



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

**CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE INVESTIGACIÓN PARA
EL DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL UNIDAD OAXACA**

**MAESTRIA EN CIENCIAS EN CONSERVACION Y APROVECHAMIENTO DE
RECURSOS NATURALES (BIODIVERSIDAD DEL NEOTROPICO)**

**CONSERVACION DE CARNIVOROS EN EL AREA COMUNAL PROTEGIDA DE
SANTIAGO COMALTEPEC, SIERRA MADRE DE OAXACA, MEXICO**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE MAESTRO EN
CIENCIAS**

P R E S E N T A

BIOL. MARIA DELFINA LUNA KRAULETZ

DIRECTORES

DR. MIGUEL ÁNGEL BRIONES SALAS

DRA. CLAUDIA BALLESTEROS BARRERA

Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca de Juárez México. Diciembre 2008



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 25 del mes de noviembre del 2008 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: "**Conservación de carnívoros en el área comunal protegida de Santiago Comaltepec, Sierra Madre de Oaxaca, México**".

Presentada por la alumna:

Luna
Apellido paterno

Krauletz
materno

María Delfina
nombre(s)

Con registro:

A	0	6	0	1	7	2
---	---	---	---	---	---	---

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

Directores de tesis:


Dr. Miguel Ángel Briones Salas

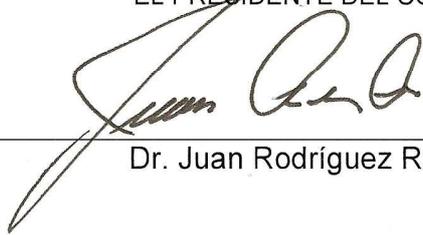

Dra. Claudia Ballesteros Barrera


Dr. Gabriel Ramos Fernández


M. en C. Gladys Isabel Manzanero Medina


Dr. Víctor Sánchez Cordero

EL PRESIDENTE DEL COLEGIO


Dr. Juan Rodríguez Ramírez





INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA CESION DE DERECHOS

En la Ciudad de Oaxaca de Juárez el día 25 del mes noviembre del año 2008, el (la) que suscribe **Luna Krauletz María Delfina** alumno (a) del Programa de **MAESTRÍA EN CIENCIAS EN CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES** con número de registro **A060172**, 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. Miguel Ángel Briones Salas** y **Dra. Claudia Ballesteros Barrera**, y cede los derechos del trabajo titulado: **“Conservación de carnívoros en el área comunal protegida de Santiago Comaltepec, Sierra Madre 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 ó mlunakrauletz@gmail.com. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

LUNA KRAULETZ MARÍA DELFINA



INSTITUTO POLITÉCNICO
NACIONAL
CIDIR-UNIDAD-OAXACA

RESUMEN

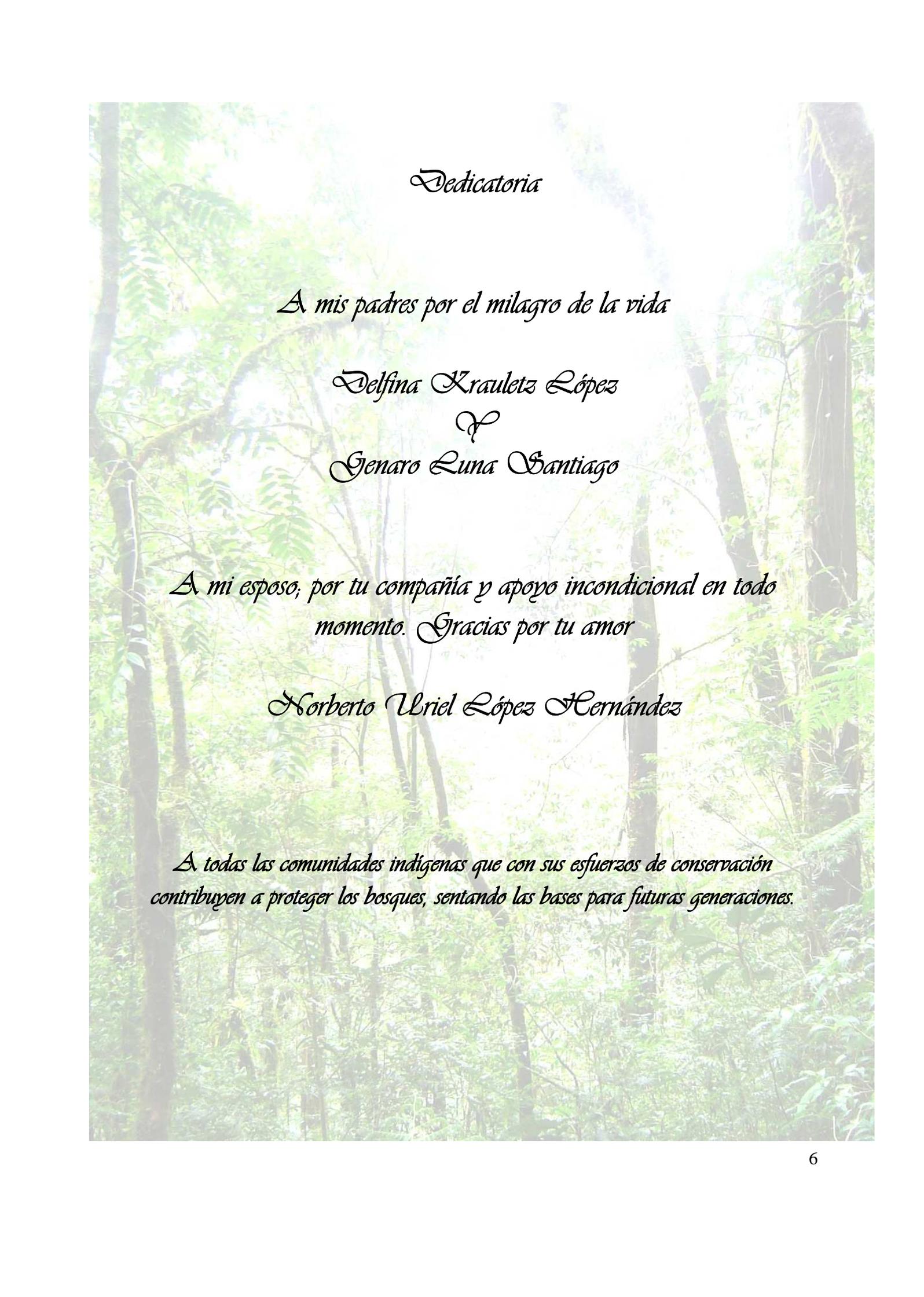
El presente trabajo se realizó en la comunidad de Santiago Comaltepec, Oaxaca, con la finalidad de determinar la importancia del Área Comunal Protegida (ACP), para la conservación de carnívoros. Para lo cual, se evaluaron los parámetros de riqueza, diversidad y abundancia relativa de especies así como la estimación del número de individuos de las especies registradas; además, por medio de modelos de nicho ecológico se proyectaron especies adicionales para el área y la superficie mínima indispensable para poblaciones de *Panthera onca* (jaguar) y *Leopardus wiedii* (tigrillo) elegidos por poseer mayores áreas de actividad de las especies registradas y catalogadas en peligro de extinción por la Norma Oficial Mexicana. Se registraron 10 especies que representan una riqueza específica de cuatro para el ACP y seis para el Área No Protegida (ANOP); la diversidad del ACP es ligeramente mayor al del ANOP aunque no se encontraron diferencias significativas. En el ACP se encontró una mayor abundancia relativa para *Potos flavus* (martucha) mientras que en el ANOP *Urocyon cinereoargenteus* (zorra) fue la más abundante. Mediante el modelado del nicho ecológico se determinó la distribución potencial de tres especies adicionales dentro del ACP, lo que incrementa la riqueza específica obtenida para el área. La superficie del ACP (42.5546 km²) puede ser una alternativa para la conservación de especies con áreas de actividad menores a 1 km², no siendo así para especies con áreas de actividad mayores como *P. onca* y *L. wiedii* que al menos requieren como mínimo 1, 400 km² y 545 km² de superficie respectivamente, para mantener una población mínima viable a corto plazo. Se propone integrar una red de ACPs junto con la Reserva de la Biósfera de Tehuacán-Cuicatlán que permitirá incrementar la protección de las especies registradas en este trabajo; 3. 76 veces la superficie mínima requerida para jaguar y 9.6 veces para tigrillo, ambas especies en peligro de extinción para México; lo que representaría un eje importante para la conservación de estas especies y de los demás carnívoros de la zona.

PALABRAS CLAVE: Área Comunal Protegida, Reserva de la Biósfera, carnívoros, conservación comunitaria, abundancia relativa, biodiversidad, superficie mínima, población mínima viable, Santiago Comaltepec, Oaxaca.

ABSTRACT

The goal of this work, realized at the community of Santiago Comaltepec, Oaxaca, was to determine the importance of the Communal Protected Area (CPA), for the carnivore conservation. In this order, richness parameters, diversity and relative abundance of species were evaluated; as well as the estimation of individuals of the registered species; furthermore, ecological niche models were generated to project distribution for additional species on the area and the minimum indispensable area for populations of *Panthera onca* (jaguar) and *Leopardus wiedii* (margay), that were chosen because their biggest activity area of the carnivores from the region and because they are catalogued as endangered by the Norma Oficial Mexicana. There was a specific richness of ten, four for the CPA and six for the Non Protected Area (NPA); the diversity on the CPA was higher than the NPA one, but significative differences were not found. In the CPA was found the most relative abundance for *Potos flavus* (kinkajou) while in the NPA the most abundant species was *Urocyon cinereoargenteus* (gray fox). Using ecological niche models the potential distribution for three additional species inside the CPA was determined; increasing the specific richness for this area. The surface of the CPA (42.5546 km²) can be a conservation alternative for species that their activity areas are less than 1 km², but no for animals that need a bigger activity area like the *P. onca* and *L. wiedii* that have a minimum required surface of 1,400 km² and 545 km² respectively, for the short term maintenance of a minimum viable population. I propose to integrate a CPA's network to the Biosphere Reserve of Tehuacán-Cuicatlán in order to increase the protection of the registered species on this work; 3.76 minimum required surfaces for the jaguar and 9.6 for the margay; both species endangered for Mexico, helping for their conservancy and the other carnivores of the zone.

KEY WORDS: Communal protected area, Biosphere Reserve, carnivores, community conservation, relative abundance, biodiversity, minimum surface, minimum viable population, Santiago Comaltepec, Oaxaca.



Dedicatoria

A mis padres por el milagro de la vida

Delfina Krauletz López

&

Genaro Luna Santiago

A mi esposo, por tu compañía y apoyo incondicional en todo momento. Gracias por tu amor

Horberto Uriel López Hernández

A todas las comunidades indígenas que con sus esfuerzos de conservación contribuyen a proteger los bosques, sentando las bases para futuras generaciones.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Politécnico Nacional y al CIIDIR-OAXACA por la oportunidad de concluir esta etapa de mi formación académica.

Al CONACyT por la beca para realizar mis estudios de posgrado con número de registro 203493.

Al programa institucional de formación de investigadores (PIFI) periodo 2006-2007 por la beca otorgada.

A la Comunidad de Santiago Comaltepec, por permitirme realizar este estudio dentro de su territorio comunal.

Al Dr. Miguel Ángel Briones Salas; por la dirección de este trabajo, asesorías, por brindarme un espacio en las instalaciones del laboratorio, pero sobre todo por su amistad y paciencia en todo este tiempo.

A la Dra. Claudia Ballesteros por el apoyo en la dirección de este trabajo, las asesorías y la amistad que ha surgido a lo largo de este tiempo.

A los integrantes del comité tutorial quien me ha acompañado durante todo el proceso del desarrollo de este trabajo. Dra. Claudia Ballesteros Barrera, Dr. Miguel Ángel Briones salas, Dr. Gabriel Ramos Fernández y Dr. Víctor Sánchez Cordero.

A los integrantes del comité revisor de tesis quienes han aportado sus comentarios para mejorar el contenido de este documento. Dra. Claudia Ballesteros Barrera, Dr. Miguel Ángel Briones salas, Dr. Gabriel Ramos Fernández, Dr. Víctor Sánchez Cordero, M en C. Gladys Isabel Manzanero Medina y Dr. Alejandro Flores Martínez.

Al Ing. Norberto Uriel López Hernández por su apoyo en la elaboración de mapas y manejo de información geográfica.

A la M en C. Alina Gabriela Monroy Gamboa; por los comentarios y apoyo para concluir este documento, pero por sobre todo su amistad incondicional siempre.

A mis compañeros y amigos de laboratorio de vertebrados terrestres; Fernando Huerta, Mario Lavariiega, Josué Ramírez, Malinalli Cortés, Mario Peralta y Adriana Hernández, con quienes tuve la oportunidad de convivir, además de su valioso apoyo durante las salidas de campo.

A mi amiga Mireya Valdez por su amistad y compañía siempre, en las tareas, trabajos, trámites, regaños y muchas cosas más que pasamos durante nuestra estancia en el posgrado.

A quienes formaron parte de este proceso y contribuyeron de alguna manera a concluir este trabajo, mis más sinceros agradecimientos.

INDICE

Contenido	Pág.
I. Introducción	13
II. Antecedentes	18
III. Justificación	22
IV. Objetivos	24
General	24
Específicos	24
V. Hipótesis	24
VI. Métodos	25
Descripción del área de estudio	25
Localización geográfica	25
Características Físicas	25
Clima	25
Hidrología	25
Topografía	27
Características biológicas	27
Fauna	27
Vegetación	27
Área Comunal Protegida	29
Riqueza de especies	30
Muestreo	30
Diversidad	32
Abundancia relativa	34
Relación rastros/distancia	34
Relación número de registros/día/persona	34
Número de Individuos por especie registrada	38
Presencia de especies adicionales en el ACP	41
Superficie mínima requerida	43
VII. Resultados	44
Riqueza de especies	44
Diversidad	47
Abundancia relativa	49
Abundancia relativa por esfuerzo de muestreo	51
Abundancia relativa en el ACP y ANOP	54
Número de individuos por especie registrada	57
Presencia de especies adicionales en el ACP	59
Superficie mínima requerida	63
VIII. Discusiones	67
Riqueza de especies	67
Diversidad	68
Abundancia relativa de especies	68
Presencia de especies adicionales en el ACP	71
Número de individuos por especie registrada	71
Superficie mínima requerida	73

IX. Conclusiones	75
X. Literatura citada	76
Apéndice I.	87

INDICE DE CUADROS

Contenido	Pág.
Cuadro 1. Lista de especies de especies dentro del área de estudio en Santiago Comaltepec y sus principales características (datos obtenidos en literatura).	40
Cuadro 2. Lista de especies de carnívoros registradas dentro del área de estudio en Santiago Comaltepec (datos obtenidos en campo).	46
Cuadro 3. Datos de diversidad, equitatividad y diversidad de especies máxima.	48
Cuadro 4. Abundancia relativa expresada en número de rastro/km de carnívoros de Santiago Comaltepec, Sierra Madre de Oaxaca.	51
Cuadro 5. Esfuerzo de registro, riqueza específica y abundancia relativa de carnívoros en todo el territorio de la comunidad de Santiago Comaltepec, Sierra Madre de Oaxaca.	52
Cuadro 6. Esfuerzo de registro, riqueza específica y abundancia relativa de carnívoros en el área comunal protegida de la comunidad de Santiago Comaltepec, Sierra Madre de Oaxaca.	55
Cuadro 7. Esfuerzo de registro, riqueza específica y abundancia relativa de carnívoros en el área no protegida la comunidad de Santiago Comaltepec Sierra Madre de Oaxaca.	56
Cuadro 8. Número estimado de individuos de las especies registradas en el Área Comunal Protegida, de la comunidad de Santiago Comaltepec.	57
Cuadro 9. Número estimado de individuos de las especies registrados en el Área no protegida de la comunidad de Santiago Comaltepec.	57

INDICE DE FIGURAS

Contenido	Pág.
Figura 1. Ubicación geográfica de la zona de estudio, en el terreno comunal del Municipio de Santiago Comaltepec, Sierra Madre de Oaxaca.	26
Figura 2. Representación del porcentaje de las familias de carnívoros registrados en todo el periodo de estudio, en la comunidad de Santiago Comaltepec, Sierra Madre de Oaxaca.	44
Figura 3. Distribución de las especies de carnívoros registrados en el territorio comunal de Santiago Comaltepec, Sierra Madre de Oaxaca.	45
Figura 4. Número de registros de las especies de carnívoros registrados dentro del territorio de la comunidad de Santiago Comaltepec, Sierra Madre de Oaxaca.	47
Figura 5. Curva de acumulación de especies obtenida en el territorio comunal de Santiago Comaltepec.	48
Figura 6. Abundancia relativa de rastros total de carnívoros registrados en Santiago Comaltepec, Sierra Madre de Oaxaca.	49
Figura 7. Abundancia relativa de rastros total de carnívoros registrados en el área comunal protegida de Santiago Comaltepec, Sierra Madre de Oaxaca.	50
Figura 8. Abundancia relativa de rastros total de carnívoros registrados fuera del área comuna protegida de Santiago Comaltepec, Sierra Madre de Oaxaca.	50
Figura 9. Abundancia relativa total de cada especie en todo el periodo de estudio de carnívoros de la comunidad de Santiago Comaltepec.	53
Figura 10. <i>Buffers</i> de las especies registradas a partir de su área de actividad.	58
Figura 11. Modelo de distribución potencial de <i>E. barbara</i> , para Oaxaca.	59
Figura 12. Modelo de distribución de <i>E. barbara</i> para el territorio de la comunidad de Santiago Comaltepec, Sierra Madre de Oaxaca	60
Figura 13. Modelo de distribución potencial de <i>M. macroura</i> , para Oaxaca.	61
Figura 14. Modelo de distribución de <i>M. macroura</i> para el territorio de la comunidad de Santiago Comaltepec, Sierra Madre de Oaxaca.	61

Figura 15. Modelo de distribución potencial de <i>U. cinereoargenteus</i> para el estado de Oaxaca.	62
Figura 16. Modelo de distribución de <i>U. cinereoargenteus</i> para el territorio de la comunidad de Santiago Comaltepec, Sierra Madre de Oaxaca.	62
Figura 17. Requerimientos mínimos de área de <i>P. onca</i> a partir de su punto de registro.	64
Figura 18. Requerimientos mínimos de área de <i>L. wiedii</i> a partir de su punto de registro.	64
Figura 19. Áreas comunitarias protegidas de la Región Sierra Norte-Chinantla Alta.	65
Figura 20. Modelo de distribución potencial de <i>P. onca</i> en el estado de Oaxaca.	66

I. INTRODUCCIÓN

Los procesos de deterioro ambiental ocasionados por el incremento de la población y sus actividades han provocado una reducción en la diversidad biológica. La agricultura, la ganadería y la deforestación son algunas actividades que se han incrementado, provocando cambios de uso de suelo y degradación en los ecosistemas, disminuyendo considerablemente las áreas en buen estado de conservación (Ceballos y Rodríguez, 1993).

Una de las herramientas más utilizadas en la conservación a nivel nacional e internacional es el decreto de áreas protegidas (espacios, reservas, parques) delimitadas por diversos objetivos; protección de paisajes, áreas hidrográficas, zonas con mayor concentración de especies, alto número de endemismos o rareza o donde habitan especies en alguna categoría de riesgo bajo alguna Norma de conservación (Ceballos y Rodríguez, 1993).

Sin embargo, la conservación biológica en áreas protegidas ha sido insuficiente para asegurar la biodiversidad debido a que no congregan a todas las especies de interés y algunas no son suficientemente grandes para mantener poblaciones viables de vertebrados (Simonetti *et al.*, 2002). Por otra parte, delimitar estas áreas requieren de trabajos de investigación y monitoreo constante que implican costos económicos no disponibles (Whitacre, 1997).

La herramienta de conservación de mayor definición jurídica en México ha sido las Áreas Naturales Protegidas (ANPs) que se clasifican en diferentes esquemas: Parques Nacionales, Reservas de la Biosfera, Monumentos Naturales, Áreas de Protección a Recursos Naturales y Santuarios. Estas áreas se crean mediante un decreto presidencial cuyas actividades a realizarse dentro de ellas, se sustentan en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y se encuentran sujetas a regímenes especiales de protección. Actualmente la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) administra 166 áreas naturales de carácter federal que representan 23, 148,432 hectáreas en diferentes estados del país (www.conanp.gob.mx, 2008).

De éstas, solamente 58 ANPs (32 Reservas de la Biosfera, 15 Parques Nacionales, nueve Áreas de Protección de Flora y Fauna, un Monumento Natural y un Santuario) se encuentran dentro del Sistema Nacional de Áreas Naturales cubriendo una superficie de 12,120,918 hectáreas que equivalen al 52 % de las hectáreas decretadas (www.conanp.gob.mx, 2008).

Estos porcentajes muestran un notable avance en las políticas de conservación en nuestro país; sin embargo, algunas limitantes principalmente las de índole social también influyen dentro de este proceso, ya que muchos propietarios o poseedores de las áreas decretadas se les ha expropiado los terrenos que comprenden sus límites, lo que ha generado una indefinición en la tenencia de la tierra, los asentamientos irregulares, conflictos políticos, la cacería furtiva, el saqueo de especies, etc., (Gómez-Pompa y Dirzo, 1995; Contreras y Rodríguez, 2004).

De la misma manera, existen otros problemas más complejos que se observan en torno a las áreas protegidas, principalmente los derivados de la relación áreas *versus* número de especies que pueda contener (Halffter, 1995). En cuanto a su representatividad; Francois y Pérez-Vega (2005) realizaron un análisis del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) y encontraron que la representación de los sistemas naturales es muy desigual, por ejemplo las provincias biogeográficas y las regiones florísticas en algunos casos solamente están representadas en el 1 % como las provincias: Tamaulipeca, Altiplano Sur (Zacatecano Potosino), Los Altos de Chiapas, La Depresión del Balsas y La Sierra Madre Occidental. Dentro de este mismo trabajo, los autores encontraron que el SINAP para el bosque de mesofilo de montaña representa solamente el 9 % comparado con el matorral con 56.2 % y el bosque de Oyamel con 22.9 %.

Otra consideración con respecto a las áreas protegidas está en función de los acontecimientos externos; a medida que las áreas que se encuentran alrededor de ellas están siendo impactadas por las actividades antropogénicas, las reservas van quedando como islas al reducirse el límite real que se dispone para la biota, afectando principalmente a especies con desplazamientos o territorios amplios, como las aves y los mamíferos en especial los depredadores (Halffter, 1995).

En años recientes en países como Chile, Costa Rica, Francia, Brasil, se están planteando algunas estrategias complementarias, como la conservación de la biodiversidad en terrenos privados (Mesquita, 1999; Pauchard, 2000; Simonetti y Acosta, 2002; Simonetti *et al.* 2002; Foreman, 2006). De la misma forma se están reconociendo las estrategias de conservación por comunidades indígenas y campesinas en Australia, Sureste y sur de Asia, Sur de África, región Pacífico Sur, América del Norte, América Central y Sudamérica (Smyth, 2006; Solís *et al.*, 2006; Bassi, 2006; Brown, 2006; Farhan, 2006; Oviedo, 2006; Pathak, 2006; Holden *et al.*, 2006).

En México esta iniciativa ha cobrado importancia, debido a que un gran porcentaje de su territorio se encuentra bajo el régimen común, sitios donde las comunidades indígenas o ejidos convergen con áreas de alta riqueza biológica (Toledo, 1994; Toledo, 1995). Estas áreas de conservación comunitaria son terrenos propiedad de ejidos o comunidades indígenas que destinan por voluntad propia para la conservación ecológica (Gómez-Pompa y Dirzo, 1995). Esto se da mediante un proceso participativo que conlleva una planeación activa de los miembros de la comunidad, dentro de un marco de ordenamiento territorial, cuyo objetivo es mantener bajo su propio resguardo el patrimonio cultural y natural sobre un manejo adecuado de la diversidad biológica del territorio (Santana, 2004; Carranza, 2006).

Se conocen estos sitios en la región Zapoteca-Chinanteca y los Zoques del estado de Oaxaca, Comunidades Huicholas de Jalisco, Comunidades Tepehuanas del Sur de Durango, La comunidad Cojolita, en la lacandona Chiapas, solo por mencionar algunas (Anta, 2007); Se sabe de su existencia en otros estados (Michoacan, Quintana Roo, Nuevo León, Guerrero, Tamaulipas y Veracruz) pero no se cuenta con descripciones precisas (Bocco *et al.*, 2000; Boege *et al.*, 2000).

El hecho de que dentro del estado de Oaxaca -destacado por su gran riqueza cultural y biológica- más del 50 % de su territorio es propiedad comunal, sugiere que posiblemente sea una alternativa viable de conservación mediante un manejo comunitario adecuado de los recursos. Hasta hace poco, dichas áreas eran poco reconocidas; sin embargo, existe mucho interés por diversas instituciones en

propiciar y apoyar estas estrategias, es por ello que dentro de las reformas a la Ley General al Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), ha sido aprobado el reconocimiento de las áreas bajo conservación comunitaria e incluidas dentro del conjunto de áreas naturales protegidas, reconociendo su propia naturaleza jurídica, significando con esto que los decretos no son la única vía de formalizar la conservación ya que las iniciativas comunitarias pueden ser también consideradas (SEMARNAT, 2008).

Respecto al diseño de áreas protegidas; Rapoport *et al.* (1986), propusieron cuantificar el valor conservativo de las especies (mamíferos). Reca *et al.* (1994) por su parte propusieron una variante, que se basa en la consideración de diversos elementos para determinar el índice conservativo de especies, como el tamaño corporal, la singularidad taxonómica y el nivel trófico o de manera inversa el tamaño de área de distribución, amplitud en el uso de hábitat, amplitud trófica, el potencial reproductivo y la abundancia. Un ejemplo de esto pueden ser los mamíferos carnívoros; puesto que se encuentran en la parte alta de la cadena trófica, además de que sus requerimientos de área son mayores a los invertebrados por ejemplo (Monjeau, 1999).

Así mismo se reconoce a muchos de los grandes carnívoros como especies clave que incrementan la función de los ecosistemas de una forma significativa mediante sus actividades, su remoción inicia cambios en la estructura del ecosistema y conduce a la pérdida de la biodiversidad (Miller y Rabinowitz, 2002). Como complemento a su papel clave, los grandes mamíferos carnívoros se pueden considerar como especies sombrilla cuya protección posiblemente puede extender sus beneficios hacia muchos otros organismos que habitan en la misma área. También algunos de sus miembros son importantes indicadores de la función y productividad de los ecosistemas pero son vulnerables a los cambios ambientales y a la explotación (Noss *et al.* 1996).

Por otra parte, los carnívoros terrestres se encuentran en casi todos los hábitats, la diversidad que presentan en cuanto a morfología, talla y fisiología les ha permitido ocupar diversos nichos. Se pueden encontrar una o más especies coexistiendo e interactuando, pueden ser depredadores y/o competidores, por lo que su función

como reguladora de poblaciones es directa o indirecta, es decir no solo se limita a los herbívoros sino también a otros carnívoros (Cuarón, 2002). Estas interacciones entre los carnívoros o depredadores dan estructura y dinamismo a la comunidad y en consecuencia al ecosistema, alcanzando efectos en especies con las cuales la interacción es nula. Los efectos de los depredadores han sido demostrados en numerosos sistemas, efectos como el sustento de la diversidad en los ecosistemas y reguladores de las densidades poblaciones animales en diferentes niveles tróficos (Weaver *et al.*, 1996).

Debido a lo anterior en este trabajo se evaluó el estado de conservación que guardan los mamíferos del Orden Carnívora (carnívoros) dentro de un Área Comunal Protegida de la comunidad de Santiago Comaltepec, Oaxaca, perteneciente a la región de la Chinantla considerada como prioritaria para la conservación por la CONABIO (1998).

II. ANTECEDENTES

El uso de organismos indicadores ha sido un método ampliamente usado para evaluar la magnitud de la perturbación por agentes antrópicos, monitorear tendencias poblacionales y localizar áreas de alta biodiversidad solo por mencionar algunos objetivos de conservación (Landres *et al.*, 1988; Caro y O' Doherty, 1999).

En el contexto anterior Shuster *et al.* (2000) propuso un método para priorizar la conservación de los bosques nubosos de Guatemala usando Passalidae (Coleoptera) como organismos indicadores; evaluando la riqueza encontraron 66 especies en 32 bosques de donde determinaron siete sitios de alta prioridad para la protección.

Arzamendia y Giraudo (2004) consideraron a las serpientes de la provincia de San Fe en Argentina como ejemplo para la evaluación y diseño de áreas protegidas analizando patrones de riqueza y biogeográficos donde encontraron que las áreas protegidas actuales no eran suficientes ni están distribuidas adecuadamente en relación a los patrones de biodiversidad ya que las tres áreas donde indicaron los valores de prioridad, endemismos, similitud y complementariedad; dos de ellas no están en áreas protegidas y solamente una se encuentra en una pequeña reserva.

De igual manera, Gil y Carbó (2005) en un estudio de complementariedad de áreas protegidas para la provincia de Misiones Argentina con base en la diversidad de mamíferos encontró una eficacia del 13.40 % de éstas áreas, que resulta insuficiente para albergar una población mínima viable de *P. onca*.

Simonetti y Acosta (2002) estudiaron el caso del carnívoro nativo (*Oncifelis guigna*) en Chile; especie cuya población requiere de al menos 500 km² para sobrevivir, sin embargo ninguna área protegida en la Costa en Chile Central dispone de dicha superficie a lo que los autores proponen proteger los fragmentos de bosques nativos ubicadas en tierras privadas para la supervivencia de esta especie a largo plazo.

Richard *et al.* (2006), evaluaron los objetivos de conservación del área protegida en el Parque Nacional Torotoro (Potosí, Bolivia) mediante el área de campeo y población mínima viable de especies de félidos y cánidos. Encontraron una

clara deficiencia de conservación puesto que para conservar una población viable para *Puma concolor* sería necesario conservar 105 veces mayor al área actual (0.1657 km²), 273 para *Oreailurus jacobita*, y cinco veces para *Lycalopex culpaeus*.

Respecto al estudio de los carnívoros dentro de las ANPs de México se tiene el de Ceballos *et al.* (2002) quienes realizaron un estudio para estimar el tamaño poblacional y conservación del jaguar en la Reserva de la Biosfera de Calakmul, Campeche. Ellos encontraron que el área de actividad de cuatro individuos fue de 41 km² en promedio, con un rango de 32 a 59 km²; los machos tuvieron áreas de actividad mayores que las hembras. Con estos datos, estimaron una densidad poblacional de 1 individuo por cada 15 km², de donde sugieren que la población total de la reserva es probablemente, de alrededor de 482 jaguares.

Naranjo y Espinoza (2001), realizaron un listado de mamíferos silvestres de la Reserva Ecológica Huitepec de 136 ha, ubicada en el municipio de San Cristóbal de Las Casas, en los altos de Chiapas. Encontraron 40 especies de mamíferos de los cuales el 12.5 % pertenecen al orden carnívora; los autores sugieren que aun siendo el área de la reserva muy limitada, el número de especies con presencia verificada en el área protegida constituye una muestra importante de la diversidad mastofaunística de la meseta central de Chiapas.

Vargas y Huerta (2001), determinaron las especies de mamíferos asociadas a cuatro tipos de vegetación en la Reserva de la Biosfera el Cielo en el estado de Tamaulipas, observaron que los mamíferos presentan una distribución diferencial en un gradiente altitudinal, en cinco patrones, cuatro especies de distribución amplia, siete de distribución media y 31 de distribución reducida, 12 de distribución salteada y 42 específica. Encontraron además que el bosque tropical subcaducifolio y el bosque mesofilo de montaña, contiene mayor numero de especies con distribución específica, el 72.54 % de especies fueron comunes entre ambos tipos de vegetación, destacan especies de carnívoros tales como: *Herpailurus yaguarondi*, *L. wiedii*, *P. onca*, *Eira barbara*, *Mustela frenata*, *Basariscus astutus*, *Nasua narica* y *Procyon lotor*, entre otros.

Monteagudo y León-Paniagua (2002); compararon la diversidad mastofaunística de cinco unidades montañosas mexicanas (Sierra de Juárez (Oaxaca), Reserva de la Biosfera El Cielo (Tamaulipas), Sierra Gorda (Querétaro), Sierra de Atoyac de Álvarez (Guerrero) y Reserva de la Biosfera La Sepultura (Chiapas), a partir de transectos altitudinales muestreados en cada una de ellas, en donde los murciélagos y los roedores fueron los órdenes más ricos en especies en todos los casos, excepto en la Reserva La Sepultura, donde destacó la gran abundancia de carnívoros en todos los hábitats. Se observó la coincidencia de los patrones generales de riqueza para los mamíferos en las distintas sierras, con una disminución del número de especies con la altitud; con tendencia más marcada en los grupos voladores.

Núñez *et al.* (2002), realizaron un estudio en la selva baja de la Costa de Jalisco para analizar el grado de protección que provee la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala a los jaguares, estudiaron también los mecanismos ecológicos de coexistencia utilizados por los jaguares y los pumas cuando son simpátricos y su significado para la conservación de estas dos especies. Las áreas de las hembras de jaguar son de alrededor de 25 Km² en la temporada de secas y cerca de 65 km² en la de lluvias, calcularon 1.7 jaguares y 3.5 pumas por cada 100 km²; en este sitio, la presa más importante de los jaguares fue el venado cola blanca y el solapamiento alimentario entre pumas y jaguares se considera el mayor reportado. Encontraron además que la cacería ilegal es la causa más importante de la mortalidad, los jaguares y los pumas, aparentemente coexisten en el bosque no alterado pero es posible que una dieta más diversa proporcione al puma, una ventaja en áreas fragmentadas.

Lira y Naranjo (2003) realizaron un estudio de la abundancia y preferencia de hábitat del puma y dos de sus presas, en la Reserva de la Biosfera el Triunfo en Chiapas, en donde a lo largo de 475 km recorridos de transectos, encontraron abundancias de *M. americana* con 0.38 rastros / km, *T. tajacu* con 0.13 rastros / km y *P. concolor* con 0.04 rastros / km. Las tres especies fueron más abundantes en el bosque mesófilo de montaña y utilizaron con mayor intensidad el bosque mesófilo de montaña con vegetación secundaria respecto a otros tipos de vegetación. No se

observaron diferencias significativas en los índices obtenidos entre la temporada seca y lluviosa, ni entre los meses del año.

Para el estado de Oaxaca se reportan algunos estudios del orden carnívora en ANPs y ACPs, como el de Botello (2004), quien realizó una comparación de cuatro metodologías para determinar la diversidad de carnívoros en el ACP de Santa Catarina Ixtepeji, en la región Sierra Norte. En este mismo año, el autor documentó los primeros registros de *L. wiedii* y de *Lynx rufus* (gato montés) en la Reserva de la Biosfera Tehuacán Cuicatlán. Así mismo; junto con otros colaboradores (2006) el primer registro de *Lontra longicaudis* (nutria neotropical de río) a 80 km en línea recta del registro histórico más cercano en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, mediante identificación de excretas. En cuanto a datos preliminares no publicados del mismo grupo, se tienen los trabajos de García (1999) sobre la presencia del orden carnívora en los municipios de Amatlán y Lachatao, Cruz (2003) que calculó la abundancia relativa de carnívoros en el territorio comunal de Santa Catarina Ixtepeji, Monroy (2006) determinó el uso de hábitat y ámbito hogareño del coyote *Canis latrans cagottis* en el ACP de Santa Catarina Ixtepeji y Luna-Krauletz (2005) calculó la abundancia de carnívoros en Santiago Comaltepec.

III. JUSTIFICACIÓN

Actualmente, todavía se desconoce información biológica de los carnívoros dentro de las ANPs, en muchos casos no cuentan con el tamaño suficiente para mantener poblaciones viables de especies con rangos de hogar amplios, lo que ha propiciado que se encuentren más aisladas de otros ambientes naturales y más vulnerables a las perturbaciones que provienen del entorno (Sepúlveda *et al.* 1997). Se ha mencionado además un sin fin de problemas de índole social que enfrentan las áreas protegidas (Contreras y Rodríguez, 2004). En el corto plazo se observa difícil que las ANPs puedan superar los problemas de representatividad ecológica, diseño y conectividad, ya que la prioridad social para la conservación de la biodiversidad es baja comparada con la necesidad productiva de la sociedad en nuestro país. Sin embargo, existen esfuerzos considerables por diversos frentes en minimizar los problemas de la conservación en lo que respecta a las áreas de protección, tomando en cuenta la necesidad de ir incorporando mayores áreas mejor localizadas, con una conectividad entre sí y lo principal, bajo un buen manejo, no solo dirigidas hacia las especies, sino también a procesos integrales del ecosistemas tales como la herbivoría, la depredación, la circulación de nutrientes y los flujos hídricos entre otros (Sepúlveda *et al.* 1997).

Considerando dos aspectos de gran relevancia como son los sociales y culturales, en el estado de Oaxaca se ha observado la importancia de las ACPs como una alternativa para la conservación. Su principal característica es que se definen mediante un decreto interno de las comunidades con base en un plan de ordenamiento de su territorio. Actualmente instituciones nacionales e internacionales como la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y el Instituto Estatal de Ecología (IEE), así como diversas organizaciones no gubernamentales como el Fondo Mundial para la Conservación de la Naturaleza (WWF por sus siglas en inglés), están impulsando estrategias para promover el establecimiento de grandes corredores biológicos, en los que sea posible articular las ANPs existentes con la superficie forestal bajo manejo, conjuntamente con las ACP,

a fin de lograr una mayor y mejor representación del patrimonio natural (Castañeda y Ramírez, 2006).

Entre los ecosistemas que pueden ser susceptibles de conservación en el estado de Oaxaca a través de estos mecanismos, se encuentran: los bosques mesófilo de la región Sierra Madre de Oaxaca con cerca de 152 mil ha, el mosaico de selvas húmedas, secas, bosques templados y mesófilo de los Chimalapas en la región Sierra Madre del Sur de Oaxaca y Chiapas con cerca de 462 mil ha, las selvas húmedas de la Chinantla en la Región de la Sierra Madre de Oaxaca con 181 mil ha y las selvas secas de la Costa en la región Planicie Costera del Pacífico con aproximadamente 80 mil ha (Acosta *et al.*, 1993). El municipio de Santiago Comaltepec propone como su área de conservación una extensión de bosque mesófilo considerable, sin embargo, éste sólo forma un porcentaje de este tipo de vegetación presente en la región de la Chinantla, considerada prioritaria para la conservación por la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO, 1998).

Por lo tanto, contemplando algunos aspectos hacia el futuro en la toma de decisiones; este trabajo hace un aporte para la comunidad de Santiago Comaltepec, al contar con información biológica considerando como grupo indicador al Orden Carnívora; que contribuya y respalde su propuesta de conservación y fortalezca su organización social participativa para posteriormente sumar esfuerzos conjuntos con las otras comunidades y mediante acciones coordinadas puedan destinar ésta como una importante región para la conservación.

IV. OBJETIVOS

General

Determinar la importancia del área comunal protegida de la comunidad de Santiago Comaltepec, Sierra Madre de Oaxaca, para la conservación de los mamíferos del Orden Carnívora.

Específicos

1. Determinar la riqueza de especies de carnívoros fuera y dentro del área comunal protegida de Santiago Comaltepec, Sierra Madre de Oaxaca.
2. Estimar la diversidad de las especies de carnívoros presentes en el área comunal protegida y fuera del área comunal protegida.
3. Determinar la abundancia relativa de carnívoros dentro y fuera del área comunal protegida de Santiago Comaltepec, Sierra Madre de Oaxaca.
4. Estimar el número potencial de individuos de carnívoros registrados que pueden habitar en el ACP mediante las áreas de actividad de las especies.
5. Determinar las especies de carnívoros que potencialmente pueden distribuirse dentro del ACP utilizando el modelado de nicho ecológico.

V. HIPÓTESIS

Se espera encontrar una mayor riqueza y abundancia de especies de mamíferos carnívoros dentro del ACP, debido a que esta zona se encuentra bajo categoría de conservación por la comunidad con reglas internas bien definidas para el acceso y uso del área, considerando que una de las grandes amenazas para las especies ha sido la transformación del hábitat. La presencia de éstos; será importante para determinar los esfuerzos de conservación y se espera que esta área represente la protección adecuada a la diversidad de los carnívoros del lugar.

VI. MÉTODOS

Descripción del área de estudio

Localización geográfica

Santiago Comaltepec es una comunidad que pertenece a la región Sierra Madre de Oaxaca, sus coordenadas geográficas están entre los 17° 34' de latitud Norte y 96° 33' de longitud Oeste. Los niveles altitudinales van de los 450 msnm hasta los 3,000 msnm en las zonas más elevadas. Colinda al norte con la comunidad de San Pedro Yolox, al oeste con la Agencia de La Soledad Tectitlán, al sur con las comunidades de San Pablo Macuiltianguis e Ixtlán de Juárez, al noreste con la comunidad de Yetla y al este con el ejido de Santiago Progresas (Fig. 1, INEGI, 2000).

Características físicas

Clima

El clima de Santiago Comaltepec, de acuerdo a la clasificación propuesta por Köppen y modificada por García (1998) es C(m)(w")b(i')g templado húmedo con lluvias en verano, precipitación del mes más seco menor a 40 mm y con lluvia invernal entre el 5 y 10 % del total anual (INEGI, 2000).

Hidrología

El territorio de Santiago Comaltepec se encuentra ubicado en la región oriental por la parte alta de la cuenca del río Soyalapam, esta zona se encuentra en la región hidrológica RH28Ai, esta zona es un área de formación de escurrimientos superficiales. Las zonas de recarga se encuentran en las partes bajas cercanas al municipio de Valle Nacional, a su vez el área de Comaltepec en la parte central se ubica sobre la vertiente este; a 10 km de Río Grande, en la Región Hidrológica RH28Af (INEGI, 2000).

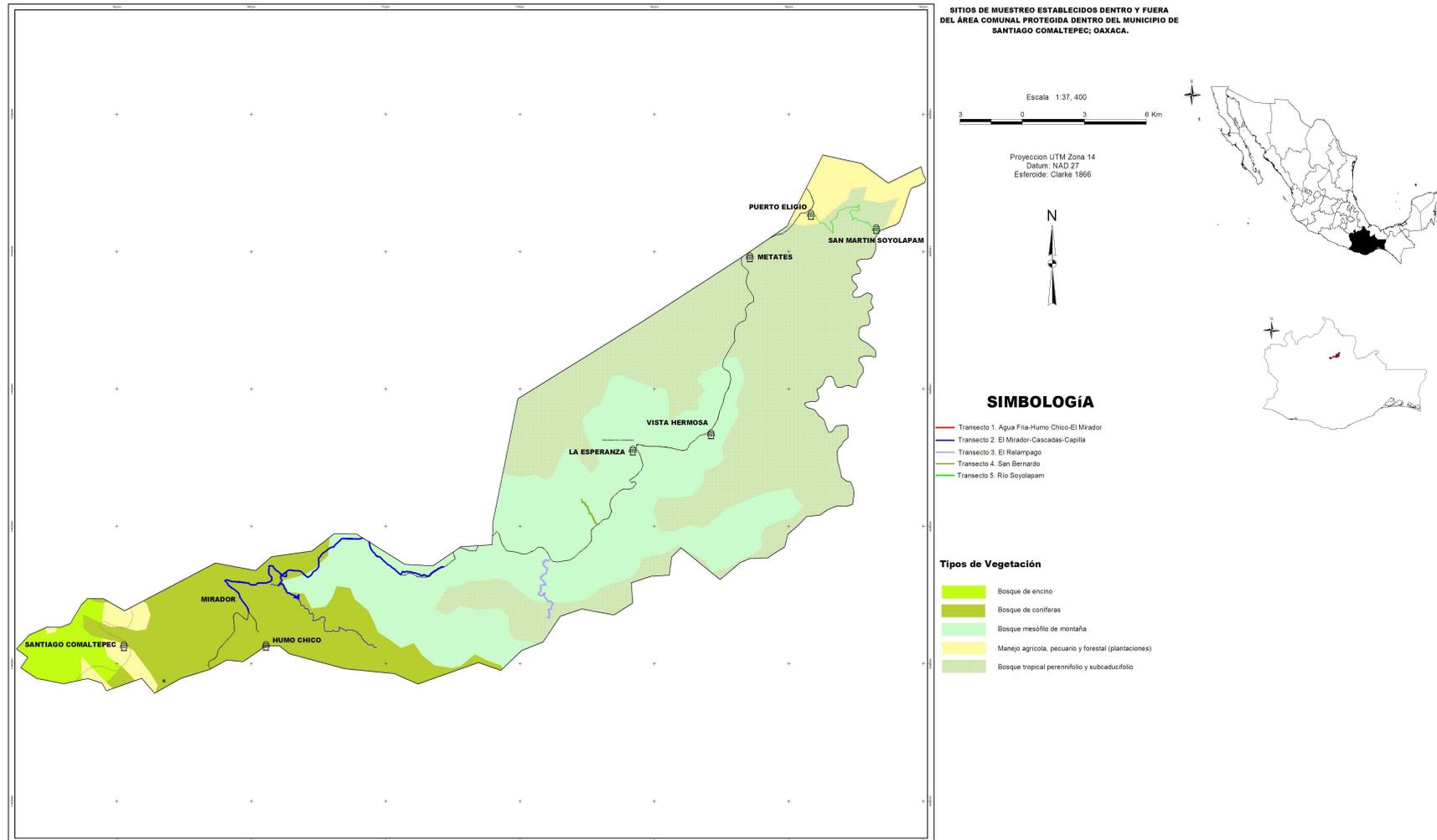


Figura 1. Ubicación geográfica de la zona de estudio, en el terreno comunal del Municipio de Santiago Comaltepec, Sierra Madre de Oaxaca (Fuente: INEGI *et al.*, 1990).

Topografía

La Sierra Norte se encuentra ubicada dentro del sistema montañoso conocido como Sierra Madre de Oaxaca, caracterizada por su accidentado relieve. Dentro de la comunidad de Santiago Comaltepec se encuentra un cordón montañoso que contiene las siguientes elevaciones: Cerro Machín (2,648 mnsnm), Cerro el Mirador (3,000 msnm), Cerro Pelón (3126 msnm), Cerro humo chico (3,240 msnm), Cerro Humo Grande (3,274 msnm), Cerro el Relámpago (2,325 msnm) y Cerro La Esperanza (1,647 msnm). La conformación montañosa de la región se debe a los procesos de orogénesis a que estuvo sometida desde el Paleozoico (INEGI, 2001 b).

Características biológicas

Fauna

Dentro del territorio de la comunidad se encuentran diversas especies de fauna silvestre, tales como aves de la familia Cracidae: *Penelope purpurascens* (pava), *Crax rubra* (hocofaisán), *Dendrortyx macroura* (gallina de monte), Ramphastidae: *Aulacorhynchus prasinus* (tucancillo verde). Especies de mamíferos de la familia: Muridae: *Peromyscus melanocarpus* (ratón de campo), Felidae: *Leopardus pardalis* (ocelote), Procyonidae: *P. flavus* (martucha) y *N. narica* (tejón), entre otras, todas las mencionadas anteriormente se encuentran bajo alguna categoría de riesgo dentro de la Norma Oficial Mexicana 059, por lo tanto requieren de una protección especial (Santiago Comaltepec, 2005).

Vegetación

Los tipos de vegetación representativos del municipio de acuerdo a la clasificación de Rzedowski (1978) y tomando en cuenta sus equivalencias en la clasificación propuesta por Torres Colin (2004), en donde se incluyen las características físicas asociadas a cada tipo de formación vegetal, se mencionan los siguientes:

- Bosque de coníferas: este tipo de formación vegetal presenta una temperatura media anual que oscila entre los 14 y los 18 °C, la precipitación va de los 600 hasta los 2500 mm, el clima varía, de templado sub-húmedo, cálido sub-húmedo a

semicálido sub-húmedo (Trejo, 2004). El estrato arbóreo está compuesto generalmente por especies como *Pinus ayacahuite*, *Pinus hartwegii*, *Pinus montezumae*, *Pinus patula*, *Pinus pseudoestrobis*, *Pinus oocarpa* y *Pinus teocote*, además de *Quercus crassifolia*, *Quercus elliptica*. Entre las epifitas se pueden encontrar especies de la familia Orchidaceae y Bromeliaceae (Torres Colín, 2004).

- Bosque mesófilo de montaña: la temperatura media anual en este tipo de vegetación va de los 16 a 20 °C y la precipitación media anual de los 2000 a los 4500 mm, con un clima semicálido húmedo, pasando por templado húmedo y semicálido sub-húmedo (Trejo, 2004). Las especies representativas de esta vegetación son: *Oreomunnea mexicana* asociada con *Ulmus mexicana*, *Quercus candicans*, *Liquidambar styraciflua*, *Persea americana*, *Miconia lonchophylla*, *Celastrus vulcanicola*, *Cavendishia crassifolia*, epifitas integrantes de las Familias Bromeliaceae, Orquidaceae y Piperaceae con géneros como *Encyclia*, *Epidendrum*, *Lephanthes*, *Maxilaria*, *Oncidium*, *Tillandsia* y *Peperomia* (Torres Colin, 2004).

- Bosque tropical subcaducifolio: esta vegetación presenta temperatura media anual de 24 a 28 °C, con lluvia anual de 800 a 1500 mm, el clima es cálido sub-húmedo (Trejo, 2004), las especies representativas son: *Sabal mauritiiformis*, *Dioscorea espinulosus*, en los estratos inferiores es posible encontrar a *Rinorea hummelli*, *Chamaedorea elatior*, *Chamaedorea tepejilote*, *Anthurium Schlechtendalii* y varias especies de helechos, son notables las trepadoras y bejucos como *Desmoncus chinantlensis*, *Dioscorea mexicana*, *Philodendron spp.* y *Singonium spp.* este tipo de vegetación coincide su distribución con la selva alta perennifolia, pero se distingue de ella por establecerse en cerros con menor humedad y poseer suelos kársticos (Torres Colin, 2004).

Área Comunal protegida

Es una zona de aproximadamente 42.5546 km², ubicada entre los parajes conocidos como el Relámpago y San Bernardo con las coordenadas 17° 35' 28.1" N; 96° 23' 52.2" W y 17° 36' 17.6" N y 96° 23' 01.4" W. Dentro de esta se reconoce el bosque mesófilo como tipo de vegetación característico, esta formación vegetal es un bosque latifoliado denso y de estratificación compleja, con alto epifitismo. En las partes más altas se encuentran encinos (*Quercus*) y en las partes medias las Lauráceas son un elemento común y a veces dominante.

Son comunes los helechos arborescentes (*Cyathea*). Algunos géneros o especies característicos son *Alnus*, *Clethra*, *Cleyera*, *Cornus*, *Dendropanax*, *Arboreus*, *Nectandra*, *Ocotea*, *Persea*, *Saurauia*, *Styrax*, *Symplocos*, *Ternstroemia*, *Hedyosmum*, *Oreopanax*, *Ticodendron*, *Weinmannia*. Finalmente el caudillo (*Oreomunea mexicana*) es un árbol dominante en rodales, con una composición de especies que representa un relictos de los bosques húmedos latifoliados del Terciario (Rzedowski y Palacios-Chávez, 1977). En esta área se encuentran restringidas las actividades de ganadería y agricultura pero se encuentra sujeta a un programa de conservación bajo el concepto de mejores prácticas de manejo cuyo objetivo es garantizar la conservación de suelos, agua y cobertura vegetal para la provisión de servicios ambientales e Implementar un programa de monitoreo permanente para evitar plagas, enfermedades, incendios, cacería ilegal, saqueo de especies y tala clandestina.

RIQUEZA DE ESPECIES

Muestreo

Este trabajo se realizó durante el periodo de septiembre del 2006 a septiembre del 2007, abarcando la temporada de lluvias (septiembre a noviembre 2006 y junio a septiembre del 2007) y secas (diciembre-mayo 2007). Para obtener el número de especies presentes en la comunidad incluyendo el ACP se utilizaron varios métodos:

1). transectos en franja (Mandujano, 1994): se colocaron ocho transectos en franja en las veredas y caminos establecidos dentro del ACP y fuera de ella. El ACP fue delimitado mediante el polígono con que cuenta la comunidad con base en su plan de ordenamiento territorial. Dentro de ella se colocaron cuatro transectos sumando un total de 12 km de distancia (Relámpago (2), San Bernardo y Brecha de la Comisión Federal de Electricidad). El área no protegida (ANOP) fue delimitada dentro del territorio comunal, exceptuando las áreas urbanas y agrícolas, en éste se colocaron cuatro transectos sumando un total de 12 kilómetros de distancia (área de saneamiento, Mirador, El Mameyal y Soyolapam).

2). Estaciones olfativas: como parte de los métodos se establecieron 10 estaciones olfativas, con un diámetro de aproximadamente 1 m, cada 500 m de distancia (Wemmer *et al.*, 1996), sobre los transectos establecidos previamente; tanto para el ACP como para el ANOP sumando un total de 20 en total. Estas estaciones se prepararon al despejar la cubierta de rocas y material orgánico del suelo, la tierra se preparó para tener una consistencia suelta y fina con la finalidad de facilitar la impresión de huellas; en cada trampa se colocó un atrayente para carnívoros (*pressed fish oil, pressed salmon oil, shellfish oil, cray fish essence*: Copyright©1999-2008 by Murray's Lures & Trapping Supplies) considerando las preferencias de las especies. El tipo de atrayente fue colocado de manera alterna y al azar en cada estación.

3). Cepos: para complementar el esfuerzo de muestro sobre los transectos se colocaron 20 cepos con goma de amortiguado de golpe (ONEIDA® VITOR SOTF® CATCH, 5-15/16") usando los mismos transectos en el ACP y el ANOP, cada cepe fue atado a un tronco o fijado con estacas para evitar que la trampa sea removida del

sitio, así mismo alrededor de cada una, se colocó un atrayente igual al utilizado en las estaciones olfativas.

4). Foto-trampas: de manera adicional a los tres métodos anteriores en la última fase de estudio en campo se utilizaron 10 fototrampas (cámaras trampa) marca *Cuddeback*[®] con resolución de 3.0 megapíxeles para la obtención de rastros por un periodo de tres meses.

Durante los recorridos de campo se colectaron las huellas y se realizaron copias en moldes de yeso. Esta técnica es comúnmente utilizada, ya que los requerimientos son mínimos, el material se encuentra con gran facilidad y a un bajo costo, además de que la forma de preparación es fácil y se realiza en poco tiempo (Wemmer *et al.*, 1996). Los moldes se depositaron en la Colección Regional de Mamíferos del CIIDIR-Oaxaca.

Las excretas se colocaron en bolsas de plástico y se anotaron los siguientes datos: Fecha de colecta, medidas de longitud y diámetro, número del transecto y tipo de vegetación. Para identificar taxonómicamente la especie se compararon las medidas y las formas con la guía de campo de Ceballos y Miranda (2000); Reid (1997) y Aranda (2000).

Diversidad

Para evaluar la riqueza de especies mediante las unidades del esfuerzo de muestreo se construyó la curva de acumulación de especies mediante el modelo de Clench (Moreno, 2001), recomendado para estudios en sitios de áreas extensas que asume que conforme aumenta el esfuerzo de muestreo existe una mayor probabilidad de adicionar especies al inventario (Soberón y Llorente, 1993, Moreno 2001).

Se construyó una matriz de datos de presencia/ausencia representando las especies y las unidades del esfuerzo de muestreo, en este caso los meses. Los datos se aleatorizaron 100 veces en el programa EstimateS 8, (Colwell, 2006). Los resultados (el número de las unidades de esfuerzo de muestreo y el número de especies promedio acumuladas) se exportaron al programa de tratamiento estadístico STATISTICA (StatSoft, 1996) para generar la curva de acumulación de especies mediante el modelo de Clench.

Para determinar la diversidad en las dos áreas de muestro (ACP y ANOP) de especies de carnívoros se utilizaron los registros obtenidos durante los períodos de muestreo, empleando el Índice de Shannon-Wiener (Magurran, 1988):

$$H' = - \sum_{i=1}^S (p_i) (\log_2 p_i)$$

H' = Índice de diversidad de *Shannon-Wiener* (bits/individuo) ó diversidad de especies observadas.

S = Número de especies de la comunidad.

p_i = Proporción de individuos del total de la muestra que corresponde a la especie i en la comunidad.

La diversidad fue calculada para dos sitios de muestreo; el ACP y el ANOP, para comparar las diferencias se utilizó la *t* de *Student* modificada por *Hutchenson*. Por otra parte; para obtener el Índice de diversidad máxima se utilizó la siguiente fórmula:

$$H_{max} = - \sum_{i=1}^S (1/S) \log_2 (1/S) = \log_2 S$$

H_{max} = Diversidad de especies de la muestra si tuvieran igual abundancia ó diversidad de especies máxima.

S= Número de especies de la comunidad

Con la finalidad de conocer que tan uniforme se encuentran distribuidos los individuos entre las especies se obtuvo la equitatividad mediante la comparación de la diversidad observada contra la diversidad máxima de la muestra utilizando la siguiente expresión:

$$E = H' / H'_{max}$$

Donde:

E=equitatividad

H' = Índice de diversidad de *Shannon-Wiener* (bits/individuo) ó diversidad de especies

H'_{max} = Índice de diversidad máxima

Abundancia relativa

Para determinar la abundancia relativa se utilizaron dos índices: la relación entre el número de rastros encontrado y la distancia recorrida para cada área (Aranda, 2000) y número de registros por días de trabajo por persona (NR/DP) (Sosa-Escalante, 1997).

a). Relación rastros/distancia

$$A. R. = \text{Num. Rastros} / DR \quad (1)$$

Donde:

A.R. = Abundancia relativa expresada en rastros/km

Núm. Rastros = Número de rastros encontrados en cada recorrido (Evidencias).

DR = Distancia recorrida expresada en km.

b). Relación número registros/día/persona

$$AREM = NREM / (NR/DPTE) \quad (2)$$

Donde:

AREM = Abundancia relativa de registros de cada especie por mes de muestreo.

NREM = Número de registros por especie en cada mes.

NR/DPTE = número total de registros por persona por día de trabajo en todo el estudio

Para calcular la abundancia relativa total de las especies registradas por mes se utilizaron las siguientes expresiones:

$$ARETM = NRMTE / (NR/DPM)$$

Donde:

ARETM = Valor de la abundancia relativa total mensual, para todas las especies registradas.

NRMTE = Número de registros por mes de todas las especies

NR/DPM = Número de registros por persona por día de trabajo por mes.

Para calcular la abundancia relativa total por especie en todo el periodo de estudio.

$$\text{ARTEE} = \Sigma \text{AREM}$$

ARTEE = Valor de la abundancia relativa total por especie durante el periodo de estudio.

ΣAREM = La sumatoria de todos los valores de la abundancia relativa de cada especie por mes.

Para conocer la proporción del número de especies registradas según el esfuerzo de muestreo aplicado para el estudio (PE), se divide la riqueza específica en determinado mes entre el número de registros por persona por día de trabajo en ese mes (NR/DPM).

Para la obtención de los índices de abundancia relativa de las especies registradas dentro del área comunal protegida y el área no protegida se emplearon las siguientes expresiones:

$$\text{AREM-ACP} = \text{NREM-ACP} / (\text{NR/DPE-ACP})$$

AREM-ACP = Abundancia relativa de cada especie por mes en el área comunal protegida.

NREM-ACP = Número de registros por especie en cada mes de muestreo dentro del área comunal protegida.

NR/DP-ACP = Número total de registros por persona por día de trabajo aplicado en el muestreo del área comunal protegida.

Para calcular la abundancia relativa total de cada mes de muestreo dentro del área comunal protegida.

$$\text{ARTM-ACP} = \text{NRTEM-ACP} / (\text{NR/DPM-ACP})$$

ARTM-ACP = Abundancia relativa total de cada mes de muestreo dentro del área comunal protegida.

NRTEM-ACP = Número de registros de todas las especies en cada mes en el área comunal protegida.

NR/DPM-ACP = Número de registros por persona por día de trabajo por mes en el área comunal protegida.

Para calcular la abundancia relativa total por especie para todos los meses dentro del área comunal protegida se utilizó la siguiente fórmula.

$$\text{ARTEE-ACP} = \sum \text{AREM-ACP}$$

ARTEE-ACP = Abundancia relativa total por especie para todo el periodo de estudio dentro del área comunal protegida.

$\sum \text{AREM-ACP}$ = Abundancia relativa de cada especie registrada por mes dentro del área comunal protegida.

$$\text{AREM-ANOP} = \text{NREM-ANOP} / (\text{NR/DPE-ANOP})$$

AREM-ANOP = Abundancia relativa de cada especie por mes en el área no protegida.

NREM-ANOP = Número de registros por especie en cada mes de muestreo dentro del área no protegida.

NR/DP-ANOP = Número total de registros por persona por día de trabajo aplicado en el muestreo del área no protegida.

Para calcular la abundancia relativa total de cada mes de muestreo dentro del área no protegida.

$$\text{ARTM-ANOP} = \text{NRTEM-ANOP} / (\text{NR/DPM-ANOP})$$

ARTM-ANOP = Abundancia relativa total de cada mes de muestreo dentro del área no protegida.

NRTEM-ANOP = Número de registros de todas las especies en cada mes en el área no protegida.

NR/DPM-ANOP = Número de registros por persona por día de trabajo por mes en el área no protegida.

Para calcular la abundancia relativa total por especie para todos los meses dentro del área no protegida se utilizó la siguiente fórmula.

$$\text{ARTEE-ANOP} = \sum \text{AREM-ANOP}$$

ARTEE-ANOP = Abundancia relativa total por especie para todo el periodo de estudio dentro del área no protegida.

$\sum \text{AREM-ACP}$ = Abundancia relativa de cada especie registrada por mes dentro del área no protegida.

Para la abundancia relativa total por especie en toda el área comunal de la comunidad.

$$\text{ARTE-AC} = \sum \text{ARTE-AE}$$

ARTE-AC = Abundancia relativa total por especie en todo el territorio de la comunidad de estudio.

ARTE-AE = Abundancia relativa total por especie entre las dos áreas de estudio.

Para obtener, la proporción de especies registradas según el esfuerzo registro aplicado (P) por áreas de estudio se relacionó la riqueza de especies entre el esfuerzo de muestreo aplicado que se calculó mediante el número de registros por persona/día de trabajo de cada mes.

Para determinar las diferencias entre los valores de abundancia relativa de las especies, entre las dos temporadas del estudio y las dos áreas muestreadas se realizó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis.

Los registros analizados fueron los obtenidos con el método de colecta de rastros en transectos, debido a que los otros métodos utilizados (cepos y estaciones olfativas) no se obtuvieron registros de especies, con la técnica de fototrampeo se obtuvieron algunos registros; pero no fueron tomados para analizar debido a que el esfuerzo de muestreo no fue homogéneo; sin embargo, ofrecen datos relevantes acerca de la especie registrada.

Número de individuos por especie registrada

Con fundamento en el estudio de Ceballos *et al.* (2001) donde estimaron la densidad y el tamaño poblacional del jaguar en la reserva de la biósfera de Calakmul y como parte de una propuesta en este trabajo para determinar el número de individuos que puedan habitar, por especie de carnívoro registrado dentro del área de estudio, se realizó una búsqueda de información bibliográfica para conocer las áreas de actividad de cada especie, considerando además hábitos, principales presas, el tipo de vegetación en el que se distribuyen y su estado de conservación (Cuadro 1).

Los datos de las áreas de actividad se obtuvieron de estudios equivalentes al tipo de vegetación en el que se realizó este trabajo, dado que se trata de un parámetro variable para la misma especie en diferentes ambientes (Cuadro 1). Con esta información se trató de inferir el número de individuos que potencialmente pueden habitar dentro del área donde se obtuvieron los registros de cada especie mediante una relación entre el tamaño del ACP y el área de actividad de cada especie. Para representar de manera esquemática el área de actividad de las especies registradas a partir del punto de registro en campo se crearon *Buffers* (zona generada alrededor de uno o más objetos) usando el programa *ArcView* (versión 3.2) Puesto que el software utilizado para crear los *buffers* o las áreas de influencia de un punto (En este caso polígonos circulares) se requiere el radio del área; por lo tanto se utilizó la fórmula para calcular el área de un círculo bajo el siguiente procedimiento:

$$A = \pi * r^2$$

Donde:

A= Área del polígono

π = Constante matemática cuyo valor es 3.1416...

r =Radio del círculo/ para la expresión es el valor elevado al cuadrado

Derivado de la expresión anterior con la finalidad de obtener el valor del radio del círculo se despeja ésta y la fórmula se escribe de la siguiente manera:

$$r = \sqrt{(A / \pi)}$$

Por lo tanto, para obtener el radio de las áreas de actividad se utilizó sustituyendo los valores conocidos y con el valor resultante del radio se crearon los *buffers* en el Programa *ArcView*.

Con este software se crearon los polígonos de cada especie proyectando sobre el mapa del territorio de la comunidad para esquematizar las áreas de influencia que pueden tener los registros obtenidos en campo y tener idea del espacio que hipotéticamente puede abarcar cada especie registrada.

Cuadro 1. Lista de especies de especies dentro del área de estudio en Santiago Comaltepec y sus principales características.

<i>Especie</i>	Hábitos	Principales presas	Áreas de actividad y/o ámbito hogareño	Tipo de vegetación	Estado de Conservación	Referencias
<i>N. narica</i>	Social (Grupos de 20 a 38 ind.)	Fruta, invertebrados, roedores, y anfibios	0.5 km ² por grupo	Bosque tropical perennifolio Bosque tropical subcaducifolio Bosque tropical caducifolio Bosque de pino y encino-pino	Algo abundante	Arita y Ceballos, 1997; Gompfer, 1995; Gompfer, 1997; Valenzuela, 1998; Aranda, 2000; Ramírez-Pulido, et al. 2005.
<i>P. flavus</i>	Solitarios y territoriales Forman grupos ocasionalmente	Frutas, flores, néctar, insectos Forrajea en las partes media y altas del estrato	0.26 a 0.39 km ² machos 0.15 a 0.17 km ² hembras	Bosque tropical perennifolio Selva mediana y decidua	III CITES, Pr en México	Ford y Hoffmann, 1988; Arita y Ceballos, 1997; Aranda, 2000; Ramírez-Pulido, et al. 2005.
<i>P. onca</i>	Solitario territorial	Pecarí de collar, coatí, armadillo	28 a 90 km ² machos 10 a 38 km ² hembras	Bosque tropical perennifolio Bosque tropical subcaducifolio Bosque tropical caducifolio y bosque mesófilo de montaña	I CITES, Peligro de extinción en México	Arita y Ceballos, 1997, Aranda, 2000; Ramírez-Pulido, et al. 2005, Ceballos et al. 2002, Haemig, 2001; Seymour, 1989.
<i>L. wiedii</i>	Solitario	Aves, roedores,	10.9 km ²	Bosque tropical, bosque mesófilo	I CITES, Peligro de extinción en México	Arita y Ceballos, 1997, Aranda, 2000; Ramírez-Pulido, et al. 2005, Domínguez-Castellanos y Ceballos, 2005. Oliveira, 1998.
<i>U. cinereoargenteus</i>		Oportunista, roedores, lagomorfos, frutos e insectos	1 a 8 km ²	Todos los tipos de vegetación	Abundantes	Arita y Ceballos, 1997, Aranda, 2000; Ramírez-Pulido, et al. 2005. Fritzell y Haroldson, 1982.
<i>C. latrans</i>	Sociales	Lagomorfos, ungulados, frutos e insectos	5.0 Y 2.4 km ² ámbito hogareño	Todos	Abundantes	Arita y Ceballos, 1997, Aranda, 2000; Ramírez-Pulido, et al. 2005; Bekoff, 1997; Grajales-Tam, et al. 2003; Guerrero et al. 2004.
<i>M. frenata</i>	Solitario	Roedores, lagomorfos, aves	0.04 a 1.2 km ²	Bosque tropical perennifolio Matorral xerófilo Bosque tropical caducifolio Bosque de pino, y encino	Abundantes	Arita y Ceballos, 1997; Aranda, 2000; Sheffield y Thomas, 1997.
<i>P. lotor</i>	Solitario no territorial	Frutas, invertebrados, oportunista	1.6 a 3.2 km ²	Bosque tropical perennifolio Bosque tropical caducifolio Bosque tropical subcaducifolio	Sin estatus	Arita y Ceballos, 1997; Aranda, 2000; Ramírez-Pulido, et al. 2005; Boggess, 1994; Lotze y Anderson, 1979.
<i>L. longicaudis</i>	Solitarios, (3 a 5 ind. hembra con crías)	Crustáceos, peces, anfibios	5 a 7 km lluvias, 2 a 4 km secas	Ríos con alta cobertura vegetal Bosque tropical subcaducifolio Bosque mesófilo	I CITES, Amenazada en México	Arita y Ceballos, 1997; Aranda, 2000; Ramírez-Pulido, et al., 2005; Laviñère, 1999.
<i>B. astutus</i>	Solitario	Roedores, lagomorfos, insectos frutos, aves, reptiles	Varía dependiendo , hábitat, estación y sexo	Bosques de encino Bosque de pino Trópicos semiáridos	Abundantes	Castellanos y Ruriklist, 2005; Poglayen-Neuwall y Toweil. 1988; Arita y Ceballos, 1997; Aranda, 2000; Ramírez-Pulido, et al., 2005.

Presencia de especies adicionales en el ACP

Con la finalidad de conocer la presencia de especies adicionales a las ya registradas dentro del área comunal protegida, se realizó una revisión bibliográfica de las especies que presentan distribución en bosque mesófilo de montaña en otros estudios, descartando las que ya fueron registradas para este trabajo en el ACP con lo que se determinó a *E. barbara* (Viejo de monte), *Mephitis macroura* (Zorrillo) y *U. cinereoargenteus* (Vargas y Hernández, 2001).

Para estas especies se generaron modelos de nicho ecológico a partir del algoritmo *Genetic Algorithm for Rule-set Prediction* (GARP) implementado como un software para PC (Stockwell & Noble, 1991; Stockwell & Peters, 1999, <http://www.lifemapper.org/desktopgarp/>). Este algoritmo genético produce de manera iterativa una serie de reglas que definen las condiciones ecológicas en las cuales se encuentra una especie, las evalúa e incorpora o rechaza (Stockwell y Noble 1991; Stockwell y Peters, 1999). Este método ha demostrado su capacidad predictiva y robustez en modelar la distribución de especies aún con tamaño de muestra pequeña como el caso de este trabajo (10 localidades) (Peterson & Cohoon, 1999; Stockwell & Peterson, 2002; Raxworthy *et al.*, 2003). En este programa se ingresaron las coordenadas geográficas obtenidas a partir de bases de datos de colecciones científicas nacionales y extranjeras (Oax-Ma; Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (www.conabio.gob.mx); GBIF Biodiversity Data Portal (www.gbif.org); generando 100 modelos con 0.01 de límite de convergencia a 1000 iteraciones máximo para delimitarlos. El sistema desarrolla reglas ambientales condicionales que describen la relación entre las localidades de presencia y pseudoausencia y las variables ambientales utilizando cuatro métodos: regresión logística, envoltura bioclimática, envoltura bioclimática negada y reglas atómicas. Cada modelo se generó tomando el 50 % de los registros como datos de entrenamiento y el 50 % restante fueron usados para validar los modelos. Se utilizaron 19 superficies ambientales tipo raster con resolución de 1 km x 1 km: Temperatura promedio anual, oscilación diurna de la temperatura, isothermalidad, estacionalidad de la temperatura, temperatura máxima promedio del periodo más cálido, temperatura mínima promedio del periodo más frío, oscilación anual de la

temperatura, temperatura promedio del cuatrimestre más lluvioso, temperatura promedio del cuatrimestre más seco, temperatura promedio del cuatrimestre más cálido, temperatura promedio del cuatrimestre más frío, precipitación anual, precipitación del periodo más lluvioso, precipitación del periodo más seco, estacionalidad de la precipitación, precipitación del cuatrimestre más lluvioso, precipitación del cuatrimestre más seco, precipitación del cuatrimestre más cálido y precipitación del cuatrimestre más frío obtenidas de la base de datos de Worldclim (Hijmans *et al.*, 2005; <http://www.worldclim.org/>), además se utilizaron datos topográficos que incluyeron altitud, pendiente, aspecto e índice topográfico de la base de datos Hydro 1k del Geological Survey de los Estados Unidos (Gesch & Larson, 1996; <http://edcdaac.usgs.gov/gtopo30/hydro/>).

De los modelos obtenidos se seleccionaron los 10 mejores más cercanos a la mediana del área de distribución predicha, esto es; los modelos con el más bajo error de omisión que predicen la distribución potencial de la especie (Anderson *et al.*, 2003), cada modelo fue evaluado estadísticamente por medio de una prueba de Chi-cuadrada al sobreponer los puntos de prueba y ordenadas en función de su desempeño. El modelo generado en GARP en un espacio ecológico proyectado a un escenario geográfico. Cada píxel del mapa es diagnosticado para determinar si cumple con las condiciones enunciadas en la regla 1, si no las cumple evalúa si cumple las condiciones de la regla 2 y así sucesivamente hasta que alguna de las reglas se ajusta a las características del píxel y le asigna el resultado de presencia o ausencia que indica esa regla, obteniéndose al final un mapa binario de presencia/ausencia correspondiente a una especie determinada.

Los 10 modelos se combinaron en *Arc View* creando mapas de consenso (es decir, el valor de píxel representa el número de modelos que predicen la presencia de la especie en ese píxel) de la distribución geográfica del nicho ecológico de la especie para las condiciones actuales.

Superficie mínima requerida

Uno de los aspectos que deben ser considerados para la evaluación de los objetivos de conservación de un área protegida es que deben ser capaces de proporcionar al menos la superficie necesaria para conservar una población mínima viable (PMV) (Shaffer, 1981; Lehmkuhl, 1984) de la especie con mayor requerimiento de hábitat presente en ella (Richard *et al.*, 2006).

Para conocer la superficie mínima requerida para una especie y garantizar su conservación; se realizó un análisis a nivel regional sobre la presencia de los mamíferos carnívoros y se hizo una estimación del área total que requiere al menos una especie en función del área de actividad de ésta y el número de población mínima viable a corto plazo (Shaffer, 1981); con esta información se puede obtener la superficie mínima requerida para cumplir con los objetivos de conservación de dicha especie. Para tal efecto se tomó como modelo a dos especies: Jaguar (*Panthera onca*) y tigrillo (*Leopardus wiedii*) puesto que son dos especies sumamente importantes por su estatus de conservación dentro de la Norma Oficial Mexicana y de las que se dispone la información requerida considerando que sus áreas de actividad son mayores al resto de las especies registradas para este trabajo.

Para calcular la superficie mínima requerida se utilizó la siguiente fórmula propuesta por Richard *et al.* (2006).

$$SMI = AA * M$$

Donde:

SMI= Superficie mínima indispensable

AA= Área de actividad de la especie

M ó (PVM)= Número mínimo de dicha especie necesario para su perpetuación

Con la superficie obtenida se realizó un análisis del ACP de la comunidad y las áreas necesarias para la protección de esta especie, se consideraron las ACP cercanas al área de estudio y se proyectaron en mapas utilizando el programa *ArcView* para su análisis e interpretación.

VII. RESULTADOS

Riqueza de especies

Durante todo el periodo de estudio se colectaron un total de 30 rastros que corresponden a 10 especies agrupadas en cuatro Familias; Procyonidae, Mustelidae, Felidae y Canidae (Fig. 2) las especies corresponden a: *Bassariscus astutus* (cacomixtle), *Nasua narica* (tejon), *Potos flavus* (martucha), *Leopardus wiedii* (tigrillo), *Panthera onca* (jaguar), *Urocyon cinereoargenteus* (zorra gris), *Canis latrans* (coyote), *Mustela frenata* (comadreja), *Procyon lotor* (mapache) y *Lontra longicaudis* (nutria de río) (Fig. 4; Cuadro 2). Cuatro especies se registraron dentro del ACP y seis especies fueron registradas en el ANOP (Fig. 3).

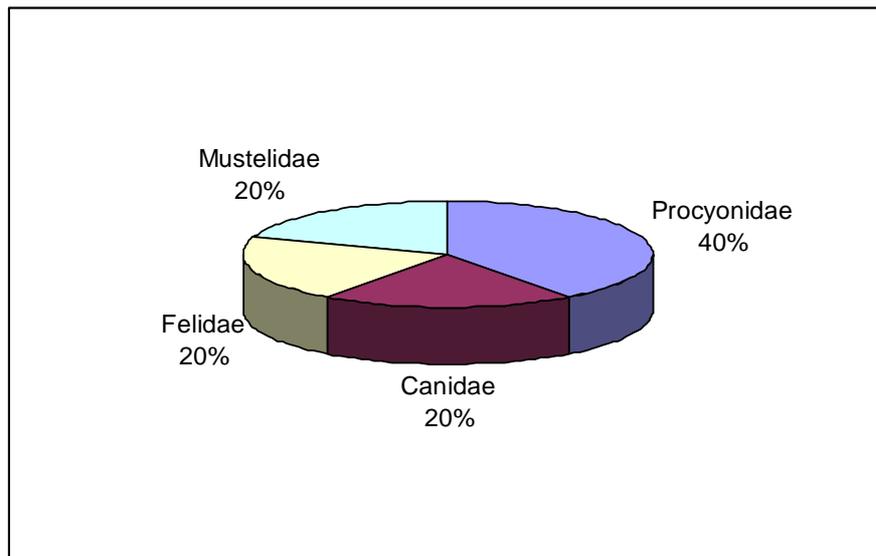


Figura 2. Representación del porcentaje de las familias de carnívoros registrados en todo el periodo de estudio, en la comunidad de Santiago Comaltepec, Sierra Madre de Oaxaca.

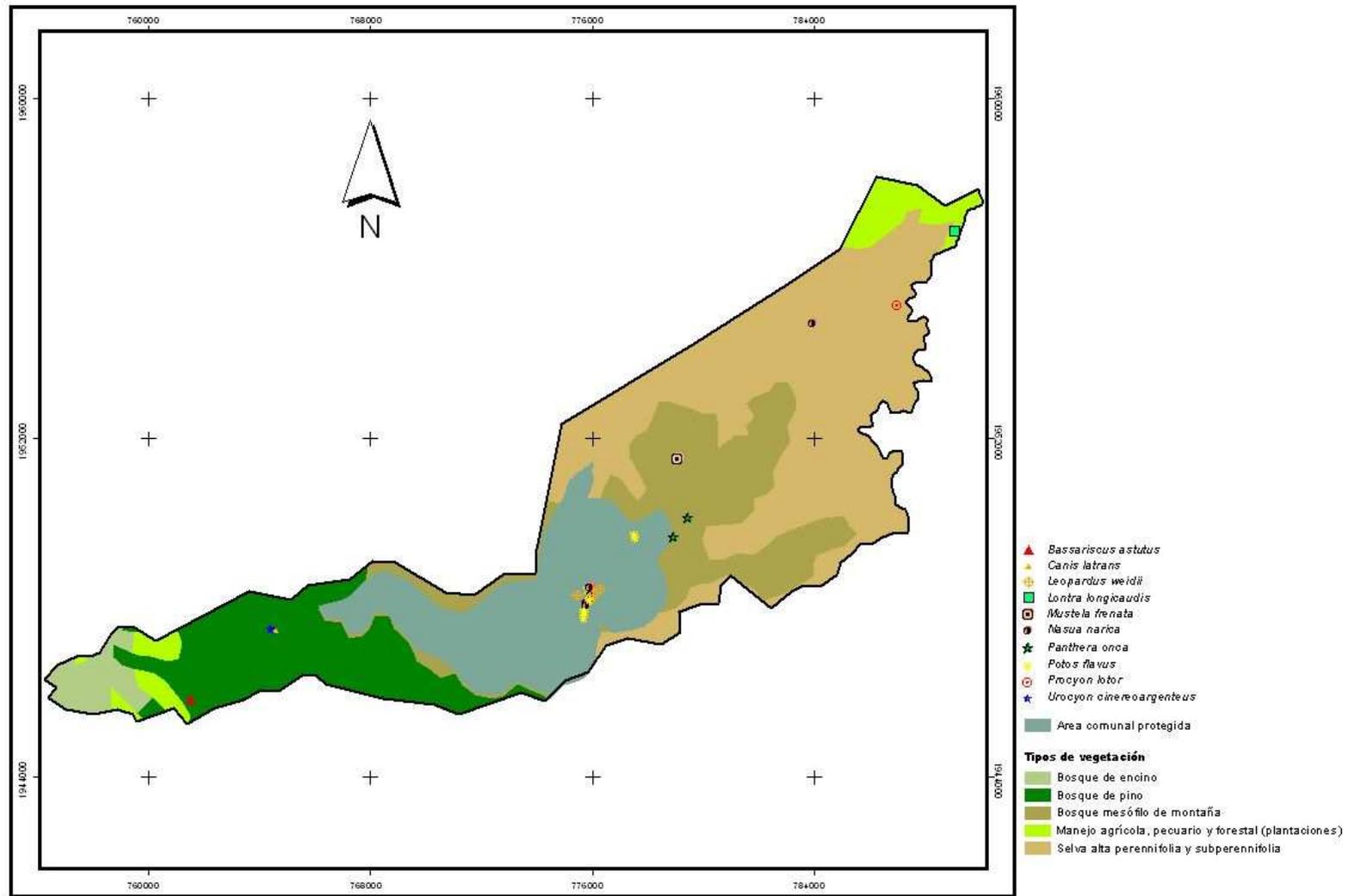


Figura 3. Distribución de las especies de carnívoros registrados en el territorio comunal de Santiago Comaltepec, Sierra Madre de Oaxaca.

Cuadro 2. Lista de especies de carnívoros registradas dentro del área de estudio en Santiago Comaltepec.

FAMILIA	ESPECIE	MÉTODO	NÚM. REGISTROS	ESFUERZO DE COLECTA	ACP	ANOP
FELIDAE Fisher von Waldheim, 1817	<i>Leopardus wiedii</i> (Schinz, 1821)	Transecto	5	104 km/520 noches/estación/520 noches/trampa	X	
	<i>Panthera onca</i> (Linnaeus, 1758)	Transecto	2	104 km/520 noches/estación/520 noches/trampa	X	
CANIDAE Fisher von Waldheim, 1817	<i>Urocyon cinereoargenteus</i> (Schereber, 1775)	Transecto	3	104 km/520 noches/estación/520 noches/trampa		X
	<i>Canis latrans</i> Say, 1823	Transecto	1	104 km/520 noches/estación/520 noches/trampa		X
MUSTELIDAE Fisher von Waldheim, 1817	<i>Lontra longicaudis</i> (Olfers, 1818)	Transecto	1	104 km/520 noches/estación/520 noches/trampa		X
	<i>Mustela frenata</i> Lichtensteint, 1831	Transecto	1	104 km/520 noches/estación/520 noches/trampa		X
PROCYONIDAE Gray, 1825	<i>Bassariscus astutus</i> (Lichtenstein, 1830)	Transecto	1	104 km/520 noches/estación/520 noches/trampa		X
	<i>Potos flavus</i> (Schereber, 1774)	Transecto	8	104 km/520 noches/estación/520 noches/trampa	X	
	<i>Nasua narica</i> (Linnaeus, 1766)	Transecto	7	104 km/520 noches/estación/520 noches/trampa	X	X
	<i>Procyon lotor</i> (Linnaeus, 1758)	Transecto	1	104 km/520 noches/estación/520 noches/trampa		X

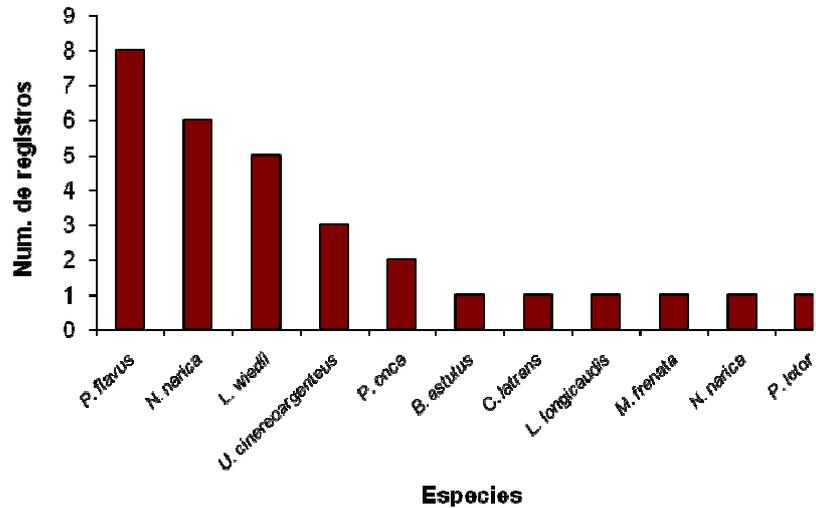


Figura 4. Número de registros de las especies de carnívoros registrados dentro del territorio de la comunidad de Santiago Comaltepec, Sierra Madre de Oaxaca.

Diversidad

El modelo de Clench indica un buen ajuste del modelo ($R^2=0.9927$), la riqueza de especies obtenida representa el 78.54 % del total de especies esperadas (12.73 especies), faltando con esto el registro de dos especies más (Fig. 5).

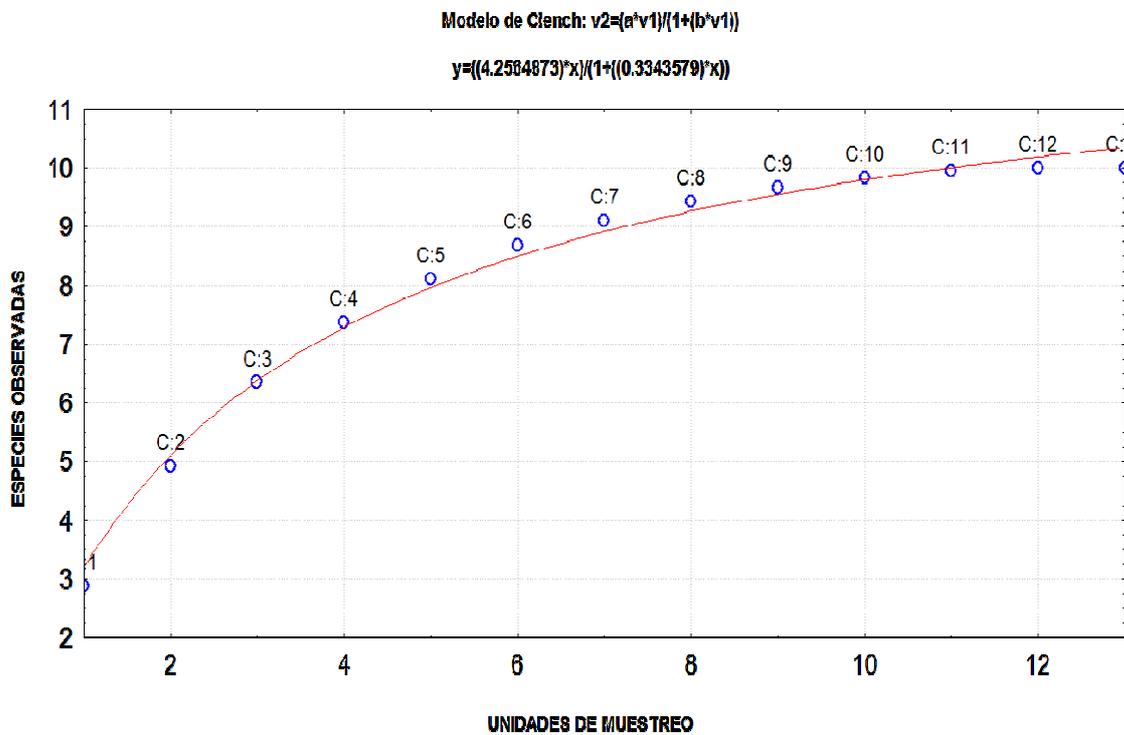


Figura 5. Curva de acumulación de especies obtenida en el territorio comunal de Santiago Comaltepec, durante todo el periodo de estudio. a: tasa de incremento de nuevas especies al comienzo del muestreo. b: acumulación de especies. V1: esfuerzo de colecta. V2: riqueza de especies acumuladas. ○: Curva aleatorizada. Línea continua: función de Clench ajustada a la curva.

Con respecto al índice de diversidad de especies en las dos áreas donde se realizó este trabajo, se encontró que en el ACP el índice de *Shannon Weiner* es de 1.29, mientras que para el ANOP, se determinó un índice de diversidad de 1.83, para ambas áreas no se encontraron diferencias significativas ($t=4.77$, d.f. =18.197, $P>0.005$) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Datos de diversidad (H'), Equitatividad (E) y diversidad de especies máxima (H'_{max}).

VALORES DE DIVERSIDAD	ACP	ANOP
H'	1.29	1.83
E	0.93	0.94
H'_{max}	0.00558	0.01128

Abundancia relativa

Los valores de abundancia relativa expresada en el número de rastros sobre kilómetros recorridos muestran para todo el territorio de la comunidad durante todo el año, que la especie con mayor abundancia relativa fue *P. flavus* (0.076 rastros/km), seguido de *N. narica* (0.067 rastros/km), mientras que las especies con menor índice de abundancia relativa son *C. latrans*, *B. astutus*, *M. frenata* y *P. lotor* con un valor de 0.0096 rastros /km (Fig. 6) (Cuadro 4).

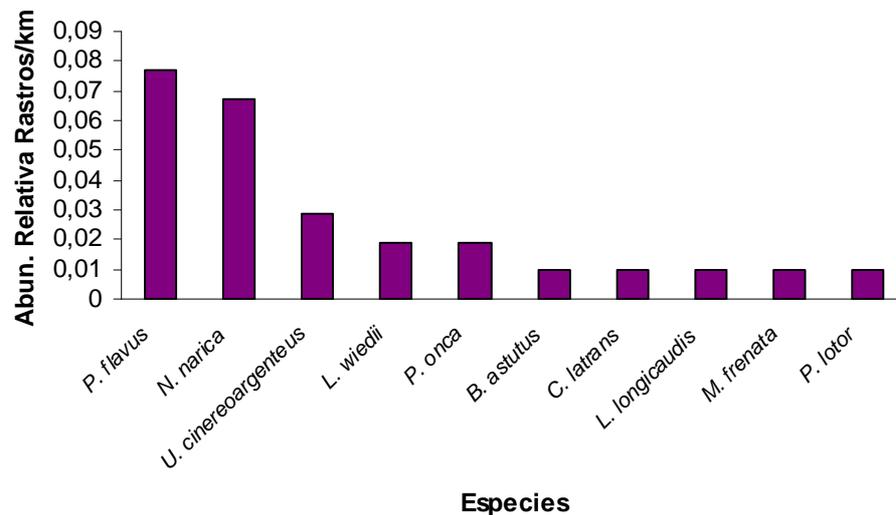


Figura 6. Abundancia relativa de rastros total de carnívoros registrados en Santiago Comaltepec, Sierra Madre de Oaxaca.

Dentro del ACP la especie que presentó una mayor abundancia relativa fue *P. flavus* seguido de *N. narica* y *L. wiedii* con valores de 0.076, 0.057 y 0.048 rastros /km respectivamente; mientras que la menos abundante fue *P. onca* con 0.019 rastros /km, (Fig. 7).

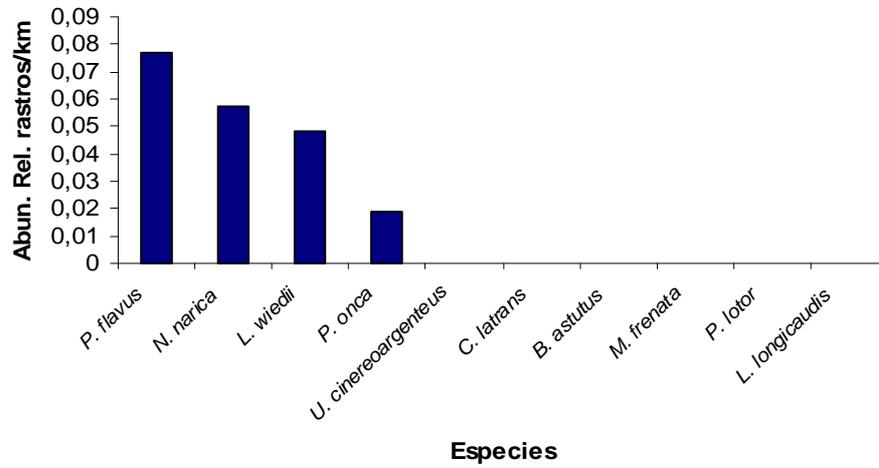


Figura 7. Abundancia relativa de rastros total de carnívoros registrados en el área comunal protegida de Santiago Comaltepec, Sierra Madre de Oaxaca.

Con respecto a los valores de abundancia relativa obtenidos fuera del ACP *Urocyon cinereoargenteus* presentó un mayor índice con 0.028 rastros/km, mientras que las menos abundantes fueron *C. latrans*, *B. astutus*, *M. frenata*, *P. lotor*, *L. longicaudis* y *N. narica* con 0.0096 rastros /km (Fig. 8).

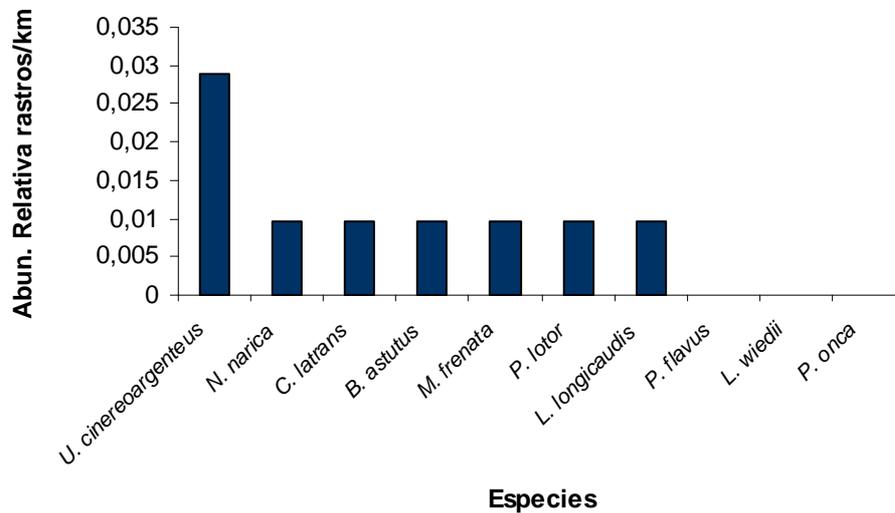


Figura 8. Abundancia relativa de rastros total de carnívoros registrados fuera del área comuna protegida de Santiago Comaltepec, Sierra Madre de Oaxaca.

Cuadro 4. Abundancia relativa expresada en número de rastro/km de carnívoros de Santiago Comaltepec, Sierra Madre de Oaxaca. ACP= Área Comunal Protegida, ANOP= Área no Protegida.

ESPECIE	DISTANCIA RECORRIDA KM TOTAL	Nº RASTROS ACP	Nº RASTROS ANOP	ABUNDANCIA ACP (Nº RASTROS/KM)	ABUNDANCIA ANOP (Nº RASTROS/KM)
<i>N. narica</i>	104	6	1	0,057692308	0,009615385
<i>P. flavus</i>	104	8	0	0,076923077	0
<i>L. wiedii</i>	104	5	0	0,048076923	0
<i>P. onca</i>	104	2	0	0,019230769	0
<i>U. cinereoargenteus</i>	104	0	3	0	0,028846154
<i>C. latrans</i>	104	0	1	0	0,009615385
<i>B. astutus</i>	104	0	1	0	0,009615385
<i>M. frenata</i>	104	0	1	0	0,009615385
<i>P. lotor</i>	104	0	1	0	0,009615385
<i>L. longicaudis</i>	104	0	1	0	0,009615385
TOTAL	104	21	9	0,201923077	0,086538462

Abundancia relativa por esfuerzo de muestreo

Los cálculos de la abundancia relativa en función del esfuerzo de muestreo aplicado al presente estudio cuyo valor se expresa en número de registros por día/persona de trabajo, se obtuvieron los siguientes datos:

Por mes de muestreo se realizó un esfuerzo de muestreo de cuatro días, haciendo un total de 52 días en total durante todo el estudio, se encontró en promedio 2.1 especies por salida. La suma total de los registros por esfuerzo de muestreo incluido número de días persona trabajo es de 7.5, valor utilizado para realizar los cálculos de abundancia relativa correspondientes para cada especie (Cuadro 5).

Cuadro 5. Esfuerzo de registro, riqueza específica (A) y abundancia relativa (B) de carnívoros en todo el territorio de la comunidad de Santiago Comaltepec Sierra Madre de Oaxaca. Con cursivas y negritas se indica NR/DPE (Número de registros día persona trabajo) de todo el estudio, Se presenta el valor de la abundancia relativa por especie en cada mes (AREM), el valor de la abundancia relativa total en cada mes (ARETM) y el valor de la abundancia relativa total por especie en todo el periodo de estudio. PE: proporción de las especies registradas por el número de registro día persona de ese mes (NR/DPM).

A. Riqueza de especies															
Especies/mes	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	TOTAL	NR/DPE
NUM DE DÍAS	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	52	
NUM DE REGISTROS	0	7	4	2	4	3	4	0	1	0	2	1	2	30	
RIQUEZA ESPECIFICA	0	3	1	2	3	2	3	0	1	0	1	1	1	10	
NR/DPM	0	1,75	1	0,5	1	0,75	1	0	0,25	0	0,5	0,25	0,5	7,5	
PROPORCION DE ESPECIES (PE)	0,000	1,714	1,000	4,000	3,000	2,667	3,000	0,000	4,000	0,000	2,000	4,000	2,000	27,381	2,106
B. Abundancia Relativa															
Especie/mes	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	ARTEE	
<i>N. narica</i>	0,00000	0,40000	0,00000	0,00000	0,26667	0,13333	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,13333	0,00000	0,93333	
<i>P. flavus</i>	0,00000	0,40000	0,53333	0,13333	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	1,06667	
<i>L. wiedii</i>	0,00000	0,00000	0,00000	0,13333	0,00000	0,26667	0,26667	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,66667	
<i>P. onca</i>	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,26667	0,26667	
<i>U. cinereoargenteus</i>	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,13333	0,00000	0,00000	0,00000	0,26667	0,00000	0,00000	0,40000	
<i>C. latrans</i>	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,13333	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,13333	
<i>B. astutus</i>	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,13333	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,13333	
<i>M. frenata</i>	0,00000	0,13333	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,13333	
<i>P. lotor</i>	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,13333	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,13333	
<i>L. longicaudis</i>	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,13333	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,13333	
Abundancia total del mes (ARETM)	0,00000	0,93333	0,53333	0,26667	0,53333	0,40000	0,53333	0,00000	0,13333	0,00000	0,26667	0,13333	0,26667	4,00000	

La abundancia relativa de la comunidad de carnívoros total del estudio es de 4.00 NR/DPE, el mes que presentó una mayor abundancia relativa fue octubre de 2006, con 0.093 NR/DPE, mientras que el de menor abundancia fue mayo y agosto del 2007 con valores de 0.13 NR/DPE. En cuanto a la abundancia relativa de especies en todo el estudio (ARTEE), *P. flavus* es la especie que presentó un valor mayor con 1 NR/DPE, seguido de *N. narica* con 0.93 NR/DPE, la especie que presentó menor abundancia relativa es *C. latrans*, *B. astutus*, *M. frenata*, *P. lotor* y *L. longicaudis*, todas con 0.13 NR/DPE (Fig. 9)

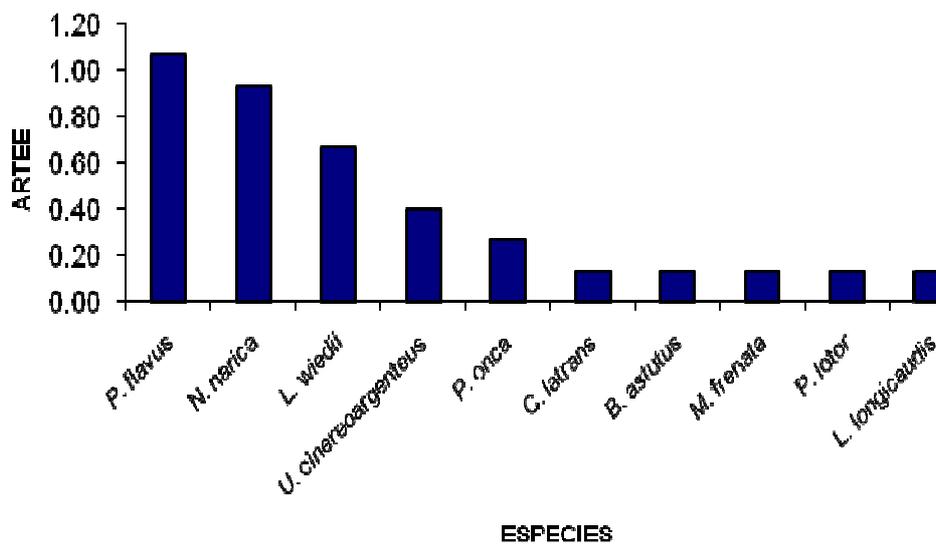


Figura 9. Abundancia relativa total de cada especie en todo el periodo de estudio de carnívoros de la comunidad de Santiago Comaltepec.

Al comparar la abundancia relativa entre temporada de secas (diciembre-mayo) y la temporada de lluvias (junio-noviembre) se observaron diferencias significativas ($X^2=5.9095$, g.l.=4, $P<0.05$).

Abundancia relativa en el ACP y ANOP

Dentro del ACP se realizó un esfuerzo de muestreo de 52 días/persona trabajo con 21 registros, que corresponden a cuatro especies, la proporción de especies (PE) que se obtuvo fue de 1.1 por mes de muestreo, el número de registros por persona trabajo en todo el estudio fue de 5.25 (Cuadro 6). En esta área *P. flavus* fue la especie que presentó mayor abundancia relativa seguida de *N. narica* con 1.52 y 1.14 NR/DPE respectivamente, mientras que *P. onca* fue la menor con 0.38 NR/DPE. Con respecto a los meses que abarcó este estudio, octubre y noviembre del 2006 y febrero del 2007 fueron los que presentaron un mayor valor de abundancia relativa con valores de 1.14, 0.76 y 0.57 NR/PE, mientras que diciembre del 2006, enero, marzo y septiembre del 2007 fueron las que presentaron una menor abundancia relativa con 0.38 NR/DPE. Los meses de septiembre del 2006, de abril a agosto del 2007 no hubo registros de ninguna especie (Cuadro 7).

En el ANOP se obtuvieron un total de nueve registros que corresponden a siete especies con un esfuerzo de muestreo total de 52 días persona trabajo, la proporción de especies obtenida es de 1.6 especies por mes de muestreo, el número total de registros por persona/trabajo en todo el estudio fue de 2.25 NR/DPE, valor usado para el cálculo de las abundancias relativas por mes de muestreo (AREM-ANOP). En esta zona *U. cinereoargenteus* fue la especie con mayor abundancia relativa con 1.33 NR/DPE, mientras que *C. latrans*, *N. narica*, *B. astutus*, *M. frenata*, *P. lotor* y *L. longicaudis* tuvieron un valor de 0.44 NR/DPE cada uno. Enero, marzo y julio fueron los meses con mayor abundancia (0.88NR/DPE), en tanto que octubre, mayo y agosto fueron los meses de menor abundancia con 0.44 NR/DPE. Septiembre, noviembre, diciembre, febrero, abril, junio y septiembre del 2007 fueron los meses donde no se registraron especies (Cuadro 7). Se encontraron diferencias significativas ($X^2=5.6678$, g.l.=2, $P<0.05$) en la variación de las abundancias relativas de las especies a través del tiempo (ARTEE) entre el ACP y el ANOP.

Cuadro 6. Esfuerzo de registro, riqueza específica (A) y abundancia relativa (B) de carnívoros en el área comunal protegida (ACP) de la comunidad de Santiago Comaltepec Sierra Madre de Oaxaca. Con cursivas y negritas se indica NR/DPE (Número de registros día persona trabajo) de todo el estudio, Se presenta el valor de la abundancia relativa por especie en cada mes (AREM-ACP), el valor de la abundancia relativa total en cada mes (ARETM-ACP) y el valor de la abundancia relativa total por especie en todo el periodo de estudio. PE: proporción de las especies registradas por el número de registro día persona de ese mes (NR/DPM).

A. ESFUERZO DE REGISTRO Y RIQUEZA DE ESPECIES														
Especies/mes	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	TOTAL
NÚM DE DÍAS/ PERSONA	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	52
NÚM DE REGISTROS	0	6	4	2	2	3	2	0	0	0	0	0	2	21
RIQUEZA ESPECÍFICA	0	2	1	2	1	2	1	0	0	0	0	0	1	4
NR/DPM	0	1,5	1	0,5	0,5	0,75	0,5	0	0	0	0	0	0,5	5,25
PE ACP	0	1,333	1	4	2	2,667	2	0	0	0	0	0	2	15

B. ABUNDANCIA RELATIVA														AREM-ACP
Especies/mes	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	ARTEE
<i>N. narica</i>	0,00000	0,57143	0,00000	0,00000	0,38095	0,19048	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	1.14286
<i>P. flavus</i>	0,00000	0,57143	0,76190	0,19048	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	1.52381
<i>L. wiedii</i>	0,00000	0,00000	0,00000	0,19048	0,00000	0,38095	0,38095	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0.95238
<i>P. onca</i>	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,38095	0.38095
ABRELTOTAL/MES(ACP) (ARETM-ACP)	0,00000	1,14286	0,76190	0,38095	0,38095	0,57143	0,38095	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,38095	

Cuadro 7. Esfuerzo de registro, riqueza específica (A) y abundancia relativa (B) de carnívoros en el área no protegida (ANOP) la comunidad de Santiago Comaltepec Sierra Madre de Oaxaca. Con cursivas y negritas se indica NR/DPE de todo el estudio, Se presenta el valor de la abundancia relativa por especie en cada mes (AREM-ANOP), el valor de la abundancia relativa total en cada mes (ARETM-ANOP) y el valor de la abundancia relativa total por especie en todo el periodo de estudio. PE es la proporción de las especies registradas por el número de registro día persona de ese mes (NR/DPM).

A. ESFUERZO DE REGISTRO Y RIQUEZA DE ESPECIES														
Especies/mes	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	TOTAL
NUM DE DÍAS POR PERSONA	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	52
NUM DE REGISTROS	0	1	0	0	2	0	2	0	1	0	2	1	0	9
RIQUEZA ESPECIFICA	0	1	0	0	2	0	2	0	1	0	1	1	0	7
NR/DPM	0	0.25	0	0	0.5	0	0.5	0	0.25	0	0.5	0.25	0	2.25
PE- ANOP	0	4	0	0	4	0	4	0	4	0	2	4	0	22

Especies/mes	B. ABUNDANCIA RELATIVA												ARTEE ANOP	
	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO		SEP
<i>U. cinereoargenteus</i>	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.44444	0.00000	0.00000	0.00000	0.88889	0.00000	0.00000	1.33333
<i>C. latrans</i>	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.44444	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.44444
<i>N. narica</i>	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.44444	0.00000	0.44444
<i>B. astutus</i>	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.44444	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.44444
<i>M. frenata</i>	0.00000	0.44444	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.44444
<i>P. lotor</i>	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.44444	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.44444
<i>L. longicaudis</i>	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.44444	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.44444
ABRELTOTALMES (ARETM-ANOP)	0.00000	0.44444	0.00000	0.00000	0.88889	0.00000	0.88889	0.00000	0.44444	0.00000	0.88889	0.44444	0.00000	

Número de individuos por especie registrada

En el análisis espacial de las áreas de actividad de cada especie al crear los *buffers* (Fig. 10), se determinó que dentro del ACP pueden habitar 85.11 grupos de 20 individuos de *N. narica*, lo que resultan un total de 1,702 individuos, 163.67 individuos de *P. flavus*, 3.90 individuos de *L. wiedii* y 1.52 de *P. onca* (Cuadro 8).

Con respecto a las especies del ANOP se encontró que el bosque de coníferas puede contener a 7.58 individuos de *C. latrans* y 37.90 individuos de *U. cinereoargenteus*. En la selva alta perennifolia y subperennifolia 52.72 individuos de *P. lotor* y 5.23 *L. longicaudis*. Finalmente en el bosque mesofilo la especie que presentó mayor número fue *M. frenata* con 1806.16 individuos (Cuadro 9).

Cuadro 8. Número estimado de individuos de las especies registradas en el ACP.

Especie	Núm. Individuos	Área de actividad
<i>N. narica</i>	1,702	0.50 km ²
<i>P. flavus</i>	163.67	0.26 km ²
<i>L. wiedii</i>	3.90	10.90 km ²
<i>P. onca</i>	1.52	28.0 km ²

Cuadro 9. Número estimado de individuos de las especies registrados en el ANOP.

Especie	Núm. Individuos	Área de actividad
<i>C. latrans</i>	7.58	5 km ²
<i>U. cinereoargenteus</i>	37.90	1 km ²
<i>L. longicaudis</i>	5.23	5 km
<i>P. lotor</i>	52.72	1.60 km ²
<i>M. frenata</i>	1806.16	0.04 km ²

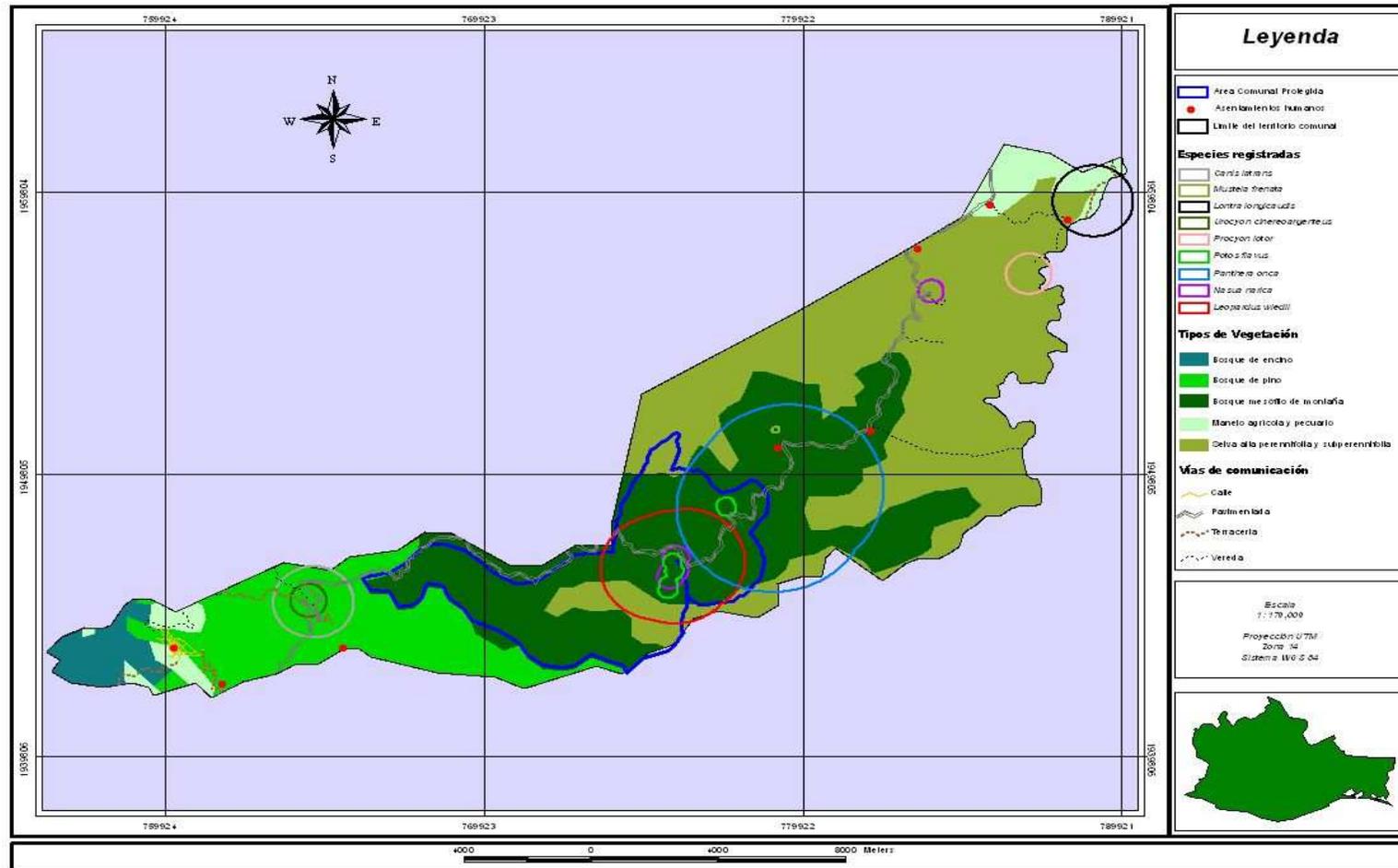


Figura 10. Buffers de las especies registradas a partir de su área de actividad.

Presencia de especies adicionales en el ACP

Las especies modeladas fueron tres: *E. barbara*, *M. macroura* y *U. cinereoargenteus*. Los modelos de nicho ecológico generados para estas especies mostraron una alta precisión estadística. *Eira barbara* 18% de omisión, ($X^2 = 35.84$, $P < 0.001$), *M. macroura* con 7.6% de omisión, ($X^2 = 84.7$, $p < 0.001$) y *U. cinereoargenteus* con un 6.5% de omisión, ($X^2 = 90$, $p < 0.001$). Esta capacidad de predicción se observa en el error de omisión, así como el hecho de que las áreas obtenidas para la distribución actual no muestran una sobre predicción en comparación con la distribución conocida.

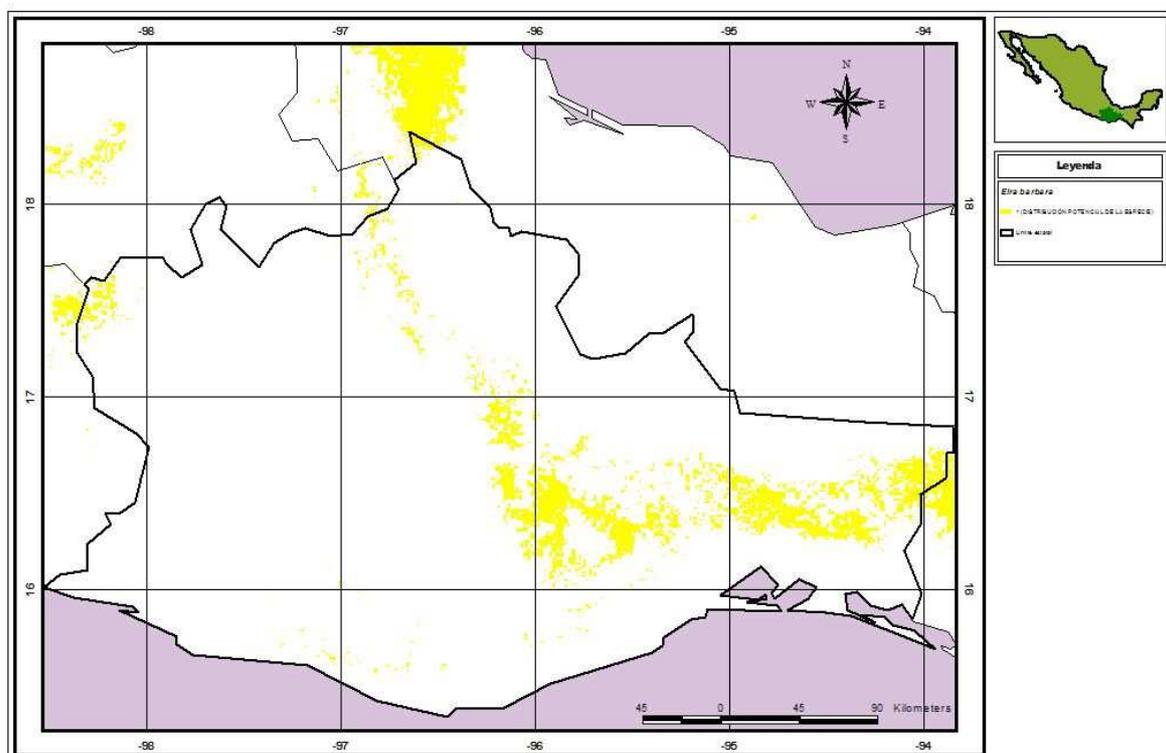


Figura 11. Modelo de distribución potencial de *E. barbara*, para Oaxaca.

Para *E. barbara*; Presley (2000) presenta una distribución histórica a lo largo del Golfo y la Costa del Pacífico, hasta el sur de México. Para el estado de Oaxaca el modelo generado predice la distribución de la especie entre las provincias fisiográficas Sierra Madre de Oaxaca, Depresión Istmica de Tehuantepec y Sierra Madre del Sur de Oaxaca y Chiapas (Fig. 11); en la comunidad de estudio potencialmente puede estar presente dentro del ACP (Fig. 12).

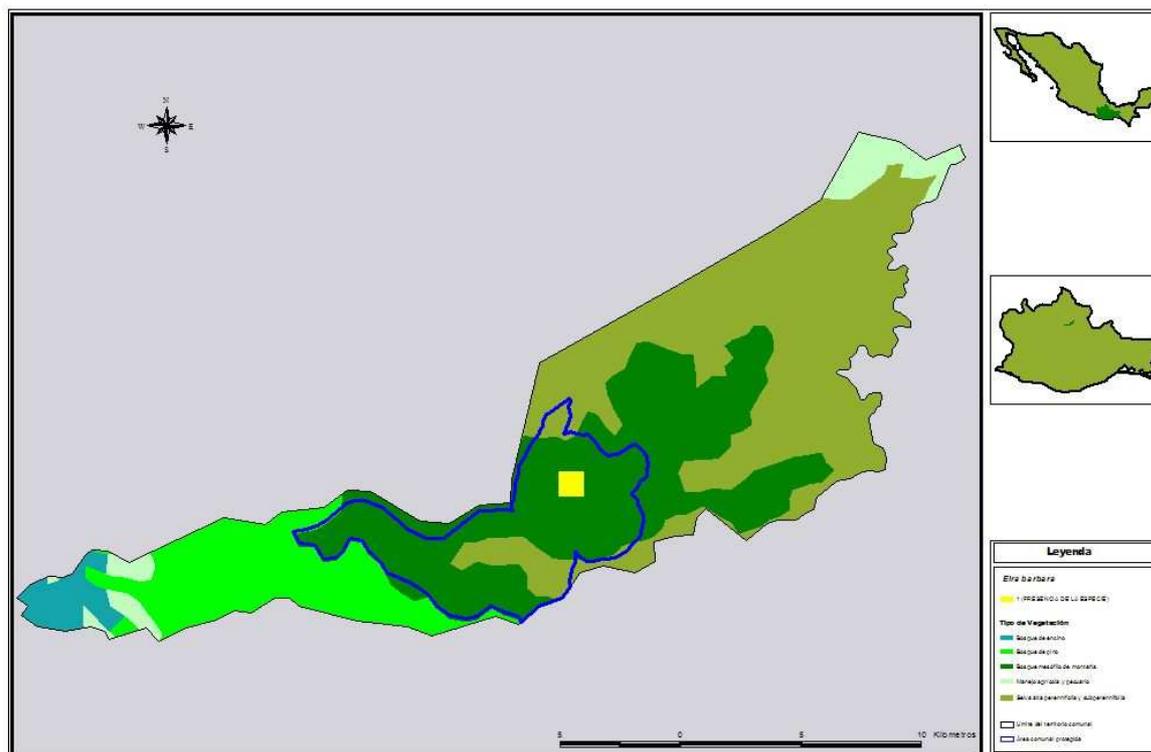


Figura 12. Modelo de distribución de *E. barbara* para el territorio de la comunidad de Santiago Comaltepec, Sierra Madre de Oaxaca.

M. macroura presenta una distribución amplia en el país, (Aranda, 2000). Para Oaxaca el modelo predice su presencia en casi todo el territorio exceptuando la Planicie Costera y ejes plegados del Golfo y la Planicie Costera del Pacífico (Fig. 13), en tanto que para la comunidad de Santiago Comaltepec se predice su distribución dentro del ACP y los alrededores de dicha área (Fig. 14).

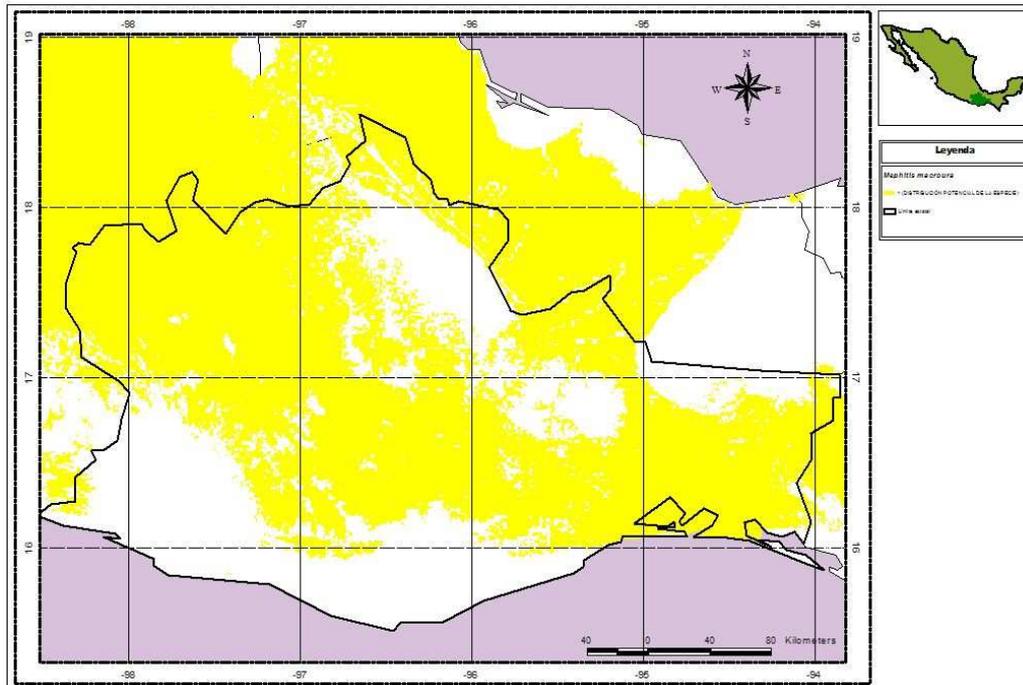


Figura 13. Modelo de distribución potencial de *M. macroura*, para Oaxaca.

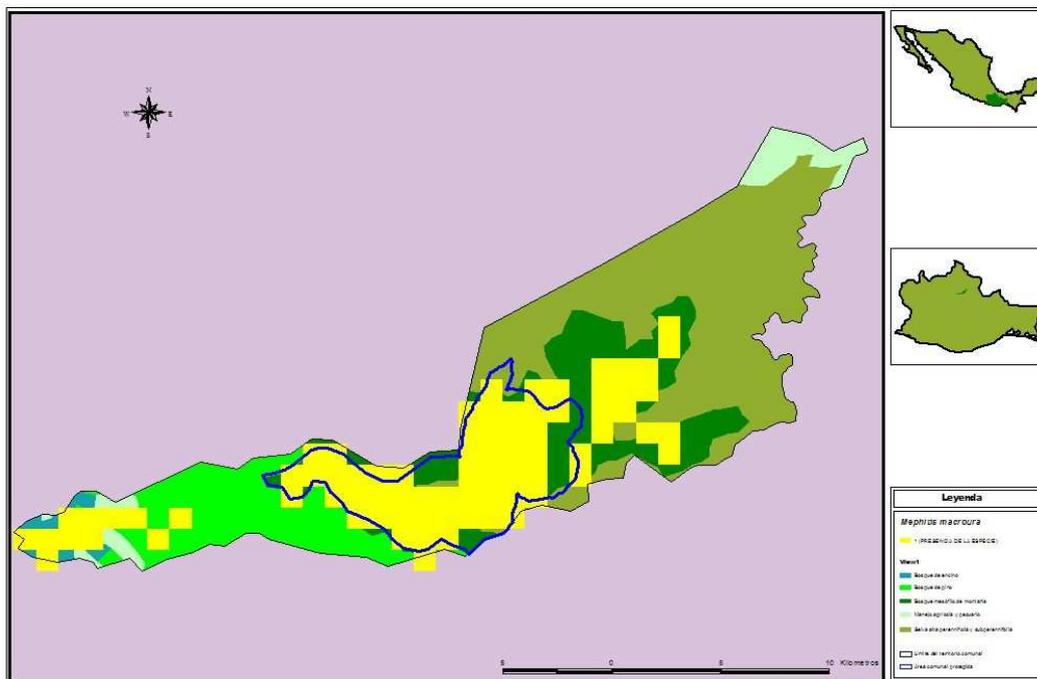


Figura 14. Modelo de distribución de *M. macroura* para el territorio de la comunidad de Santiago Comaltepec, Sierra Madre de Oaxaca.

U. cinereoargenteus es una de las especies con distribución amplia en todo el territorio de México (Fritzell y Haroldson, 1982), esto coincide con el modelo (Fig. 15). En este trabajo se registró en el ANOP; sin embargo, al realizar el modelado también se observa su presencia dentro del ACP y los alrededores del área (Fig. 16).

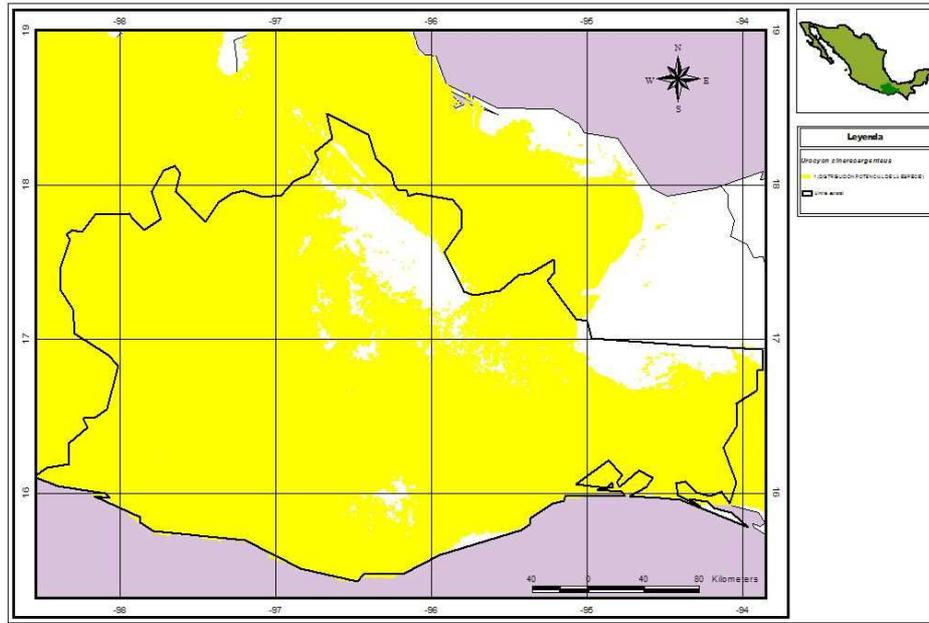


Figura 15. Modelo de distribución potencial de *U. cinereoargenteus* para el estado de Oaxaca.

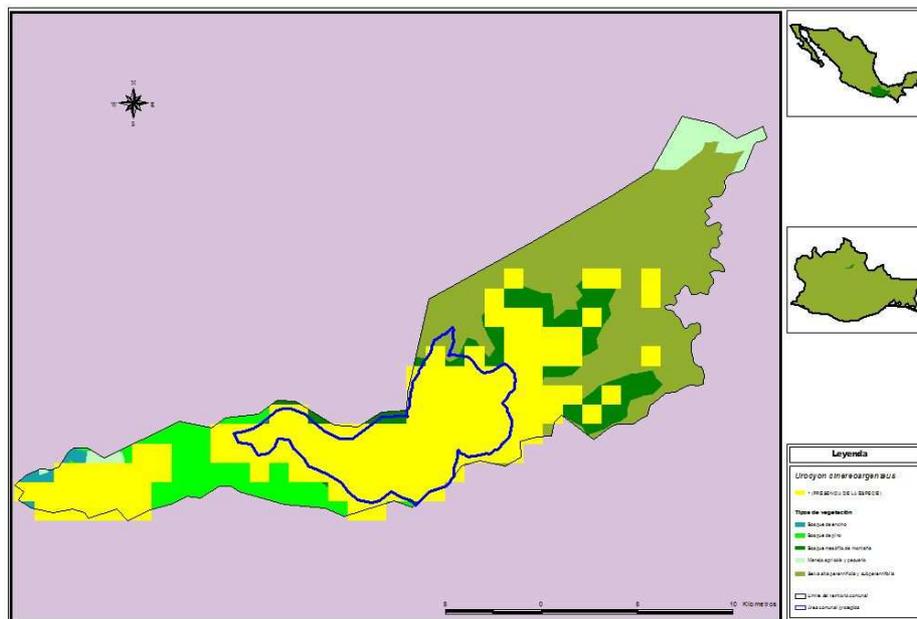


Figura 16. Modelo de distribución de *U. cinereoargenteus* para el territorio de la comunidad de Santiago Comaltepec, Sierra Madre de Oaxaca.

Superficie mínima requerida

Se realizó el análisis de requerimientos mínimos de área para *P. onca* y *L. wiedii* con la información disponible (Seymour, 1989 y Richard, *et al.*, 2006;) tomando en cuenta que sus área de actividad mínima para ambientes similares al del estudio es de 28 km² y 10.9 km² respectivamente, se consideró un mínimo tamaño efectivo de la población de 50 individuos, este valor ha sido tomado de la literatura como el tamaño mínimo para mantener la consanguinidad por debajo del 1% por generación, para un periodo de 100 años (Shaffer, 1981;Lehmkuhl, 1984 y Richard, 1988). Se obtuvo una superficie mínima de 1,400 km² de área para el jaguar y 545 km² de área para el tigrillo; sin embargo la superficie del ACP de la comunidad no representa esta área mínima requerida (42.5546 km²); por lo tanto para ambas especies no es posible mantener una población viable a corto plazo bajo la protección de ésta zona únicamente (Fig. 17 y 18).

En la Región de la Chinantla 12 núcleos agrarios tienen delimitadas sus ACPs (Fig. 19) que fueron tomados en cuenta para complementar la superficie requerida. Resultado de estas áreas de conservación comunitaria suman un total de 357.56 km², esto determina la presencia de al menos 12.77 individuos de *P. onca* en toda la región y 32.75 individuos de *L. wiedii*. De acuerdo al modelo de distribución potencial de *Panthera onca* y los registros obtenidos la especie puede estar presente a lo largo de esta región (Fig. 20).

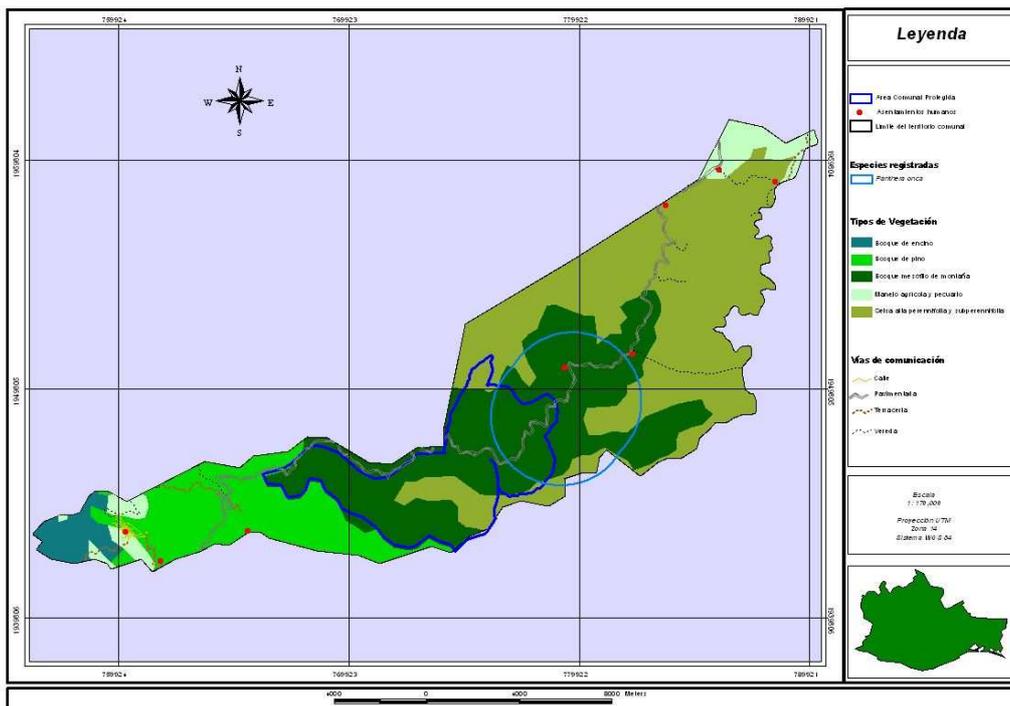


Figura 17. Requerimientos mínimos de área de *P. onca* a partir de su punto de registro.

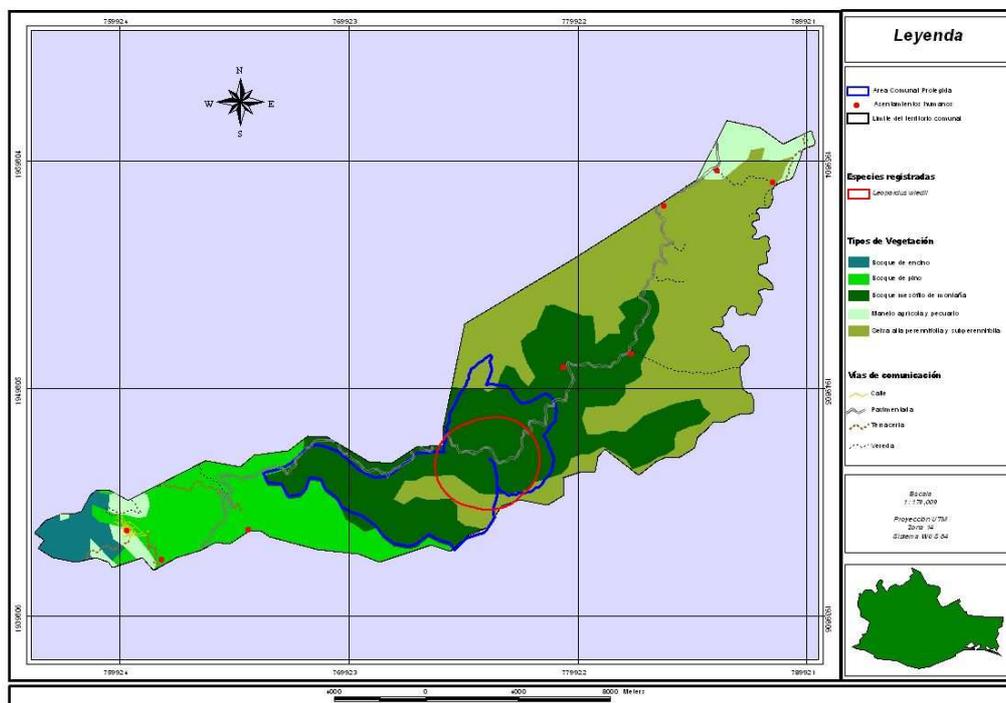


Figura 18. Requerimientos mínimos de área de *L. wiedii* a partir de su punto de registro.

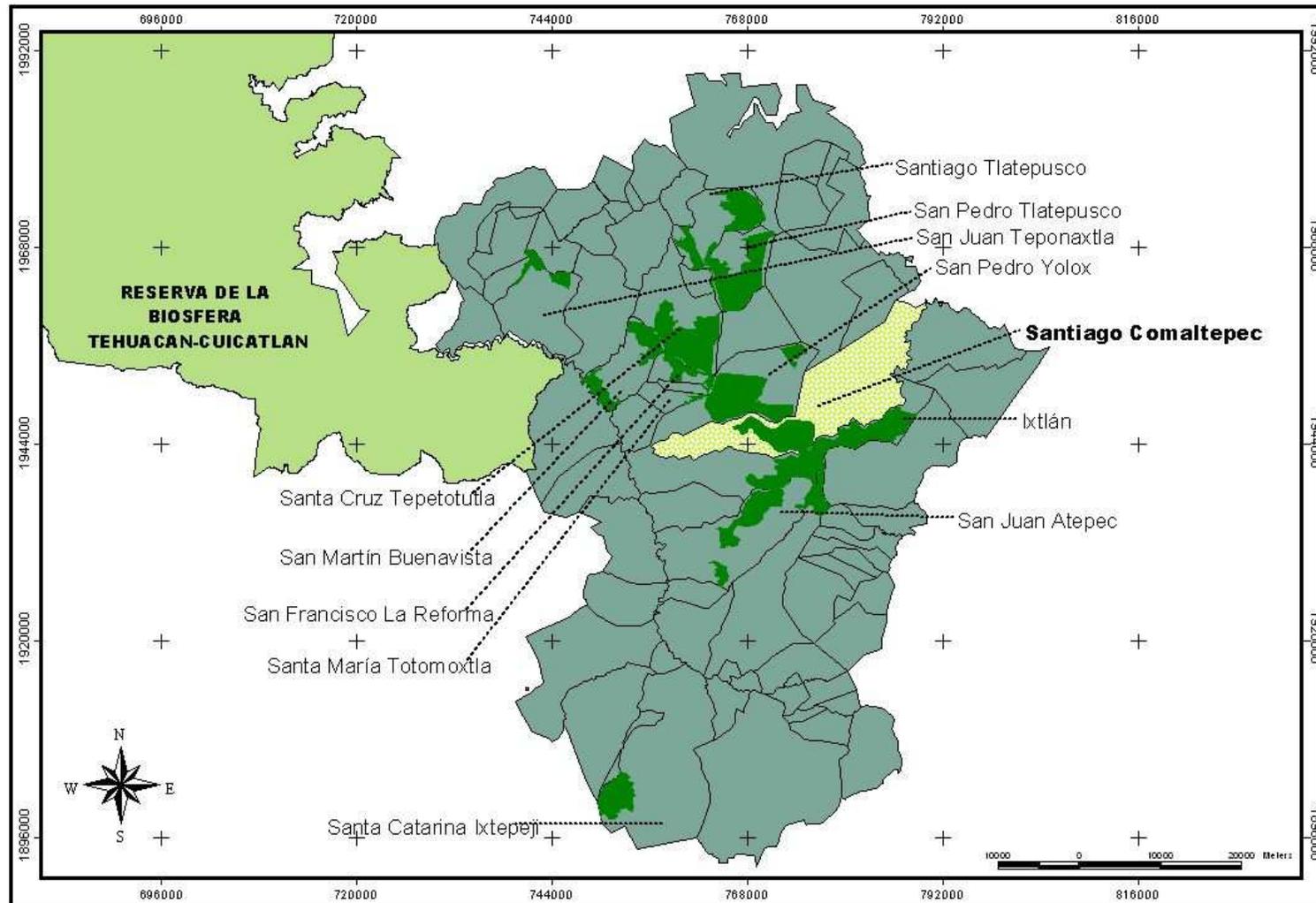


Figura 19. Áreas comunitarias protegidas de la Región Sierra Norte-Chinantla Alta.

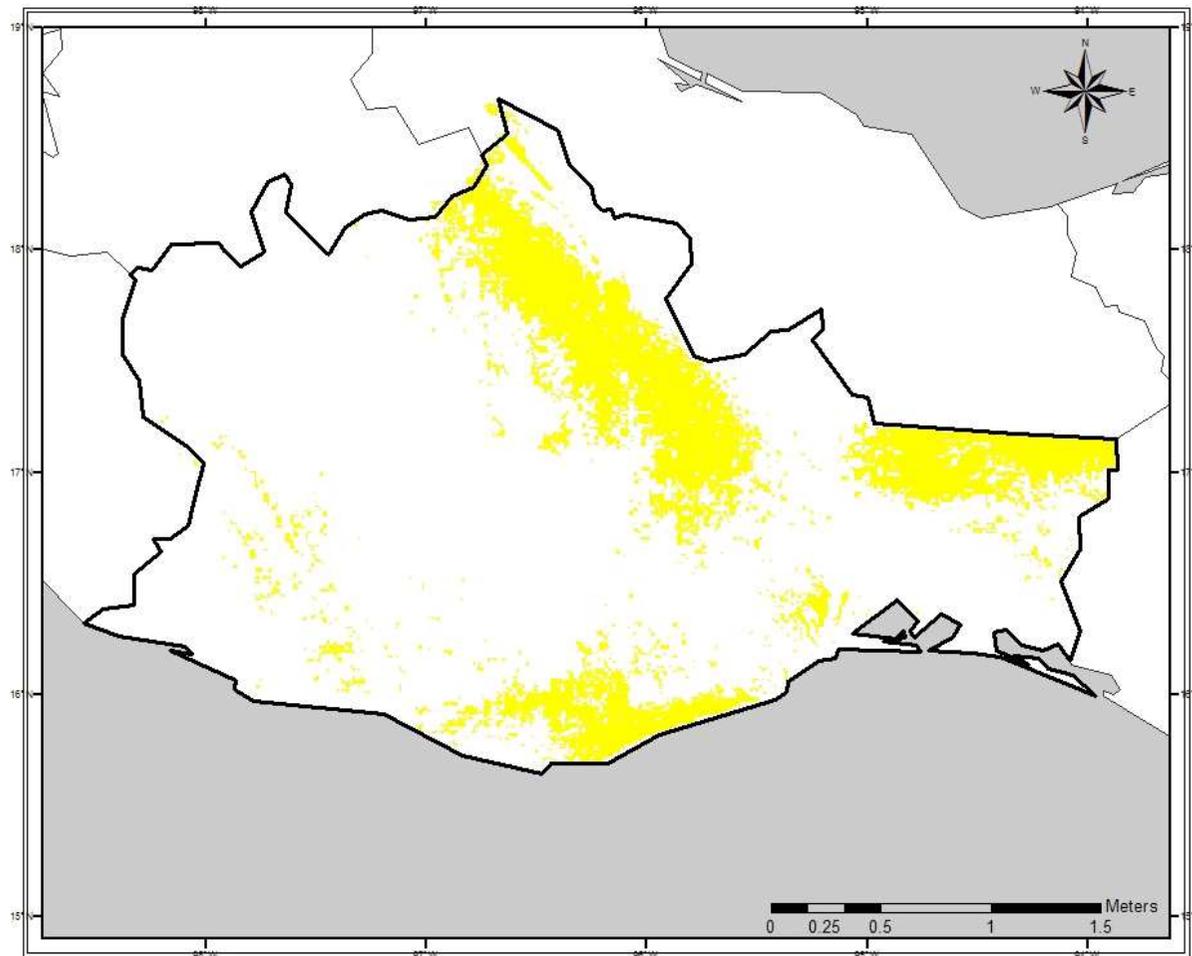


Figura 20. Modelo de distribución potencial de *P. onca* en el estado de Oaxaca.

VIII. DISCUSIONES

Riqueza de especies

La riqueza específica reportada para la comunidad de carnívoros representa el 45.4% del total del orden reportado para Oaxaca (Briones-Salas y Sánchez-Cordero, 2004). Se registraron dos especies en peligro de extinción, una amenazada y otra sujeta a protección especial (Ramírez-Pulido *et al.*, 2005), aspecto relevante para enfocar esfuerzos de conservación para dichas especies.

Las especies registradas en el ACP que corresponden al bosque mesofilo de montaña resultaron muy similares a lo reportado por otros autores en trabajos realizados en el mismo tipo de vegetación del país (Naranjo y Espinoza, 2001; Vargas y Huerta, 2001). En un estudio previo a este realizado por Alfaro (2006) para bosque mesofilo (ANOP) en la misma comunidad, encontró seis especies de los cuales cuatro son carnívoros: *P. onca*, *L. wiedii*, *N. narica* y *E. barbara* corroborando con esto los registros obtenidos en el presente trabajo. Botello (2004) registró 10 especies de carnívoros que coinciden con la riqueza obtenida en el presente trabajo (*C. latrans*, *U. cinereoargenteus*, *L. rufus*, *L. wiedii*, *M. frenata*, *M. macroura*, *S. putorius*, *B. astutus*, *N. narica* y *P. lotor*.

Con respecto al número de especies acumuladas frente al esfuerzo de muestreo empleado se observa que aun se requieren 56.6 unidades de muestreo para registrar un 95 % de las especies de carnívoros presentes en el territorio comunal de Santiago Comaltepec, lo anterior tomando como base el fundamento de que a medida que se incrementa la unidad de esfuerzo de muestreo, mayor será el número de especies colectadas (Moreno, 2001); sin embargo, a medida de que el inventario se va complementando se hace más difícil registrar nuevas especies, lo que hace necesario considerar el coste temporal, económico y humano (Jiménez-Valderde y Hortal, 2003).

Diversidad

En este estudio se estimó un valor más alto del índice de diversidad en el ANOP, mientras que en el ACP fue menor, aunque no se encontraron diferencias estadísticas significativas. Lo anterior no apoya la hipótesis de que el ACP protegida sea más diverso para este grupo, la importancia de los registros que se obtuvieron dentro del ACP, radica en que tres de ellas están catalogadas en la Norma Oficial en peligro de extinción. La proporción de la diversidad observada con respecto a la máxima diversidad esperada nos indica que para ambas áreas todas las especies comparten abundancias similares (ACP, $E=0.93$; ANOP, $E=0.94$).

En un estudio realizado por Alfaro (2006) para el bosque mesófilo fuera del ACP encontró un índice de diversidad de 1.75, mientras que Botello (2004) en el ACP de la comunidad de Santa Catarina Ixtepeji encontró una diversidad de 1.76 lo que indica que el índice de diversidad obtenido en este trabajo es bajo, cabe aclarar que para el primer caso la estimación de la diversidad se realizó de manera general para mamíferos de talla media y grande en bosque mesófilo pero fuera del ACP, el segundo se realizó en bosque de *Quercus* y *Coníferas*.

Abundancia relativa de especies

En cuanto a las abundancias relativas de los carnívoros de manera general, se observó el mismo patrón en los resultados obtenidos (Aranda, 2002; Sosa-Escalante, 1997); las especies que presentaron mayores abundancias relativas, fueron *P. flavus* y *N. narica*, mientras que las de menor abundancia fueron *C. latrans* y *B. astutus*.

P. flavus aunque se encuentra dentro de la Norma Oficial Mexicana como sujeta a protección especial; fue la especie que mayor abundancia relativa presentó dentro del ACP, puede deberse a que es una especie de amplia distribución en nuestro país, desde el Golfo de México hasta Tamaulipas, y la vertiente del Pacífico hasta Michoacán, incluyendo además toda la península de Yucatán. (Aranda, 2000; Ceballos y Oliva, 2005). Sin embargo; su capacidad reproductiva es muy baja comparada con otras especies puesto que al año solamente puede tener una sola cría, rara vez dos, situación importante en cuanto a su dinámica poblacional (Aranda, 2000, Ceballos y Oliva, 2005). Otro aspecto importante es que es solitario (Aranda 2000), o que se

carece de información para determinar sus patrones de vida social (Julien-Laferriere, 1993), Sin embargo, Kays y Gittleman, (2001), reportan que es posible verlos en grupos de tres o cuatro individuos.

N. narica, es una especie que se puede encontrar en todos los tipos de vegetación, con distribución prácticamente en todo el país, los machos maduros forman manadas con las hembras solamente durante la época de apareamiento, ya que después son alejados de las hembras (Aranda, 2000; Gompper, 1996; Gompper, 1997). En cuanto a la proporción de hembras adultas que se reproducen varía notablemente de un año a otro esto se encuentra en función de las variaciones estacionales, con respecto a la disponibilidad de alimentos, esto se debe además a la complejidad y fluidez de su sistema social, ya que cada año existe una fuerte influencia en la disponibilidad de alimentos que a su vez influye en la edad de la primera reproducción, por lo tanto puede afectar el tamaño de la población, la estructura de edades y el potencial de crecimiento (Russell, 1982). El ACP presenta amplia disponibilidad de alimento, principalmente frutos, insectos y pequeños vertebrados lo que puede explicar su abundancia relativa.

L. wiedii es una especie que está catalogada dentro de la Norma Oficial Mexicana (Nom-059-Ecol-2001) como en peligro de extinción, su hábitat se restringe principalmente a los bosques tropicales y a bosques mesófilo, aunque se han obtenido registros en selva baja caducifolia en el país (Domínguez-Castellanos y Ceballos, 2005; Botello, *et al.* 2006). Se distribuye desde el sur en la Península de Yucatán, Istmo de Tehuantepec, hasta llegar al estado de Puebla, se bifurca por las llanuras costeras, llegando hasta Tamaulipas y sur de Sonora (Oliveira, 1998; Aranda, 2000), como consecuencia de los procesos de deforestación esta especie enfrenta severos problemas (Oliveira, 1998); sin embargo, la presencia de esta especie dentro del ACP puede ser un indicador de que dicha área presenta las condiciones adecuadas para su subsistencia.

P. onca originalmente presentó una distribución general desde el sureste de Estados Unidos, hasta el sureste de Argentina sin embargo, ésta se ha reducido por la destrucción de su hábitat, ahora en México se encuentra desde la península de Yucatán hacia el Istmo de Tehuantepec, a partir de Oaxaca se bifurca en ambas

llanuras costeras y estribaciones montañosas hasta Sinaloa y Tamaulipas (Seymour, 1989). En este estudio, la especie fue registrada dentro del ACP, mientras que fuera de ella no se obtuvieron registros; sin embargo, en un estudio previo a éste, se encontró una abundancia de 1.25 rastros /km, dentro del bosque mesófilo fuera del ACP (Luna-Krauletz, 2005), por lo tanto se amplía su distribución dentro del territorio de la comunidad ahora dentro del área de conservación. Una razón posible por la cual esta especie ha sido registrada en este tipo de vegetación y no en otras áreas de la comunidad es porque tienen mayor preferencia a las zonas de poca actividad e influencia humana, aparentemente con un menor grado de perturbación (Currier, 1983; Seymour, 1989; Haemig, 2001; Crooks, 2002), a la vez el tamaño corporal de estas especies es mayor (Aranda, 2000 y Crooks, 2002), por lo tanto requieren de mayores áreas de actividad con rangos de 28 a 40 km² (Seymour 1989), esto además puede explicar la baja abundancia de sus rastros.

Las especies registradas fuera del ACP; como *U. cinereoargenteus*, *C. latrans* y *M. frenata*, pueden estar relacionadas a las características propias de estas especies, como es su alimentación, ya que tienden a ser de tipo omnívora características que le permite una mayor posibilidad de obtener alimentos en esas áreas, porque representa un menor gasto energético en la búsqueda de fruto, semillas y captura de pequeñas presas cuya abundancia se acentúa en las zonas antropogénicas (Piedra y Maffei, 1999; Fedriani *et al.*, 2001; Riley *et al.*, 2002; Grajales-Tam *et al.*, 2003; Guerrero *et al.*, 2004; Orjuela y Jiménez, 2004), el primero por ser una zona de aprovechamiento forestal y el segundo por ser una zona donde se realizan actividades agrícolas.

P. lotor, habita casi en cualquier ambiente, sin embargo, generalmente está asociado a vegetación cercana a corrientes de agua permanentes (Boggess, 1994), por lo consiguiente sus rastros se encuentran con mayor frecuencia sobre las orillas de los ríos, arroyos o de cualquier cuerpo de agua, (Lotze y Anderson, 1979), esto puede explicar su presencia cerca del Río Soyolapam donde fue registrada.

Presencia de especies adicionales en el ACP

Con respecto a la presencia de especies que no fueron detectadas en campo pero en otros trabajos se reportan como presentes en el mismo tipo que vegetación de la zona de estudio (Vargas y Hernández, 2001). Se adicionan tres especies más a las reportadas en este estudio; ya que los modelos indican su distribución potencial en el ACP; con estos datos ambas áreas cuentan con un número similar a registros, aunque no se descarta la posibilidad de que las mismas especies también puedan estar presentes en el ANOP, por ejemplo *M. macroura* y *U. cinereoargenteus*. Cabe resaltar que los registros en el bosque mesófilo son importantes por el estado de conservación que resguarda (cobertura vegetal, acceso controlado para personas o actividades extractivas y de cambio de uso de suelo, no presenta áreas de impacto por actividades humanas), bajo las circunstancias de que este tipo de vegetación cada vez es menos abundante.

Para asegurar la presencia de estas especies quizá sea necesario validar en campo para presentar una lista más completa de los carnívoros dentro del ACP, de cualquier forma se debe tomar en cuenta lo discutido en párrafos anteriores con respecto a la riqueza de especies obtenida.

Los datos de distribución de las especies nos dan un panorama general de la situación del ACP, sin embargo en cuanto a su funcionamiento adecuado se analizará a mayor detalle con base en los requerimientos del área de actividad para cada especie y la estimación del número de individuos que pueden habitar en ella.

Número de individuos por especie registrada

N. narica tiene hábitos sociales de grupo constituido de 20 a 38 individuos (Gompper, 1995; Valenzuela, 1998), sin problemas en su estado de conservación dentro de la Norma oficial Mexicana, considerado además abundante (Gompper, 1995); dentro del área comunal protegida se estimó una población de 1,702 individuos, los cuales pueden habitar dentro de un área de 42.55 km² que corresponde al ACP, con posibilidades de habitar en el ANOP en el bosque tropical perennifolio y bosque tropical subcaducifolio, garantizando con ello que la población de esta especie no presentará problemas de conservación por falta de recursos alimenticios; puesto que sus

principales presas son los invertebrados, los roedores, los anfibios y en menor proporción frutas (Gompper, 1995). No así por factores antropogénicos como cambio de uso de suelo y la cacería.

P. flavus; a diferencia de la especie anterior, se encuentra catalogada en el apéndice III del CITES y dentro de Norma Oficial Mexicana está sujeta a protección especial (Pr) (NOM-059-ECOL-2002, Retana y Lorenzo, 2002). Así mismo Ford y Hoffmann (1988) reportan que esta especie es solitaria y territorial con áreas de actividad mínimas para la hembra de 0.15 a 0.17 km², con esta información se estimaron 163 individuos de la especie dentro del ACP. Hay posibilidades que esta especie esté presente en el ANOP en el bosque tropical perennifolio ya que Ford y Hoffmann (1988) también reportan su distribución en este tipo de vegetación. Es importante resaltar sus hábitos alimentarios, porque forrajea en las partes media y altas del estrato arbóreo, una característica que determina su presencia en áreas con cubierta vegetal como el caso del ACP, ya que tiene mayor posibilidad para obtener alimentos (en este estudio principalmente bromelias. Obs. Pers.), de manera adicional, también suele alimentarse de frutas, flores y néctar.

P. onca es una especie catalogada en peligro de extinción dentro de la Norma Oficial Mexicana; es la especie cuya área de actividad oscila entre rangos de 28 a 90 km² en machos y de 10 a 38 km² en hembras (Seymour, 1989). Considerando las áreas de actividad mínima para los machos se determinó que dentro del ACP solamente puede habitar un individuo de la especie, ya que es solitario y territorial; sin embargo, fuera del ACP puede presentar mas individuos en el bosque tropical perennifolio, tal y como se encontró en un estudio previo a este (Luna-Krauletz, 2005). La desventaja para la especie y los individuos que en ambas áreas puedan habitar es que no se encuentra asegurada su protección ya que en el ANOP se realizan múltiples actividades que pueden propiciar un conflicto entre la especie y los intereses de los habitantes del lugar (depredación de ganado). En cuanto a sus hábitos alimentarios ésta especie prefiere principalmente al pecarí de collar, coatí o tejón y armadillo. Con respecto al tejón reportado en este trabajo como una especie sin problemas severos de conservación puede ser una fuente de alimentación del jaguar, creando con esto una dinámica interesante dentro del ecosistema.

Finalmente el caso de *L. wiedii*, con hábitos solitarios (Oliveira, 1998), catalogado en peligro de extinción (Nom-Ecol-059) y con distribución en bosques mesofilos y bosques tropicales, se estimó que el ACP solamente puede albergar cuatro individuos de la especie, representando con esto un serio problema para su conservación.

Superficie mínima requerida

Con el área mínima requerida para el mantenimiento de una población mínima viable para *P. onca* y *L. wiedii* se determinó que el ACP de la comunidad de Santiago Comaltepec no es suficiente, ya que se requiere al menos 1,400 km² para mantener una población de 50 individuos de la especie. Debido a esto se analizó la representatividad de las áreas comunitarias protegidas de 12 núcleos agrarios adyacentes para ver la necesidad de conectar todas las áreas formando posiblemente un corredor biológico. Para fundamentar esta idea Simonetti (2002), plantea el problema de las áreas protegidas aisladas, aportando que es necesario que todas estén física o funcionalmente conectadas de manera que operen como una metapoblación, para asegurar suficiente hábitat y recursos que permitan mantener poblaciones viables. Por otra parte Hernández (1992), sugiere el establecimiento de una red de áreas protegidas, haciendo énfasis en la perspectiva de la conservación de los carnívoros dentro de las áreas protegidas de México, el autor considera que parece mejor apoyar la elección de una reserva de mayor tamaño a preferir un sistema de refugios pequeños que son menos adecuados para conservar las especies que requieren un área o tamaño de población mínima para sobrevivir como el caso de los carnívoros.

Zapata y Dyer (2003), sugieren que crear redes de reservas constituye una opción viable para asegurar la protección de las especies a largo plazo, si se permite flujo génico y migración entre áreas. Barragán (2001), sostiene la misma teoría; lo ideal es que las áreas protegidas estén cercanas o conectadas por corredores, particularmente cuando las reservas son pequeñas o medianas, esto evitará problemas genéticos como la endogamia. Desafortunadamente en el caso de México; de acuerdo con Francois y Pérez-Vega (2005) dentro del análisis de la representatividad del SINAP, encontraron que la mayoría de las ANPs se encuentran ubicadas en lugares remotos y aislados unas entre otras.

Particularmente para el estado de Oaxaca en la Región de la Chinantla-Sierra Norte; la suma total de las ACP representan 357.56 km², de bosque mesófilo, bosque templado y selvas, aspecto que no satisface el área mínima requerida para una población mínima viable de jaguar (1, 400 km²) ni el del tigrillo (545 km²); considerando además que ambas especies no se distribuyen en bosques templados. Bajo el planteamiento de un posible corredor en esta región, se puede incorporar la Reserva de La Biósfera Tehuacán-Cuicatlán, sumando con ello, 4,906.78 km², con ésta opción nos da un total de 5,264.34 km² representando 3.76 veces la superficie mínima requerida por la población de jaguar y 9.6 veces la del tigrillo. La Necesidad de establecer un corredor biológico para dar continuidad a las áreas de protección comunitarias y la conectividad con el área de la reserva de la biósfera Tehuacán Cuicatlán, representa un eje importante para la conservación de los carnívoros, incluido uno de los carnívoros más amenazados de México (*Panthera onca*); el grado en que un área protegida está en condiciones de contribuir a la continuidad del proceso de evolución biológica se relaciona principalmente con su tamaño, con su heterogeneidad interna, con la relación entre su superficie y el perímetro de sus bordes y con su grado de aislamiento o conectividad (Sepúlveda *et al.*, 1997).

IX. CONCLUSIONES

Los resultados aquí obtenidos sugieren que el ACP protegida es insuficiente para proteger a las especies de félidos (*P. onca* y *L. wiedii*); sin embargo es útil para albergar poblaciones de especies de menor tamaño (*N. narica* y *P. flavus*) como consecuencia es posible extender la protección a otras especies de mamíferos con las cuales interaccionan.

Usar a los carnívoros como especies indicadoras considerando que sus áreas de actividad son amplias; puede ser un método de evaluación rápida y eficiente al ser un orden tan diverso en sus hábitos alimenticios e interacciones con otras especies.

La delimitación de áreas de conservación o la evaluación de sus objetivos de conservación no es una tarea sencilla; sobre todo si únicamente se consideran la medida de la diversidad en especies o sus abundancias; será necesario integrar otros elementos (físico, biológico y social) que nos den referencia en un enfoque regional sobre las áreas, sus formas y la posibilidad de integrar redes de áreas; contemplar el componente social en la toma de decisiones acerca del establecimiento de áreas protegidas será determinante para garantizar los objetivos planteados, ya que es posible un balance entre la conservación y la producción bajo reglas de uso y acceso bien definidas.

Actualmente los esfuerzos de conservación bajo el enfoque comunitario está cobrando importancia y existen reconocimientos a estas iniciativas, sin embargo aun se requiere conocer mucho al respecto; los procesos de organización comunitaria, el sistema de gobernanza que regula los acuerdos internos de una comunidad, la asesoría técnica que ellos reciben y del cual orientan sus esfuerzos y los programas gubernamentales a los cuales tienen acceso para financiamiento etc.

Finalmente; el decreto de áreas comunitarias protegidas ofrece un nuevo panorama en el proceso de la conservación y se puede considerar complementario al esquema implementado por el sistema gubernamental para la conservación de áreas y por lo tanto de especies como los mamíferos carnívoros.

X. LITERATURA CITADA

- Acosta, S. *et al.* 1993. Estudio para el Establecimiento de un Sistema Natural de Áreas Naturales Protegidas en Oaxaca, México. CIIDIR-CONACYT. Oaxaca, Oax. 107 pp.
- Anderson, R. P., D. Lew y A. T. Peterson. 2003. Evaluating predictive models of species distributions: criteria for selecting optimal models. *Ecological Modelling*. 162: 211–232.
- Anta, F. S. 2007. Áreas naturales de conservación voluntaria. Estudio elaborado para la iniciativa Cuenca. 1-23.
- Alfaro, E. A. 2006. Patrones de diversidad de mamíferos terrestres del municipio de Santiago Comaltepec, Oaxaca, México. Tesis de Maestría (Biodiversidad de Neotrópico). Instituto Politécnico Nacional (CIIDIR-Oaxaca, IPN). 53 pp.
- Aranda, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos de México. Instituto de Ecología, A. C., Xalapa, Veracruz, México. 212 pp.
- Arita, T. H. y G. Ceballos. 1997. Los mamíferos de México: distribución y estado de conservación. *Revista Mexicana de Mastozoología* 2: 33-71.
- Arzamendia, V. y A. R. Giraudo. 2004. Usando patrones de biodiversidad para la evaluación y diseño de áreas protegidas: las serpientes de la provincia de Santa Fé (Argentina) como ejemplo. *Revista Chilena de Historia Natural* 77: 335-348.
- Bani, L. D. Massimino, L. Bottono y R. Massa. 2006. A Multiscale Method for Selecting Indicator Species and Priority Conservation Areas: a Case Study for Broadleaved Forests in Lombardy, Italy. *Conservation Biology*. 20 (2): 512-526.
- Barragán, K. B. 2001. Áreas Protegidas. *Boletín Geas*. 2(2): 9-18.
- Bassi, M. 2006. Community conserved areas in the Horn of Africa. *Parks. Community conserved areas*. 16(1): 28.
- Bekoff, M. 1997. *Canis latrans*. *Mammalian Species*. 79:1-9.
- Bocco, G., A. Velásquez y A. Torres. 2000. Ciencia, comunidades indígenas y manejo de recursos naturales. Un caso de investigación participativa en México. *Interciencia*. 25 (2): 64-70.
- Boege, E. P. Encino & G. Ramírez. 2000. Protegiendo lo Nuestro: Manual para la Gestión Ambiental Comunitaria, Uso y Conservación de la Biodiversidad de los Campesinos Indígenas de América Latina. México, D.F. PNUMA-INI-Fondo Indígena. 165 pp.

- Boggess, E. K., 1994. Raccoons. Prevention and control of wildlife damage. Cooperative extension division, Institute of agriculture and Natural Resources. University of Nebraska-Lincoln. 101-108.
- Botello, F. 2004. Comparación de cuatro metodologías para determinar la diversidad de carnívoros en Santa Catarina, Ixtepeji, Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México (Facultad de Ciencias). 43 pp.
- Botello, F. 2006. Primer registro del tigrillo (*Leopardus wiedii*, Schinz 1821) y del gato montés (*Lynx rufus*, Kerr 1972) en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 22 (1): 135-139.
- Botello, F., J. M. Salazar, P. Illoldi-Rangel, M. Linaje, G. Monroy, D. Duque y V. Sánchez-Cordero. 2006. Primer registro de la nutria neotropical de río (*Lontra longicaudis*), en la Reserva de la biosfera Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca, México. *Revista Mexicana de biodiversidad*. 77: 133-135.
- Briones-Salas, M. y V. Sánchez-Cordero. 2004. Mamíferos. En: A.J. García-Mendoza, M.J. Ordóñez y M. Briones-Salas (eds.), Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund, México, pp.423-447.
- Brown, J., M. West L. y A. Procter. 2006. Community conserved areas: experience from North America. *Parks. Community conserved areas*. 16(1): 35-42.
- Carranza, T. L. 2006. Guía Campesina para la elaboración de estudios de ordenamiento local-comunitario. Instituto de Ecología-SEMARNAT-CONANP. 184 pp.
- Caro, T. M. y G. O'Doherty. 1999. On the use of surrogate species in conservation Biology. *Conservation Biology*. 13 (4), 805-814.
- Carrillo, E., G. Wong y A. D. Cuarón. 2000. Monitoring mammal populations in Costa Rican protected areas under different hunting restrictions. *Conservation Biology*, 14 (6):1580-1591.
- Castañeda, J. y G. Ramírez. 2006. Firman comunidades acuerdo regional para la integración de Corredor Biológico. WWF México. *Boletín de prensa*. 60 pp.
- Castellanos, G. y Ruriklist. 2005. Área de actividad y uso de hábitat del cacomixtle (*Bassariscus astutus*) en el "Pedregal de San Ángel". *Revista Mexicana de Mastozoología*. 9:113-122.
- Ceballos, G y A. Miranda. 2000. Guía de campo de los mamíferos de la costa de Jalisco, México. Editorial Fundación Ecológica de Cuixmala, A.C. México. 502 pp.

- Ceballos, G. C. Chávez, A. Rivera y C. Manterota. 2002. Tamaño poblacional y conservación del jaguar en la Reserva de la Biosfera de Calakmul, Campeche, México. Pp 403-418, en: *Jaguares en el nuevo milenio: Una evaluación de su estado, detección de prioridades y recomendaciones para la conservación de los jaguares en América.* (Medellín, R. A., C. Chetkiewicz, A. Rabinowitz, K. H. Redford, J. G. Robinson, E. Sanderson, y A. Taber, Eds.). Universidad Nacional Autónoma de México/Wildlife Conservation Society. México D. F.
- Ceballos, G. y P. Rodríguez, 1993. Diversidad y conservación de los mamíferos de México: patrones de endemidad. 87-108. En: Medellín, R. A. y G. Ceballos (eds). 1993. *Avances en el estudio de los mamíferos de México.* Publicaciones Especiales, vol.1, Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C., México, D. F. 463 pp.
- Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. *Los mamíferos silvestres de México.* CONABIO – Fondo de Cultura Económica, México D.F. 988 pp.
- Ceballos, G., J. Arroyo-Cabrales, y R. A. Medellín. 2002. The mammals of México: Composition, distribution, and status. *Occasional Papers, Texas Tech University* 218:1-27.
- Colwell, R. K. 1997. *EstimateSWin752 : Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples (Software and User's Guide), Version 7.5.2.* Disponible en <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>.
- CONABIO. 1998. *La diversidad biológica de México: Estudio de país, 1998.* Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Contreras, D. W. y B. Rodríguez, L. 2004. Las áreas naturales protegidas en el marco del ordenamiento territorial y los servicios ambientales. *Actas L. de V.* 27: 149-163.
- Crooks, K. R. 2002. Relative sensitivities of mammalian carnivores to habitat fragmentation. *Conservation Biology.* 16 (2): 488-502.
- Cruz, E. A. 2003. *Abundancia relativa de carnívoros en un área comunal de Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca.* Memoria de Residencia Profesional. Instituto Tecnológico Agropecuario N°23. Xoxocotlán, Oaxaca. 40 pp.
- Cuarón, A. D. 2002. A global perspective on habitat disturbance and tropical rainforest mammals. *Conservation Biology.* 14: 1574-1574
- Currier, M. J. P. 1983. *Felis concolor.* *Mammalian Species.* 200: 1-7

- Domínguez-Castellanos Y. y G. Ceballos. 2005. Un Registro notable del tigrillo (*Leopardus Wiedii*) en la reserva de la biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco. *Revista Mexicana de Mastozoología*. 9:146-149.
- Farhan, F. M. 2006. Rediscovering community conserved areas in south-east Asia: peoples' initiative to reverse biodiversity loss. *Parks. Community conserved areas*. 16(1): 45-46.
- Fedriani, J. M., T.K. Fuller y R. M. Sauvajot. 2001. Does availability of anthropogenic food enhance densities of omnivorous mammals? An example with coyotes in southern California. *Ecography*. 24:325-331.
- Ford, L. S. y R. S. Hoffmann. 1988. *Potos flavus*. *Mammalian Species*. 321:1-9.
- Foreman, D. 2006. The importance of maintaining carnivores in wildlands (La importancia de mantener carnívoros en áreas silvestres) In: Basurto, Xavier; Hadley, Diana, eds. 2006. Grasslands ecosystems, endangered species, and sustainable ranching in the Mexico-U.S. borderlands: Conference proceedings. RMRS-P-40. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. p. 35-40.
- Francois M. J. y B. A. Pérez-Vega. 2005. La representatividad dl Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP). *Gaceta Ecológica*. 74: 5-14.
- Fritzell, E. K. y K. J. Haroldson. 1982. *Urocyon cinereoargenteus*. *Mammalian Species*. 189:1-8.
- García, C. C. L. 1999. Presencia del Orden Carnívora en los Municipios de Amatlán y Lachatao, Sierra Norte, Oaxaca. Instituto Tecnológico Agropecuario N° 23. Xoxocotlán, Oaxaca. 42 pp.
- García, E. 1998. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. Segunda Edición. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 246 pp.
- Gesch, D. B. y Larson, K. S. 1996. Techniques for development of global 1-kilometer digital elevation models. *Pecora Thirteen Human interactions with the environment- perspectives from space*. Sioux Falls, South Dakota, 20-22.
- Gil, G. E. y Carbó. 2005. La complementariedad de áreas protegidas con base en la diversidad de mamíferos. *Mastozoología Neotropical*. 12 (01):100-102.
- Gómez-Pompa, A. y R. Dirzo .1995. Reservas de la biosfera y otras áreas naturales protegidas de México, INE-CONABIO. México.
- Gompper, M. E. 1995. *Nasua narica*. *Mammalian Species*. 487:1-10.

- Gompper, M. E. 1996. Sociality and asociality in white-nosed coatis (*Nasua narica*): foraging costs and benefits. *Behavioral Ecology*. 7: 254-263.
- Gompper, M. E. 1997. Population ecology of the white-nosed coati (*Nasua narica*) on Barro Colorado Island, Panama. *Journal of Zoology (J. ZOOL.)*. 241 (3): 441-455.
- Grajales-Tam, K. M., R. Rodríguez-Estrella y J. C. Hernández. 2003. Dieta estacional del coyote *Canis latrans* durante el periodo 1996-1997 en el desierto del Vizcaíno, Baja California Sur, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*. 89:17-28.
- Guerrero, S., M. H. Badii., S. S. Zalapa y J. A. Arce. 2004. Variación espacio temporal en la dieta del coyote en la Costa Norte de Jalisco, México. *Acta Zoológica (nueva serie)*. 20(002): 145-157.
- Haemig, P. D., 2001. El jaguar y el puma simpátricos. *Ecología*. Info No 6: 8.
- Halffter, G. 1995. Reservas de la biósfera y conservación de la biodiversidad en el siglo XXI. *Ciencias*. 39: 9-13.
- Hall, E. R. 1981. The mammals of the North America. 2^a edition. John Wiley and Sons. New York, USA. Vol. 1: xviii+1-600+90; 2: xi+601-1181+90.
- Hernández, H. A. 1992. Los carnívoros y sus perspectivas de conservación en las áreas protegidas de México. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva serie)*. 54: 1-23.
- Hijmans, R.J., S.E. Cameron, J.L. Parra, P.G. Jones and A. Jarvis, 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25: 1965-1978.
- Holden, P., D. Grossman y B. Jones. 2006. Community conserved areas in some southern African countries. *Parks*. Community conserved areas. 16(1): 68.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2000. Anuario estadístico del Estado de Oaxaca. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 333 p.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2001 b. Carta topográfica. San Juan Quiotepec, Oaxaca. Escala 1:50 000.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), Ita-Rubio de, L., Escamilla-Herrera, I., García-de León, C. y Soto-Núñez, Ma. C. 1990. División Política Municipal, I.1.2. Instituto de Geografía, UNAM. México. Atlas Nacional de México. Vol. I. Escala 1:1 000 000.

- Jiménez-Valverde, A. y J. Hortal. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista ibérica de Aracnología*. 8 (31-XII): 151-161.
- Julien-Laferriere, D. 1993. Radio-tracking observations on ranging y foraging patterns by kinkajous (*Potos flavus*) in French Guiana. *Journal of tropical Ecology*. 9:19-32.
- Kays, R. W. y J. L. Gittleman. 2001. The social organization of the kinkajou *Potos flavus* (Procyonidae). *Journal of Zoology* 253 (4):491–504.
- Landres, P. B., J. Verner y J. W. Thomas. 1988. Ecological uses of vertebrate indicator species: a critique. *Conservation Biology*. 2 (4): 316-329.
- Laviriére, S. 1999. *Lontra longicaudis*. *Mammalian species*. 609:1-5.
- Lehmkuhl, J. F. 1984. Determining Size and Dispersion of Minimum Viable Populations for Land Management Planning and Species Conservation. *Environmental Management*. 8 (2): 167-176.
- Lira, T. I. y E. J. Naranjo, P. 2003. Abundancia, preferencia de hábitat, e impacto del ecoturismo sobre el puma y dos de sus presas en la reserva de la Biosfera, El triunfo, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Mastozoología*. 7: 20-39.
- Lotze, J. y S. Anderson. 1979. *Procyon lotor*. *Mammalian Species*. 119: 1-8.
- Luna-Krauletz, M. D. 2005. Distribución, abundancia y conservación de carnívoros en Santiago Comaltepec, Sierra Madre de Oaxaca, México. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca. México. 64 pp.
- Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey.
- Mandujano, S. 1994. Conceptos generales del método de conteo de animales en transectos. *Ciencia*. 45: 203-211.
- Mesquita, C. A. B. 1999. Conservación privada en América Latina. El caso de los RPPNs, Brasil. 1-8.
- Miller, B. y A. Rabinowitz, 2002. ¿Porqué conservar al jaguar? 303-315. En: Medellín, R.A, C. Equihua, C.L.B. Chetkiewicz, P. G. Crawshaw, A. Rabinowitz, K.H. Redford, J.G. Robinson, E.W. Sanderson y A.B. Taber. 2002. El Jaguar en el nuevo milenio. Fondo de Cultura Económica, Universidad Autónoma de México, Wildlife Conservation Society. 647 pp.

- Monjeau, J. A. 1999. El papel de los mamíferos en la conservación de áreas naturales. *Mastozoología Neotropical*. 6(1): 3-6.
- Monroy-Gamboa, A. G. 2007. Uso de hábitat y ámbito hogareño del coyote *Canis latrans cagottis* en un área comunal protegida de la Sierra Madre de Oaxaca, México. Tesis de Maestría (Biodiversidad de Neotrópico). Instituto Politécnico Nacional (CIIDIR-Oaxaca, IPN). 67 pp.
- Monteagudo, S. D. y L. León Paniagua. 2002. Estudio comparativo de los patrones de riqueza altitudinal de especies en Mastofaunas de áreas montañosas mexicanas. *Revista Mexicana de Mastozoología*. 6:60-82.
- Moreno, E. C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA. Vol. 1. Zaragoza, España. 84 pp.
- Naranjo, E. y E. Espinoza M. 2001. Los mamíferos de la reserva ecológica Huitepec, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Mastozoología*. 5:58-67.
- NOM-059-SEMARNAT-2002. Norma Oficial Mexicana 059-SEMARNAT-2001. *En: Diario Oficial*, de Marzo del 2002. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2ª. Sección.85 pp.
- Noss, R. F., H. B. Quigley, M. G. Hornocker, T. Merrill y P. C. Paquet. 1996. Conservation Biology and Carnivore Conservation in the Rocky Mountains *Conservation Biology*. 10 (4): 949-963.
- Núñez. R., B. Millar y F. Lindzey. 2002. Ecología del jaguar en la reserva de la biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco Pp. 107-126. Medellín, R. A., Equihua, C., Chetkiewics. C. Rabinowitz, A. Crashaw, P. Rabinowits A. Redford, K. Robinson, J. G. Sanderson, E. y Taber. A. (eds). El Jaguar en el Nuevo milenio. Fondo de cultura económica, México. 647 pp.
- Oliveira, T. G. 1998. *Leopardus wiedii*. *Mammalian Species*. 579:1-6.
- Orjuela, O. J. y G. Jiménez. 2004. Estudio de la Abundancia relativa para mamíferos en diferentes tipos de coberturas y carretera, finca hacienda Cristales, área Cerritos-La Virginia, Municipio de Pereira, Departamento de Risaralda- Colombia. *Universitas Scientiarum*. 9: 87-96.
- Oviedo, G. 2006. Community conservation areas in South America. *Parks*. Community conserved areas. 16(1): 49-55.
- Pathak, N. 2006. Community conserved areas in South Asia. *Parks*. Community conserved areas. 16(1): 56.

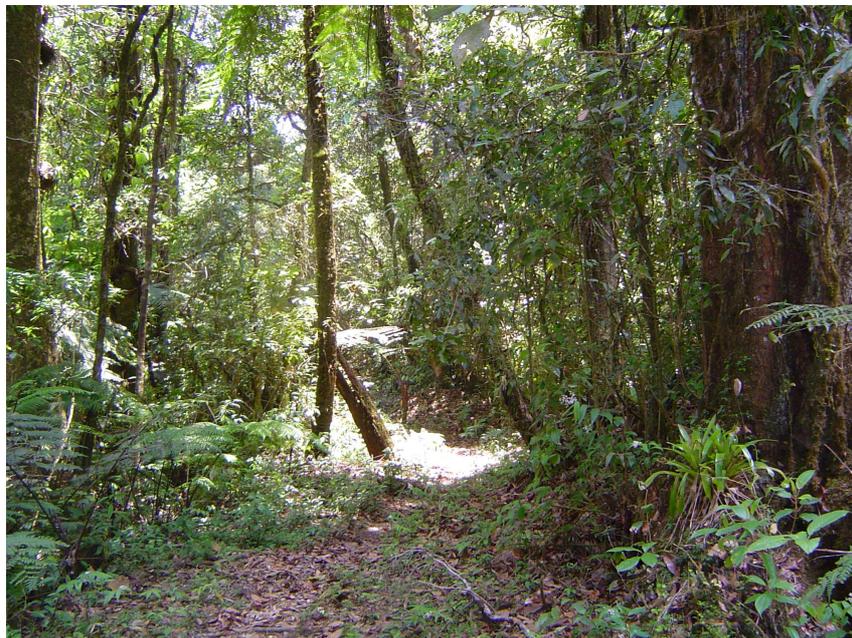
- Pauchard, A. 2000. La experiencia de Costa Rica en áreas protegidas. *Ambiente y desarrollo*. Vol. XVI (3): 51 -60.
- Peterson, A. T. y Cohoon, K. P. 1999. Sensitivity of distributional prediction algorithms to geographic data completeness. *Ecological Modelling* 117: 159-164.
- Piedra, L. y L. Maffei. 1999. Efecto de las actividades humanas sobre la diversidad de mamíferos terrestres en un gradiente altitudinal. *Revista de Biología Tropical*. 48 (1): 263-264.
- Poglayen-Neuwall, I. y D. E. Towell. 1988. *Bassariscus astutus*. *Mammalian Species*. 327:1-8.
- Presley, S.J. 2000. *Eira barbara*. *Mammalian Species*. 636: 1-6.
- Ramírez-Pulido, J., J. Arroyo-Cabrales y A. Castro-Campillo. 2005. Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)*. 21(1): 21-82.
- Rapoport, E. H., G Borioli, J A. Monjeau, I. G. Puntieri y R. Oviedo. 1986. The design of nature reserves: a simulation trial assessing the specific conservation value. *Biological Conservation*. 37: 269-290.
- Raxworthy, C.J., Martinez-Meyer, E., Horning, N., Nussbaum, R.A., Schneider, G.E., Ortega-Huerta, A., and Peterson, A.T. (2003). Predicting distributions of known and unknown reptiles species in Madagascar. *Nature* 426: 837-841.
- Reca, A. C. Ubeda y D. Grigera. 1994. Conservación de la Fauna de tetrápodos I. un índice para su evaluación. *Mastozoología Neotropical*. 1: 17-28.
- Reid, F. A. 1997. A field guide to the mammals of Central America and Southeast Mexico. Oxford University Press, Inc. New York, United States of America. 334 pp.
- Retana, O. G. y C. Lorenzo, 2002. Lista de mamíferos terrestres de Chiapas: endemismo y conservación. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva serie)*. 85: 25-49.
- Richard, E., F. Fontúrbel R. y G. García C. 2006. Evaluación de objetivos de conservación de áreas protegidas a partir del análisis del área de campeo y población mínima viable de especies de Félidos y Canidos. El parque Nacional Torotoro (Potosí, Bolivia) como ejemplo. *Ecología Aplicada*. 5 (1,2): 101-110.
- Richard, N. C. 1988. Wildlife Populations: Minimally Viable or Ecologically Functional?. *Wildlife Society Bulletin*. 16 (1): 80-84.

- Riley, S.P., R. M. Sauvajot, T. K. Fuller, E. C. York, D. A. Kamradt, C. Bromley y R. K. Wayne. 2002. Effects of urbanization and habitat fragmentation on bobcats and coyotes in Southern California. 566-576.
- Russell, J. K. 1982. Timing of reproduction by coatis (*Nasua narica*) in relation to fluctuations in food. *The ecology of a tropical forest*. 413-431.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa. México, D. F. 178 p.
- Rzedowski, J. y R. Palacios-Chávez, 1977. El bosque de *Engelhardtia* (*Oreomunnea mexicana*) en la región de la Chinantla (Oaxaca, México). Una reliquia del Cenozoico. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 36: 93-123.
- Santana, J. M. V. 2004. La importancia del ordenamiento territorial. *Actas L. de V.* 27: 97-105.
- Santiago Comaltepec. 2005. Inventario Faunístico en el Municipio de Santiago Comaltepec, Sierra Norte de Oaxaca. COINBIO. Reporte técnico final. 150 pp.
- Schuster, J. C., E. B. Cano y C. Cardona. 2000. Un método sencillo para priorizar la conservación de los bosques nubosos de Guatemala, usando Passalidae (Coleoptera) como organismos indicadores. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva serie)*. 80: 197-209.
- SEMARNAT. 2008. Fortalece la LGEEPA la conservación ordenada: Elvira Quesada. *Revista electrónica Entorno*. Disponible en www.entorno.conanp.gob.mx. 1 pp.
- Sepúlveda, C., A. Moreira y P. Villaroel. 1997. Conservación biológica fuera de las áreas silvestres protegidas. *Ambiente y Desarrollo*. Vol. XIII (2): 48-58.
- Seymour, K. L. 1989. *Panthera onca*. *Mammalian Species*. 340:1-9.
- Shaffer, M. 1981. Minimum population sizes for species conservation. *BioScience* 31: 131-134.
- Sheffield, S. R. y H. H. Thomas. 1997. *Mustela frenata*. *Mammalian Species*. 570: 1-9.
- Simonetti, J. 2004. Conectar para conservar. *Revista Ambiente y Desarrollo*. Vol. XX (1): 2-4.
- Simonetti, J. y G. Acosta. 2002. Conservando biodiversidad en tierras privadas: el ejemplo de los carnívoros. *Revista Ambiente y Desarrollo*. Vol XVIII (1): 51-59.
- Simonetti, J., A. Gerez y R. Bustamante. 2002. El Valor de la matriz en la conservación ambiental. *Revista ambiente y desarrollo*. Vol. XVIII (2-3-4): 116-118.

- Smyth, D. 2006. Indigenous Protected areas in Australia. *Parks. Community conserved areas*. 16(1): 14.
- Soberón, J. y Llorente, J. 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology*. 7: 480-488.
- Solis, V., P. Madrigal C., M. Fonseca B., H. Govan y V. Varela. 2006. Community conservation areas in Central America: recognizing them for equity and good governance. *Parks. Community conserved areas*. 16(1): 21-24.
- Sosa-Escalante, J.E. 1997. Ecología de la comunidad de mamíferos terrestres del noroeste de la Península de Yucatán, México: Diversidad, distribución y estructura. Tesis de Maestría (Biología Animal). Universidad Nacional Autónoma de México. 190 pp.
- StatSoft. 1996. STATISTICA (data analysis software system and computer program manual). Versión 6. StatSoft, Inc., Tulsa, OK.
- Stockwell, D. R. B., y D. P. Peters. 1999. The GARP modelling system: Problems and solutions to automated spatial prediction. *International Journal of Geographic Information Systems*. 13:143- 158.
- Stockwell, D. R. B. y I. R. Noble. 1991. Induction of sets of rules from animal distribution data: a robust and informative method of data analysis. *Math Computer Simul.* 32, 249–254.
- Stockwell DRB y Peterson AT, 2002. Effects of sample size on accuracy of species distribution models. *Ecological Modelling* 148 (1): 1-13.
- Toledo, V. 1994. La diversidad biológica de México. Nuevos retos para la investigación en los noventas. *Ciencias* 34:42-59.
- Toledo, V. 1995. México: Diversity of Cultures. *Cemex*. p. 19-47
- Torres Colín R. 2004. Tipos de vegetación. En: A.J. García-Mendoza, M.J. Ordóñez y M. Briones-Salas (eds.), Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund, México. pp.105-117.
- Trejo, I. 2004. Clima. En: A.J. García-Mendoza, M.J. Ordóñez y M. Briones-Salas (eds.), Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund, México, pp.67-85.
- Valenzuela, D. 1998. Ecología y conducta social del coatí (*Nasua narica*) en selvas estacionales del oeste de México. Tesis Doctoral, Instituto de Ecología, UNAM. México.

- Vargas, C. J. A. y A. Hernández H. 2001. Distribución altitudinal de la mastofauna en la Reserva de la Biósfera “El Cielo”, Tamaulipas, México. *Acta zoológica Mexicana (Nueva Serie)*. 82: 83- 109.
- Velásquez, M. L. 2001. Diversidad y estructura de la comunidad de mamíferos no voladores en Ixtlán de Juárez, Oaxaca. Tesis de la Licenciatura en Biología. Instituto Tecnológico Agropecuario N°23. Xoxocotlán, Oaxaca. 43 pp.
- Weaver J.L, P. C. Paquet y L. F. Ruggiero. 1996. Resilience and Conservation of Large Carnivores in the Rocky Mountains *Conservation Biology*. 10 (4): 964-976.
- Wemmer, T. H. Kunz, G. Lundie-Jenkins y W. J. McShea 1996. Mammalian Sign. Pp. 157-176. *En: Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for mammals* (Wilson, D.E.; F.R. Cole, J.D. Nichols, R. Rudran y M. Foster, eds.). Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- Whitacre, 1997. Un programa de monitoreo ecológico para la reserva de la biósfera Maya. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional y el Consejo Nacional de Áreas Protegidas de Guatemala. 121 pp.
- Zapata, R. G. y J. Dyer. 2003. Diseño de una red de áreas protegidas en la Amazonia Nororiental y Ecuatoriana: uso combinado de los sistemas de información geográfica y los análisis de viabilidad poblacionales. *Lyonia*. 5(2): 169-178.

APENDICE I



Transecto de muestreo en el ACP



Bosque mesofilo en el ACP



Especies representativas del ACP



Colocación de cepto y atrayente sobre transecto establecido



Excreta de *L. wiedii* registrada en el periodo de estudio



Huellas de *L. wiedii* localizadas sobre transecto



Excreta de *P. onca* sobre hojarasca; contenido: pelo de pecarí en el ACP



Excreta de *P. onca* sobre transecto; contenido: abundante pelo y huesos en el ACP



Transecto establecido en el ANOP



Excreta de *U. cinereoargenteus* localizada en el ANOP; contenido: restos de semillas e insectos