0.19 | 0.19 | 1.00 | | 0.00 |
| Palenque | 0.12 | 0.08 | 0.02 | 0.02 | 0.11 | 0.00 | |
| Sólo especies que se comparten en las siete regiones | | | | | | | |

3.6.4. Especies explotadas

De las 219 especies evaluadas para el sur de México, 49 son explotadas ya sea para su uso como animal vivo (generalmente como mascota), para la venta de productos derivados (principalmente pieles), para consumo (generalmente de subsistencia) o por entrar en conflicto con los intereses humanos (Cuadro 3.18). En el Cuadro 3.19 se muestran, para el sur de México, estados y regiones, el porcentaje de especies que son explotadas tanto para las especies amenazadas como para las no amenazadas.

Esto quiere decir que para el 22.4 % de las especies evaluadas para el sur de México, y entre el 13% y el 67%, dependiendo del estado o región analizado, la categoría de riesgo se está subestimando por no considerarse el efecto que tiene la explotación sobre sus poblaciones.

Cuadro 3.18: Especies explotadas en el sur de México. Los distintos tipos de explotación son: consumo (generalmente de subsistencia), uso de la piel, uso como animal vivo (generalmente para mascota) y considerarse peste por entrar en conflicto con los intereses del hombre (Emmons y Feer, 1990; Cuarón, 1997; Reid, 1997)

| Especie | Tipo de explotación | Especie | Tipo de explotación |
|---------------------------------|--|---------------------------------|--|
| <i>Caluromys derbianus</i> | animal vivo | <i>Herpailurus yagouaroundi</i> | Animal vivo, en conflicto con intereses humanos |
| <i>Didelphis marsupialis</i> | consumo, en conflicto con intereses humanos | <i>Leopardus pardalis</i> | piel, animal vivo, en conflicto con intereses humanos |
| <i>Didelphis virginianus</i> | consumo, piel, en conflicto con intereses humanos | <i>Leopardus wiedii</i> | piel, animal vivo |
| <i>Dasybus novemcinctus</i> | consumo, piel, animal vivo | <i>Puma concolor</i> | piel, en conflicto con intereses humanos |
| <i>Tamandua mexicana</i> | piel, animal vivo | <i>Panthera onca</i> | piel, en conflicto con intereses humanos |
| <i>Desmodus rotundus</i> | en conflicto con intereses humanos | <i>Tapirus bairdii</i> | consumo, animal vivo |
| <i>Leptonycteris curasoae</i> | en conflicto con intereses humanos | <i>Mazama pandora</i> | consumo, piel, animal vivo |
| <i>Leptonycteris nivalis</i> | en conflicto con intereses humanos | <i>Odocoileus virginianus</i> | consumo, piel, animal vivo |
| <i>Carollia brevicauda</i> | en conflicto con intereses humanos | <i>Tayassu pecari</i> | consumo, animal vivo |
| <i>Carollia perspicillata</i> | en conflicto con intereses humanos | <i>Pecari tajacu</i> | consumo, piel, animal vivo |
| <i>Carollia subrufa</i> | en conflicto con intereses humanos | <i>Agouti paca</i> | consumo, animal vivo |
| <i>Alouatta palliata</i> | consumo, animal vivo | <i>Dasyprocta mexicana</i> | consumo, piel, en conflicto con intereses humanos |
| <i>Alouatta pigra</i> | consumo, piel, animal vivo | <i>Dasyprocta punctata</i> | consumo, animal vivo |
| <i>Ateles geoffroyi</i> | consumo, piel, animal vivo | <i>Sphiggurus mexicanus</i> | Animal vivo |
| <i>Canis latrans</i> | piel, animal vivo, en conflicto con intereses humanos | <i>Orthogeomys grandis</i> | consumo, en conflicto con intereses humanos |
| <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | piel, animal vivo, en conflicto con intereses humanos | <i>Orthogeomys hispidus</i> | En conflicto con intereses humanos |
| <i>Lontra longicaudis</i> | piel, animal vivo | <i>Oryzomys couesi</i> | En conflicto con intereses humanos |
| <i>Conepatus semistriatus</i> | animal vivo | <i>Sciurus aureogaster</i> | consumo, piel, animal vivo, en conflicto con intereses humanos |
| <i>Galictis vittata</i> | animal vivo | <i>Sciurus deppei</i> | consumo, animal vivo, en conflicto con intereses humanos |
| <i>Mustela frenata</i> | en conflicto con intereses humanos | <i>Sciurus variegatoides</i> | Piel, animal vivo |
| <i>Potos flavus</i> | consumo, piel, animal vivo | <i>Sciurus yucatanensis</i> | Piel, animal vivo |
| <i>Bassariscus sumichrasti</i> | Piel | <i>Lepus flavigularis</i> | En conflicto con intereses humanos |
| <i>Nasua narica</i> | consumo, piel, animal vivo, en conflicto con intereses humanos | <i>Sylvilagus brasiliensis</i> | consumo, animal vivo |
| <i>Nasua nelsoni</i> | consumo, piel, animal vivo, en conflicto con intereses humanos | <i>Sylvilagus floridanus</i> | consumo, animal vivo, en conflicto con intereses humanos |
| <i>Procyon lotor</i> | piel, animal vivo, en conflicto con intereses humanos | | |

Cuadro 3.19: Porcentaje de especies amenazadas y no amenazadas que son explotadas para el sur de México, estados y regiones

| | | % de especies explotadas | |
|---------------|---------------|--------------------------|---------------|
| | | amenazadas | no amenazadas |
| Sur de México | | 22.0 | 22.4 |
| Estados | Tabasco | 33.3 | 29.1 |
| | Campeche | 46.7 | 29.1 |
| | Chiapas | 18.2 | 23.9 |
| Regiones | Tabasco | 13.2 | 52.6 |
| | Campeche | 15.9 | 54.7 |
| | Chiapas | 26.1 | 28.2 |
| | ANP | 27.2 | 29.2 |
| | AP | 66.7 | 25.8 |
| | Montes Azules | 66.7 | 24.6 |
| | Palenque | 28.9 | |

3.7. DISCUSIÓN

Los sistemas de categorización de la IUCN han sido utilizados para evaluar el estado de conservación de las especies por más de treinta años. No obstante este sistema ha sido ampliamente criticado por ser muy demandante de información (Ceballos y Navarro, 1991; Reca *et al.*, 1994; Marquet y Cofré, 1999). Aunque esto es cierto para algunos de los criterios (por ejemplo número de individuos maduros en la población), en este trabajo se muestra una forma relativamente fácil de usar y generar información para evaluar el estado de conservación de las especies utilizando el criterio de tamaño poblacional mediante el subcriterio de pérdida de hábitat (Criterio A2 c), el criterio de distribución restringida (Criterio D2) y el criterio de distribución geográfica (medida tanto como extensión de la presencia como área de ocupación) mediante los subcriterios de pérdida de hábitat y número de localidades (Criterio B1 y B2, a, b (iii)).

El método utilizado permitió evaluar las 219 especies de mamíferos del sur de México a tres escalas geográficas, lo que demuestra que parte de la información requerida por el sistema está disponible o se puede generar relativamente fácil, y que las categorías y criterios pueden ser aplicados a distintas escalas geográficas. Sin embargo, aún hay algunos detalles que depurar del método. Los más importantes se relacionan con la clasificación del hábitat y del tiempo generacional de las especies, la clasificación de los tipos de vegetación y las coberturas en distintos años y, finalmente, con la aplicación del sistema de ajustes propuesto para la evaluación de las especies a escalas regionales.

3.7.1. Ventajas y limitaciones del método

Clasificación del hábitat

Uno de los puntos clave para aplicar este método es conocer la asociación de cada especie evaluada con su hábitat. Sin esta información el método no puede ser aplicado. Si la información usada no es confiable, los resultados obtenidos de la categorización tampoco lo serán.

En este sentido, una de las limitaciones de este trabajo es que la clasificación usada para el hábitat se basa en los tipos de vegetación en los que puede vivir una especie, lo cual es una simplificación del hábitat real de las especies. Algunas especies requieren no sólo de un tipo de vegetación específico para vivir, sino de condiciones especiales dentro de este tipo de vegetación. Un claro ejemplo de ello son las especies con hábitos semiacuáticos como el tlacuache acuático (*Chironectes minimus*) y la nutria (*Lontra longicaudis*) que requieren de la presencia de cuerpos de agua, o las especies de murciélagos que requieren de sitios específicos para perchar (como cuevas con ciertas características de humedad, temperatura y luz, o árboles de algún tipo en particular). Sin embargo, a pesar de las limitaciones, esta clasificación del hábitat permite evaluar las tendencias de pérdida de hábitat no sólo para unas cuantas especies sino para la gran mayoría de las especies de un área determinada, lo que puede ser una de las principales ventajas del método (Cuarón, 1997; 2000).

El principal problema en la clasificación del hábitat es que para muchas especies la información reportada en la literatura en ocasiones difiere. Para este trabajo se tomó como criterio que la especie se distribuye en los tipos de vegetación reportados por cada uno de los autores consultados. Sin embargo, si el criterio cambia, por ejemplo al considerar solamente los tipos de vegetación, cuando por lo menos dos autores coinciden, la clasificación del riesgo de extinción de las especies cambia. Ejemplos de esta situación son *Alouatta palliata* y *Lontra longicaudis*. Para *A. palliata*, los tipos de vegetación usados en este estudio, es decir, los tipos de vegetación para los cuales cuando menos un autor los registra como hábitat de la especie son: bosque tropical húmedo, bosque templado, bosque mesófilo de montaña y vegetación secundaria. Al utilizar estos tipos de vegetación para evaluar el estado de conservación, la especie se cataloga como no amenazada. No obstante, si utilizo como criterio que por lo menos dos autores coincidan en el tipo de vegetación en que se distribuye la especie, entonces ésta sólo se encuentra en bosque húmedo, con lo que su categoría de riesgo cambia a CR A2 c. Para *L. longicaudis* la situación es similar, su estado

de conservación cambiaría de no amenazada a CR A2 c si el criterio de tipo de vegetación en que vive la especie cambia.

También es importante considerar que este análisis no es sensible al contexto espacial de los distintos tipos de vegetación. Por ejemplo, no es sensible para detectar si la vegetación secundaria está inmersa en una matriz de bosque o no. Para muchas especies, el contexto espacial de la vegetación es un factor que determina si puede o no usar ciertos tipos de vegetación. Por ejemplo, *Tapirus bairdii* se ha reportado tanto para bosque tropical húmedo y bosque mesófilo de montaña, como para vegetación secundaria. No obstante, se ha demostrado que el tapir puede usar la vegetación secundaria siempre y cuando ésta esté inmersa en una matriz de vegetación natural (Muench, 2001). El estado de conservación de ésta especie, por tanto, está subestimado. No conocer exactamente en qué tipos de vegetación vive una especie genera incertidumbre a la hora de evaluar su estado de conservación bajo el método usado en este trabajo. Sin embargo, sería útil evaluar el estado de conservación de las especies utilizando diferentes fuentes de información sobre los tipos de vegetación en los que pueden vivir, de modo que se obtengan intervalos de confianza. Por ejemplo, en el caso del tapir, mencionado arriba, se puede estimar el mejor escenario (como en este caso), y también escenarios menos optimistas en los que se considere que no puede vivir en vegetación secundaria (en esa situación la categoría de la especie sería CR A2 c).

Esto quiere decir que para algunas especies evaluadas en este trabajo la categorización del riesgo de amenaza esté sub o sobreestimado, debido a una deficiente clasificación del hábitat. Para trabajos posteriores, es necesario obtener información más precisa sobre este punto en particular. Una forma de hacerlo es mediante consultas a expertos.

Finalmente, una ventaja de este método es que permite identificar tanto las inconsistencias como las lagunas de información para conocer el estado de conservación de las especies. Eso ayuda a redirigir y definir prioridades para futuros esfuerzos de investigación.

Tiempo generacional

El tiempo generacional, al igual que muchas otras características de la historia de vida de las especies, está íntimamente relacionado con la masa corporal de los individuos (ver por ejemplo Blueweiss *et al.*, 1978; Peters, 1983; Wootton, 1987). Esta relación ha sido probada para una gran cantidad de especies en una amplia gama de taxa (Peters, 1983). En este trabajo se obtuvo el tiempo generacional como una función de la masa ($W^{1/4}$), ya que la

masa corporal es una medida fácil de obtener para la mayoría de las especies y es, además, una medida confiable.

Aunque este método permite obtener la información para todas las especies evaluadas de una manera sencilla, en algunos casos los resultados se alejan de la realidad. Esto se debe a que algunas especies tienen un tiempo generacional largo con respecto a su masa corporal (e.g., primates), es decir son especies muy longevas, mientras que otras especies tienen tiempos generacionales cortos con respecto a su masa corporal. Para las especies longevas se podría estar subestimando la pérdida de hábitat en tres generaciones y por lo tanto el estado de conservación. Para las especies con tiempos generacionales cortos con respecto a su masa corporal, los valores de pérdida de hábitat podrían ser sobreestimados, y con ello sobrevaluar la categorización. Para obtener evaluaciones más confiables es necesario considerar tiempos generacionales más precisos, en especial para las especies que se alejan mucho de los valores obtenidos a través de esta función.

Clasificación de la vegetación, coberturas vegetales y proyecciones

La principal limitación de este método es que en muchos casos las fuentes de información difieren en cuanto al sistema usado para clasificar la vegetación. En México, los sistemas más ampliamente usados son el de Miranda y Hernández (1963) y el propuesto por Rzedowski (1978). Para que la categorización de las especies, usando este método, sea más confiable, es necesario que la clasificación de la vegetación usada tanto para reportar el tipo de vegetación en que viven las especies como para hacer análisis de cobertura vegetal de un área determinada, sea compatible. Esto es de especial importancia para obtener las tendencias de cambio en la disponibilidad de hábitat para las especies, a partir de coberturas de vegetación en distintos años.

Debido a la falta de mapas de uso de suelo y vegetación compatibles (en términos de la clasificación de la vegetación y la escala), en este trabajo se usaron los datos obtenidos por Cuarón (1997, 2000) para una fracción de la zona de estudio. Con ellos se calcularon las tasas de cambio para cada tipo de vegetación y se extrapoló para toda la zona de estudio. Se obtuvieron las tasas de cambio para las regiones de Campeche, Chiapas y Tabasco y se extrapoló para los estados de Campeche, Chiapas y Tabasco, respectivamente. Este procedimiento tiene como supuesto que las tendencias en el cambio de la cobertura vegetal para el estado completo son semejantes que para la región a partir de la cuál se extrapoló. En su trabajo sobre cambios en la cobertura del terreno y la conservación de los mamíferos en Mesoamérica, Cuarón (1997, 2000) concluye que las tendencias en la cobertura del

terreno varían de una región a otra como resultado de diferentes políticas de desarrollo. Esto quiere decir que usar las tasas de cambio en la cobertura vegetal de una región para extrapolar a toda una entidad política es una aproximación gruesa de la realidad. No obstante, este procedimiento nos da una idea del estado de conservación de las especies y permite identificar dónde hay que invertir esfuerzos de investigación para llenar las lagunas de información o resolver contradicciones encontradas en la información reportada.

No obstante, debido a que generar mapas de vegetación para la zona de estudio que sean compatibles está fuera de los objetivos y del alcance de este trabajo, dicha aproximación, aunque gruesa, permitió demostrar el método para obtener la información requerida por uno de los criterios del sistema de categorización de la IUCN, objetivo principal de este trabajo.

En este sentido, es indispensable que en trabajos posteriores estos detalles sean considerados para obtener categorizaciones de amenaza más certeras. Afortunadamente, en México cada vez son mayores los esfuerzos por obtener mapas más precisos y compatibles entre sí (e.g., Palacio-Prieto *et al.*, 2000).

Aplicación del sistema a nivel regional

El grupo de especialistas de la Comisión de Supervivencia de Especies (SSC) de la IUCN ha desarrollado un sistema de ajuste de las categorías de amenaza para la aplicación del sistema a escalas regionales. Cuando se desea evaluar el estado de conservación de una población que tiene flujo de individuos con otra población, es necesario conocer qué porcentaje de la población se está evaluando (ver Capítulo 2 para más detalles). Para obtener esta información se requiere contar con mapas de distribución detallados. Cada vez son mayores los avances en la generación de mapas de distribución de las especies (ver Sánchez-Cordero *et al.*, en prensa) lo que facilitará obtener este tipo de información.

En este trabajo se aplicaron las categorías de amenaza bajo el supuesto de que las poblaciones evaluadas no tienen contacto con el resto de las poblaciones, o que la fracción de la población que se evalúa no está en contacto con el resto de la población. Para la mayoría de las especies esto no es cierto; no obstante, esta aproximación facilitó mostrar cómo se puede obtener de información para cada uno de los criterios de este sistema de categorización.

Aunque los lineamientos para la aplicación a escala nacional del sistema de la IUCN están siendo desarrollados y ya se han usado para categorizar algunas especies (e.g., García-Fernández *et al.* 1997), me parece importante mencionar que estos lineamientos no

contemplan que la aplicación del sistema no sólo debe considerar qué porcentaje de la población se está evaluando, sino que los valores asignados a cada variable de los cinco criterios deben cambiar. Esto quiere decir que los valores que se establecen tanto para distribución (extensión de la presencia, área de ocupación, número de localidades) como para abundancia (número de individuos maduros), no pueden ser los mismos cuando se está evaluando la especie a todo lo largo de su área de distribución o cuando se le evalúa a nivel regional.

Utilización del sistema de la IUCN sin aplicar los cinco criterios

En el sistema de la IUCN existen cinco criterios para evaluar el estado de conservación de las especies, pero es suficiente con que la especie evaluada cumpla con los requisitos de uno de los criterios para que se le asigne una de las categorías de amenaza (ver Capítulo 2 para más detalles). En este trabajo sólo se utilizan tres criterios para evaluar el estado de conservación de las especies (Criterio A2 c; B1, B2, a, b (iii) y D2) y la mayoría de las especies sólo cumplen con los requisitos del criterio A2 c. No obstante, en los casos en los que hay información suficiente, deberían tomarse en cuenta los cinco criterios, o los que sea posible considerar.

El evaluar a las especies mediante los criterios para los cuales hay información, permite conocer el grado de amenaza en que se encuentran algunas especies, aún en condiciones de información deficiente (como se hizo en este trabajo). Sin embargo, esto puede resultar en que, para algunas especies, se subestime la categoría de amenaza al no considerar todos los criterios.

3.7.2. Sur de México

Las especies amenazadas

Se evaluaron 219 especies de mamíferos del sur de México, de los cuales el 23% se encuentran dentro de alguna categoría de amenaza. Este es un porcentaje elevado, considerando que en el sur de México se encuentra la mayor diversidad de mamíferos del país (Fa y Morales, 1998) y que la población mexicana de muchas especies es endémica de esta región (Medellín, 1994). Además, esta zona de México, junto con los países centroamericanos (la llamada región mesoamericana), ha sido considerada como una de las

zonas más diversas del mundo y por lo tanto con mayor prioridad de conservación (Myers *et al.*, 2000).

Estos resultados sugieren que es necesario reevaluar el listado de especies amenazadas del país (SEMARNAP, 2000), así como las acciones y prioridades de conservación. Esto es de especial importancia para las especies endémicas de la zona de estudio, ya que la extinción de ellas en el sur de México implicaría su extinción total.

Diferencias entre los listados

Las diferencias encontradas en el número e identidad de las especies evaluadas como amenazadas por este trabajo, el proyecto de Norma Oficial Mexicana de especies amenazadas (SEMARNAP, 2000) y la lista roja de especies amenazadas de la IUCN (IUCN, 2000) se deben principalmente a tres factores: 1) la diferencia en las categorías y criterios usados por el sistema de la IUCN y por el PROY-NOM-059-ECOL-2000, 2) la cantidad y calidad de la información usada en cada sistema y 3) las diferencias en las escalas geográficas evaluadas. En este sentido, la lista roja de la IUCN (IUCN, 2000) evalúa el estado de conservación de las especies a escala mundial, es decir, a todo lo largo de su distribución; el PROY-NOM-059-ECOL-2000 (SEMARNAP, 2000) evalúa el estado de conservación de las especies a todo lo largo del territorio mexicano y, finalmente, en este estudio se evalúa el estado de conservación de las especies en una fracción del país: el sur de México.

Aunque lo más probable es que el estado de conservación de una especie varíe dependiendo de la escala geográfica a la que se le está evaluando, el PROY-NOM-059-ECOL-2000 presenta un número desproporcionadamente mayor de especies amenazadas que los otros dos listados. Esto se debe a que en la actualidad las especies enlistadas en dicho proyecto son las mismas especies que se incluían en la NOM-059-ECOL-1994 donde no existía un método explícito para incluir a las especies en el listado. Esta situación se prestaba para incluir a las especies de manera indiscriminada (para más detalles ver Capítulo 2), de modo que se podría estar sobrestimando el número de especies de mamíferos amenazados para el país.

Las especies endémicas de la zona de estudio

Las especies endémicas de la zona de estudio son un caso particular. Para estas especies la situación de conservación encontrada regionalmente es igual a la situación de conservación global (Gärdenfors, 1996a). Esto querría decir que la categoría de riesgo no debería de diferir entre la lista roja de la IUCN (IUCN, 2000) y este estudio. Sin embargo, para la mayoría de las especies endémicas la categoría de amenaza difiere (ver Cuadro 3.11).

Tres especies tienen una categoría de riesgo mayor en el listado de la IUCN que en este estudio. Esto se debe a que la información usada para evaluar a estas especies no es la misma. Para *R. spectabilis* y *P. pygmaeus*, la única información usada en este estudio fue su distribución restringida, mientras que el listado de la IUCN consideró también información sobre las fluctuaciones poblacionales de *R. spectabilis* y el número de individuos maduros para *P. pygmaeus*. Se piensa que los vertebrados endémicos de Cozumel pueden estar siendo afectadas por especies introducidas y ferales (Martínez-Morales 1999; Cuarón, comunicación personal), información que no utilicé en la categorización de las especies, pero que sugiere que deben estar en una categoría de mayor riesgo. Para el caso de *P. zarhynchus* la categoría de riesgo debería coincidir debido a que el criterio usado es el mismo. En la lista roja de la IUCN se considera vulnerable y con el método empleado en este trabajo se obtuvo una pérdida de hábitat de casi 29%, es decir que esta especie casi alcanza el valor de pérdida de hábitat para considerarse vulnerable (30%). Para dos especies (*T. bullaris* y *T. tumbalensis*) el estado de conservación coincide usando los mismo criterios. Para tres especies (*M. pandora*, *D. mexicana* y *P. yucatanicus*) con el método empleado en este trabajo no es posible decir si están o no amenazadas, mientras que la IUCN asegura que una de ellas está en una categoría de bajo riesgo (LR:nt) y para las otras dos no tiene datos suficientes para evaluarlas. Finalmente, para tres especies (*S. sclateri*, *S. stizodon* y *N. nelsoni*), incluso usando los mismos criterios, la categoría de riesgo es mayor en este estudio que en la IUCN. Esto quiere decir que su estado de conservación debe ser reevaluado por la IUCN. En el caso de *Nasua nelsoni*, esta situación también está relacionada a una controversia taxonómica, ya que algunas autoridades consideran a este taxón a nivel subespecífico, por lo que no fue considerado en el listado de IUCN.

Hacer una comparación con las categorías de riesgo del PROY-NOM-059-ECOL-2000 es más complicado, ya que estas no son compatibles. No obstante, por lo menos *S. sclateri*, *S. stizodon* y *T. tumbalensis* deben de ser reevaluadas por este sistema ya que en él se encuentran en la categoría de menor riesgo (*Sujetas a protección especial*), mientras que en

este estudio se muestra que las tres especies se encuentran en la categoría de mayor riesgo.

3.7.3. Diferencias entre los distintos estados y regiones

Existen marcadas diferencias en el número de especies amenazadas para cada estado y para cada región evaluada. Estas diferencias reflejan las distintas tendencias y políticas de desarrollo en cada zona. Cuarón (1997) distingue diversos factores que pueden haber afectado las tendencias en el cambio de cobertura vegetal en cada una de las unidades políticas usadas en este trabajo. Él considera que los cambios de cobertura vegetal registrados en el este de Tabasco y suroeste de Campeche se asocian a los grandes proyectos de desarrollo, como el Plan Balancán-Tenosique, que promovió la creación de carreteras y que fomentó la ganadería extensiva y la agricultura a gran escala. Por su parte, en el estado de Chiapas existe una marcada predominancia en la agricultura de subsistencia, la cual provoca menores cambios en la cobertura vegetal que la agricultura a gran escala. No obstante, en este estado hubo también fomento de la ganadería, una intensa migración, construcción de nuevas carreteras para la explotación de petróleo y la extracción de madera, lo que llevó a una pérdida de la vegetación natural en algunas partes del estado.

Este análisis sólo contempla las regiones de los estados usadas en este trabajo, pero es posible que sea un buen reflejo de lo que sucede en todo el estado ya que estas políticas generalmente se dan al nivel de las unidades políticas del país.

En cuanto a las áreas protegidas del estado de Chiapas, las tendencias de cambio en la cobertura vegetal fueron menores que para el resto de las regiones (Cuarón, 1997) y, por lo tanto, el número de especies amenazadas es menor que para el área no protegida de este estado, lo que da una idea de la efectividad de las áreas protegidas en promover la conservación de las especies. Sin embargo, todas las especies que potencialmente se distribuyen en el Parque Nacional Palenque se encuentran en alguna categoría de amenaza debido a la superficie pequeña del parque. Incluso es posible que aquellas especies cuyos hábitos hogareños cubran grandes superficies y que sean dependientes de vegetación natural, estén extintas en Palenque.

Con el caso de Palenque se ilustra la existencia de una escala geográfica límite a la cual se puede aplicar el sistema de la IUCN, por lo menos con los valores establecidos en los cinco criterios. Debajo de esa escala (en este caso 20 km²) la categorización de las especies empieza a perder sentido. Esto es, por debajo de cierta área todas las especies se encuentran amenazadas.

Las diferencias en el número de especies amenazadas en los distintos estados y regiones indican que existe una necesidad de regionalizar las prioridades de acción, ya que algunas zonas tienen mayores problemas de conservación que otras.

La importancia de evaluar el estado de conservación de las especies a distintas escalas geográficas radica en conservar poblaciones en riesgo. La extinción de las poblaciones puede llevar a su vez a la extinción de la especie.

3.7.4. Especies subevaluadas

En este trabajo sólo se utilizó para evaluar la situación de conservación de las especies uno de los principales factores que las ponen en riesgo de extinción: la pérdida de hábitat. No obstante, la explotación es una de las actividades humanas que ponen en mayor riesgo a las especies (Terborgh, 1974; Ceballos y Navarro, 1991; Sisk *et al.*, 1994; Kerr y Curie, 1995; McNeely *et al.*, 1995. Bodmer *et al.*, 1997). Es por ello que se creó, por ejemplo, la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) que ayudan a regular el comercio internacional de especies amenazadas. El sur de México presenta altos grados de explotación de mamíferos (Cuarón, 1997). De las 219 especies evaluadas, 49 (22.4%) sufren algún tipo de explotación. Este es un alto porcentaje de especies para el cual se puede estar subestimando el estado de conservación en el que se encuentran. El que haya hábitat disponible no necesariamente implica que las especies lo ocupen. La explotación puede dejar porciones de hábitat desprovistos de especies o con poblaciones depauperadas (Redford, 1992; Dirzo y Miranda, 1990, Carrillo *et al.* 2000).

Además de las especies que son explotadas, existe otro grupo de especies para las que se puede estar subestimado el riesgo de extinción en el que se encuentran. Éstas son todas aquellas que tienen requerimientos de microhábitat específicos, como algunos murciélagos o las especies de mamíferos semiacuáticos. Para estas especies no es suficiente con que el tipo de vegetación en que viven esté disponible, sino que además existan cuerpos de agua, cuevas con ciertas características de humedad y temperatura o inclusive árboles de cierto tipo.

Es importante que en trabajos posteriores se evalúe el efecto que tiene tanto la explotación como los requerimientos de microhábitat sobre la categoría de amenaza en la que se encuentran las especies.

3.7.5. Lo que falta por hacer

Con este trabajo se pretenden dar algunas herramientas para poder aplicar el sistema de categorización de la IUCN. No obstante, aún queda mucho por hacer. Es importante que a futuro se generen otros métodos que proporcionen información útil para utilizar los demás criterios de este sistema, además, es fundamental que se incluya el componente espacial donde se integra la interacción con territorios vecinos (otras poblaciones).

Actualmente, se están desarrollando métodos para generar mapas de distribución de especies a partir de datos obtenidos de las colecciones científicas. Uno de los métodos que se están poniendo a prueba es el llamado Genetic Algorithm for Rule-Set Prediction (GARP). GARP es un algoritmo diseñado para identificar las relaciones entre datos de distribución conocida para la especie estudiada (obtenidos de bases de datos con información de colecciones científicas o estudios de campo) y las características del hábitat en el que vive (nicho ecológico) (Sánchez-Cordero y Martínez-Meyer, 2000). Con estos mapas se podría conocer: la extensión de la presencia y el área de ocupación de las especies (criterio B1 y B2); los patrones de fragmentación del hábitat en que viven y, con ello, inferir la forma en que se encuentran divididas las poblaciones (criterio B subcriterio a); y finalmente, las tendencias de cambio en la distribución geográfica de las especies (criterio B subcriterio b y criterio A subcriterio c).

Es fundamental, por otro lado, que en México se siga desarrollando investigación de campo para obtener información acerca de las densidades poblacionales de las especies y su variabilidad natural y antropogénica. Aunque mucha de la información sobre la estructura de las poblaciones puede ser inferida, los datos de campo son la información más valiosa para conocer el estado actual de las poblaciones.

Con la información de los mapas predictivos de distribución de las especies, con los valores de las tasas de pérdida de hábitat, y con las estimaciones poblacionales es posible llevar a cabo análisis de viabilidad de poblaciones y hábitat (PHVA, como es conocido en inglés), y con ello obtener el análisis cuantitativo para determinar la probabilidad de extinción de las especies en un tiempo determinado (criterio E). Finalmente, en trabajos posteriores se debe considerar la incertidumbre existente en los datos disponibles para la evaluación del estado de conservación de las especies utilizando, por ejemplo, "subgrupos difusos" (fuzzy sets) (Todd y Burgman, 1998). Asimismo, hay que considerar que, aunque GARP promete ser una herramienta de mucha utilidad, es necesario que el modelo sea evaluado ya que actualmente existe mucha incertidumbre de la validez de los resultados obtenidos con el método.

3.8. CONCLUSIONES

En este trabajo muestro una forma sencilla de obtener parte de la información requerida para evaluar el estado de conservación de las especies, utilizando el sistema de categorización de la Unión Mundial para la Naturaleza. El método puede ser usado en condiciones de poca información, caso de la mayoría de los países en vías de desarrollo y otras partes del planeta.

El método se utilizó para evaluar el estado de conservación de 219 especies del sur de México, de las cuales el 22.4% resultaron amenazadas. Este es un valor alto si se considera que el sur de México es la zona de mayor diversidad de mamíferos del país (Medellín, 1994; Fa y Morales, 1998). Este resultado difiere de los resultados obtenidos por la IUCN (IUCN, 2000) y por el Proyecto de Norma Oficial Mexicana de especies amenazadas (SEMARNAP, 2000), lo que se debe a las escalas geográficas usadas para realizar la evaluación y a la diferencia en los sistemas usados. No obstante, es indispensable que estos dos listados revalúen el estado de conservación de *Sorex sclateri*, *Sorex stizodon* y *Nasua nelsoni*, ya que al ser especies endémicas de la zona de estudio, su estado de conservación regional es igual a la situación de conservación global (Gärdenfors, 1996a).

La información utilizada también es adecuada para utilizar los criterios y categorías propuestos por la IUCN a distintas escalas geográficas. Esto es de especial interés para identificar poblaciones amenazadas a distintas escalas geográficas y, con ello, orientar las políticas de manejo a nivel estatal. Además, esta información es útil para identificar aquellas políticas que han afectado adversamente a la fauna del país así como para evaluar la efectividad de las áreas protegidas en la conservación de la biota.

CONCLUSIONES GENERALES

El sistema de categorización de especies amenazadas propuesto por la Unión Mundial para la Naturaleza, en su última versión, es el sistema más adecuado para evaluar el estado de conservación de las especies. De los 15 sistemas evaluados, el sistema de la IUCN presenta la mayor cantidad de características que deben presentar los sistemas de categorización para que las evaluaciones, resultado de su aplicación, sean objetivas y reflejen con certeza el riesgo de amenaza en que se encuentran las especies. No obstante, aunque el sistema ha sido usado exitosamente para evaluar la situación de conservación de una gran cantidad de taxa, su aplicación a escalas regionales aún está siendo evaluada y desarrollada. Por otro lado, gran parte de la información requerida para utilizar este sistema no está disponible para la mayoría de las especies, en especial en los países en vías de desarrollo donde se concentra la mayor parte de la diversidad del mundo.

En este trabajo muestro un método sencillo para generar y usar información útil para evaluar a las especies siguiendo el sistema de la IUCN. El método se basa en el análisis de cambios en la disponibilidad de hábitat para las especies, usando información acerca de las tendencias de cambio en la cobertura vegetal del área que se quiere evaluar. Para ello, es necesario conocer la asociación de cada especie con los diferentes tipos de vegetación y los cambios de cobertura vegetal en un periodo determinado de tiempo. El método se aplicó para las 219 especies del sur de México, así como a distintas escalas geográficas.

La información referente a las tendencias de cambio en los distintos tipos de vegetación se puede obtener a partir del análisis de imágenes de satélite. Esta información es de fácil acceso y menos costosa de generar, que la información detallada sobre la estructura de las poblaciones. No obstante, es importante que se sigan desarrollando trabajos para obtener información acerca de las variables demográficas de las especies y, de este modo, corroborar o modificar los resultados obtenidos mediante este método.

Es fundamental que se sigan desarrollando métodos para generar información útil para evaluar el estado de conservación de las especies en condiciones de información deficiente.

LITERATURA CITADA

- Akçakaya, H. R., S. Ferson, M. A. Burgman, D. A. Keith, G. M. Mace y C. R. Todd. 2000. Making consistent IUCN classifications under uncertainty. *Conservation Biology* 14: 1001-1013.
- Álvarez-Castañeda, S. T. y T. Álvarez. 1991. Los Murciélagos de Chiapas. Instituto Politécnico Nacional. México D. F. México.
- Anón. 1952. Ley Federal de Caza. Diario oficial de la Federación, 5 enero.
- Anón. 1973. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora, signed March 3, 1973, U. S. T. 27: 1087, T. I. A. S. No. 8249.
- Aranda, M. y I. March. 1987. Guía de mamíferos silvestres de Chiapas. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, Xalapa, México.
- Arita, H. T., J. G. Robinson y K. H. Redford. 1990. Rarity in Neotropical forest mammals and its ecological correlates. *Conservation Biology* 4: 181-192.
- Arita, H. T. 1993. Rarity in Neotropical bats: correlations with phylogeny, diet, and body mass. *Ecological Applications* 3: 506-517.
- Arita, H. T., F. Figueroa, A. Frisch, P. Rodríguez y K. Santos-del-Prado. 1997. Geographical range size and the conservation of Mexican Mammals. *Conservation Biology* 11: 92-100.
- Arroyo, Q. I. 1996. Los mamíferos mexicanos en riesgo de extinción según la NOM-059-ECOL-1994: bases para su reevaluación. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM.
- Balmford, A., G. M. Mace y N. Leader-Williams. 1996. Designing the ark: setting priorities for captive breeding. *Conservation Biology* 10: 719-727.
- Benton, M. J. 1996. Los datos paleontológicos y la identificación de las extinciones en masa. Pp. 135-154. En (Ed. Agustí) *La lógica de las extinciones*. Tusquets Editores. Barcelona.
- Blueweiss, L., H. Fox, V. Kudzma, D. Nakashima, R. Peters y S. Sams. 1978. Relationships between body size and some life history parameters. *Oecologia (Berlin)* 37: 257-272.
- Bodmer, R. E., J. F. Eisenberg y K. H. Redford. 1997. Hunting and the Likelihood of Extinction of Amazonian Mammals. *Conservation Biology* 11: 460-466.
- Borrvall, C., B. Ebenman y T. Jonsson. 2000. Biodiversity lessens the risk of cascading extinction in model food webs. *Ecology Letters* 3: 131-136.
- Brown, J. H. 1984. On the relationship between abundance and distribution of species. *The American Naturalist* 124: 255-279.

- Brown, J. H., P. A. Marquet y M. L. Taper. 1993. Evolution of body size: consequences of an energetic definition of fitness. *The American Naturalist* 142: 573-584.
- Brown, J. H. y M. V. Lomolino. 1998. *Biogeography*. Sinauer Associates, Inc. Publishers. Massachusetts.
- Burgman, M. A., H. R. Akçakaya y S. S. Loew. 1988. The use of extinction models for species conservation. *Biological Conservation* 43: 9-25.
- Burke, R. L. Y S. R. Humphrey. 1987. Rarity as a criterion for endangerment in Florida's fauna. *Oryx* 21: 97-102.
- Carrillo, E., G. Wong y A. D. Cuarón. 2000. Monitoring mammal populations in Costa Rica Protected Areas under different hunting restrictions. *Conservation Biology* 14: 1580-1591.
- CCAD. 1999. Listas de fauna de importancia para la conservación en Centroamérica y México. IUCN-ORMA y WWF Centroamérica. San José, Costa Rica.
- Ceballos, G. y D. Navarro. 1991. Diversity and conservation of Mexican mammals. p. 167-148. En M. A. Mares y D. J. Schmidly (eds). *Latin American mammalogy: history, diversity and conservation*. University of Oklahoma Press, Norman.
- Ceballos, C., 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., G. Oliva y H. T. Arita (compiladores). En prensa. *Atlas Mastozoológico de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Diversidad, México.
- Challinor, D. 1985. Introductory address: What everyone should know about animal extinction. Pp. 1-7. In Hoage R. J. editor. *Animal extinctions: what everyone should know*. Smithsonian Institution Press. Washington D. C.
- Chiarello, A. G. 2000. Density and population size of mammals in remnants of Brazilian Atlantic Forest. *Conservation Biology* 14: 1649-1657.
- Chebez, J. C. 1999. *Los que se van*. Albatros. Buenos Aires.
- CITES. 2000. ¿Qué es CITES?. <http://www.cites.org>.
- Coates-Estrada, R. y Estrada A. 1986. *Manual de identificación de campo de los mamíferos de la estación de biología "Los Tuxtlas"*. Instituto de Biología. UNAM.
- Cody, M. L. 1981. Habitat selection in birds: the roles of vegetation structure, competitors, and productivity. *BioScience* 31: 107-113.
- Cofré, H. y P. A. Marquet. 1999. Conservation status, rarity, and geographic priorities for conservation of Chilean mammals: an assessment. *Biological Conservation* 88: 53-68.

- Colyvan, M., M. A. Burgman, C. R. Todd, H. R. Akçakaya y C. Boek. 1999. The treatment of uncertainty and the structure of IUCN threatened species categories. *Biological Conservation* 89: 245-249.
- CONAP. 1996. Lista roja de fauna silvestre para Guatemala (arañas, coleópteros, mariposas, peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos). Resolución N° 27-96. Consejo Nacional de Áreas Protegidas. Diario de Centroamérica. En CCAD, 1999. Listas de fauna de importancia para la conservación en Centroamérica y México. IUCN-ORMA y WWF Centroamérica. San José, Costa Rica.
- Cotgreave, P. 1993. The relationship between body size and population abundance in animals. *Trends in Ecology and Evolution* 8: 244-248.
- Cuarón, A. D. 1991. Conservación de los primates y sus hábitats en el sur de México. Tesis de maestría. Universidad Nacional, Costa Rica.
- Cuarón, A. D. 1997. Land-Cover changes and mammal conservation in Mesoamerica. Tesis doctoral. University of Cambridge.
- Cuarón, A. D. 2000. Effects of land-cover changes on mammals in a Neotropical region: a modelling approach. *Conservation Biology* 14: 1676-1692.
- Czech, B., P. R. Krausman y R. Borkhataria. 1998. Social construction, political power, and the allocation of benefits to endangered species. *Conservation Biology* 12: 1103-1112.
- Damuth, J. 1991. Of size and abundance. *Nature* 351: 268-269.
- De Jong, H. J., S. Ochoa-Gaona, M. A. Castillo-Santiago, N. Ramírez-Marcial y M. A. Cairns. 2000. Carbon flux and patterns of land-use/land-cover change in the Selva Lacandona, México. *Ambio* 29: 504-511.
- Diamond, J. M. 1989. The present, past and future of human-caused extinctions. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 325: 469-477.
- Dirzo, R. y A. Miranda. 1990. Contemporary Neotropical defaunation and forest structure, function and diversity: a sequel to John Terborgh. *Conservation Biology* 4: 444-447.
- Dobson, A. P. y J. Yu. 1993. Rarity in Neotropical forest mammal Revisited. *Conservation Biology* 7: 586-591.
- Dobson, A. P. 1996. *Conservation and Biodiversity*. Scientific American Library. New York.
- Dollar, L. 2000. Assessing IUCN classifications of poorly-known species: Madagascar's carnivores as a case study. *Small carnivores conservation* 22: 17-20.
- Dudley, J. P. 1995. Bioregional parochialism and global activism. *Conservation Biology* 9: 1332-1334.
- Ehrlich, P. y A. H. Ehrlich. 1992. The value of biodiversity. *Ambio* 21: 219-226.

- Eisenberg, J. F. 1989. *Mammals of the Neotropics*. Vol. I. The northern Neotropics. University of Chicago Press. Chicago. USA.
- Emmons, L. H. y F. Feer. 1990. *Neotropical rainforest mammals, a field guide*. University of Chicago Press. Chicago. USA.
- Escalante, P. P., A. Navarro, A. T. Peterson. 1998. Un análisis geográfico, ecológico e histórico de la diversidad de aves terrestres de México. Pp. 279-304. En T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa. (eds). *Diversidad Biológica de México: orígenes y distribución*. Instituto de Biología. UNAM. México.
- Fa, J. E. y L. M. Morales. 1998. Patrones de diversidad de mamíferos de México. Pp. 315-352. En T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa. (eds). *Diversidad Biológica de México: orígenes y distribución*. Instituto de Biología. UNAM. México.
- Fitter, M. 1987. *The Road to extinction: problems of categorizing the status of taxa threatened with extinction*. IUCN. Gland. Switzerland.
- Fitzgibbon, C. D., H. Mogaka y J. H. Fanshawe. 1995. Subsistence Hunting in Arabuko-Sokoke Forest, Kenya, and its Effects on Mammal Populations. *Conservation Biology* 9: 1116-1126.
- Flores-Villela, O. y P. Geréz. 1988. *Conservación en México: síntesis sobre vertebrados terrestres, vegetación y uso del suelo*. Instituto Nacional sobre Recursos Bióticos. Xalapa. México.
- Flores-Villela, O. y P. Geréz. 1994. *Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo*. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad y UNAM. México.
- García Fernández, J. J., R. A. Ojeda, R. M. Fraga, G. B. Díaz y R. J. Baigún (compiladores). 1997. *Libro Rojo de mamíferos y aves amenazados en la Argentina*. Fundación para la conservación de especies y el medio ambiente- Sociedad Argentina para el estudio de los mamíferos- Asociación ornitológica del Plata- Administración de parques nacionales (eds). Buenos Aires. 221 pp.
- Gärdenfors, U. 1996 a. Application of IUCN Red List categories on a regional scale. Pp. 63-66. En IUCN. 1996 Red List of threatened animals. IUCN. Gland. Switzerland.
- Gärdenfors, U. 1996 b. The regional perspective. Pp. 34-36. En J. Baillie, D. Callahan y U. Gärdenfors (eds). *A closer look at the IUCN Red List categories*. *Species* 25: 30-36.
- Gaston, K. J. 1994. *Rarity*. Chapman and Hall. Londres.
- Gaston, K. J. Y T. M. Blackburn. 1995. *Rarity and Body size: some cautionary remarks*. *Conservation Biology* 9: 210-213.

- Gaston, K. J. y T. M. Blackburn. 1996. Conservation implications of geographic range size – body size relationship. *Conservation Biology* 10: 638-646.
- Gerber, L. H. y D. P. DeMaster. 1999. A quantitative approach to Endangered Species Act classification of long-lived vertebrates: application to the North Pacific Humpback Whale. *Conservation Biology* 13: 1203-1214.
- Gilpin, M. E. y M. E. Soulé. 1986. Minimum viable populations: processes of species extinction. Pp. 19- 34. En Soulé M. E. (ed). *Conservation Biology: the science of scarcity and diversity*. Sinauer Associates, Inc. Publishers. Massachusetts.
- Grigera, D. E. y C. A. Úbeda. 1996. Estado de conservación de las aves del Parque y Reserva Nacional Nahuel Huapi, Argentina. *Homero*, 14: 1-13.
- Grigera, D. E. y C. A. Úbeda. 2000. Una comparación entre tres métodos para evaluar el estado de conservación de la fauna silvestre, mediante su aplicación a un conjunto de mamíferos patagónicos. *Gestión Ambiental* 6:55-71.
- Hall, E. R. 1981. *The mammals of North America*. John Wiley & Sons. New York. USA.
- Humphrey, S. R. 1985. How species become vulnerable to extinction and how we can meet the crises. Pp. 9-29. En Hoage R. J. (ed). *Animal extinctions: what everyone should know*. Smithsonian Institution Press. Washington D.C.
- Hunter, M. L. y A. Hutchinson. 1994. The virtues and shortcomings of parochialism: conserving species that are locally rare, but globally common. *Conservation Biology* 8: 1163-1165.
- INE (Instituto Nacional de Ecología). 1994. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección. *Diario Oficial de la Federación*. 488: 2-60.
- IUCN. 1966. 1966 IUCN Red list of threatened animals. IUCN. Gland. Switzerland
- IUCN. 1994a. 1994 IUCN Red list of threatened animals. IUCN. Gland. Switzerland
- IUCN. 1994b. *Categorías de las Listas Rojas de la IUCN*. Cambridge. U. K.
- IUCN. 1996. 1996 IUCN Red list of threatened animals. IUCN. Gland. Switzerland.
- IUCN. 2000. 2000 IUCN Red list of threatened animals. IUCN. Gland. Switzerland.
- IUCN/SSC Criteria Review Working Group. 1999. IUCN Red List criteria review provisional report: draft of the proposed changes and recommendations. *Species* 31-32: 43-57.
- IUCN – CSE. 1999. Informe provisional sobre la revisión de los criterios de la Lista Roja de la IUCN. IUCN, U. K. 22pp.

- Jablonski, D. 1996. La extinción de fondo frente a la extinción en masa. Pp. 65-96 En Agusti (ed) *La lógica de las extinciones*. Tusquets Editores. Barcelona.
- Johst, K. y R. Brandl. 1997. Body size and extinction risk in a stochastic environment. *Oikos* 78: 612-617.
- Jorgenson, J. P. y A. B. Jorgenson. 1991. Imports of CITES-regulated mammals into the United States from Latin America: 1982-1984. pp. 322-335. En M. A. Mares y D. J. Schmidly (eds). *Latin American Mammalogy: history, diversity and conservation*. University of Oklahoma Press. Norman.
- Karr, J. R. 1977. Ecological correlates of rarity in a tropical forest bird community. *The Auk* 94: 240-247.
- Kauffman, E. G. y P. J. Harries. 1996. Las consecuencias de la extinción en masa. Pp. 17-64. En (Ed. Agusti) *La lógica de las extinciones*. Tusquets Editores. Barcelona.
- Kattan, G. H. 1992. Rarity and vulnerability: the birds of the Cordillera Central of Colombia. *Conservation Biology* 6: 64-70.
- Kerr, J. T. y D. J. Curie. 1995. Effects of human activity on global extinction risk. *Conservation Biology* 9: 1528-1538.
- Kershaw, M., G. M. Mace y P. H. Williams. 1995. Threatened status, rarity, and diversity as alternative selection measures for protected areas: a test using Afrotropical Antelopes. *Conservation Biology* 9: 324-334.
- Krebs, C. J. 1985. *Ecología: estudio de la distribución y la abundancia*. Harla. México.
- Kunin, W. E. y K. J. Gaston. 1993. The biology of rarity: patterns, causes and consequences. *Trends in Ecology and Evolution* 8: 298-301.
- Langer, P. y D. J. Chivers. 1994. Classification of foods of comparative analysis of the gastrointestinal tract. P.p. 74-86. En (Chivers, D. J. y P. Langer, eds). *The digestive system of mammals*. University of Cambridge Press, Cambridge. U. K.
- Laurence, W. F. 1991. Ecological correlates of extinction proneness in Australian Tropical Rain Forest mammals. *Conservation Biology* 5: 79-89.
- Lavilla, E. O., E. Richard y G. J. Scrocchi. 2000. *Categorización de los anfibios y reptiles de la República Argentina*. Asociación Herpetológica Argentina. Argentina.
- Losos, E. 1993. The future of the US Endangered Species Act. *Trends in Ecology and Evolution* 8: 332-336.
- Lundberg, P., E. Ranta y V. Kaitala. 2000. Species loss leads to community closure. *Ecology Letters* 3: 465-468.
- MacArthur, R. H. 1972. *Geographical ecology: patterns in the distribution of species*. Harper & Row. New York.

- Mace, G. M. y R. Lande. 1991. Assessing extinction threats: toward a reevaluation of IUCN threatened species. *Conservation Biology* 5:148-157.
- Mace, G. M. y S. Stuart. 1994. Draft IUCN Red List categories, Versión 2.2. Species 21-22:13-24.
- Magurran, A. E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Croom Helm. Ltd., London. U.K.
- MacPhee, D. E. 1999. *Extinctions in near time*. Kluwer Academic-Plenum Publishers. New York.
- March, I. J. 1994. México. Pp. 41-72. En E. Carrillo y C. Vaughan (eds). *La vida silvestre de Mesoamérica: diagnóstico y estrategia para su conservación*. EUNA. Heredia.
- Martínez-Morales, M.A. y A.D. Cuarón. 1999. *Boa constrictor*, an introduced predator threatening the endemic fauna on Cozumel Island, Mexico. *Biodiversity and Conservation* 8: 957-963.
- McIntyre, S. 1992. Risk associated with the setting of conservation priorities from rare plant species lists. *Biological Conservation* 60: 31-37.
- McNeely, J.A., M. Gadgil, C. Leveque, C. Padoch y K. Redford. 1995. Human Influences on Biodiversity. Pp. 711-821. En Heywood V. H. y R. T. Watson (eds). *Global Biodiversity Assessment*. UNEP. Cambridge University Press. Cambridge.
- Medellín, R. 1994. Mammal Diversity and Conservation in the Selva Lacandona, Chiapas, México. *Conservation Biology* 8: 780-799.
- Mendoza, E. y R. Dirzo. 1999. Deforestation in Lacandonia (southeast México): evidence for the declaration of the northernmost tropical hot-spot. *Biodiversity and Conservation* 8: 1621-1641.
- Millar, J. S. Y R. M. Zammuto. 1983. Life histories of mammals: an analysis of life tables. *Ecology* 64: 631-635.
- MINAE. 1997. Lista de especies de fauna silvestre con poblaciones reducidas y en peligro de extinción para Costa Rica. Decreto N° 26435-MINAE. Ministerio de Ambiente y Energía. La Gaceta. En CCAD, 1999. Listas de fauna de importancia para la conservación en Centroamérica y México. IUCN-ORMA y WWF Centroamérica. San José, Costa Rica.
- Miranda, F. y E. Hernández. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 28: 29-179.
- Morrison, M. L., B. G. Marcot y R. W. Mannam. 1992. *Wildlife-habitat relationship: concepts and applications*. The University of Wisconsin Press. Wisconsin. 343 p.p.

- Muench, C. E. 2001. Patrones en el uso de hábitat del tapir (*Tapirus bairdii*) en dos localidades de la Selva Lacandona, Chiapas. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM.
- Murcia, C. 1995. Edge effects in fragmented forest: implications for conservation. *Trends in Ecology and Evolution* 10: 58-62.
- Myers, N. 1985. A look at the present extinction spasm and what it means for the future evolution of species. Pp.47-57. In Hoage R. J. editor. *Animal extinctions: what everyone should know*. Smithsonian Institution Press. Washington D. C.
- Newmark, W. D. 1995. Extinction of mammal populations in Western North American National Parks. *Conservation Biology* 9: 512-526.
- Norse, E. A. 1985. The value of animal and plant species for agriculture, medicine, and industry. Pp. 59-70. In Hoage R. J. editor. *Animal extinctions: what everyone should know*. Smithsonian Institution Press. Washington D. C.
- O'Brien, S. J. y E. Mayr. 1991. Bureaucratic mischief: recognizing endangered species and subspecies. *Science* 251: 1187-1188.
- Ortega, J., H. T. Arita y J. J. Flores. 1988. Guía de los murciélagos del Jardín botánico de la ciudad de Mérida, Yucatán. Jardín Botánico Regional, Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C, Instituto de Ecología, UNAM. México.
- Palacio-Prieto, J. L., G. Bocco, A. Velázquez, J. Mas, F. Takaki-Takaki, A. Victoria, L. Luna-González, G. Gómez-Rodríguez, J. López-García, M. Palma, I. Trejo-Vázquez, A. Peralta, J. Prado-Molina, A. Rodríguez-Aguilar, R. Mayorga-Saucedo y F. González. 2000. La condición actual de los recursos forestales en México: resultados del Inventario Forestal Nacional 2000. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*. 43: 183-203.
- Peters, R. H. 1983. *The ecological implications of body size*. Cambridge University Press. Cambridge. England.
- Peterson, A. T., V. Sánchez-Cordero, J. Soberón, J. Bartley y R. W. Buddemeier. en preparación. Effects of global climate change on geographic distributions of Mexican Cracidae.
- Pimm, S. L., H. L. Jones y J. Diamond. 1988. On the risk of extinction. *The American Naturalist* 132: 757-785.
- Rabinowitz, D. 1981. Seven forms of rarity. p. 205-217. En H. Synge (ed). *The biological aspects of rare plant conservation*. John Wiley & Sons, Chichester. England.
- Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa. (eds). *Diversidad Biológica de México: orígenes y distribución*. Instituto de Biología. UNAM. México.

- RAMAS © Red List: Threatened species classification under uncertainty, de Applied Biomathematics
- Ramírez-Pulido, J. M. C. Britton, A. Perdomo y A. Castro. 1986, Guía de los mamíferos de México: referencias hasta 1983. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, México D. F. México.
- Reca A., C. Úbeda y D. Grigera. 1994. Conservación de la fauna de tetrápodos: I. Un índice para su evaluación. *Mastozoología Neotropical* 1: 17-28.
- Redford, K. H. 1992. The empty forest. *BioScience* 42:412-422.
- Regan, H. M. y M. Colyvan. 2000. Fuzzy sets and threatened species classification. *Conservation Biology* 14: 1197-1199.
- Regan, H. M., M. Colyvan y M. A. Burgman. 2000. A proposal for fuzzy International Union for the Conservation of Nature (IUCN) categories and criteria. *Biological Conservation* 92: 101-108.
- Reid, F. A. 1997. A field guide to the mammals of Central America and Southeast Mexico. Oxford University Press. Oxford.
- Robinson, J. G. y K. H. Redford. 1986. Body size, diet, and population density of Neotropical forest mammals. *The American Naturalist* 128: 665-680.
- Rosenzweig, M. L. 1998. Species diversity in space and time. Cambridge University Press. Cambridge.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa. México D. F. México.
- Saunders, D. A., R. J. Hobbs y C. R. Margules. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conservation Biology* 5: 18-32.
- Sánchez-Cordero, V. y E. Martínez-Meyer. 2000. Museum specimen data crop damage by tropical rodents. *Applied Biological Sciences* 97: 7074-7077.
- Sánchez-Cordero, V., A. T. Peterson y P. Escalante-Pliego. en prensa. Modelado de la distribución de especies y la conservación de la diversidad biológica.
- Sánchez, H. C. y M. A. Romero. 1995. Murciélagos de Tabasco y Campeche una propuesta para su conservación. Instituto de Biología, UNAM. México
- Sánchez, O. (citado en Arroyo, 1996). Risk of extinction: a revision of some classification systems, and the case of Mexican felids. en Q. I. Arroyo. 1996. Los mamíferos mexicanos en riesgo de extinción según la NOM-059-ECOL-1994: bases para su reevaluación. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM.
- SEMARNAP. 2000. Proyecto De Norma Oficial Mexicana (PROY-NOM-059-ECOL-2000).
- Shull, A. M. 1991. The role of the United States Fish and Wildlife Service in preserving endangered species. Pp. 336-351. en Mares M. A. y D. J. Schmidly (eds). *Latin*

- American Mammalogy: History, Diversity and conservation. University of Oklahoma Press. Navarro.
- Silva, M. y J. A. Downing. 1995. The allometric scaling of density and body mass: a nonlinear relationship for terrestrial mammals. *The American Naturalist* 145: 704-727.
- Sisk, T. D., A. E. Launer, K. R. Switky y P. R. Erlich. 1994. Identifying extinction threats. *BioScience* 44: 592-604.
- Smith, F.D, R.M. May, R. Pellew, T.H. Johnson y K.R. Walter. 1993. How much do we know about the current extinction rate?. *Trends in Ecology and Evolution* 8: 375-378.
- Sokal, R. R. y F. J. Rohlf. 1995. *Biometry: The principles and practice of statistics in biological research*. W.H. Freeman and company. U.S.A.
- Stanley, S. M. 1985. Extinction as a part of the natural evolution process: a paleobiological perspective. Pp. 31-46. In Hoage R. J. editor. *Animal extinctions: what everyone should know*. Smithsonian Institution Press. Washington D. C.
- Terborgh, J. 1974. Preservation of natural diversity: the problem of extinction prone species. *BioScience* 24: 715-722.
- Tracy, C. R. y T. L. George. 1992. On the determinants of extinction. *The American Naturalist* 139: 102-112.
- Todd, C. R. 2000. Perspectives on the definition of fuzzy sets: a reply to Regan and Colyvan. *Conservation Biology* 14: 1200-1201.
- Todd, C. R. y M. A. Burgman. 1998. Assessment of threat and conservation priorities under unrealistic levels of uncertainty and reliability. *Conservation Biology* 12: 966-974.
- Toledo, V. M. 1988. La diversidad biológica de México. *Ciencia y Desarrollo* 81: 17-30.
- Turner I. M. 1996. Species loss in fragments of tropical rain forest: a review of the evidence. *Journal of Applied Ecology* 33: 200-209.
- Úbeda, C. A., D. E. Grigera y A. R. Reca. 1994a. Conservación de la fauna de tetrápodos: II. Estado de conservación de los mamíferos del Parque y Reserva Nacional Nahuel Huapi. *Mastozoología Neotropical* 1: 29-44.
- Úbeda, C. A., D. E. Grigera y A. R. Reca. 1994b. Estado de conservación de la herpetofauna del Parque y Reserva Nacional Nahuel Huapi, Argentina. *Cuadernos de Herpetología* 8: 155-163.
- Villa, B. 1978. Especies mexicanas de vertebrados silvestres en peligro de extinción. *Anales del Instituto de Biología* 49 Ser. Zool 1: 303-320.
- Wilcove, D. S., M. McMillan y K. C. Winston. 1993. What exactly is an endangered species? An analysis of the U. S. Endangered Species List: 1985 – 1991. *Conservation Biology* 7: 87-93.

- Wilson, D. E. y D. M. Reeder. 1993. *Mammal species of the world: a taxonomic and geographical reference*. 2nd ed. Smithsonian Institution Press. Washington, D.C., USA.
- Windsor, D. A. 1998. The Endangered Species Act is analogous to Shindler's List. *Conservation Biology* 12: 485-486.
- Wootton, J. T. 1987. The effects of body mass, phylogeny, habitat, and trophic level on mammalian age at the first reproduction. *Evolution* 41: 732-749.

ANEXO 1

CRITERIOS DEL SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE LA UNIÓN MUNDIAL PARA AL NATURALEZA (1996)

A. Reducción en el tamaño de población:

A1: Una reducción en el tamaño de la población observada, estimada, inferida o sospechada de

| En peligro Crítico (CR) | En Peligro (EN) | Vulnerable (VU) |
|-------------------------|-----------------|-----------------|
| = o > 90% | = o >70% | = o > 50% |

en los últimos 10 años o tres generaciones, cualesquiera sea el período más largo, donde se puede demostrar que las causas de la disminución son: reversibles Y entendidas Y que han cesado; basados en (los cuales deben especificarse):

- observación directa
- un índice de abundancia apropiado para el taxón
- una reducción del área de ocupación, extensión de presencia y/o calidad del hábitat
- niveles de explotación reales o potenciales
- efectos de taxones introducidos, hibridación, patógenos, contaminantes, competidores o parásitos.

A2. Una reducción en el tamaño de la población observada, estimada, inferida o sospechada de

| En peligro Crítico (CR) | En Peligro (EN) | Vulnerable (VU) |
|-------------------------|-----------------|-----------------|
| = o > 80% | = o >50% | = o > 30% |

en los últimos 10 años o tres generaciones, cualesquiera sea el período más largo, donde la reducción, o sus causas, pueden no haber cesado, o ser entendidas o ser reversibles; basados en (los cuales deben especificarse):

- observación directa
- un índice de abundancia apropiado para el taxón
- una reducción del área de ocupación, extensión de presencia y/o calidad del hábitat
- niveles de explotación reales o potenciales
- efectos de taxones introducidos, hibridación, patógenos, contaminantes, competidores o parásitos.

A3: Una reducción en el tamaño de la población de por lo menos

| En peligro Crítico (CR) | En Peligro (EN) | Vulnerable (VU) |
|-------------------------|-----------------|-----------------|
| 80% | 50% | 30% |

que se proyecta o se sospecha será alcanzada en los próximos 10 años o tres generaciones, cualesquiera sea el período más largo,; basados en (los cuales deben especificarse):

- a) observación directa
- b) un índice de abundancia apropiado para el taxón
- c) una reducción del área de ocupación, extensión de presencia y/o calidad del hábitat
- d) niveles de explotación reales o potenciales
- e) efectos de taxones introducidos, hibridación, patógenos, contaminantes, competidores o parásitos.

A3: Una reducción en el tamaño de la población observada, estimada, inferida o sospechada de

| En peligro Crítico (CR) | En Peligro (EN) | Vulnerable (VU) |
|-------------------------|-----------------|-----------------|
| 80% | 50% | 30% |

en un período de 10 años o tres generaciones, cualesquiera sea el período más largo (hasta un máximo de 100 años), donde el período de tiempo incluye el pasado y el futuro y la reducción o sus causas no han cesado ; basados en (los cuales deben especificarse):

- a) observación directa
- b) un índice de abundancia apropiado para el taxón
- c) una reducción del área de ocupación, extensión de presencia y/o calidad del hábitat
- d) niveles de explotación reales o potenciales
- e) efectos de taxones introducidos, hibridación, patógenos, contaminantes, competidores o parásitos.

B: Distribución geográfica en la forma de extensión de la presencia (b1) o área de ocupación (b2) o ambos: ...

| | En Peligro Crítico (CR) | En Peligro (EN) | Vulnerable (VU) |
|--|-------------------------|-----------------|-----------------|
| B1: Extensión de la presencia estimada como (km ²), y estimaciones indicando por lo menos dos (opciones) de "a" - "c": | > 100 | > 5 000 | > 20 000 |
| B2: Área de ocupación estimada como (km ²), y estimaciones indicando por lo menos dos (opciones) de "a" - "c": | > 10 | > 500 | > 2 000 |

a. Severamente fragmentado o que se sabe sólo existe en 1 (CR) o ≤5 (EN) o ≤10 (VU) localidades

b. Disminución continua, observada, inferida o proyectada, en cualquiera de los siguientes:

- (i) extensión de la presencia
- (ii) área de ocupación
- (iii) área, extensión y/o calidad del hábitat
- (iv) número de localidades o subpoblaciones
- (v) número de individuos maduros

c. Fluctuaciones extremas en cualquiera de las siguientes:

- (i) extensión de la presencia
- (ii) área de ocupación
- (iii) área, extensión y/o calidad del hábitat
- (iv) número de localidades o subpoblaciones
- (v) número de individuos maduros

C. Tamaño poblacional

| | En Peligro Crítico (CR) | En Peligro (EN) | Vulnerable (VU) |
|---|-------------------------|-----------------|-----------------|
| Tamaño poblacional estimado en números menores (individuos maduros) y ya sea (C1 o C2) | 250 | 2 500 | 10 000 |
| C1 | | | |
| Una disminución continua de, al menos... en (años) | 25% | 20% | 10% |
| o (generaciones) | 3 | 5 | 10 |
| ... cual sea más larga o | 1 | 2 | 3 |
| C2. Una disminución continua, observada, proyectada o inferida en el número de individuos maduros Y al menos uno de los siguientes: (a-b) | | | |
| a) Estructura de la población en la forma de: | | | |
| (i) se estima que ninguna subpoblación contiene más de (individuos maduros) | 50 | 250 | 1 000 |
| (ii) al menos (%) de los individuos maduros están en una subpoblación | 90% | 95% | 100% |
| b) Fluctuaciones extremas en el número de individuos maduros | | | |

D. Tamaño poblacional

| D1 | En Peligro Crítico (CR) | En Peligro (EN) | Vulnerable (VU) |
|--|-------------------------|-----------------|-----------------|
| Número de individuos maduros estimado en | >50 | >250 | >1000 |

D2 (sólo para Vulnerable)

Población muy restringida en su área de ocupación (típicamente menor a 20km²) o el número de localidades (comúnmente 5 o menos) de tal manera que es propensa a los efectos de la actividad humana o eventos fortuitos dentro de un período de tiempo muy corto en un futuro incierto, y es por consiguiente, capaz de cambiar a En Peligro Crítico (CR) e inclusive Extinta (EX) en un período de tiempo muy corto.

E. Análisis cuantitativo

Muestra que la probabilidad de extinción en el estado silvestre se de al menos:

| | | | |
|---------------------------|--------------------------------|--------------------------|------------------------|
| Probabilidad de extinción | En Peligro Crítico (CR) 50% | En Peligro (EN) 20% | Vulnerable (VU) 10% |
| En un período de.. | 10 años o 3 generaciones | 20 años o 5 generaciones | 100 años |

ANEXO 2

MÉTODO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO DE EXTINCIÓN DE LAS ESPECIES SILVESTRES EN MÉXICO (MER)

El Método de evaluación del riesgo de extinción de las especies silvestres en México (MER) unifica los criterios de decisión sobre las categorías de riesgo y permite usar información específica que fundamente esa decisión. Se basa en cuatro variables o criterios independientes:

A.- Amplitud de la distribución en México: Es el tamaño relativo del ámbito de distribución natural actual en México, considera cuatro graduaciones:

- I. **Muy restringida = 4** Se aplica tanto para especies microendémicas como para especies principalmente extralimitantes con escasa distribución en México (5% del territorio nacional)
- II. **Restringida = 3** Incluye especies principalmente extralimitantes y algunas endémicas (entre el 5% y el 15% del territorio nacional)
- III. **Medianamente restringida o amplia = 2** Incluye aquellas especies cuyo ámbito de distribución es mayor que el 15% pero menor que el 40% del territorio nacional.
- IV. **Ampliamente distribuida o muy amplias = 1** Incluye aquellas especies cuyo ámbito de distribución es mayor que el 40% del territorio nacional.

B.- Estado del hábitat con respecto al desarrollo natural del taxón: Es el conjunto actual estimado de efectos del hábitat particular, con respecto a los requerimientos conocidos para el desarrollo del taxón que se analiza, en términos de las condiciones físicas, biológicas y antrópicas. No determina la calidad de un hábitat en general. Cuando una especie sea de distribución amplia, se hará una estimación integral del efecto de la calidad del hábitat para todo su ámbito. Considera tres valores:

Hostil o muy limitante = 3

Intermedio o limitante = 2

Propicio o poco limitante = 1

C.- Vulnerabilidad biológica intrínseca del taxón: Es el conjunto de factores relacionados con la historia o forma de vida propios del taxón, que lo hacen vulnerable. Dependiendo de la disponibilidad de información específica, algunos ejemplos de tales factores pueden ser: estrategia reproductiva, parámetros demográficos más relevantes, historia de vida, fenología, intervalos de tolerancia, parámetros fisicoquímicos, aspectos alimentarios, variabilidad genética, grado de especialización, tasa de reclutamiento, efecto nodriza, entre otros. El MER considera tres gradaciones numéricas de vulnerabilidad:

I. Vulnerabilidad alta = 3

Vulnerabilidad media = 2

Vulnerabilidad baja = 1

D.- Impacto de la actividad humana sobre el taxón: Es una estimación numérica de la magnitud del impacto y la tendencia que genera la influencia humana sobre el taxón que se analiza. Considera aspectos como la presión por asentamientos humanos, fragmentación del hábitat, contaminación, uso, comercio, tráfico, cambio del uso del suelo, introducción de especies exóticas, realización de obras de infraestructura, entre otros. Se asignan tres posibilidades:

II. Alto impacto = 4

III. Impacto medio = 3

IV. Bajo impacto = 2

ANEXO 3

CRITERIOS DEL ÍNDICE DE CALIFICACIÓN SUMIN PROPUESTO POR RECA *et. al.* 1994

VARIABLES:

- 1. Distribución continental (DICON):** Área de distribución de la especie a nivel continental
- 2. Distribución nacional (DINAC):** Tamaño del área geográfica ocupada por las especies en el país
- 3. Amplitud en el uso del hábitat (AUHA):** Se refiere a la amplitud de las especies para vivir en diferentes ambientes. Como ambientes se consideran: selvas, bosques, arbustales, pastizales, estepas, semidesiertos, hábitats rupestres, palustres y riparios, hábitats lóticos, lénticos y litoral marino. La valorización se realiza teniendo en cuenta el número de ambientes en los que la especie puede vivir o necesita para su sobrevivencia
- 4. Amplitud en el uso del espacio vertical (AUEVE):** Cuantifica la proporción del espacio vertical utilizado para la alimentación y/o reproducción. Se reconocen los siguientes estratos adaptados por Úbeda *et al.* 1990. Para los ecosistemas acuáticos: superficie del agua, columna de agua más fondo, aguas someras sin fondo y vegetación emergente. Para los ecosistemas terrestres: subsuperficie, superficie, vegetación herbácea hasta 1.5 m, vegetación entre 1.5 y 8m, vegetación por encima de los 8m. Para ambos ecosistemas se agrega el estrato aéreo.
Para valorizar esta variable se considera la actividad (alimentación o reproducción) para la cuál la especie usa menor número de estratos. Los anfibios son calificados teniendo en cuenta el estadio en el cual la especie está más restringida en el uso del espacio vertical.
- 5. Tamaño corporal (TAM):** Se utiliza como indicadores el peso y la longitud.
- 6. Potencial reproductivo (POTRE):** Se considera el tamaño de la camada y la edad de la primera reproducción de las hembras. Para simplificar la evaluación de esta variable se puede usar la producción anual de crías (número de crías por camada por año). Para dotar a esta variable de un significado biológico real, se adaptaron los valores de la misma a la producción anual de crías de cada Clase de tetrápodos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Clasificación del potencial reproductivo (POTRE) para cada Clase. En las celdas se indica el número de huevos o de crías anuales que corresponde a cada valor

| Clase | Valores de la variable | | |
|-----------|------------------------|----------|-------|
| | 2 | 1 | 0 |
| Anfibios | < 40 | 40 – 250 | > 250 |
| Reptiles | < 2 | 3 – 10 | > 10 |
| Aves | 1 - 3 | 4 - 7 | > 8 |
| Mamíferos | < 2 | 3 - 5 | > 6 |

7. **Amplitud trófica (AMTRO):** Se considera el tipo de dieta y la diversidad de alimentos que consume una especie, el sitio y la forma de obtención.
8. **Abundancia (ABUND):** Tamaño de las poblaciones dentro del país. Para valorizarla se utiliza una escala de abundancia relativa.
9. **Singularidad taxonómica (SINTA):** indica el grado de monotipia.
10. **Singularidad (SING):** Se ponderan las características particulares de las especies que afectan su sobrevivencia o son relevantes para su conservación. Pueden ser caracteres etológicos, reproductivos o demográficos (insularidad de las poblaciones, retroceso numérico)
11. **Acciones extractivas (ACEXT):** Se consideran acciones extractivas a todas las acciones humanas que implican la remoción de individuos de las poblaciones naturales.
12. **Grado de protección de las especies (PROT):** Esta variable pondera el número de unidades de conservación que incluyen a la especie dentro del país

VALORES

| Variable | Valor 0 | valor 1 | valor 2 | valor 3 | valor 4 | valor 5 |
|----------------|--|---|---|---|---|----------------|
| DICON | Todo el continente o su mayor parte | Aproximadamente la mitad del continente | Menos de la mitad del continente, en forma continua o disyunta | Restringida | | |
| DINAC | Todo el país o su mayor parte | Aproximadamente la mitad del país | Menos de la mitad del país | Restringida | Muy localizada o endemismo | Microendemismo |
| AUHA | Puede utilizar 4 o más ambientes | Puede utilizar 2 o 3 ambientes | Puede utilizar sólo un ambiente o necesita más de 1 | | | |
| AUEVE | Puede utilizar 4 o más estratos | Puede utilizar 2 o 3 estratos | Puede utilizar sólo un estrato o necesita más de 1 | | | |
| TAM | Menor de 25 cm o menor de 1 kg. | De 25 a 200 cm o de 1 a 12 kg | Mayores de 200 cm o mayor de 12 kg | | | |
| POTRE AMTRO | Elevado Omnívoras y herbívoras generalistas | Mediano Herbívoras especialistas, carnívoras generalistas y carroñeras | Bajo Carnívoras especialistas | | | |
| ABUND | Abundante o común | | | | | |
| SINTRA | Ausencia | Pertenece a un género monotípico | Pertenece a una familia o taxón de nivel superior monotípicos | | | |
| SING | Ausencia | Presencia | | | | |
| ACEXT | No hay | Por temor, repulsión, superstición, por ser considerada plaga o perjudicial, para aprovechamiento a pequeña escala o para uso de subproductos | Caza deportiva y/o explotación comercial o por ser declarada plaga oficialmente | Extracción por 2 o más motivos anteriores | Explotación intensiva de piel, cuero, lana, carne, etc. | |
| PROT | Protegida por 3 o más unidades de conservación | Protegida por 2 unidades de conservación | Protegida por 1 unidad de conservación | No protegida | | |

ANEXO 4

CRITERIOS DEL ÍNDICE DE PRIORIDADES DE CONSERVACIÓN (CPI) PROPUESTO POR COFRÉ Y MARQUET (1999)

VARIABLES:

1. **Número de ecoregiones (HSP):** indica el número de ecoregiones donde las especies se encuentra distribuida. Se toma como un indicativo de del grado de especialización al hábitat.
2. **Distribución geográfica en el país (GD):** estimada en km².
3. **Promedio de la abundancia local (AB):** estimada en número de individuos por km².
4. **Endemismo (END):** indica el número de países donde se encuentra la especie.
5. **Singularidad taxonómica (TSING):** indica el grado de monotipia a nivel de género y familia.
6. **Masa corporal (BM):** estimada en gramos.
7. **Presencia de la especie en la Lista Roja de la UICN (1994) (POL)**
8. **Efecto de las actividades humanas (HE):** evaluadas de acuerdo con Miller *et al.* (1983), Iriarte y Jaksic (1986), Jiménez (1994) e Iriarte *et al.* (1997).
9. **Grado de protección (DP):** indica el porcentaje del área protegida de las ecoregiones donde habita la especie (Parques Nacionales, Reservas Nacionales y Monumentos Naturales).

VALORES

| Variables | Valor 0 | Valor 1 | Valor 2 | Valor 3 |
|-----------|--|---|--|---|
| HSP | ≥ cuatro ecoregiones | Tres ecoregiones | Dos ecoregiones | Una ecoregión |
| GD | > 370,883 km ² | De 370,883 km ² a 148,353km ² | De 148,353km ² a 37,088 km ² | < 37,088 km ² |
| AB | > 1000 ind/km ² | De 100 a 1000 ind/km ² | De 10 a 100 ind/km ² | < 10 ind/km ² |
| END | Tres o más países | Dos países | Un país | Sólo el país donde se hace la evaluación ¹ |
| TSING | Especies en géneros con más de cuatro especies | Especies en géneros con dos, tres o cuatro especies | Especies en géneros monotípicos | Especies en familias monotípicas |
| BM | 30 a 300 g | 10-30 o 300-2500 g | 3-10 o 2500-6300 g | <3 o >6300 g |
| POL | Ausente en las Listas Rojas (UICN 1994) | Rara, indeterminada o con conocimiento insuficiente | vulnerable | En peligro |
| HE | No se conoce | Afectada por ganado o especies exóticas | Cacería de subsistencia, deportiva o por control | Destrucción del hábitat y/o cacería comercial |
| DP | ≥ 50% protegida | Entre 50 y 30% | Entre 30 y 10% | < 10 % |

¹En el caso del estudio de Cofré y Marquet es el país donde se realizó el estudio

Referencias

- Iriarte, J. A. y F. M. Jaksic. 1986. The fur trade in Chile: an overview of seventy-five years of export data (1910-1984). *Biological Conservation* 38: 243-253.
- Iriarte, J. A., P. Feisinger y F. M. Jaksic. 1997. Trends in wildlife use and trade in Chile. *Biological Conservation* 8: 9-20.
- Jiménez, J. E. 1994. Overuse and endangerment of wildlife: the case of Chilean mammals. *Medio Ambiente* 12: 102-110.
- Miller, S. J. Rottmann, K. Raedeke y R. Taber. 1983. Endangered mammals of Chile: status and conservation. *Biological Conservation* 25: 335-352

ANEXO 5

MODELO DE RIESGO DE VALORES RELATIVOS PROPUESTO POR SÁNCHEZ (EN ARROYO, 1996)

REGRESIONES:

1. Talla y masa
2. Masa y periodo de gestación
3. Masa y número promedio de crías
4. Periodo de gestación y número promedio de crías
5. Masa y área de distribución histórica
6. Masa y ámbito hogareño

ÍNDICES:

1. *Índice de preferencia*: el número de tipos de vegetación preferidos por la especie en relación con el número de tipos de vegetación presentes en el área de distribución de la especie.
2. *Índice de oportunismo*: el número de tipos de vegetación preferidos por la especie en relación con los dos o tres tipos de vegetación más abundantes en el área de estudio.

VALORES:

| Variables | Valor 1 (indicativo de una menor vulnerabilidad) | Valor 0 (indicativo de un estado intermedio) | Valor -1 (indicativo de una mayor vulnerabilidad) |
|--|---|--|---|
| Características biológicas y geográficas ¹ | La especie presenta un valor bajo con respecto a la línea de regresión ² de todas las especies evaluadas | La especie presenta un valor medio con respecto a la línea de regresión ² de todas las especies evaluadas | La especie presenta un valor alta con respecto a la línea de regresión ² de todas las especies evaluadas |
| Índice de preferencia (IP) ³ | $IP_i > X_{IP} \pm ds$ | $IP_i = X_{IP} \pm ds$ | $IP_i < X_{IP} \pm ds$ |
| Índice de oportunismo (IO) ⁴ | $IO_i > X_{IO} \pm ds$ | $IO_i = X_{IO} \pm ds$ | $IO_i < X_{IO} \pm ds$ |
| Reducción del o los tipos de vegetación preferidos por la especie (%R) ⁵ | $\%R_i > X_{\%R} \pm ds$ | $\%R_i = X_{\%R} \pm ds$ | $\%R_i < X_{\%R} \pm ds$ |
| Tasa de alteración del o los tipos de vegetación preferidos por la especie (TA) ⁶ | $TA_i > X_{TA} \pm ds$ | $TA_i = X_{TA} \pm ds$ | $TA_i < X_{TA} \pm ds$ |
| Leyes para proteger a las especies | Eficientes | Ambiguas | Insuficientes |
| Captura ilegal | Especímenes nunca presentes en tiendas o mercados rurales | Especímenes ocasionalmente presentes en tiendas o mercados rurales | Especímenes recurrentemente presentes en tiendas o mercados rurales |
| Porcentaje de la distribución de la especie contenida en áreas protegidas (%AP) ⁷ | $\%AP_i > X_{\%AP} \pm ds$ | $\%AP_i = X_{\%AP} \pm ds$ | $\%AP_i < X_{\%AP} \pm ds$ |
| Programas de conservación | Ausencia de programas de conservación | Presencia de programas proyectados para la especie | Presencia de programas nacionales o locales |

¹ Se suman los valores obtenidos para cada una de las correlaciones

² ejemplo en la figura 1

³ Donde IP_i representa el índice de preferencia obtenido para la especie i , X_{IP} la media de los índices obtenidos para todas las especies evaluadas, y ds la desviación estándar.

⁴ Donde IO_i representa el índice de oportunismo obtenido para la especie i , X_{IO} la media de los índices obtenidos para todas las especies evaluadas, y ds la desviación estándar.

⁵ Donde $\%R_i$ representa la reducción de los tipos de vegetación preferidos por la especie i , $X_{\%R}$ la media de la reducción obtenida para todas las especies evaluadas, y ds la desviación estándar.

⁶ Donde TA_i representa la tasa de alteración del o los tipos de vegetación preferidos por la especie i , X_{TA} la media de las tasas obtenidas para todas las especies evaluadas, y ds la desviación estándar.

⁷ Donde $\%AP_i$ representa el porcentaje de la distribución de la especie i contenida en áreas protegidas, $X_{\%AP}$ la media de los promedios obtenidos para todas las especies evaluadas, y ds la desviación estándar.

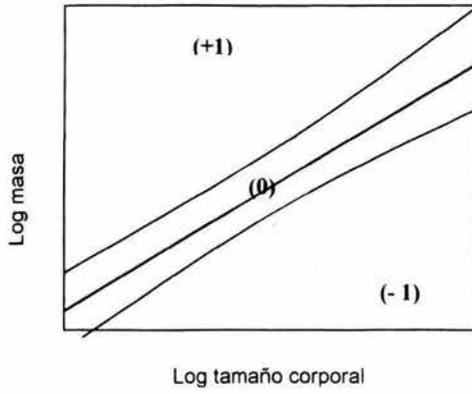


Figura 1: Ejemplo de la regresión de las características intrínsecas de las especies para obtener los valores a asignar (-1, 0, +1)