



# **INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

---

Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo  
Integral Regional Unidad-Oaxaca  
Maestría en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos  
Naturales  
(Biodiversidad del Neotrópico)

## **“Utilización de Especies Sombrilla para el establecimiento de zonas de conservación en el estado de Oaxaca, México”**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:

**MAESTRO EN CIENCIAS**

PRESENTA

**Biól. Arturo Ramírez Bautista**

Director de tesis

**Dr. José Antonio Santos Moreno**

Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca. Junio 2012



**INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL**  
**SECRETARIA DE INVESTIGACION Y POSGRADO**

*ACTA DE REVISION DE TESIS*

En la Ciudad de Oaxaca de Juárez siendo las 13:00 horas del día 24 del mes de mayo del 2012 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación del **Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca (CIIDIR-OAXACA)** para examinar la tesis de grado titulada: "Utilización de especies sombrilla para el establecimiento de zonas de conservación en el estado de Oaxaca, México"

Presentada por el alumno:

<b>Ramírez</b> <small>Apellido paterno</small>	<b>Bautista</b> <small>materno</small>	<b>Arturo</b> <small>nombre(s)</small>							
Con registro:									
<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px 5px;">A</td> <td style="padding: 2px 5px;">1</td> <td style="padding: 2px 5px;">0</td> <td style="padding: 2px 5px;">0</td> <td style="padding: 2px 5px;">2</td> <td style="padding: 2px 5px;">0</td> <td style="padding: 2px 5px;">6</td> </tr> </table>			A	1	0	0	2	0	6
A	1	0	0	2	0	6			

aspirante al grado de: **MAESTRÍA EN CIENCIAS EN CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES**

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **SU APROBACION DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISION REVISORA  
Director de tesis

Dr. José Antonio Santos Moreno

Dr. Rafael Felipe del Castillo Sánchez

Dr. Gabriel Ramos Fernández

Dra. Demetria Martha Mondragon Chaparro

M. en C. Sonia Trujillo Argueta

EL PRESIDENTE DEL COLEGIO

Dr. Rafael Pérez Pacheco





**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

*CARTA CESION DE DERECHOS*

En la Ciudad de Oaxaca de Juárez el día 24 del mes mayo del año 2012, el (la) que suscribe **Ramírez Bautista Arturo** alumno (a) del Programa de **MAESTRÍA EN CIENCIAS EN CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES** con número de registro **A100206**, adscrito al Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección del Dr. José Antonio Santos Moreno y cede los derechos del trabajo titulado: **“Utilización de especies sombrilla para el establecimiento de zonas de conservación en el estado de Oaxaca, México”**, al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección **Calle Hornos 1003, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca**, e-mail: [posgradoox@ipn.mx](mailto:posgradoox@ipn.mx) ó [je36322132@hotmail.com](mailto:je36322132@hotmail.com) Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

  
**Ramírez Bautista Arturo**



## **Agradecimientos**

Agradezco al CONACYT por la beca de estudios otorgada.

Al Comité revisor por las observaciones y sugerencias que enriquecieron el presente trabajo y muy especialmente al Dr. Antonio Santos por todo el apoyo brindado durante la realización de este trabajo.

## Resumen

A pesar de que el índice de especies sombrilla fue desarrollado hace más de 10 años, existe poca evidencia para considerarlo una herramienta eficiente en la priorización de zonas de conservación. Por medio de este índice, se evaluó el potencial de los mamíferos terrestres no voladores de talla media y grande para fungir como especies sombrilla para el resto de los mamíferos que se distribuyen en el estado de Oaxaca, México. De un total de 44 especies evaluadas seis fueron seleccionadas por el índice: *Panthera onca*, *Tapirus bairdii*, *Ateles geoffroyii*, *Dasyprocta mexicana*, *Tamandua mexicana* y *Lepus flavigularis*. El esquema de conservación basado en especies sombrilla resultó más efectivo que el esquema que considera un número igual de especies tomadas al azar, ya que el primero protege el doble de especies por sitio requerido. Por medio de un análisis de complementariedad se identificó el número mínimo de sitios requeridos para conservar el 86 % de las especies de mamíferos terrestres no voladores del Estado, dichos sitios están ubicadas en el Istmo de Tehuantepec, Sierra Norte, Mixteca, Papaloapan, Cañada y Valles Centrales. Estas zonas son consideradas como una red inicial de áreas de conservación para los mamíferos de Oaxaca, México.

**Palabras clave:** *especie sombrilla, conservación, complementariedad, mamíferos.*

## Abstract

Even though the umbrella species index was developed more than ten years ago, there is no currently sufficient evidence to consider it as an effective tool to prioritize areas for conservation. In this work, we use this index to evaluate the potential of median and big size terrestrial non-volant mammals to serve as umbrella species for the rest of the mammals distributed in Oaxaca, Mexico. The species selected by this index were: *Panthera onca*, *Tapirus bairdii*, *Ateles geoffroyii*, *Dasyprocta mexicana*, *Tamandua mexicana* and *Lepus flavigularis*. The umbrella scheme showed better results in terms of the proportion of species protected by number of sites required, with respect to those obtained by a randomly selected species scheme. A complementarity analysis was developed to find the minimum number of areas required to protect the 86 % of the mammal diversity of the State; these areas were located in the Istmo de Tehantepec, Sierra Norte, Mixteca, Papaloapan, Cañada and Valles Centrales regions. These sites are considered as an initial conservation area network for the terrestrial mammals of Oaxaca.

**Keywords:** *umbrella species, conservation, complementarity, mammals.*

## Índice

	Página
<b>INTRODUCCIÓN</b>	9
Áreas de conservación.....	9
Sistema Nacional de Áreas Protegidas de México.....	10
Áreas de conservación en el estado de Oaxaca.....	11
Especies sustitutas.....	12
Especies sombrilla.....	14
Mamíferos como especies sombrilla.....	15
<b>JUSTIFICACIÓN</b>	17
<b>OBJETIVOS</b>	18
Objetivo general.....	18
Objetivos específicos.....	18
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	19
Área de estudio.....	19
Aplicación del Índice de Especies Sombrilla.....	21
Proporción de especies protegidas mediante el IES.....	24
Efectividad de las especies sombrilla.....	25
Relación de los sitios seleccionados con IES con las áreas de conservación establecidas en el estado.....	25
Priorización de zonas de conservación identificadas por medio el IES....	26
<b>RESULTADOS</b>	27
Identificación de las especies sombrilla.....	27
Ubicación de las áreas de conservación identificadas mediante el IES.....	28
Proporción de especies protegidas por los sitios identificados mediante del IES.....	30
Efectividad de las especies sombrilla.....	31
Relación de los sitios seleccionados mediante el IES con otros esquemas y propuestas de conservación. ....	32
Priorización de zonas de conservación.. ....	33
<b>DISCUSIÓN</b>	35
<b>CONCLUSIÓN</b>	38
<b>LITERATURA CITADA</b>	39
<b>ANEXOS</b>	44

## Índice de cuadros

	Página
Cuadro 1. Definición de los tipos de especies sustitutas.....	13
Cuadro 2. Valores del índice de especie sombrilla obtenidos para cada especie..	27
Cuadro 3. Proporción de especies protegidas en los sitios identificados con el IES .....	30
Cuadro 4. Tipos de vegetación incluidos en los sitios identificados con el IES.....	31
Cuadro 5. Relación de los sitios seleccionados por medio del IES con otros esquemas y propuestas de conservación.....	33

## Índice de figuras

	Página
Figura 1. Ubicación del estado de Oaxaca dentro de la República Mexicana.....	19
Figura 2. Registros de mamíferos de talla media y grande en Oaxaca.....	20
Figura 3. Ubicación de los sitios obtenidos con el IES.....	29
Figura 4. Número de sitios de conservación por región.....	29
Figura 5. Proporción de especies y de su distribución media protegidas.....	32
Figura 6. Ubicación de sitios identificados con el análisis de complementariedad.	34

## Índice de anexos

	Página
Anexo 1. Valores obtenidos para cada uno de los criterios del MER.....	44
Anexo 2. Características consideradas en la aplicación del MER.....	46
Anexo 3. Sitios identificados por el IES y las ANP federales.....	51
Anexo 4. Sitios identificados por el IES y las ANP estatales.....	52
Anexo 5. Sitios identificados por el IES y las áreas de conservación comunitaria.	53
Anexo 6. Sitios identificados por el IES y las regiones terrestres prioritarias.....	54
Anexo 7. Sitios identificados por el IES y las zonas identificadas por Illoldi-Rangel (2008).....	55
Anexo 8. Sitios identificados por el IES y las zonas prioritarias para la conservación de los mamíferos de México (Ceballos, 1999).....	56
Anexo 8. Listado del total de especies utilizadas.....	57



## INTRODUCCIÓN

Uno de los mayores problemas ambientales a nivel mundial es la pérdida de la biodiversidad como resultado de las actividades humanas. Las tasas de extinción se han incrementado fuertemente en las últimas décadas, principalmente por el aumento de la deforestación y el cambio de uso de suelo (Millenium Ecosystem Assesment, 2005), este hecho ha orillado a enfocarse no sólo en algunas especies en particular, sino que también en hábitats y ecosistemas completos como una manera de maximizar el número de especies protegidas y de mantener la estructura y función de los sistemas biológicos (Margules *et al.*, 1988). Sin duda, lo anterior requiere de la integración de los datos existentes, grandes cantidades de nueva información y el monitoreo y manejo de la vida silvestre a una escala sin precedentes (Humphries *et al.*, 1995).

### Áreas de conservación

Bajo el término de área o zona de conservación se pueden incluir a todas aquellas zonas que realizan una función de conservación, estén o no legalmente protegidas (Sarkar, 2003). Si bien estas áreas por sí mismas no logran el estado de conservación que se busca, son y seguirán siendo la base de la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad a escala local, regional y global (Margules y Sarkar, 2009).

El establecimiento de un sistema de áreas para la conservación, cuyo manejo minimice los riesgos de extinción es central para la protección de la biodiversidad, dichas áreas representan las zonas prioritarias para eficientar los escasos recursos que se destinan al manejo y conservación de la biodiversidad (Sarkar, 2003). Muchas de las zonas de conservación han sido elegidas de manera oportunista y *ad hoc*, o tomando en cuenta algunos rasgos físicos del medio como la belleza paisajística que presentan. Las áreas que se han designado bajo estos enfoques enfrentan el problema de la poca representatividad de las especies y de los procesos ecológicos en los que participan dichas especies (Pressey *et al.*, 1993; Cantú *et al.*, 2004). Esta selección *ad hoc* ha generado la creación de redes de áreas de conservación con una efectividad desigual en todo el mundo (Margules y Sarkar, 2009). Lamentablemente, muchas áreas de conservación en todo el mundo continúan seleccionándose de esta manera (Sarkar, 2003).

Se han considerado diferentes criterios para el establecimiento de zonas de conservación a escala global: Pressey *et al.* (1993) sugieren enfocar los esfuerzos de conservación en

zonas con alta concentración de biodiversidad (diversidad alfa). Myers y colaboradores (2000) se enfocan en la identificación de zonas críticas para la conservación tomando en cuenta los endemismos y el grado de perturbación del hábitat (*hot spots*). Estos dos esquemas resultan contradictorios debido a que pocas veces las zonas con riqueza específica alta coinciden con las que tienen un alto grado de endemismo (Peterson *et al.*, 1993). Por su parte, Morrone (2000), considera a las zonas con alto valor biogeográfico (centros de endemismo, trazos generalizados y nodos.) como las prioritarias a conservar. Por otro lado, Sarkar (2003), propone un enfoque de complementariedad en la selección de áreas de conservación como la mejor alternativa para proteger eficientemente la biodiversidad, ya que con este enfoque no sólo se consigue proteger un número elevado de especies sino que además, se optimiza el número de sitios requeridos para la protección de dichas especies.

En ocasiones las áreas potenciales para la conservación coinciden con zonas con algún valor de uso (zonas con potencial agrícola, industrial, ganadero o turístico) generando un conflicto en la ubicación y establecimiento de las primeras. Es por eso que muchas de las zonas de conservación están ubicadas en zonas con bajo potencial productivo y de difícil acceso, lo cual a su vez ha dificultado la administración de dichas zonas (Margules y Sarkar, 2009). Otro aspecto que ha dificultado el establecimiento de zonas de conservación ha sido la falta de integración de los actores locales en la toma de decisiones y en la elaboración de los planes de manejo; este hecho ha conducido al fracaso de las políticas de conservación en gran parte del mundo (Ceballos, 1999).

### **Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas de México**

Como estrategia de conservación *in situ*, en México se cuenta con áreas decretadas y legisladas para su protección dentro del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINANP) de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP); este órgano es el encargado de velar por todas las áreas de conservación en el país, así como también de evaluar las propuestas de nuevas zonas (INE-SEMARNAT. 2001). La CONANP define las áreas protegidas como “porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional cuya naturaleza no ha sido alterada en gran medida y que se designan con el objeto de salvaguardar diversos ecosistemas representados en las mismas” (CONANP 2008). Las áreas de conservación pueden ser de jurisdicción federal, estatal, municipal o local (ACC) de acuerdo al orden de gobierno del que se desprende su decreto, y por ende su gestión (CONANP, 2008).

Peterson *et al.* (1993) sugieren que los esfuerzos de conservación en el país deben estar orientados a las especies raras o taxas endémicos principalmente en los ecosistemas montañosos, ya que son estos los que albergan la mayor riqueza de estas especies. El problema de conservar únicamente las especies endémicas o raras es que se deja de lado al resto de las especies que en la mayoría de los casos cumplen funciones ecológicas muy importantes, que de no ser preservados ocasionarían graves consecuencias en los sistemas en que se distribuyen.

Por su parte, Benítez y Loa (1996) identifican 155 zonas prioritarias para la conservación en México tomando en cuenta criterios tales como, importancia del área como corredor biológico, la fragmentación, centros de domesticación, diversidad, endemismos, concentración de especies en riesgo, entre otros.

Otro criterio utilizado en la selección de zonas para la conservación a nivel nacional ha sido la identificación de regiones más ricas en cuanto al número total de especies (riqueza específica) (Williams *et al.*, 1996; Margules y Pressey, 2000; Sarkar y Margules, 2002), sin embargo, este enfoque implica que algunas especies con áreas de distribución restringida (endémicas) queden excluidas, debido a que, las zonas con alta riqueza específica pocas veces coinciden con aquellas con alto porcentaje de endemismos (Peterson *et al.*, 2003), además, bajo este criterio se pueden necesitar áreas muy extensas lo que compromete la viabilidad administrativa y económica de las zonas elegidas (Ceballos, 1999).

### **Zonas de conservación en el estado de Oaxaca**

En Oaxaca existen ocho áreas naturales protegidas decretadas a nivel federal, una reserva de la biosfera (Tehuacán-Cuicatlán), tres parques nacionales (Huatulco, Benito Juárez y Lagunas de Chacahua), un monumento natural (Yagul), un área de protección de flora y fauna (Boquerón de Tonalá) y dos santuarios (Playa escobilla y playa de la Bahía Chacahua). Estas áreas en conjunto cubren menos del 5 % del territorio del Estado (Illoldi *et al.*, 2008).

A pesar de su excepcional riqueza, los trabajos llevados a cabo con un sustento teórico y metodológico para la identificación de zonas de conservación en el estado son escasos. En 1989, en un esfuerzo por aumentar la información sobre la biodiversidad de Oaxaca, se llevó a cabo un diagnóstico en el que se identificaron las regiones prioritarias para la conservación. Dicho diagnóstico resalta la importancia de conservar las selvas alta

perennifolias (específicamente las de Los Chimalapas), los bosques mesófilos (en especial los de la Sierra Juárez), los bosques tropicales caducifolios (de la vertiente del Pacífico) y el matorral xerófito de la región de Cuicatlán (De la Maza *et al.*, 1992). Es importante mencionar que el aspecto principal que se consideró para la selección de las zonas mencionadas arriba fue el grado de conservación que presentaban dichos ecosistemas. Algunos grupos independientes (GAIA A.C, SERBO A. C.) han propuesto y establecido zonas de conservación en el Estado. Sin embargo, esta selección no toma en cuenta una planeación sistemática, lo que lleva a cuestionar la eficacia de dichas zonas (Illoldi *et al.*, 2008).

Illoldi *et al.* (2008), utilizaron modelos de distribución potencial de mamíferos para priorizar áreas de conservación de este taxa en el Estado. Con base en los conceptos de rareza y complementariedad, los autores sugieren que los esfuerzos de conservación deben enfocarse en la sierra Mazateca, Mixteca, Madre del Sur y Los Chimalapas.

Las áreas de conservación certificadas, o áreas comunitarias certificadas (ACC) son una alternativa de protección con la que se busca la participación de las comunidades locales en la toma de decisiones y elaboración de los planes de manejo. Ha habido un incremento notorio en el número de áreas bajo este esquema de conservación en Oaxaca en los últimos años (Ortega del Valle *et al.*, 2010). A diferencia de las ANP, las Áreas Certificadas son establecidas por comunidades que desean destinar cierta parte de su territorio a la conservación. Actualmente, Oaxaca es el estado con mayor número de ACC (74) bajo este esquema de conservación (Ortega del Valle *et al.*, 2010). Aunque hay casos exitosos de conservación en esta modalidad, resulta primordial señalar que poco o nada se ha trabajado en la evaluación de la efectividad de dichas zonas. A pesar de que se está incrementando el número de ACC en el Estado, la falta de planeación y establecimiento de criterios (biológicos y ecológicos) para la selección de estas zonas muy posiblemente estén llevando a establecer zonas poco eficientes y en las cuales la representatividad de la riqueza de Oaxaca es baja.

### **Especies sustitutas**

El empleo de especies sustitutas en los temas de conservación ha tomado importancia en los últimos años, ya que con esta técnica se acelera la identificación de zonas para la conservación utilizando una especie o un grupo de especies normalmente bien representadas en la zona. Además, debido a que se considera un grupo pequeño de

especies (muchas veces solo una) como especies sombrilla, su evaluación y monitoreo se puede realizar con mayor eficacia (Caro y O'Doherty, 1999).

A pesar de haber sido introducido hace más de 45 años (Moore, 1962), la efectividad del uso de especies sustitutas esta aún en debate. Algunos investigadores las recomiendan como una manera efectiva, eficiente y en ocasiones la única, para proceder en regiones con datos insuficientes y en donde la toma de decisiones no puede esperar (Lambeck, 1997; Brooker, 2002).

Dalerum y colaboradores (2008) definen cinco tipos de especies sustitutas: las especies indicadoras, clave, bandera, sombrilla y focales (Cuadro 1).

Cuadro 1. Definición de los tipos de especies sustitutas.

Especies sustitutas	Fuente	Definición
Clave	Simberloff, 1998	Especies que tiene un impacto sobre otras especies o procesos más allá de los que se esperaría dada su abundancia.
Indicador	Landres <i>et al.</i> , 1988	Especies cuyas características son utilizadas para medir atributos difíciles de cuantificar en otras especies o paisajes.
Bandera	Simberloff, 1998	Especies carismáticas que pueden ser usadas para respaldar acciones de conservación, ya que reciben interés y simpatía pública.
Sombrilla	Noss, 1990	Especie con requerimiento de áreas grandes, al cual brindándole suficiente protección se protege de antemano a otras especies.
Focal	Lambeck, 1997	Conjunto de especies, cada uno de las cuales es usada para definir diferentes atributos especiales y de composición que deben estar presentes en un paisaje.

## Especies sombrilla

El concepto de especie sombrilla se originó como una solución práctica para la protección de especies en vida silvestre en el siglo XX. La idea fue formalizada en las décadas de 1980 y 1990, cuando investigadores trabajando de manera independiente, explícitamente argumentaron que la protección de especies con requerimiento de hábitats grandes o con preferencias de hábitats específicos podrían proteger a otras especies en ecosistemas determinados (Caro, 2003).

Se han propuesto varias definiciones de especies sombrilla que enfatizan diferentes usos y propiedades, esto ha resultado en ciertas confusiones acerca del significado del término (Zacharias y Roff, 2001). Noss (1990) define a una especie sombrilla como “una especie con requerimientos grandes de área, al cual brindándole suficiente protección se protegerá de antemano a muchas otras especies”. Fleishman *et al.* (2000, 2001) la definen como una especie cuya conservación confiere protección a numerosas especies ecológicamente concurrentes. Los mismos autores desarrollan una metodología para seleccionar de manera puntual las especies sombrillas de una región dada. La metodología consiste en asignarle un valor a cada especie de acuerdo a tres criterios; la concurrencia con otras especies, el grado de rareza y la sensibilidad a disturbios humanos.

Algunos autores han analizado de manera crítica la utilidad de especies sombrilla en la delimitación y evaluación de zonas de conservación. Berger (1997) evaluó el uso del rinoceronte negro (*Diceros bicornis*) como especie sombrilla para otros herbívoros del desierto africano; los resultados fueron negativos, debido principalmente a los hábitos migratorios de los últimos. A diferencia de los rinocerontes, la mayoría de los herbívoros de talla grande tienden a desplazarse en busca de mejores forrajes en la temporada de secas mientras que los rinocerontes no lo hacen. Andelman y Fagan (2000) evaluaron los patrones de concurrencia de especies sombrilla, indicadores y bandera con especies simpátricas en conjunto con la biota de tres bases de datos provenientes de diferentes regiones de los Estados Unidos, encontrando que un grupo de especies tomadas al azar protegieron un mayor número de especies que las especies sustitutas utilizadas, esto debido principalmente a que muchas de estas especies no presentaban concurrencia alta con otras especies.

Linnell *et al.* (2000) en su estudio sobre el uso de carnívoros de talla grande como especies sombrilla en los bosques boreales escandinavos, concluyeron que los primeros no son buenos candidatos para fungir como especies sombrilla, debido a que por sus hábitos se adaptan fácilmente a las perturbaciones del hábitat. Los autores proponen a los ungulados como especies sombrilla potenciales, ya que no solo presentan características que se acoplan bien a este concepto, sino que además aportan beneficios económicos a las comunidades en las que se distribuyen, aumentando de esta manera su importancia para la conservación en dichos bosques. Fleishman *et al.* (2000 y 2001) encontraron resultados positivos al utilizar aves y mariposas como especies sombrilla. Caro (2003), quien evaluó algunas reservas naturales en África que se establecieron bajo el concepto de especies sombrilla, concluyó que de cierto modo han tenido efectividad, principalmente para ungulados y carnívoros de tallas media y grande.

Dalerum *et al.* (2008), evaluaron el uso de los carnívoros africanos de talla grande como especies sombrilla, concluyendo que, debido a la tolerancia a un amplio rango de hábitats y las adecuaciones al suministro de alimento en las poblaciones de estos organismos, su uso sería limitado. Finalmente, Roberge y Angelstam (2004) analizaron un número considerable de publicaciones sobre el uso de especies sombrilla, llegando a la conclusión de que no es suficiente la conservación de una sola especie como paraguas o sombrilla para la conservación de las especies concurrentes

### **Mamíferos como especies sombrilla**

Diferentes grupos taxonómicos han sido propuestos y evaluados para el establecimiento de prioridades de conservación fungiendo como especies sombrilla: jaguar (Rabinowitz, 1986); carnívoros (Noss *et al.*, 1996; Kerr, 1997); rinocerontes negros (Berger, 1997); carnívoros de talla grande (Andelman y Fagan, 2000); aves y mariposas (Murphy y Wilcox 1986; Fleishman *et al.*, 2000, 2001) y mamíferos de talla grande (Caro, 2001; 2003).

Debido a que el concepto de especie sombrilla contempla organismos con requerimientos de área grandes, es lógico pensar que muchos mamíferos, principalmente los carnívoros, sean candidatos para fungir como especies sombrilla, ya que como se ha señalado hay una correlación positiva entre el tamaño corporal con el tamaño del ámbito hogareño (Gittleman, 1986).

En el presente trabajo se utilizará el índice de especies sombrilla (IES) desarrollado por Fleishman *et al* (2000, 2001) con la finalidad de evaluar el potencial que tienen las especies de mamíferos de talla media y grande para fungir como especies sombrilla del resto de especies de mamíferos terrestres presentes en el estado de Oaxaca.



## JUSTIFICACIÓN

El empleo de especies sustitutas ha sido considerado como una opción importante en el establecimiento de prioridades de conservación de la biodiversidad sobre todo en regiones con datos escasos y recursos económicos limitados. Existen trabajos que integran el uso de la especies sustitutas en sus conceptos, principalmente especies sombrillas, la mayoría de estos trabajos realizados en Europa. Sin embargo, los trabajos para América en donde se tome el concepto de especie sombrilla para la delimitación de posibles zonas de conservación son escasos y están restringidos principalmente a la parte norte del continente. En México no se ha empleado esta metodología para la designación y evaluación de las zonas de conservación a nivel de estado, por lo que puede considerarse a este trabajo como el primero en evaluar la utilización de las especies sombrilla para la delimitación de zonas de conservación en México a dicha escala.

Los formuladores de dicho índice (Fleishman *et al.*, 2000) señalan que dadas las características de éste, se adapta a diferentes regiones y taxones. En el presente trabajo se evaluará la utilidad del IES para conservar las especies de mamíferos terrestres no voladores que se distribuyen en el estado de Oaxaca, México.

## OBJETIVOS

### Objetivo general

- Evaluar el potencial de los mamíferos de talla media y grande para fungir como especie sombrilla para el resto de los mamíferos terrestres no voladores que se distribuyen en el estado de Oaxaca.

### Objetivos específicos

- Identificar las especies de mamíferos de talla media y grande con potencial de servir como especies sombrilla para el resto de mamíferos terrestres no voladores de Oaxaca, mediante el índice de especie sombrilla (IES) propuesto por Fleishman *et al.* (2000).
- Identificar posibles zonas prioritarias de conservación para los mamíferos terrestres no voladores del estado en función de la distribución de las especies sombrilla.
- Establecer la proporción de especies (total), especies endémicas, especies amenazadas y tipos de vegetación distribuidos en el estado que se protegen con los sitios seleccionados por medio del IES
- Contrastar la efectividad de las especies sombrilla con la efectividad obtenida con especies tomadas al azar, lo anterior en relación a la proporción de especies y de su distribución media que se logran proteger, así como al número de sitios requeridos para llevar acabo dicho nivel de protección.
- Establecer la concordancia entre sitios seleccionados por medio del índice de especie sombrilla con las áreas naturales protegidas, áreas de conservación comunitarias, regiones terrestres prioritarias (Benítez y Loa, 1996) y las zonas prioritarias para la conservación de los mamíferos de México (Ceballos, 1999) y las zonas identificadas por Illoldi-Rangel *et al.* (2008).

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estado de Oaxaca está ubicado en la porción meridional de la República Mexicana, limita al norte con los estados de Veracruz y Puebla, al este con Chiapas, al sur con el Océano Pacífico y al oeste con Guerrero. Las coordenadas extremas del estado son: al norte  $18^{\circ} 39''$  y al sur  $15^{\circ} 39''$  de latitud norte; al este  $93^{\circ} 52''$  y al oeste  $98^{\circ} 32''$  de longitud Oeste (figura 1). Cuenta con una superficie de  $95,364 \text{ km}^2$ , lo que representa el 4.8% del territorio nacional (INEGI, 2004).

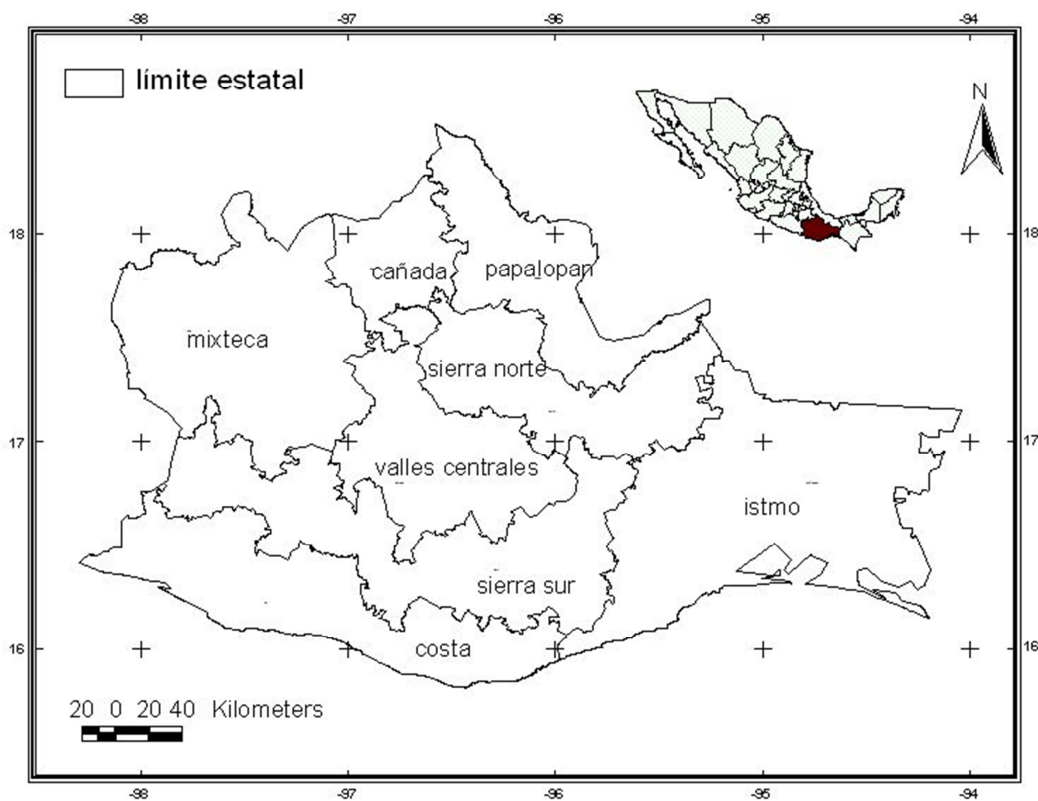


Figura 1. Ubicación del estado de Oaxaca dentro de la República Mexicana.

### Área de estudio

Oaxaca es uno de los estados de la República Mexicana con mayor variedad geológica, en su territorio están presentes rocas de las diferentes etapas de la conformación del continente. Además de una variada topografía, en el territorio oaxaqueño es posible encontrar una gran variedad de condiciones climáticas (Centeno-García, 2004). Esta multiplicidad puede estar asociada a la presencia de una serie de factores que permiten la

existencia de condiciones tan contrastantes en el estado como son la posición geográfica, la gran complejidad del relieve y el efecto de las corrientes marinas, condiciones que intervienen en la presencia de determinados sistemas meteorológicos que afectan a Oaxaca y que conforman el marco climático (Trejo, 2004), esta diversidad climática y geomorfológica se ve reflejada y representada en las características de las comunidades vegetales que se establecen en el área y que sin duda muestran la relación que existe entre las condiciones del clima y la vegetación.

Para poder aplicar el IES se dividió al estado de Oaxaca en 893 cuadros de 6 minutos x 6 minutos (120 km<sup>2</sup> aproximadamente). No existe un consenso en cuanto al tamaño de cuadrícula a utilizar en estudios de conservación a nivel regional. Se consideró que el tamaño propuesto es adecuado ya que una cuadrícula de tamaño menor limitaría de manera significativa la aplicación del método; lo único que se logra es remplazar los puntos por cuadros pequeños; por otra parte, una de mayor tamaño resultaría en áreas grandes, lo cual dificulta la administración y monitoreo de las zonas potenciales de conservación (Margules *et al.*, 1988; Margules y Sarkar, 2009).

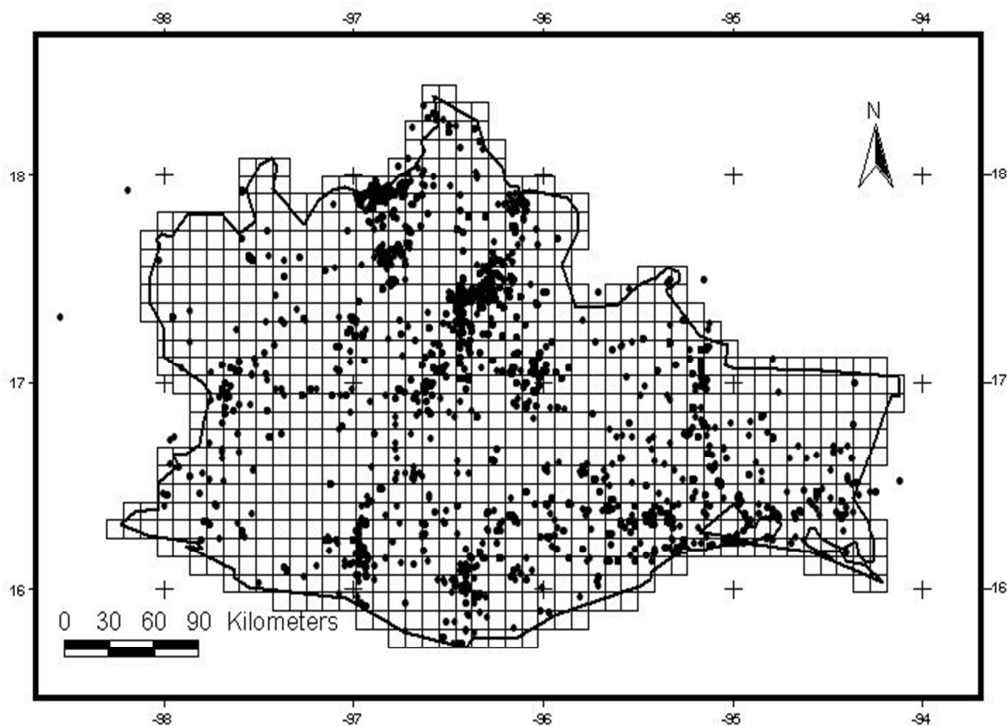


Figura 2. Registros de mamíferos de talla media y grande en Oaxaca. Cuadros de 6 min. x 6 min.

### **Aplicación del índice de especie sombrilla**

Para medir el potencial de especie sombrilla se utilizó el índice de especie sombrilla (IES) propuesto por Fleishman *et al.* (2000). Dichos autores consideran que una especie tiene potencial de servir como sombrilla para otras si presenta un grado intermedio de rareza, un valor alto de concurrencia con otras especies y un valor alto de sensibilidad a los disturbios humanos.

Se decidió trabajar con mamíferos de talla media (>100 gr.) y grande (>10 Kg.) ya que son los organismos que mejor se adaptan al concepto original de especies sombrilla, en especial los de talla grande (Noss *et al.*, 1996). Para la clasificación de las categorías de tamaño, se siguió lo propuesto por Robinson y Redford (1986).

En la aplicación del IES se excluyeron del análisis a 1) todos los mamíferos voladores, 2) las especies que pesaran menos de 100 gr. en promedio (mamíferos de talla pequeña) y 3) a las especies de tallas mediana y grande con menos de 10 registros en el estado, lo que dio un total de 44 especies (tabla 2). Sin embargo, en la evaluación de la efectividad de las especies sombrilla se tomaron en cuenta todos los mamíferos terrestres no voladores independientemente del número de registros con los que contaran, con esto finalmente se utilizó un total de 122 especies de mamíferos de tallas pequeña, mediana y grande (1248 registros) (anexo 3).

El IES de especie se calcula con la ecuación:

$$\text{Índice de especie sombrilla} = R + SDH + PC$$

Donde, R se refiere al grado intermedio de rareza, SDH indica la sensibilidad a disturbios humanos y PC representa el porcentaje promedio de concurrencia. Fleishman *et al.* (2000, 2001), mencionan que una especie es considerada como sombrilla, si la sumatoria de estos tres componentes es igual o mayor que el promedio de la sumatoria de todas las especies más una desviación estándar.

*Grado intermedio de rareza.*

Para el cálculo del grado intermedio de rareza (R) se determinó la ocurrencia proporcional de cada especie en el estado (Qj); para ello se sumaron los sitios o cuadros en los que estuvo presente dicha especie y se dividió entre el número total de sitios (n).

$$R = 1 - |0.5 - Q_j|$$

R puede tomar valores que van de 0.5 a 1, valores cercanos a uno indican una rareza intermedia. La importancia de considerar valores de rareza intermedios radica en el hecho de que la protección de especies comunes requiere la conservación de áreas grandes. Por otro lado, el proteger especies raras llevaría a conservar áreas demasiado pequeñas dejando excluidas la mayoría de especies (Fleishman *et al.*, 2000).

*Sensibilidad a disturbios humanos (SDH)*

La sensibilidad a disturbios humanos se evaluó con la ayuda del Método de Evaluación de Riesgo (MER) utilizado en la inclusión de las especies a la NOM-059-ECOL-2001. El MER se basa en cuatro criterios independientes para la evaluación de las especies con respecto a su sensibilidad a los disturbios humanos:

1. Amplitud de distribución del taxón en México.
2. Estado del hábitat con respecto al desarrollo natural del taxón
3. Vulnerabilidad intrínseca del taxón
4. Impacto de la actividad humana sobre el taxón

La **amplitud de distribución del taxón** hace referencia al tamaño relativo del ámbito de distribución en México. Las áreas de distribución se tomaron de Ceballos y Oliva (2005). Ya que para muchas especies esta distribución esta dada sólo por registros de presencia, se consideró a todo el territorio estatal donde se ha registrado la especie como zona de distribución de la misma. La distribución nacional resultó de la sumatoria de las áreas de cada unos de los estados donde se ha registrado la especie. La ponderación se realizó de acuerdo con cuatro categorías.

1. muy restringida (< al 5 % del territorio nacional) = 4
2. restringida (entre el 5 y 15 % del territorio nacional) = 3
3. medianamente restringida (entre el 16 y el 39 % del territorio nacional) = 2
4. ampliamente distribuida (=> 40 % del territorio nacional) = 1

El **estado del hábitat** es el conjunto actual estimado de efectos del hábitat particular, con respecto a los requerimientos conocidos para el desarrollo natural del taxón, en términos de las condiciones físicas y biológicas requeridas para cada especie.

Se ponderó de la manera siguiente:

1. Hostil o muy limitante = 3
2. Intermedio o limitante = 2
3. Propicio o poco limitante = 1

La evaluación de este criterio se realizó a nivel de estado. Con la ayuda de los sistemas de información geográfica (ArcView 3.2, ESRI, 1998) se superpusieron los puntos de registros de las especies evaluadas a mapas de Tipos de vegetación y Uso de suelo (INEGI, 2004), de esta manera, se consideró hostil, intermedio o propicio el hábitat de una especie de acuerdo con al tipo de vegetación y uso de suelo en que se localizaban los registros (y la proporción de estos) de dicha especie. Se consideró a los asentamiento humanos, pastizales inducidos y zonas agrícolas intensivas como las zonas que ofrecían condiciones menos propicias para el desarrollo de cualquier taxón. Para ilustrar lo anterior, se puede decir que una especie con más del 50 % de sus puntos de registro en cualquiera de las tres categorías de uso de suelo consideradas como poco propicias obtendría un valor alto (3) ya que el hábitat en el que se distribuye se está viendo remplazado o deteriorado.

Por **vulnerabilidad intrínseca del taxón** se entiende al conjunto de factores relacionados con la historia o la forma de vida propia del taxón que lo hacen vulnerable. Dichos factores son: las estrategias de reproducción, tasa de mortalidad y natalidad, historia de vida, fenología, aspectos alimenticios, vulnerabilidad genética, entre otras. El MER considera la siguiente ponderación para este parámetro.

1. Vulnerabilidad alta = 3
2. Vulnerabilidad intermedia = 2
3. Vulnerabilidad baja = 1

Para ponderar este criterio se recabaron los datos pertinentes para cada especie referente a 1) edad en la que alcanzaban la madurez sexual y 2) el número de camadas por año.

Se consideró estos dos aspectos como los determinantes para establecer la vulnerabilidad intrínseca de cada especie.

El **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. Para la evaluación de este parámetro se consideró la presión por asentamientos humanos, fragmentación del hábitat, contaminación, uso, comercio, tráfico, y afectación por introducción de especies exóticas. La ponderación se da como sigue:

1. Impacto Alto = 4
2. Impacto Medio = 3
3. Impacto Bajo = 2

Al igual que en el criterio anterior, se realizó una revisión bibliográfica para poder determinar el grado de impacto que tienen las diferentes actividades humanas sobre cada taxón en particular.

Una vez estimados los valores para cada uno de los criterios considerados en el MER, se sumaron y dicha suma se dividió entre el valor más alto obtenido. Al final se obtuvo una escala de 0 a 1, donde las especies con valores cercanos a 1 son las especies con mayor sensibilidad a los disturbios humanos.

#### *Porcentaje de concurrencia (PSC)*

Se define como la proporción de concurrencia con otras especies, y esta dada por:

$$\sum_{i=1}^l [(S_i = 1)/(S_{max} = 1)]/N_j$$

donde  $l$  es el número de sitios en cada región,  $S_i$  es el número de especies presentes en cada sitio  $i$ ,  $S_{max}$  es el número total de especies presentes en todos los sitios en la región, y  $N$  es el número de sitios en el cual la especie  $j$  es encontrada. Este parámetro toma valores que van de 0 a 1. Mientras más cercano a uno sea este valor mayor será el porcentaje de concurrencia.

#### **Proporción de especies protegidas por medio del IES**

Para obtener el nivel de protección conferido por todos los sitios seleccionados simplemente se obtuvo la proporción de especies protegidas con respecto al total, la



proporción de especies endémicas de Oaxaca y la proporción de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que se protegen con este esquema de conservación.

### **Efectividad de Especies Sombrilla**

Ferrier (2002), menciona que una forma adecuada de evaluar la efectividad de las redes de conservación seleccionadas con especies sustitutas es comparando el nivel de protección que ofrece esta red, contra la que ofrece una diseñada con especies seleccionadas al azar. Se consideró lo anterior para la evaluación de la efectividad de las especies seleccionadas en este trabajo. Para ello, se obtuvieron 10 subconjuntos de 6 especies tomadas al azar cada uno. Este número corresponde al número de especies que fueron seleccionadas por el índice de especie sombrilla (Cuadro 2). Para la selección de estos grupos se consideró únicamente a los mamíferos de talla media y grande, sin excluir a aquellas especies que fueron seleccionados mediante el IES. La evaluación de la efectividad (especies sombrilla vs especies tomadas al azar) se realizó considerando la *proporción de especies* que se protege, la *proporción de la distribución* de estas y el *número de sitios requeridos* para llevar a cabo dicho nivel de protección. Se consideraron dos escenarios: 1) conservación de todos los sitios (cuadros) en los que estuviera presente al menos una especie, y 2) conservación de los sitios en los que estuviera presente la especie con el valor del IES más alto o en el caso del esquema aleatorio la conservación de los sitios con la especie mas concurrente. El segundo escenario fue planteado por el hecho de que en muchas ocasiones solo se puede destinar a la conservación un numero pequeño de áreas.

Se utilizó un análisis de proporciones para comparar el desempeño de los diferentes esquema mencionados; este análisis consiste en comparar la proporción de especies protegidas en cada esquema de conservación y mediante una prueba de  $chi^2$  se evalúa si la diferencia es significativa.

### **Relación de los sitios seleccionados con el IES con las áreas de conservación establecidas en el estado.**

Para evaluar la relación espacial de las áreas obtenidas mediante el índice de especie sombrilla con las áreas naturales protegidas establecidas en el estado, las áreas de conservación comunitarias (ACC), las regiones terrestres prioritarias (RTP), las zonas importantes para la conservación de los mamíferos identificas por Illoldi-Rangel (2008) y

las zonas prioritarias para la conservación de los mamíferos de México (ZPCM), se superpusieron cada uno de los respectivos mapas a los polígonos obtenidos mediante el índice de especie sombrilla. Se contabilizó el número de sitios (cuadros) que coincidían con los polígonos de las ANP, ACC, RTP y ZPCM. El manejo de los mapas se realizó con la ayuda del programa Arcview 3.2 (ESRI, 1998).

### **Priorización de las zonas de conservación identificadas por el IES**

Debido a que es muy difícil conservar la totalidad de sitios identificados como importantes (Margules y Sarkar 2009) , se realizó un análisis de complementariedad para identificar el número mínimo de sitios necesarios para proteger un porcentaje significativo de la diversidad de mamíferos del Estado; primero, se identificó el sitio que albergara el mayor número de especies posibles, estas especies se descartaron en la selección de los sitios posteriores, después se identificó el segundo sitio con el mayor número de especies no encontradas en primero, y así se continuó hasta proteger a todas las especies.

## RESULTADOS

### Identificación de especies sombrilla

De un total de 44 especies de mamíferos de talla mediana y grande se identificaron 6 con potencial de servir como sombrilla para el resto de los mamíferos terrestres no voladores que se distribuyen en el estado (Cuadro 2): *Panthera onca* (jaguar), *Tapirus bairdii* (tapir), *Lepus flavigularis* (liebre del Istmo), *Ateles geoffroyi* (mono araña), *Tamandua mexicana* (oso hormiguero) y *Dasyprocta mexicana* (Serete). En el cuadro de abajo se muestran los valores obtenidos para cada uno de los componentes del IES por especie; rareza media (R), porcentaje de concurrencia (PC) y sensibilidad a disturbios humanos (SDH).

Cuadro 2. Valores obtenidos del IES para cada especie. Las seis especies identificadas por el IES se muestran en negritas. R= rareza, PC: porcentaje de concurrencia, SDH: sensibilidad a disturbios humano y IES: índice de especie sombrilla; obtenido de la suma de los tres parametros anteriores.

especie	R	PC	SDH	IES
<i>Panthera onca</i> (Linnaeus, 1758)	0.50	0.45	0.82	<b>1.77</b>
<i>Tapirus bairdii</i> (Gill, 1865)	0.51	0.24	1.00	<b>1.75</b>
<i>Lepus flavigularis</i> (Wagner, 1844)	0.52	0.26	0.91	<b>1.69</b>
<i>Ateles geoffroyi</i> (Kuhl, 1820)	0.52	0.33	0.73	<b>1.58</b>
<i>Tamandua mexicana</i> (de Saussure, 1860)	0.53	0.27	0.73	<b>1.52</b>
<i>Dasyprocta mexicana</i> (de Saussure, 1860)	0.51	0.24	0.73	<b>1.48</b>
<i>Orthogeomys hispidus</i> (Le Conte, 1852)	0.51	0.28	0.64	1.42
<i>Potos flavus</i> (Schreber, 1774)	0.53	0.15	0.73	1.41
<i>Sigmodon mascotensis</i> (J. A. Allen, 1897)	0.53	0.20	0.64	1.37
<i>Orthogeomys grandis</i> (Thomas, 1893)	0.54	0.17	0.64	1.35
<i>Sigmodon alleni</i> (Bailey, 1902)	0.53	0.16	0.64	1.32
<i>Bassariscus sumichrasti</i> (de Saussure, 1860)	0.52	0.25	0.55	1.31
<i>Eira barbara</i> (Linnaeus, 1758)	0.51	0.24	0.55	1.30
<i>Leopardus pardalis</i> (Linnaeus, 1758)	0.51	0.25	0.55	1.30
<i>Leopardus wiedii</i> (Schinz, 1821)	0.52	0.23	0.55	1.30
<i>Lontra longicaudis</i> (Olfers, 1818)	0.53	0.14	0.64	1.30
<i>Coendou mexicanus</i> (Kerr, 1792)	0.52	0.23	0.55	1.29
<i>Dasypus novemcinctus</i> (Linnaeus, 1758)	0.52	0.31	0.45	1.28

<i>Didelphis marsupialis</i> (Linnaeus, 1758)	0.52	0.21	0.55	1.27
<i>Mephitis macroura</i> (Lichtenstein, 1832)	0.52	0.29	0.45	1.26
<i>Cuniculus paca nelsoni</i> (Goldman, 1913)	0.51	0.20	0.55	1.25
<i>Didelphis virginiana</i> (Kerr, 1792)	0.55	0.23	0.45	1.24
<i>Bassariscus astutus</i> (Lichtenstein, 1830)	0.52	0.25	0.45	1.23
<i>Conepatus leuconotus</i> (Lichtenstein, 1832)	0.52	0.25	0.45	1.23
<i>Pecari tajacu</i> (Linnaeus, 1758)	0.51	0.27	0.45	1.23
<i>Philander opossum</i> (Linnaeus, 1758)	0.52	0.16	0.55	1.23
<i>Herpailurus yagouaroundi</i> (Lacépède, 1809)	0.52	0.25	0.45	1.22
<i>Lepus callotis</i> (Wagler, 1830)	0.51	0.17	0.55	1.22
<i>Mazama americana</i> (Erxleben, 1777)	0.52	0.16	0.55	1.22
<i>Nasua narica</i> (Linnaeus, 1766)	0.54	0.23	0.45	1.22
<i>Odocoileus virginianus</i> (Zimmermann, 1780)	0.53	0.23	0.45	1.22
<i>Sciurus deppei</i> (Peters, 1863)	0.52	0.15	0.55	1.22
<i>Sylvilagus floridanus</i> (J. A. Allen, 1890)	0.55	0.21	0.45	1.22
<i>Canis latrans</i> (Say, 1823)	0.51	0.25	0.45	1.21
<i>Sylvilagus cunicularius</i> (Waterhouse, 1848)	0.52	0.15	0.55	1.21
<i>Tylomys nudicaudus</i> (Peters, 1866)	0.54	0.13	0.55	1.21
<i>Urocyon cinereoargenteus</i> (Schreber, 1775)	0.54	0.21	0.45	1.21
<i>Mustela frenata</i> (Lichtenstein, 1831)	0.51	0.23	0.45	1.20
<i>Sciurus aureogaster</i> (F. Cuvier, 1829)	0.59	0.15	0.45	1.20
<i>Spilogale putorius</i> (Linnaeus, 1758)	0.54	0.21	0.45	1.20
<i>Neotoma mexicana</i> (Baird, 1855)	0.54	0.20	0.45	1.19
<i>Procyon lotor</i> (Linnaeus, 1758)	0.53	0.21	0.45	1.19
<i>Sigmodon hispidus</i> (Say y Ord, 1825)	0.56	0.15	0.45	1.17
<i>Lynx rufus</i> (Schreber, 1777)	0.52	0.18	0.45	1.15

### Ubicación de las áreas de conservación identificadas mediante el IES

Las 53 áreas (cuadros) de conservación identificadas por medio del índice de especie sombrilla representan el 5.9 % del territorio estatal y se encuentran distribuidas prácticamente en las ocho regiones que componen el Estado, concentrándose más del 50

% (33 sitios) en el Istmo de Tehuantepec. Las regiones con menor número de sitios fueron Cañada y Costa con uno y dos sitios de conservación respectivamente (Figuras 3 y 4).

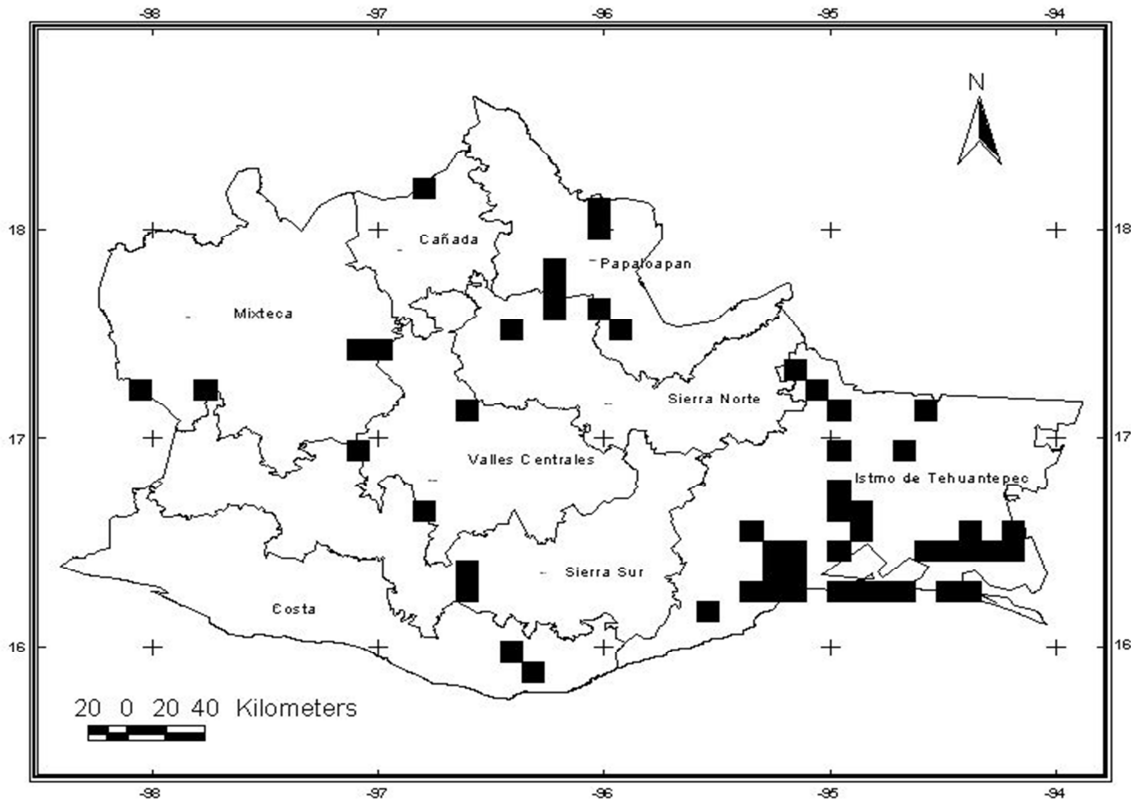


Figura 3. Ubicación de los sitios de conservación obtenidos con el IES.

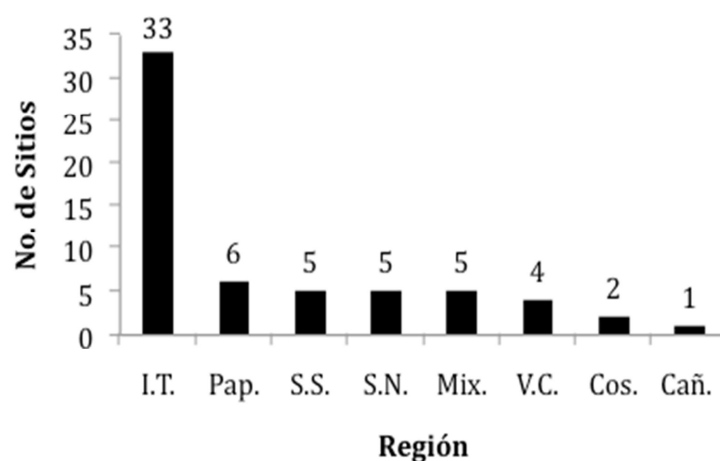


Figura 4. Número de sitios de conservación por región. I.T. *Istmo de Tehuantepec*; Pap. *Papaloapan*; S.S. *Sierra Sur*; S.N. *Sierra Norte*; Mix. *Mixteca*; Cos. *Costa* y Cañ. *Cañada*.

### Proporción de especies protegidas por los sitios identificaos por el IES

Se encontró que al conservar todos los sitios en los que estuviera presente al menos una especie sombrilla se brinda protección al 86 % (105 especies) de las especies de mamíferos terrestres no voladores presentes en el Estado (Cuadro 3). Así mismo, se protegen 27 especies bajo alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 de las 31 que se distribuyen en el Estado (Anexo 2), lo que representa el 87 % de las especie con algún grado de amenaza. Las especies enlistadas en la norma mexicana que no se protegen son *Galictis vittata*, *Microtus oaxacensis*, *M. umbrosus* y *Sorex macrodon* (Anexo 8).

Por otra parte, con este esquema se logra proteger 6 de las 12 especies endémicas del Estado, el 50 % restante de especies endémicas que no se protegen lo conforman *Microtus oaxacensis*, *M. umbrosus*, *Habromys chinanteco*, *H. lepturus*, *H. ixtlani* y *Rheomys mexicanus* (Cuadro 3 y Anexo 8).

Cuadro 3. Proporción de especies protegidas en los sitios identificados por el IES.

	Total de especies	Especies protegidas	Porcentaje
Total de especies	122	105	86 %
Especies enlistadas en la NOM-059	31	27	87 %
Especies endémicas	10	6	50 %

Además, con los sitios seleccionaos por el IES, se logra proteger 13 de los 16 tipos de vegetación identificados en Oaxaca por Rzedowski (2006) (Cuadro 3). Los tipos de vegetación mejor representados en los sitios de conservación fueron la vegetación halófito y el bosque espinoso con más del 50 % de su distribución bajo protección. Por el contrario, el Bosque mesófilo de montaña, el Bosque de *Pinus* y el Bosque tropical Subcaducifolio únicamente estuvieron representados por el 4 % de su distribución estatal. Las comunidades vegetales que no fueron protegidas son el Bosque de oyamel, Bosque de *Juniperus* y el Palmar.

Cuadro 4. Tipos de vegetación incluidos en los sitios identificados por medio del IES. clasificación de los tipos de vegetación tomada de Rzedowsky 2006.

Tipo de vegetación	Sup. Total (ha)	Sup. Protegida ha)	Porcentaje bajo protección
Vegetación halófito	8921.65	6360.53	71.29
Bosque espinoso	44497	22968.33	51.62
Bosque de galería	1827.48	805.32	44.07
Bosque de <i>Quercus</i>	73715.15	21046.61	28.55
Matorral Xerófilo	41756.97	8764.18	20.99
Manglar	32617.01	6561.2	20.12
Pastizal natural	92407.36	16379.47	17.73
Popal	1671.32	166.62	9.97
Bosque tropical perennifolio	1198134.55	94547.08	7.89
Bosque tropical caducifolio	1216902.92	95602.82	7.86
Bosque mesófilo de montaña	519868.06	20068.32	3.86
Bosque tropical subcaducifolio	363401.3	10564.42	2.91
Bosque de <i>Pinus</i>	2091818.82	55436.41	2.65
Bosque de Oyamel	1076.46	-	-
Bosque de <i>Juniperus</i>	8144.21	-	-
Palmar	31799.42	-	-

### Efectividad de las especies sombrilla

Se encontró que al proteger todos los sitios en los que estuviera presente al menos una especie tomada al azar se logra conservar una proporción de especies ( $\text{Chi}^2 = 3.97$ ,  $p = 0.0461$ ) y de su distribución media ( $\text{Chi}^2 = 8.01$ ,  $p = 0.0046$ ) significativamente mayor con respecto al esquema de conservar todo los sitios con al menos una especie sombrilla. Sin embargo, el número de sitios requeridos también aumenta significativamente ( $\text{Chi}^2 = 12.41$ ,  $p = 0.004$ ) (figura 5). Por otro lado, si se considera la relación entre el número de especies protegidas y el número de sitios, se encontró un mejor desempeño por parte de las

especie seleccionadas con el IES con respecto a las especies tomadas al azar, 1.92 y 1.21 especies por sitio de conservación respectivamente.

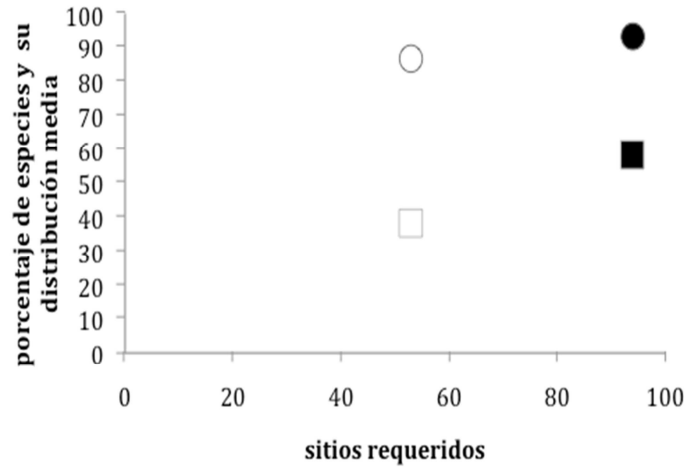


Figura 5. Proporción de especies y de su distribución media protegidas. Los círculos representan la proporción de especies y los cuadrados la proporción media de la distribución de dichas especies. Las figuras claras corresponde a los valores obtenidos mediante el esquema de especies sombrilla y las oscuras representan los obtenidos con el esquema que considera especies seleccionadas al azar.

**Relación de los sitios seleccionados por medio del IES con otros esquemas y propuestas de conservación.**

Al comparar la relación espacial entre los sitios seleccionados por medio del IES y otros esquemas o propuestas de conservación planteados a nivel nacional y estatal se encontró que, en general, el grado de concordancia fue bajo. Al compararlos con las áreas naturales protegidas federales y estatales resultó que únicamente un sitio (parque nacional Benito Juárez) coincide con dichas zonas de conservación, esto representa menos del 2 % del total de sitios identificados (Cuadro 5). Por otro lado, los sitios seleccionados por el IES mostraron una concordancia mayor con las Regiones Terrestres Prioritarias (Benítez y Loa, 1996), las zonas identificadas por Illoldi-Rangel (2008) y las zonas prioritarias para la conservación de mamíferos de México identificados por Ceballos (1999) con 45, 52.83 y 64 % del total de sitios respectivamente (ver Anexos 3-7).



Cuadro 5. Relación entre los sitios seleccionados por el índice de especie sombrilla con los diferentes esquemas y propuestas de conservación.

Sistema de conservación	Total sitios con E.S.	Sitios que coinciden	Porcentaje
Áreas Naturales Protegidas Federales	53	1	1.89
Áreas Naturales Protegidas Estatales	53	1	1.89
Áreas de Conservación Certificadas	53	8	15.09
Regiones Terrestres Prioritarias	53	24	45.28
Zonas prioritarias identificadas por Iloldi-Rangel, <i>et al</i> (2008)	53	28	52.83
Zonas prioritarias para la conservación de Mamíferos	53	34	64.15

#### **Priorización de zonas de conservación.**

Con base en el análisis de complementariedad se logra disminuir en gran medida el número de sitios requeridos para la protección de las especies del Estado, pasando de 53 a 13 sitios únicamente, estos representan el 1.4 % del territorio estatal. El Istmo de Tehuantepec concentra el mayor número de sitios (6), seguido de la sierra norte y Papaloapan con dos sitios cada una. Un solo sitio fue identificado en las regiones de la Mixteca, Valles Centrales y Cañada, mientras que la Sierra sur y Costa quedaron desprovisto de zonas de conservación.

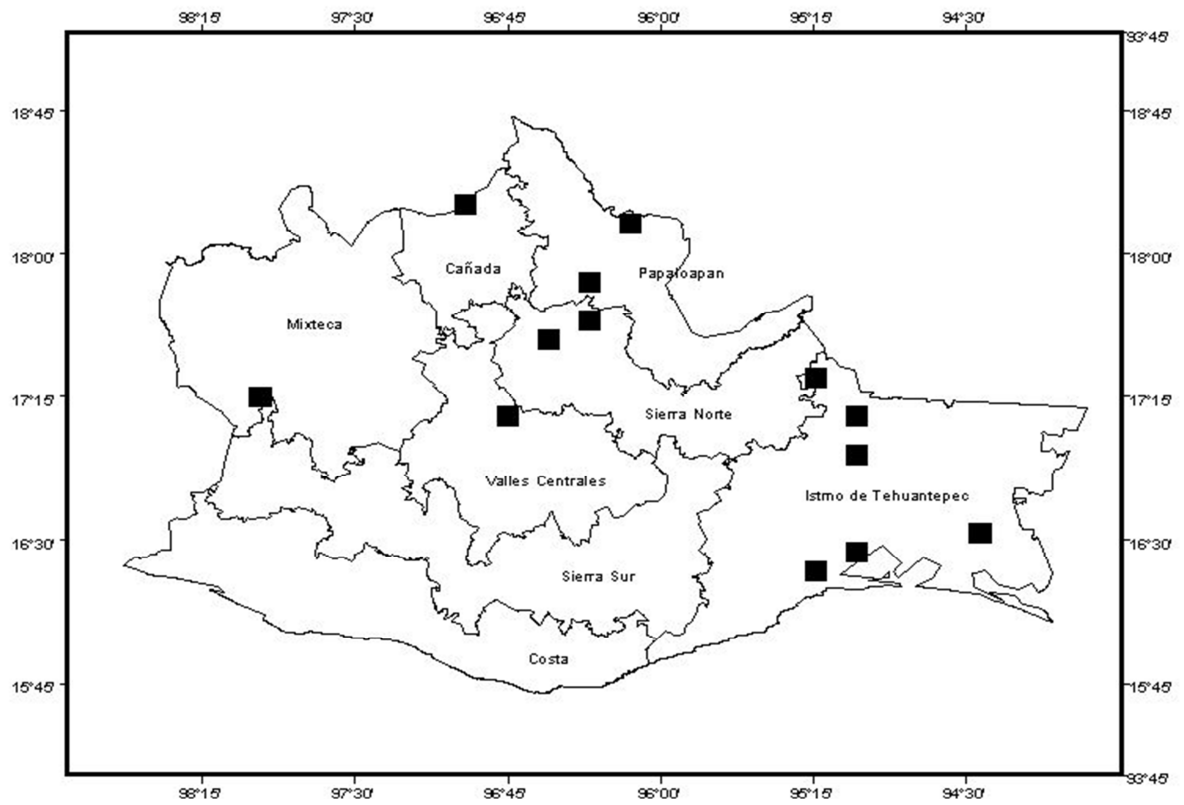


Figura 6. Ubicación de los sitios identificados en el análisis de complementariedad.

## DISCUSIÓN

El conjunto de especies identificadas en este trabajo, presentan características que han sido señaladas como propias de especies con potencial de servir como sombrilla para otras especies o de aquellas especies en las que se deberían enfocar las acciones de conservación, estas son: a) especies de talla grande (Wilcox, 1984 y Gittleman, 1986); b) Carnívoros (Wilcox, 1984), c) herbívoros, principalmente los de talla grande (Linell *et al* 2000), b) especies endémicas (Peterson *et al.*, 1993), que, aunque este autor hace énfasis en especies endémicas de los ecosistemas montañosos, dicho criterio es aplicable a otros ambientes y c) especies amenazadas (Ceballos y Brown, 1995 y Caldecott *et al.*, 1996); todas las especies seleccionadas por este índice se encuentran bajo alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2002, 2010); dichos autores sugieren que las acciones de conservación en México deberían tener como punto de partida la protección de especies amenazadas, por el hecho de ser más propensas a enfrentar problemas serios para su conservación en un futuro próximo.

### **Ubicación de zonas de conservación.**

Las zonas identificadas como prioritarias para la conservación de los mamíferos lo constituyen principalmente porciones del Istmo de Tehuantepec, Sierra Norte, Sierra Sur Papaloapan y Valles Centrales. La región del Istmo de Tehuantepec ha sido señalada en otros trabajos como prioritaria para la conservación debido principalmente a la alta diversidad de especies que presenta (González, 1992; Peterson *et al.*, 1993; Arita *et al.*, 1996 y Benítez y Loa, 1996), así como por ser considerado centro de endemismo de plantas vasculares (García-Mendoza *et al.* 2004). Al igual que el Istmo, la Sierra Norte es considerada como una región prioritaria debido al alto porcentaje de endemismo en mamíferos que alberga (Peterson *et al* 1993; Benítez y Loa, 1996) y por ser centro de endemismo de los géneros *Pinus* y *Quercus* (García-Mendoza *et al.*, 2004). Cabe señalar que las zonas identificadas como prioritarias en este trabajo coinciden con las consideradas por illoldi *et al.* (2008), aunque la zonas identificadas por dichos autores abarcan una mayor proporción (10-30 %) del territorio estatal que las identificadas por el IES (6 %); estas áreas las constituyen principalmente, porciones del Istmo, Sierra Norte, Papaloapan y Cañada.

### **Proporción de especies protegidas**

Es importante señalar que al proteger todos los sitios en los que estuviera presente al menos una especie sombrilla no se brinda protección a la totalidad de especies quedando fuera de las zonas de conservación el 14 % de ellas, esto puede deberse a la especificidad que muestran las especies sombrilla identificadas respecto a los tipos de ecosistemas en los que se distribuyen; cuatro de las seis especies identificadas como sombrilla (*Panthera onca*, *Tapirus bairdii*, *Ateles geoffroyi* y *Dasyprocta mexicana*) habitan selvas alta y mediana perennifolias y el bosque mesófilo de montaña (Ceballos y Oliva, 2005), mientras que una especie (*Lepus flavigularis*) prefiere los matorrales secos del Istmo; la única especie generalista es el oso hormiguero (*Tamandua mexicana*). El efecto de esta especificidad a ciertos ecosistemas se refleja en el porcentaje (50 %) de especies endémicas que se protegen, ya que estas se concentran preferentemente en los ecosistemas templados del Estado (Briones- Salas y Sánchez-Cordero, 2004; Ceballos y Oliva, 2005), como lo es el bosques de pino y sus asociaciones.

Los porcentajes de los tipos de vegetación que se conservan son desiguales. Mientras que logra conservar una proporción considerable de la vegetación halófito, el bosque espinoso y el bosque de galería presentes en el Estado, otros tipos de ecosistemas como el bosque mesófilo de montaña, los bosques tropicales perennifolios y caducifolios y los bosques templados se protegen solo mínimamente, y son precisamente estos últimos, los ecosistemas considerados como prioritarios de conservar, ya sea por la alta riqueza de especies o el alto porcentaje de endemismos que albergan (Peterson *et al.*, 1993; Challenger y Caballero, 1988; Sánchez-Cordero, 2001).

### **Coincidencia con otros esquemas de conservación**

En general, se encontró una concordancia mínima entre los sitios identificados con el IES con las Áreas Naturales Protegidas tanto federales como estatales así como con las Áreas de Conservación Certificadas (ACC) (Cuadro 4). Lo anterior pone en evidencia la baja representatividad de los mamíferos en las ANP del Estado señalado por Briones-Salas y Sánchez-Cordero (2004). Por otro lado, los sitios identificados por medio de IES mostraron mayor correspondencia con las Regiones Terrestres Prioritarias (Benítez y Loa, 1996) y las Zonas Prioritarias para la Conservación de los Mamíferos de México identificadas por Ceballos (1999). Este grado de coincidencia posiblemente esta influenciado por la proporción del territorio estatal que abarcan las RTP y las ZPCMM y

por que consideran aspectos de la distribución de las especies en su delimitación; tales como sitios con alta riqueza específica y centros de endemismos.

### **Efectividad de las especies sombrilla**

Fleishman *et al.* (2000 y 2001) señalan que el minimizar el número de sitios requeridos es la principal fortaleza del IES, mencionan además que si el objetivo es identificar un número pequeño de sitios que maximice la proporción de especie a conservar, el IES se muestra como una herramienta confiable. La relación entre el número de especies protegidas y el número de sitios requeridos, encontrada en el presente trabajo, refuerza lo señalado por dichos autores; ya que con el esquema de especie sombrilla se logra proteger el doble especies por sitio de conservación que el esquema que considera especies tomadas al azar.

Es importante resaltar el hecho de que tanto en el esquema de especies como el de especies tomadas al azar, la proporción de la distribución media de las especies que se conserva es mínima, en todos los casos, se deja sin protección más del 50 % de la distribución media. Fleishman *et al.* (2000 y 2001), encuentran un resultado diferente, al menos referente al esquema de conservar todas las especie sombrilla, dichos autores señalan que al brindarle protección a las especies sombrilla se logra conservar entre el 79 y 99 % de las distribución de todas las especies. El bajo porcentaje encontrado en el presente estudio muy posiblemente esta relacionado con la heterogeneidad en el número registros por especie, ya que algunas especies tienen únicamente el mínimo sugerido (10 registros) y otras tienen más de 1500 (algunos roedores).

### **Red de áreas conservación para los mamíferos de Oaxaca**

Con el análisis de complementariedad, se reduce de manera considerable el número de sitios identificados por medio del IES, pasando de 53 a solo 13 sitios necesarios para proteger el 86 % de la diversidad de mamíferos del Estado. Estos sitios podrían servir de base para el establecimiento de una red de áreas de conservación para este grupo en particular. Por otra parte, es necesaria la identificación de sitios que complementen esta red, enfocándose principalmente en las especies endémicas, debido a que estas quedan subrepresentadas en los sitios identificados por medio del IES.

## CONCLUSIONES

El Índice de Especies Sombrilla se mostró como una herramienta efectiva en “economizar” los recursos destinados a la conservación de los mamíferos distribuidos en Oaxaca, ya que, a pesar de que no logra proteger el 100 % de las especies, identifica un número pequeño de áreas con alta representatividad de estas, aspecto muy importante ya que los recursos destinados a la conservación son limitados y no permitirían atender un número mayor de áreas.

A pesar de que Oaxaca es uno de los estados con mayor diversidad de mamíferos terrestres, no se han propuesto áreas para la conservación considerando este taxón. Las zonas identificadas en este trabajo pueden ser consideradas como punto de partida en la identificación y establecimiento de una red de conservación para los mamíferos que se distribuyen en el Estado.

Se requiere de un gran esfuerzo para la conservación de la diversidad del Estado, esfuerzo que debe ser compartido entre los diferentes actores: científicos, políticos, sociedad y los poseedores (comunidades) de esta diversidad. Esta en manos de los científicos desarrollar y evaluar la metodologías necesarias para que los tomadores decisiones lo hagan acertadamente. El Índice de Especie Sombrilla es una metodología que sin duda debería estar presente en la formulación y diseño de las Áreas de Conservación que se planteen en el futuro.

## LITERATURA CITADA

- Andelman, S. J. y W. F. Fagan. 2000. Umbrella and flagships: efficient conservation surrogates or expensive mistakes? *Proceedings of the National Academy of Sciences* 97: 5954-5959.
- Arita, H., F. Figueroa, A. Frish, P. Rodríguez y K. Santos del Prado. 1996. Geographical range size and the conservation of Mexican mammals. *Conservation Biology* 11 (1): 92-100.
- Benítez, H. y E. Loa. 1996. Regiones Terrestres Prioritarias para la Conservación en México. CONABIO. *Biodiversitas* 9: 7-10.
- Berger, J. 1997. Populations constrains associated with the use of Black rhinos as an umbrella species for desert herbivores. *Conservation Biology* 11: 69-78.
- Briones-Salas, M. y V. Sánchez-Cordero. 2004. Mamíferos. En: García-Mendoza, A., M. J. Ordóñez y M. Briones-Salas (Editores) *Biodiversidad de Oaxaca*. Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la conservación de la naturaleza-WWF, México. pp. 43-54
- Brooker, L. 2002. The application of focal species knowledge to landscape desing in agricultural lands using the ecological neighborhood as a template. *Landscape Urban Plan* 60: 185-210.
- Caldecott, J. O., M. D. Jenkins, T. H. Johnson y B. Groombridge. 1996. Priorities for conserving global species richness and endemism. *Biodiversity and Conservation* 5: 699-727.
- Cantú, C., R. G. Wright, J. M. Scott, y E. Strand. 2004. Assessment of current and proposed nature reserves of México based on their capacity to protect geophysical features and Biodiversity. En: Illoldi, R. P., T. Fuller, M. Linaje, C. Pappas, V. Sánchez-Cordero y S. Sarkar. 2008. Solving the maximum representation problem to prioritize areas for the conservation of terrestrial mammals at risk in Oaxaca. *Diversity and distributions* 14: 493-508.
- Caro, T. M. y G. O'Doherty. 1999. On the use of surrogate species in conservation Biology. *Conservation Biology* 13: 805-814.
- Caro, T. M. 2001. Species richness and abundance of small mammals inside and outside an African national park. *Biological Conservation* 98: 251-257.
- Caro, T. M. 2003. Umbrella species: critique and lessons from East Africa. *Animal Conservation* 6: 171-181.
- Ceballos, G. 1999. Áreas prioritarias para la conservación de mamíferos de México. CONABIO. *Biodiversitas*. 27: 1-8.

Ceballos, G. y J. H. Brown. 1995. Global patterns of mammalian diversity, endemism and endangerment. *Conservation Biology* 9: 559-568.

Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. Los mamíferos silvestres de México. Fondo de Cultura Económica-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. 987p.

Centeno-García, E. 2004. Configuración geológica del estado. En: García-Mendoza, A., M. J. Ordóñez y M. Briones-Salas (Editores) Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la conservación de la naturaleza-WWF, México, pp. 29-42.

Challenger, A. y J. Caballero. 1988. Utilización y conservación de los tipos de vegetación terrestres de México. Pasado, presente y futuro, CONABIO / Instituto de Biología-UNAM/ Agrupación Sierra Madre, México.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2008. Estrategias de conservación: certificación de iniciativas de conservación comunitaria, SEMARNAT, México.

Dalerum, F., M. Somers, E. Kunkel y E. Cameron. 2008. The potential for large carnivores to act as biodiversity surrogates in southern Africa. *Biodiversity Conservation* 17: 2939-2949.

De la Maza R., Ojeda A., J. De la Maza y A. White. 1992. "Diagnóstico biológico e institucional del Estado de Oaxaca", En: Consejo Juan José, "La protección de espacios naturales en Oaxaca: estado actual y perspectivas" en González Álvaro y Vásquez Marco A. *Etnias, desarrollo, recursos y tecnologías en Oaxaca*, CIESAS. México, p. 23-40.

ESRI. 1998. ArcView 3.2. ESRI, Redlands, California, USA. <http://www.esri.com>.

Ferrier, S. 2002. Mapping spatial pattern in biodiversity for regional conservation planning: where to from here? *Systematic Biology* 51: 331-363.

Fleishman, E., D. D. Murphy y P.F. Brussard. 2000. A new method for selection of umbrella species for conservation planning. *Ecological Applications* 10: 569-579.

Fleishman, E., R. B. Blair y D. Murphy. 2001. Empirical validation of a method for umbrella species selection. *Ecological Applications* 11:1489-1501.

Gittleman, J. L. 1896. Carnivore life history patterns: Allometric, phylogenetic and ecological associations. *American Naturalist* 127: 744-771.

García-Mendoza, A., Ordóñez, M.J. & Briones-Salas, M. (2004). Diversidad biológica del Estado de Oaxaca. Instituto de Biología UNAM/Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza y WWF, México D.F. 605 p.

González, A. 1992. Etnias, desarrollo, recursos y tecnología en Oaxaca. CIESAS. México. 34 p.



- Humphries, J. C., P. H. Williams y R. I. Vane-Wright. 1995. Measuring biodiversity value for conservation. *Annual Review of Ecology and Systematic* 26: 93-111.
- Iloldi, R. P., T. Fuller, M. Linaje, C. Pappas, V. Sánchez-Cordero y S. Sarkar. 2008. Solving the maximum representation problem to prioritize areas for the conservation of terrestrial mammals at risk in Oaxaca. *Diversity and distributions* 14: 493-508.
- INE-SEMARNAT. 2001. Mapa de Áreas Naturales Protegidas. México. D.F.
- INEGI. 2004. Información geográfica. División por entidad federativa con base en el marco geoestadístico. En: [www.inegi.gob.mx/geo/informaciongeografica/Oaxaca](http://www.inegi.gob.mx/geo/informaciongeografica/Oaxaca).
- Kerr, J. R. 1997. Species richness, endemism, and the choice of areas for conservation. *Conservation Biology* 11: 1094-1100.
- Lambeck, R. J. 1997. Focal species: a multi-species umbrella for nature conservation. *Conservation Biology* 11:849-856.
- Linnell, J., J. E. Swenson y R. Andersen. 2000. Conservation of biodiversity in Scandinavian boreal forest: large carnivores as flagships, umbrellas, indicators or keystones? *Biodiversity Conservation* 9: 857-868.
- Margules, C. R., A. O. Nicholls y R. L. Pressey. 1988. Selecting Networks of reserves to maximize biological diversity. *Biological conservation* 43: 63-76.
- Margules, C. R. y R. L. Pressey. 2000. Systematic conservation planning. *Nature* 405: 243-253.
- Margules, R. C. y S. Sarkar. 2009. Planeación sistemática de la conservación. Cambridge University Press., New York. 280 p.
- Millenium Ecosystem Asesment, 2005. Living beyond our means: natural assets and human well being. En: Ceballos G. Conservation priorities for mammals in megadiverse Mexico: the efficiency of reserve Networks. *Ecological applications* 17 (2): 569-578.
- Morrone, J. J. 2000. La importancia de los atlas biogeográficos para la conservación de la biodiversidad. En: García-Marmolejo, G., T. Escalante y J. J. Morrone. Establecimiento de prioridades para la conservación de los mamíferos terrestres neotropicales de México. *Mastozoología Neotropical* 15 (1): 41-65.
- Murphy, D. y B. A. Wilcox. 1986. Butterfly diversity in natural habitat fragments: a test of the validity of vertebrate-based management. Pp. 287-292.
- Myers, N., R. A. Mittermeier, C. G. Mittermeier, G. A. B. da Fonseca y J. Kent. 2000. Biodiversity hotspot for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- Noss, R. F. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation Biology* 4: 355-364.

Noss, R., H. Quigley, M. Hornocker, T. Merrill y C. Paquet. 1996. Conservation biology and carnivore conservation in the Rocky Mountains. *Conservation Biology* 10: 949-963.

Ortega del Valle, D. 2010. Áreas de conservación certificadas en el estado de Oaxaca. WWF, CONANP-SEMARNAT. Oaxaca, México. 134 pp.

Peterson, T., O. Flores, L. León-Paniagua, J. Llorente, M. Martínez, A. Navarro-Sigüenza, M. Torres-Chávez y I. Vargas-Fernández. 1993. Conservation priorities in México: Moving up in the World. *Biodiversity Letters* 1: 33-38.

Pressey, R. L., C. J. Humphries, C. J. Margules, C. R. Vane-Wright y P. H. Williams. 1993. Beyond Opportunism: Key principles for systematic reserve selection. *Trends in Ecology and Evolution* 8:124-128.

Pressey, R. L., S. Ferrier, T. C. Hager, C.A. Woods, S. L. Tully y K. M. Weinman. 1996. How well protected are the forests of North Eastern New South Wales? Analyses of forest environments in relation to tenure, formal protection measures and vulnerability to clearing. En: Pressey, R. L., R. M. Cowling y M. Rouget. *Formulating conservation targets for biodiversity pattern and process in the Cape Floristic Region, South Africa. Biological Conservation* 112: 99-127.

Rabinowitz, A. 1986. Jaguar. En: Caro, T. M. 2003. *Umbrella species: critique and lessons from East Africa. Animal Conservation* 6: 171-181.

Rzedowski, J. 2006. *Vegetación de México. 1ra. Edición Digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 504 pp.*

Roberge, J. M. y P. Angelstam. 2004. Usefulness of the umbrella species concept as a conservation tool. *Conservation Biology* 18: 76-85.

Robinson, J. G. y K. H. Redford. 1986. Body size, diet, and population density of neotropical forest mammals. *American Naturalist* 128: 665-680.

Sánchez-Cordero, V., P. Illoldi, M. Linaje, T. Fuller y S. Sarkar. 2008. ¿por que hay un costo en posponer la conservación de la diversidad biológica en México? *CONABIO. Biodiversitas. 76:7-12.*

Sarkar, S. y C. R. Margules. 2002. Operationalizing biodiversity for conservation planning. *Journal of Biosciences* 27: 339-346.

Sarkar, S. 2003. *Conservation area Networks. Conservation and society* 1. v-vii.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Norma Oficial Mexicana (NOM-059-ECOL-2001). *Diario oficial de la federación. 25 de enero del 2002. México, DF. 56 p.*

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Áreas de conservación certificadas en el estado de Oaxaca. Oaxaca, México. 133 p.

Trejo, I. 2004. Clima. En: García-Mendoza, A., M. J. Ordóñez y M. Briones-Salas (Editores.) Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la conservación de la naturaleza-WWF, México, pp. 67-85.

Wilcox, B. A. 1984. In situ conservation of genetic resources: determinants of minimum area requirements. Pages 639-647. En: Caro T. M. y O'Doherty G. On the use of surrogate species in Conservation Biology. *Conservation Biology* 13 (4): 805-814.

Williams, P., D. Gibbons, C. Margules, A. Rebelo, C. Humphries y R. Pressey. 1996. A comparison of richness hotspots, rarity hotspots, and complementary areas for conserving Diversity of British birds. *Conservation Biology* 10: 155-174.

Zacharias, M. A. y J. C. Roff. 2001. Use of focal species in marine conservation and management: a review and critique. *Aquatic conservation: marine and freshwater Ecosystems* 11: 59-76

## ANEXOS

Anexo 1. Valores obtenidos para cada uno de los criterios del MER.

Especie	Distribución en México	Estado del hábitat	Vulnerabilidad intrínseca	Efecto de la actividad humana
<i>Cuniculus paca nelsoni</i> (Goldman, 1913)	2	1	1	2
<i>Ateles geoffroyi</i> (Kuhl, 1820)	2	1	2	3
<i>Bassariscus astutus</i> (Lichtenstein, 1830)	1	1	1	2
<i>Bassariscus sumichrasti</i> (de Saussure, 1860)	2	1	1	2
<i>Canis latrans</i> (Say, 1823)	1	1	1	2
<i>Coendou mexicanus</i> (Kerr, 1792)	2	1	1	2
<i>Conepatus leuconotus</i> (Lichtenstein, 1830)	1	1	1	2
<i>Dasyprocta mexicana</i> (de Saussure, 1860)	3	2	1	2
<i>Dasypus novemcinctus</i> (Linnaeus, 1758)	1	1	1	2
<i>Didelphis marsupialis</i> (Linnaeus, 1758)	2	1	1	2
<i>Didelphis virginiana</i> (Kerr, 1792)	1	1	1	2
<i>Eira barbara</i> (Linnaeus, 1758)	2	1	1	2
<i>Herpailurus yagouaroundi</i> (Lacépède, 1809)	1	1	1	2
<i>Leopardus pardalis</i> (Linnaeus, 1758)	1	1	1	3
<i>Leopardus wiedii</i> (Schinz, 1821)	1	1	1	3
<i>Lepus callotis</i> (Wagler, 1830)	2	1	1	2
<i>Lepus flavigularis</i> (Wagner, 1844)	4	1	1	4
<i>Lontra longicaudis</i> (Olfers, 1818)	1	1	1	4
<i>Lynx rufus</i> (Schreber, 1777)	1	1	1	2
<i>Mazama americana</i> (Erxleben, 1777)	2	1	1	2
<i>Mephitis macroura</i> (Lichtenstein, 1832)	1	1	1	2
<i>Mustela frenata</i> (Lichtenstein, 1831)	1	1	1	2
<i>Nasua narica</i> (Linnaeus, 1766)	1	1	1	2
<i>Neotoma mexicana</i> (Baird, 1855)	1	1	1	2

---

<i>Odocoileus virginianus</i> (Zimmermann, 1780)	1	1	1	2
<i>Orthogeomys grandis</i> (Thomas, 1893)	3	1	1	2
<i>Orthogeomys hispidus</i> (Le Conte, 1852)	3	1	1	2
<i>Panthera onca</i> (Linnaeus, 1758)	1	2	2	4
<i>Pecari tajacu</i> (Linnaeus, 1758)	1	1	1	2
<i>Philander opossum</i> (Linnaeus, 1758)	2	1	1	2
<i>Potos flavus</i> (Schreber, 1774)	2	1	1	4
<i>Procyon lotor</i> (Linnaeus, 1758)	1	1	1	2
<i>Sciurus aureogaster</i> (F. Cuvier, 1829)	1	1	1	2
<i>Sciurus deppei</i> (Peters, 1863)	2	1	1	2
<i>Sigmodon alleni</i> (Bailey, 1902)	3	1	1	2
<i>Sigmodon hispidus</i> (Say y Ord, 1825)	1	1	1	2
<i>Sigmodon mascotensis</i> (J. A. Allen, 1897)	3	1	1	2
<i>Spilogale putorius</i> (Linnaeus, 1758)	1	1	1	2
<i>Sylvilagus cunicularius</i> (Waterhouse, 1848)	2	1	1	2
<i>Sylvilagus floridanus</i> (J. A. Allen, 1890)	1	1	1	2
<i>Tamandua mexicana</i> (de Saussure, 1860)	2	1	2	3
<i>Tapirus bairdii</i> (Gill, 1865)	3	2	2	4
<i>Tylomys nudicaudus</i> (Peters, 1866)	2	1	1	2
<i>Urocyon cinereoargenteus</i> (Schreber, 1775)	1	1	1	2

---

Anexo 2. Características de las especies consideradas en la aplicación del MER.

Especie	Distribución en México	Hábitat	Crías por camada	Madurez sexual	Grado de amenaza
<i>Ateles geoffroyi</i> (Kuhl, 1820)	Sureste de México: Oaxaca, Chiapas Veracruz, Yucatán,	Selva alta y mediana perennifolia	1	-	Comercio ilegal, pérdida de hábitat cacería de subsistencia: especie en peligro de extinción (NOM-059)
<i>Bassariscus astutus</i> (Lichtenstein, 1830)	Ampliamente distribuido en el país.	Habita todos los tipos de vegetación excepto los más tropicales.	1-4	2 años	Sin problemas de conservación.
<i>Bassariscus sumichrasti</i> (de Saussure, 1860)	Se distribuye en Guerrero hasta Chiapas.	Selva alta y mediana perennifolia, bosque mesófilo y bosque de pino-encino.	2-4	~ 2 años	Impacto bajo por cacería y pérdida de hábitat.
<i>Canis latrans</i> (Say, 1823)	Prácticamente en todo el país	Habita todos los tipos de vegetación.	4-6	-	Sin problemas de conservación.
<i>Coendou mexicanus</i> (Kerr, 1792)	Ambas planicies costeras, desde San Luis Potosí hasta Yucatán y de Guerrero hasta Chiapas.	Selva alta perennifolia, selva mediana sub-perennifolia, selva seca y mesófilo de montaña.	1	-	Impacto medio por la pérdida de hábitat.
<i>Conepatus leuconotus</i> (Lichtenstein, 1832)	En mayor parte del territorio nacional	Prácticamente todos los tipos de vegetación.	4	-	Sin problemas de conservación.
<i>Cuniculus paca</i> (Linnaeus, 1776)	Desde Tamaulipas hasta Chiapas.	Selva alta y mediana perennifolia.	2	-	Comercio ilegal, pérdida de hábitat, cacería de subsistencia (CITES III)
<i>Dasyprocta mexicana</i> (de Saussure, 1860)	Sur de Veracruz, norte de Oaxaca y Chiapas.	Selva alta y mediana perennifolia	2	-	Comercio ilegal, pérdida de hábitat, cacería de subsistencia (CITES III)
<i>Dasybus novemcinctus</i> (Linnaeus, 1758)	Prácticamente en todo el país	Habita todos los tipos de vegetación.	4	-	Sin problemas de conservación.
<i>Didelphis marsupialis</i> (Linnaeus, 1758)	Desde Tamaulipas hasta Yucatán y Chiapas	Habita todos los tipos de vegetación	7-8	1 año	Sin problemas de conservación.

<i>Didelphis virginiana</i> (Kerr, 1792)	Ampliamente distribuido en México.	habita prácticamente todos los tipos de vegetación.	7-9	6-8 meses	Sin problemas de conservación.
<i>Eira barbara</i> (Linnaeus, 1758)	Se distribuye en el sureste mexicano	Habita en la selva alta y mediana perennifolia.	1-4	1 año aprox.	Impacto bajo por la pérdida de hábitat por deforestación.
<i>Herpailurus yagouaroundi</i> (Lacépède, 1809)	Se le encuentra en gran parte del País.	Habita todos los tipos de vegetación .	1-3	1.6-2 años	Impacto bajo por cacería (CITES I).
<i>Leopardus pardalis</i> (Linnaeus, 1758)	Se distribuye a lo largo de las planicies costeras del Pacífico y del Golfo hacia el sur.	Se le encuentra en todos los tipos de vegetación	1-2	2 años	Impacto medio por cacería y pérdida de hábitat.
<i>Leopardus wiedii</i> (Schinz, 1821)	Se distribuye a lo largo de las planicies costeras del Pacífico y del Golfo hacia el sur.	Se le encuentra en todos los tipos de vegetación.	1-2	2 años	Impacto medio por cacería y pérdida de hábitat.
<i>Lepus callotis</i> (Wagler, 1830)	En México se el encuentra desde Chihuahua en el norte hasta Oaxaca en el sur.	Vegetación de pino y encino, mezquital, pastizal, bosque espinoso.	2-4	< 1 año	Impacto bajo por la cacería y pérdida de hábitat.
<i>Lepus flavigularis</i> (Wagner, 1844)	Especie endémica del sureste Oaxaqueño.	Habita en el matorral espinoso co abundaría de gramíneas.	-	-	Fuertemente amenazada por la pérdida de hábitat.
<i>Lontra longicaudis</i> (Olfers, 1818)	Distribución amplia en el país.	Se encuentra en ambas vertientes. Regiones tropicales subtropicales, húmedas y secas de México.	2-3	1	Impacto bajo por cacería y contaminación de ríos. Poblaciones en buen estado.
<i>Lynx rufus</i> (Schreber, 1777)	Ampliamente distribuido en México. Oaxaca representa su distribución más sureña.	Habita prácticamente todos los tipos de vegetación, excepto los más tropicales.	1-6	-	No presenta problema de conservación.
<i>Mazama americana</i> (Erxleben, 1777)	Desde el sur de Tamaulipas hasta el sureste del país.	Selvas tropical perennifolio, subperennifolio y bosque mesófilo.	1	-	Impacto bajo por la cace de subsistencia.
<i>Mephitis macroura</i>	Se distribuye en gran parte del	Habita todos los tipos de vegetación.	3-8	< 1 año.	Sin problemas de conservación.

(Lichtenstein, 1832)	territorio nacional.				
<i>Mustela frenata</i> (Lichtenstein, 1831)	Distribuida ampliamente en México.	Habita todos los tipos de vegetación	6	< 1 año	No presenta problemas para su conservación.
<i>Nasua narica</i> (Linnaeus, 1766)	Se distribuye por todo el País.	Habita todos los tipos de vegetación.	2-7	-	Sin problemas de conservación
<i>Neotoma mexicana</i> (Baird, 1855)	Se encuentra en ambas vertientes. Regiones tropicales húmedas y secas del México.	Bosque tropical perennifolio, caducifolio y subcaducifolio.	4	1 año	Especie amenazada (NOM-059). Impacto medio por cacería.
<i>Odocoileus virginianus</i> (Zimmermann, 1780)	Ampliamente distribuido en México.	Habita todos los tipos de vegetación.	2	1.5 años	Impacto bajo por cacería de subsistencia.
<i>Orthogeomys grandis</i> (Thomas, 1893)	Norte de Guerrero, sur de Puebla y Centro de Oaxaca.	Habita prácticamente todos los tipos de vegetación.	2	-	Sin problemas de conservación.
<i>Orthogeomys hispidus</i> (Le Conte, 1852)	Desde Tamaulipas hacia el sur: Veracruz, Oaxaca, Chiapas y la Península de Yucatán.	Bosque tropical perennifolio, selvas secas, matorrales espinosos.	2	-	Sin problemas de conservación.
<i>Panthera onca</i> (Linnaeus, 1758)	Se le ha registrado en las dos vertientes y en todo el sureste de México.	Habita principalmente las selvas perennifolias, subcaducifolias, caducifolias y manglares.	1-4	-	Especie en peligro de extinción (CITES I). Destrucción de hábitat y cacería furtiva.
<i>Tayassu tajacu</i> (Linnaeus, 1758)	Se encuentra presente en la mayor parte del territorio nacional.	Habita prácticamente todos los tipos de vegetación.	2	1 año	Enlistado en el apéndice II del CITES. Impacto medio por pérdida de hábitat.
<i>Philander opossum</i> (Linnaeus, 1758)	Desde el sur de Tamaulipas hasta Península de Yucatán y Chiapas.	Bosque tropical perennifolio y bosque tropical subcaducifolio.	4-7	-	Sin Problemas de conservación.
<i>Potos flavus</i> (Schreber, 1774)	Desde el sur de México, por el Pacífico desde la costa de Guerrero, y por el Golfo de	Habita principalmente los bosques tropicales perennifolios.	1	1.5 años	Impacto medio por la destrucción de u hábitat.



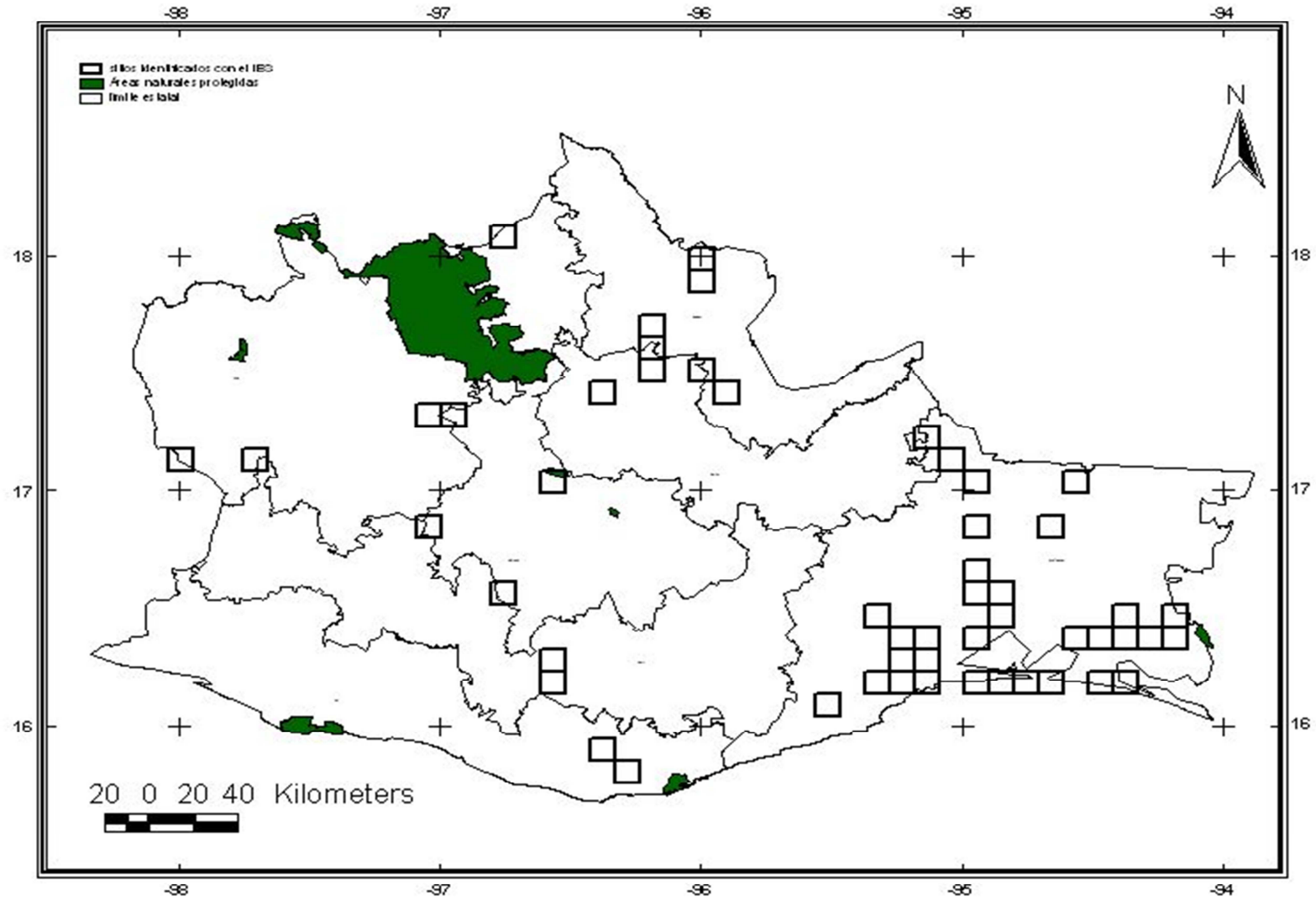
México hasta Tamaulipas.

<i>Procyon lotor</i> (Linnaeus, 1758)	Se distribuye en todo el país.	Se le encuentra en todos los tipos de vegetación.	1-7	1 año	No presenta problemas de conservación.
<i>Sciurus aureogaster</i> (F. Cuvier, 1829)	Se le encuentra en los estado del centro y sur del país, excepto Yucatán.	Tanto bosques templados como tropicales.	4	-	No presenta problemas de conservación.
<i>Sciurus deppei</i> (Peters, 1863)	Desde Tamaulipas hasta Chiapas y la Península de Yucatán.	Bosques densos de pino-encino, selva alta y mediana perennifolia.	4-8	-	Impacto bajo por fragmentación del hábitat.
<i>Sigmodon alleni</i> (Bailey, 1902)	Planicies y montañas del Pacífico. De Sinaloa hasta Oaxaca.	Bosque tropical caducifolio y bosque de pino-encino.	1-12	3 meses	Impacto bajo por transformación del hábitat.
<i>Sigmodon hispidus</i> (Say y Ord, 1825)	Distribuido ampliamente en México.	Habita todos los tipos de vegetación.	1-15	2-3 meses	Sin problemas para su conservación.
<i>Sigmodon mascotensis</i> (J. A. Allen, 1897)	Vertiente del Pacífico desde Nayarit y Zacatecas hasta Oaxaca.	Bosque tropical caducifolio, bosque de pino y áreas perturbadas.	5	-	Sin problemas de conservación.
<i>Spilogale putorius</i> (Linnaeus, 1758)	Parte norte del país, Oaxaca.	Bosques de pino y encino y bosques tropicales.	5	Menos de año	Sin problemas de conservación.
<i>Sylvilagus cunicularius</i> (Waterhouse, 1848)	Desde Sinaloa hasta Oaxaca por la costa del pacífico.	Bosques de pino y encino cubiertos por zacatonales.	6	< 1 año	Sin problemas de conservación.
<i>Sylvilagus floridanus</i> (J. A. Allen, 1890)	Distribuido ampliamente.	Bosque de pino y encino, pastizales, bosques tropicales.	3-4	-	Sin problemas de conservación.
<i>Tamandua mexicana</i> (de Saussure, 1860)	Desde Michoacán hasta Chiapas y Península de Yucatán.	Habita todos los tipos de vegetación excepto los más desérticos.	1	6 meses	Impacto medio, por destrucción de hábitat.
<i>Tapirus bairdii</i> (Gill,	Distribución restringida al	Bosques tropicales perennifolios y sub-	1	2-3 años	Alto impacto, por cacería

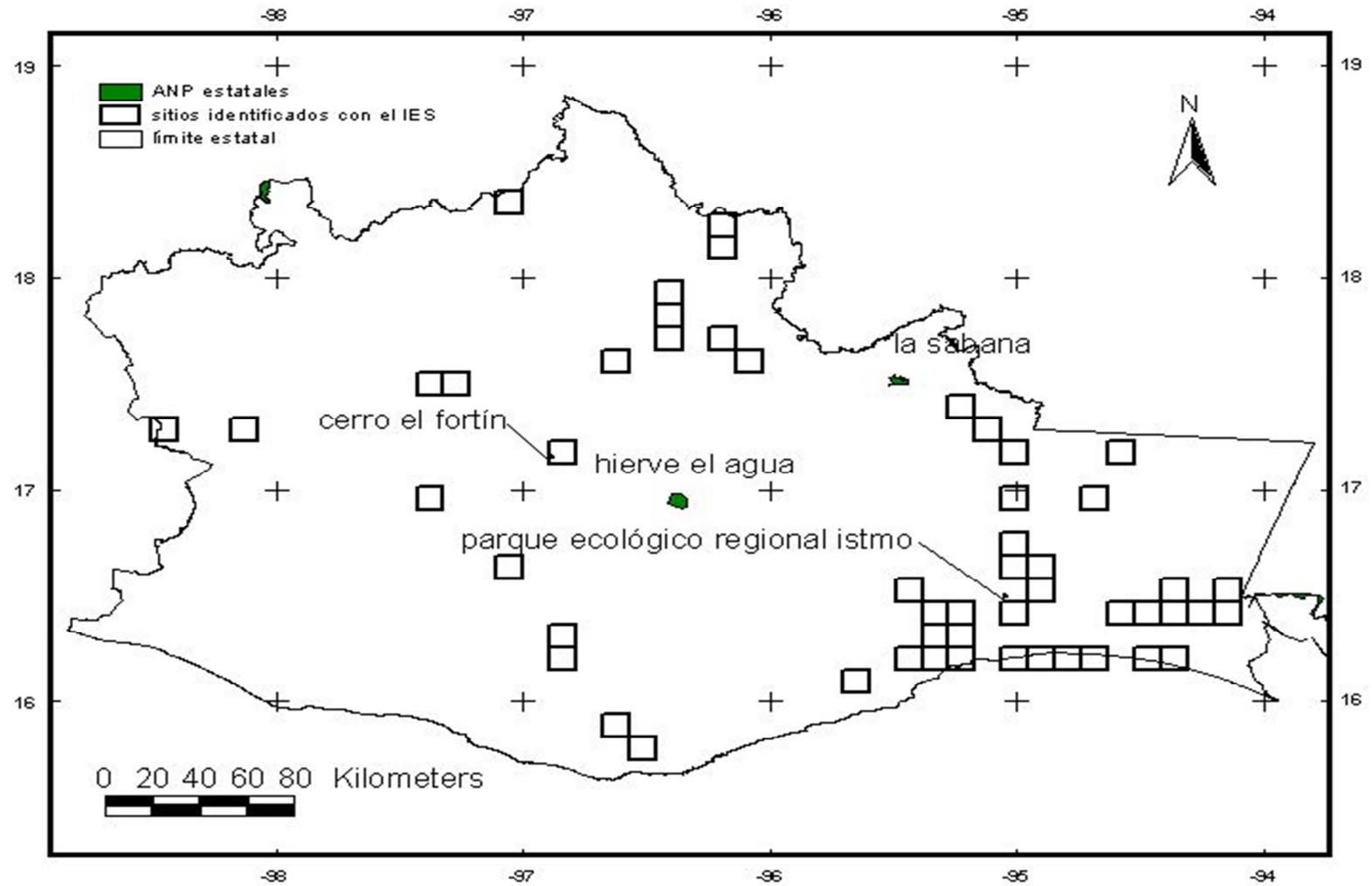
1865)	sureste de México.	caducifolios, bosque mesófilo.			fragmentación y pérdida de hábitat.
<i>Tylomys nudicaudus</i> (Peters, 1866)	Se le ha registrado en Puebla, Veracruz, Oaxaca, Chiapas y Guerrero.	Bosque tropical perennifolio y mesófilo.	2-3	5 meses	Probablemente amenazada por el cambio de uso de suelo.
<i>Urocyon cinereoargenteus</i> (Schreber, 1775)	Se distribuyen en todo el país.	Habita todos los tipos de vegetación.	2-4	1	No presenta problemas de conservación.

Datos tomados de Ceballos y Oliva 2005.

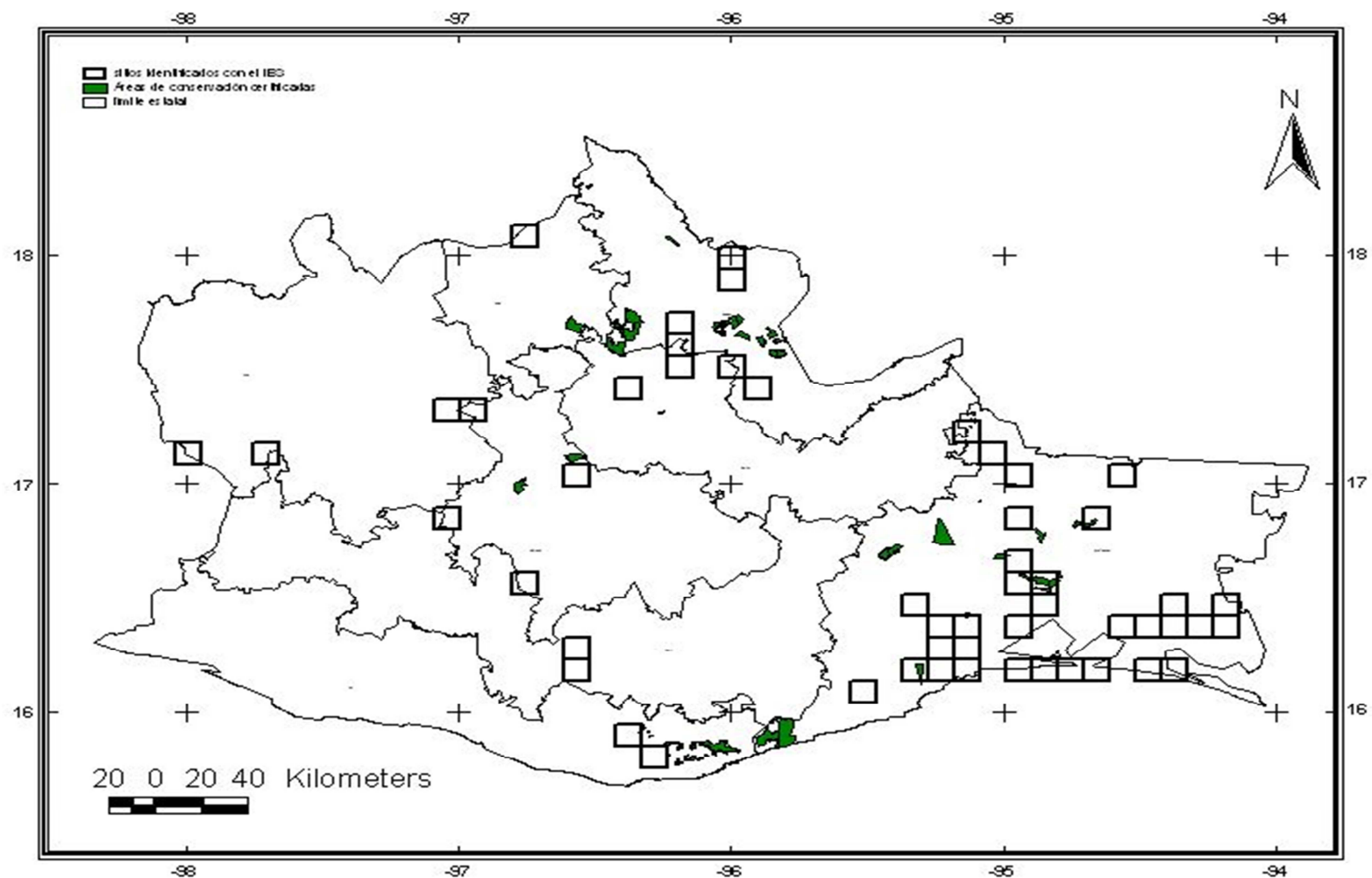
Anexo 3. Sitios identificados con por el IES y ANP federales.



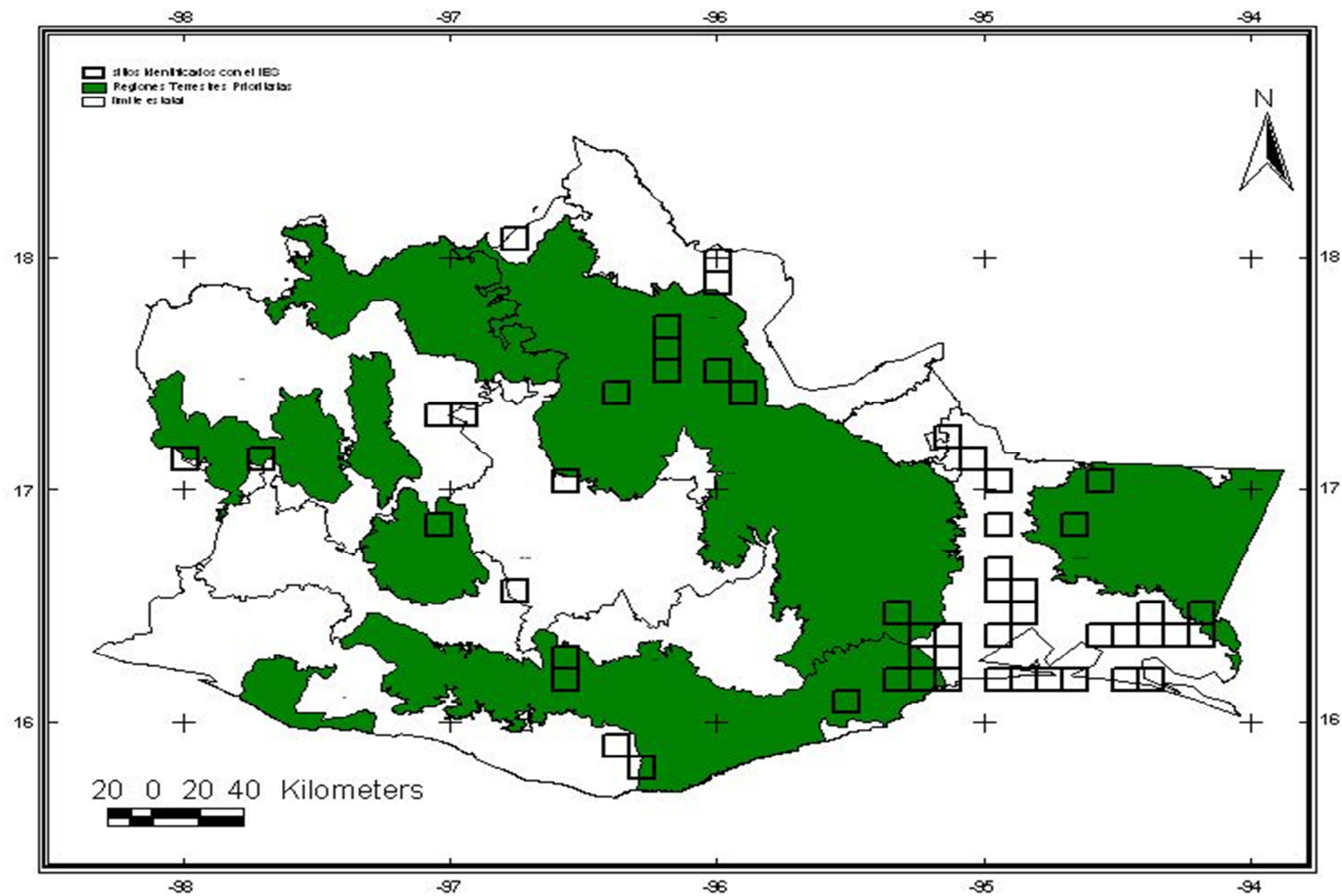
Anexo 4. Sitios identificados con el IES y las ANP estatales



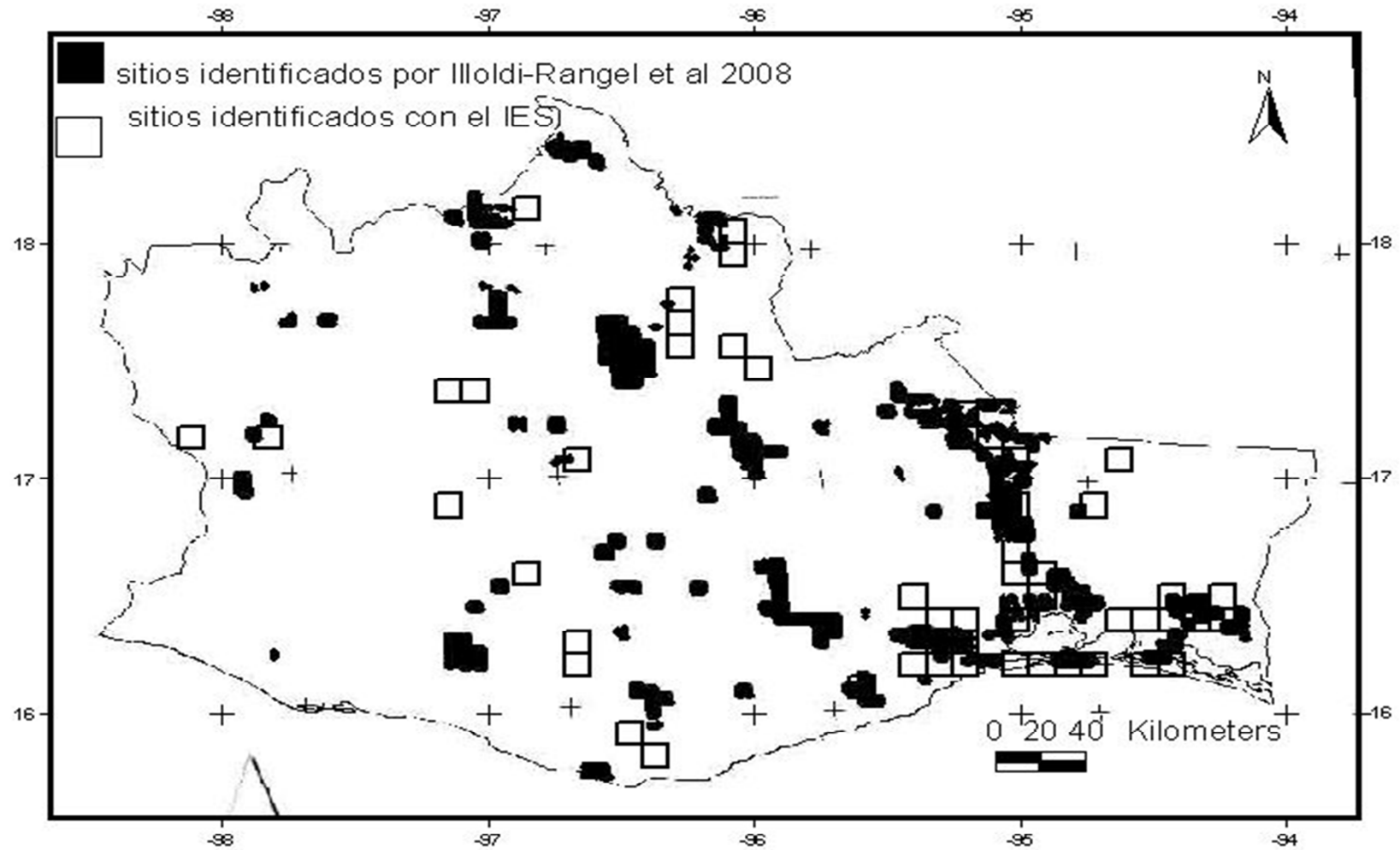
Anexo 5. Sitos identificados por el IES y las áreas de conservación certificadas.



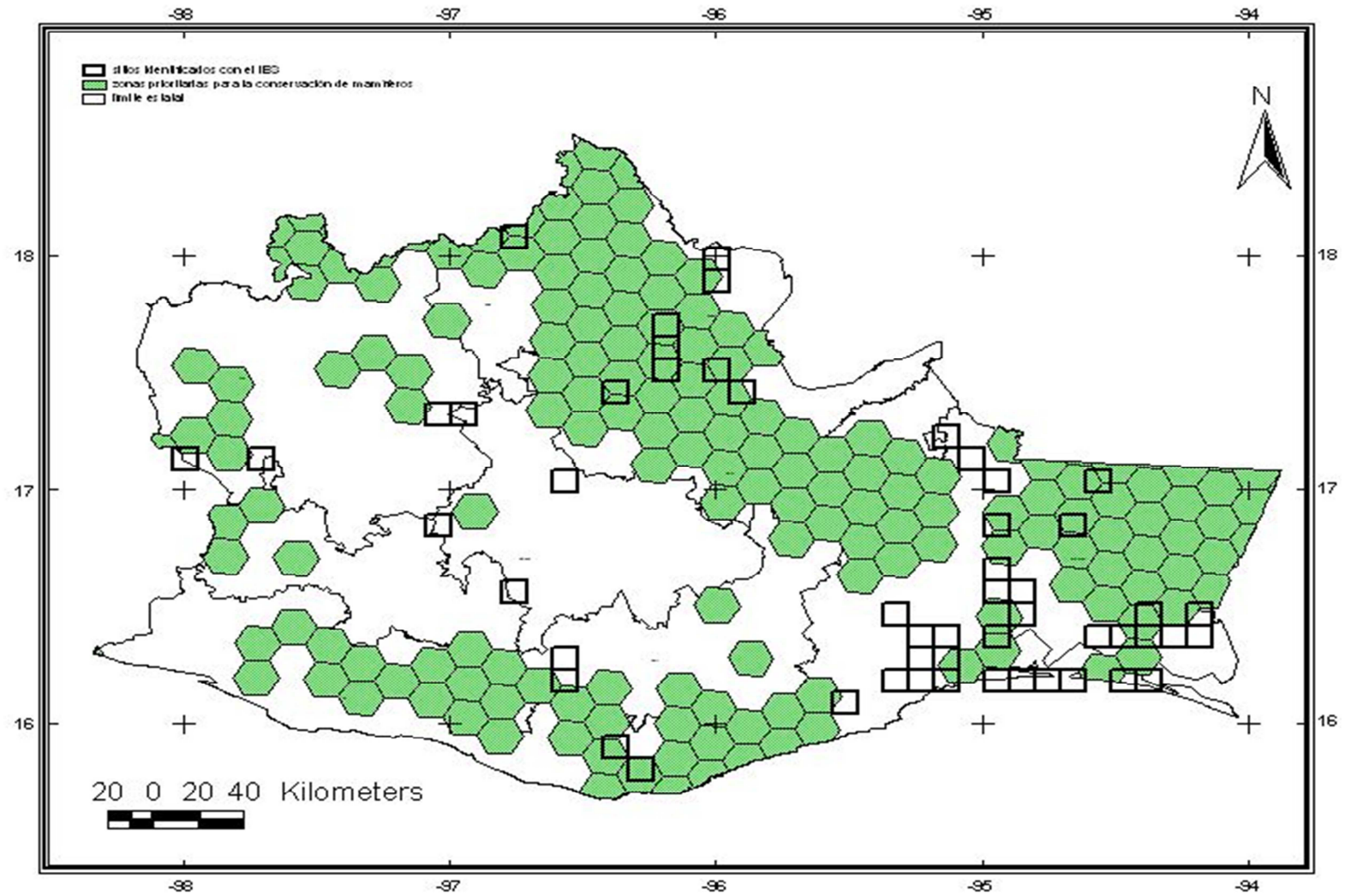
Anexo 6. Sitios identificados por el IES y las Regiones Terrestres Prioritarias.



Anexo 7. Sitios identificados por el IES y las zonas identificadas por Iloldi-Rangel *et al* (2008).



Anexo 8. Sitios identificados por el IES y las zonas prioritarias para la conservación de los mamíferos de México.





Anexo 9. Listado del total de especies utilizadas. Arreglo taxonómico tomado de Ramírez-Pulido 2005. Estado de conservación: A= amenazada, P= en peligro de extinción y Pr= sujeta a protección especial.

especie	Estado de conservación
<b>ORDEN DIDELPHIMORPHIA</b>	
<b>FAMILIA DIDELPHIDAE</b>	
<i>Philander opossum</i> (Linnaeus, 1758)	
<i>Didelphis marsupialis</i> (Linnaeus, 1758)	
<i>Didelphis virginiana</i> (Kerr, 1792)	
<i>Caluromys derbianus</i> (Waterhouse, 1841)	A
<b>ORDEN CINGULATA</b>	
<b>FAMILIA DASYPODIDAE</b>	
<i>Dasyus novemcinctus</i> (Linnaeus, 1758)	
<b>ORDEN PILOSA</b>	
<b>FAMILIA MYRMECOPHAGIDAE</b>	
<i>Tamandua mexicana</i> (de Saussure, 1860)	
<b>FAMILIA CYCLOPEDIDAE</b>	
<i>Cyclopes didactylus</i> (Linnaeus, 1758)	P
<b>ORDEN LAGOMORPHA</b>	
<b>FAMILIA LEPORIDAE</b>	
<i>Lepus californicus</i> (Gray, 1837)	
<i>Lepus callotis</i> (Wagler, 1830)	
<i>Lepus flavigularis</i> (Wagner, 1844)*	P
<i>Sylvilagus brasiliensis</i> (Linnaeus, 1758)	
<i>Sylvilagus cunicularius</i> (Waterhouse, 1848)	
<i>Sylvilagus floridanus</i> (J. A. Allen, 1890)	
<b>ORDEN RODENTIA</b>	
<b>FAMILIA SCIURIDAE</b>	
<i>Sciurus aureogaster</i> (F. Cuvier, 1829)	
<i>Sciurus deppei</i> (Peters, 1863)	
<i>Glaucomys volans</i> (Linnaeus, 1758)	A

**FAMILIA MURIDAE**

*Baiomys musculus* (Merriam, 1892)  
*Nyctomys sumichrasti* (de Saussure, 1860)  
*Tylomys nudicaudus* (Peters, 1866)  
*Neotoma mexicana* (Baird, 1855)  
*Hodomys alleni* (Merriam, 1892)  
*Peromyscus aztecus* (de Saussure, 1860)  
*Peromyscus beatae* (Thomas, 1903)  
*Peromyscus boylii* (Baird, 1855)  
*Peromyscus difficilis* (J. A. Allen, 1891)  
*Peromyscus furvus* (J. A. Allen y Chapman, 1897)  
*Peromyscus gratus* (Merriam, 1898)  
*Peromyscus leucopus* (Rafinesque, 1818)  
*Peromyscus levipes* (Merriam, 1898)  
*Peromyscus maniculatus* (Wagner, 1845)  
*Peromyscus megalops* (Merriam, 1898)  
*Peromyscus melanocarpus* (Osgood, 1904)\*  
*Peromyscus melanophrys* (Coues, 1874)  
*Peromyscus melanotis* (J. A. Allen y Chapman, 1897)  
*Peromyscus melanurus* (Osgood, 1909)\*  
*Peromyscus mexicanus* (de Saussure, 1860)  
*Peromyscus pectoralis* (Osgood, 1904)  
*Peromyscus truei* (Shufeldt, 1885)  
*Reithrodontomys fulvescens* (J. A. Allen, 1894)  
*Reithrodontomys gracilis* (J. A. Allen y Chapman, 1897)  
*Reithrodontomys megalotis* (Baird, 1858)  
*Reithrodontomys mexicanus* (de Saussure, 1860)  
*Reithrodontomys microdon* (Merriam, 1901)  
*Reithrodontomys sumichrasti* (de Saussure, 1861)  
*Neotomodon alstoni* (Merriam, 1898)

A

<i>Habromys chinanteco</i> (Robertson y Musser, 1976)*	
<i>Habromys lepturus</i> (Merriam, 1898)*	
<i>Osgoodomys banderanus</i> (J. A. Allen, 1897)	
<i>Oryzomys alfaroi</i> (J. A. Allen, 1891)	
<i>Oryzomys chapmani</i> (Thomas, 1898)	
<i>Oryzomys couesi</i> (Alston, 1877)	
<i>Oryzomys melanotis</i> (Thomas, 1893)	
<i>Oryzomys palustris</i> (Harlan, 1837)	
<i>Oryzomys rostratus</i> (Merriam, 1901)	
<i>Oligoryzomys fulvescens</i> (de Saussure, 1860)	
<i>Sigmodon alleni</i> (Bailey, 1902)	
<i>Sigmodon hispidus</i> (Say y Ord, 1825)	
<i>Sigmodon leucotis</i> (Bailey, 1902)	
<i>Sigmodon mascotensis</i> (J. A. Allen, 1897)	
<i>Rheomys mexicanus</i> (Goodwin, 1959)*	Pr
<i>Microtus mexicanus</i> (de Saussure, 1861)	
<i>Microtus oaxacensis</i> (Goodwin, 1966)*	A
<i>Microtus quasiater</i> (Coues, 1874)	Pr
<i>Microtus umbrosus</i> (Merriam, 1898)*	Pr
<b>FAMILIA GEOMYIDAE</b>	
<i>Orthogeomys cuniculus</i> (Elliot, 1905)*	A
<i>Orthogeomys grandis</i> (Thomas, 1893)	
<i>Orthogeomys hispidus</i> (Le Conte, 1852)	
<i>Liomys irroratus</i> (Gray, 1868)	
<i>Liomys pictus</i> (Thomas, 1893)	
<i>Heteromys desmarestianus</i> (Gray, 1868)	
<i>Chaetodipus californicus</i> (Merriam, 1889)	
<i>Chaetodipus hispidus</i> (Baird, 1858)	
<i>Chaetodipus intermedius</i> (Merriam, 1889)	
<i>Dipodomys phillipsii</i> (Gray, 1841)	Pr

<b>FAMILIA ERETHIZONTIDAE</b>	
<i>Coendou mexicanus</i> (Kerr, 1792)	A
<b>FAMILIA AGOUTIDAE</b>	
<i>Dasyprocta mexicana</i> (de Saussure, 1860)	
<i>Cuniculus paca</i> (Linnaeus, 1766)	
<b>ORDEN CARNIVORA</b>	
<b>FAMILIA FELIDAE</b>	
<i>Lynx rufus</i> (Schreber, 1777)	
<i>Puma concolor</i> (Linnaeus, 1771)	
<i>Herpailurus yagouaroundi</i> (Lacépède, 1809)	A
<i>Leopardus pardalis</i> (Linnaeus, 1758)	P
<i>Leopardus wiedii</i> (Schinz, 1821)	P
<i>Panthera onca</i> (Linnaeus, 1758)	P
<b>FAMILIA CANIDAE</b>	
<i>Urocyon cinereoargenteus</i> (Schreber, 1775)	
<i>Canis latrans</i> (Say, 1823)	
<b>FAMILIA MUSTELIDAE</b>	
<i>Lontra longicaudis</i> (Olfers, 1818)	
<i>Mustela frenata</i> (Lichtenstein, 1831)	
<i>Galictis vittata</i> (Schreber, 1776)	A
<i>Eira barbara</i> (Linnaeus, 1758)	P
<b>FAMILIA MEPHITIDAE</b>	
<i>Mephitis macroura</i> (Lichtenstein, 1832)	
<i>Spilogale putorius</i> (Linnaeus, 1758)	
<i>Spilogale pygmaea</i> (Thomas, 1898)	A
<i>Conepatus leuconotus</i> (Lichtenstein, 1832)	
<b>FAMILIA PROCYONIDAE</b>	
<i>Bassariscus astutus</i> (Lichtenstein, 1830)	
<i>Bassariscus sumichrasti</i> (de Saussure, 1860)	Pr
<i>Potos flavus</i> (Schreber, 1774)	Pr

<i>Nasua narica</i> (Linnaeus, 1766)	
<i>Procyon lotor</i> (Linnaeus, 1758)	
<b>ORDEN SORICOMORPHA</b>	
<b>FAMILIA SORICIDAE</b>	
<i>Cryptotis goldmani</i> (Merriam, 1895)	Pr
<i>Cryptotis magna</i> (Merriam, 1895)*	Pr
<i>Cryptotis mexicana</i> (Coues, 1877)	
<i>Cryptotis parva</i> (Say, 1823)	
<i>Megasorex gigas</i> (Merriam, 1897)	A
<i>Sorex macrodon</i> (Merriam, 1895) <sup>no protegida</sup>	A
<i>Sorex oreopolus</i> (Merriam, 1892)	
<i>Sorex saussurei</i> (Merriam, 1892)	
<i>Sorex ventralis</i> (Merriam, 1895) <sup>no protegida</sup>	
<i>Sorex veraepacis</i> (Alston, 1877)	
<b>ORDEN PRIMATES</b>	
<b>FAMILIA ATELIDAE</b>	
<i>Ateles geoffroyi</i> (Kuhl, 1820)	P
<i>Alouatta palliata</i> (Gray, 1849)	P
<b>ORDEN ARTIODACTYLA</b>	
<b>FAMILIA TAYASSUIDAE</b>	
<i>Tayassu pecari</i> (Link, 1795)	
<i>Pecari tajacu</i> (Linnaeus, 1758)	
<b>FAMILIA CERVIDAE</b>	
<i>Odocoileus virginianus</i> (Zimmermann, 1780)	
<i>Mazama americana</i> (Erxleben, 1777)	
<b>ORDEN PERISSODACTYLA</b>	
<b>FAMILIA TAPIRIDAE</b>	
<i>Tapirus bairdii</i> (Gill, 1865)	P

\* especies endémicas de Oaxaca.