

INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

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

**MAESTRÍA EN CIENCIAS EN CONSERVACIÓN Y
APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES.
(BIODIVERSIDAD DEL NEOTRÓPICO)**

**“ZONAS DE IMPORTANCIA PARA LA
CONSERVACION DE LOS CARNÍVOROS EN OAXACA”**

TESIS

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

PRESENTA

BIÓL. ARACELI MARTÍNEZ HERNÁNDEZ

DIRECTOR DE TESIS: DR. MIGUEL ÁNGEL BRIONES-SALAS

OAXACA DE JUÁREZ, MÉXICO.

SEPTIEMBRE DE 2010



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 2 del mes de septiembre del 2010 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: "Zonas de importancia para la conservación de los carnívoros en Oaxaca"

Presentada por el alumno:

Martínez Apellido paterno	Hernández materno	Araceli nombre(s)
Con registro:		
B	0	8 1 3 4 6

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

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

LA COMISION REVISORA
Director de tesis

Dr. Miguel Ángel Briones Salas

Dr. Víctor Sánchez-Cordero Dávila

Dr. Jorge Ignacio Servín Martínez

Dr. Alejandro Flores Martínez

Dr. Marcelo Ulises García Guerrero

EL PRESIDENTE DEL COLEGIO

Dr. Juan Rodríguez Ramírez



CENTRO INTERDISCIPLINARIO
DE INVESTIGACION PARA EL
DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL
C.I.I.D.I.R.
UNIDAD OAXACA
I.P.N.





INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA CESION DE DERECHOS

En la Ciudad de Oaxaca de Juárez el día 02 del mes septiembre del año 2010, el (la) que suscribe Martínez Hernández Araceli alumno (a) del Programa de **MAESTRÍA EN CIENCIAS EN CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES** con número de registro **B081346**, adscrito (a) 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 cede los derechos del trabajo titulado: **“Zonas de importancia para la conservación de los carnívoros en Oaxaca”**, 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 aramahe@yahoo.com.mx Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

Martínez Hernández Araceli



CENTRO INTERDISCIPLINARIO
DE INVESTIGACION PARA EL
DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL
C.I.I.D.I.R.
UNIDAD OAXACA
I.P.N.



Martínez–Hernández, A., 2010. Zonas de importancia para la conservación de los carnívoros en Oaxaca. Tesis profesional de maestría. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional-Unidad Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional, Oaxaca de Juárez pp

RESUMEN:

En países megadiversos como México resulta difícil y prioritaria la selección de áreas para la conservación. En el país, Oaxaca es el estado con mayor riqueza biológica y cultural, con una forma particular de gobierno municipal denominada Usos y Costumbres, así, el 72% de su territorio es de propiedad social (bienes comunales y ejidos); sin embargo presenta una importante reducción en sus hábitats naturales. Los mamíferos carnívoros son relevantes para la conservación en virtud de que desempeñan funciones destacables dentro del ecosistema. En la entidad se encuentran 23 de las 33 especies registradas en el país. Uno de los objetivos planteados en la investigación fue el establecimiento de las especies más relevantes de acuerdo con categorías de priorización que consideran tres parámetros complementarios de rareza, otro, fue la determinación de sitios importantes para la conservación de los carnívoros en Oaxaca con base en su distribución potencial y en las especies priorizadas. Para ello, se modeló el nicho ecológico de las especies por medio del programa MaxEnt versión 3.3.1., para el cual son necesarios los puntos de colecta y los mapas digitales de variables ambientales. Dicho producto se manipuló en ArcView, donde se obtuvo una serie de mapas que ilustran la distribución potencial de las especies de interés, así como sus zonas de convergencia. Se registraron 13 especies relevantes, entre ellas, endemismos al estado. No existe ningún sitio donde coexistan las distribuciones potenciales de los 13 carnívoros establecidos como prioritarios; la mayor coincidencia es la distribución potencial de 12 especies, área que corresponde a un sitio localizado en las inmediaciones de la Sierra Madre del Sur y la Planicie Costera del Pacífico. Tal zona tiene una extensión de 50,584.05 km², en mayor medida con vegetación natural remanente que no se contempla dentro de alguna zona de conservación establecida. Se observa que conforme disminuye el número de distribuciones potenciales coincidentes, los sitios determinados se ven reducidos en extensión y aumentados en número, así pues, la diversidad beta se evidencia en el grado en que las especies, que constituyen a cada uno de los grupos de coincidencia, son diferentes. Las Regiones Terrestres Prioritarias que albergan mayor número de zonas de coincidencia son la Sierra Sur – Costa y la Sierra Norte-Mixe; existen dos Áreas Naturales Protegidas que albergan potencialmente 8 especies y un área destinada voluntariamente a la certificación, la cual podría albergar 12 especies. Es de mencionarse el conocimiento que las comunidades tienen de sus recursos, por lo que se propone, con base en estos resultados, crear una red de reservas comunitarias interconectadas que garantizarían la conservación del Orden Carnívora en Oaxaca y que al utilizar a dichos animales como especies sombrilla y bandera se propiciaría indirectamente la conservación del ecosistema.

Palabras clave: Orden Carnívora, conservación de la biodiversidad, distribución potencial, áreas protegidas.



Martínez–Hernández, A., 2010. Zonas de importancia para la conservación de los carnívoros en Oaxaca. Tesis profesional de maestría. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional-Unidad Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional, Oaxaca de Juárez pp

ABSTRACT:

In megadiverse countries as Mexico is difficult and high-priority the selection from areas for the conservation. Within the country, Oaxaca constitutes the state with greater biological wealth and cultural, with a particular form of municipal government denominated Uses and Customs, thus, 80% of their territory is of social property (community goods and cooperative farming); however it presents an important reduction in its natural habitats. The carnivorous mammals are excellent for the conservation because they perform remarkable functions within the ecosystem. In the entity are 23 of the 33 species registered in the country. One of the objectives of the investigation was the establishment of the most outstanding species in agreement with categories of priority that consider three complementary parameters of peculiarity, another one, was the determination of important sites for the conservation of the carnivores in Oaxaca with base in its potential distribution and the prioritized species. For that, the ecological niche of the species was modeled through the MaxEnt program version 3.3.1., for which are necessary the points of collect and the digital maps of environmental variables. This product was manipulated in ArcView, where a series of maps was obtained that illustrate the potential distribution of the species of interest, also its convergence zones. 13 notable species were registered, among them, endemics into the state. Any site does not exist where the potential distributions of the 13 carnivores established like high-priority coexist; the greater coincidence is the potential distribution of 12 species, this area corresponds to a site located in the environs to Sierra Madre del Sur and Planicie Costera del Pacifico. Such zone has an extension of 50.584,05 km², in greater measurement with natural vegetation surplus that is not contemplated within some zone of established conservation. It is observed that if the number of coincident potential distributions diminishes, the certain sites are reduced in extension and increased in number; therefore, the diversity beta is demonstrated in the degree in which the species that constitutes to each one of the coincidence groups are different. The High-priority Terrestrial Regions that lodge greater number of zones of coincidence are the Sierra Sur – Costa and Sierra Norte-Mixe; two Natural Areas Protected that lodge 8 species potentially and an area destined voluntarily to the certification, which exist could has 12 species. It is to be mentioned the knowledge that the communities have of their resources, reason why it sets out, with base in these results, to create an interconnected communitarian alternate communication net that would guarantee the conservation of the Carnivorous Order in Oaxaca and that when using to these animals as species umbrella and flag the conservation of the ecosystem would be caused indirectly.

Key words: Carnívora Order, biodiversity conservation, distribution potential area, protected area.



AGRADECIMIENTOS

La realización de mis estudios en el CIIDIR-IPN Unidad Oaxaca y de la presente investigación se llevó a cabo gracias a la beca otorgada por Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Al mismo tiempo, ofrezco mis agradecimientos al personal de Posgrado ante todo el procedimiento administrativo que desempeñan para matricularnos como alumnos.

Para concretar mis aspiraciones de estudios de Maestría fue invaluable el Dr. Miguel Ángel Briones Salas director de mi tesis; por la orientación, el torrente de facilidades y apoyos otorgados ante los imprevistos (incluso uno de 9 meses), pero sobre todo por la confianza depositada tanto profesional como personalmente.

A la M. en C. Graciela E. González Pérez su ejemplo profesional motiva, gracias por sus atinadas observaciones y sus siempre agradables comentarios.

Agradezco las atenciones, los comentarios tan acertados que encaminaron mi investigación y el tiempo que destinó amablemente el Dr. Jorge I. Servín Martínez, su sencillez es digna de resaltar ante el prestigio académico que le antecede.

A los miembros de mi comité por el interés hacia mi investigación, por su orientación y sus conocimientos que hicieron posible el enriquecimiento de mi tesis: Dr. Víctor Sánchez-Cordero Dávila, Dr. Alejandro Flores Martínez y Dr. Marcelo García Guerrero.



Maestra Sonia, su amabilidad, sus conocimientos y pláticas sobre los hijos y la vida como profesionista me ayudaron a centrar mis estudios.

Gracias infinitas a mi amigo y tutor honorario Josué, una golondrina no hace el verano pero nos alegra con la certeza de su existencia.

A mi tutor de siempre pero no por ello menos importante, el M. en Geog. Marco Antonio Huerta, gracias por todo el apoyo técnico, su paciente revisión y sus sugerencias.

Si bien toda investigación es interesante, lo es aun más cuando tiene una utilidad práctica que beneficia a nuestras comunidades, es por ello que agradezco la revisión y las sugerencias del Ing. Carlos M. Pérez González.

Debido al cúmulo de dudas y el desfase de mi persona respecto a las innovaciones tecnológicas Mario y Neto sufrieron las consecuencias...muchas gracias por orientarme.

Faby, que sería del mundo sin los libros? Sería como una Chely sin amiga cooperativista, gracias por tu corrección de estilo y los ánimos a la distancia. Aunque si de distancias hablamos, Chelyta se voló el país, gracias amiguita por tu perfecta traducción e



interpretación de lo que quise decir, por tu forma de ver la vida y tus porras.

Tania, las chachas maistras???? Sí!! Gracias hasta aquí nos acompañamos.

A mis compañeros de clases que de alguna forma siempre fueron una ayuda para cumplir con los créditos académicos: Josué, Aarón, Helxine y Aida.

No hubiese llegado hasta la meta sin el apoyo moral, la cálida presencia y los financiamientos sentimentales-intelectuales de mi compañero de vida, mi admirado Ing. Feliciano Acevedo Ortiz.



DEDICATORIA

Al ser supremo que nos permite existir.

A mi esposo: gracias a la serie de afortunadas casualidades que nos permitió coincidir, descubrirte día a día afianza el amor que siento por tí. Tu existencia y sentido del humor incluso ante lo difícil, alegra mis días. Gracias infinitas por ayudarme a reencontrarme al darme seguridad para volar sin alas, creyendo en mi fuerza interna. Porque tu ejemplo como profesional al creer y apostarle al campo me motiva a superarme en mi campo laboral.

Olí tu presencia revolucionó mi vida, desde antes de existir ya te amábamos, pusiste a prueba mi voluntad y me hiciste más humana. Que la vida nos permita el tiempo para convertirte en un hombre de bien.

A mi señor padre, su entereza para sobrellevar su difícil proceso me incita a no darme por vencida. Al igual que mi mamá, esa unión que se fortalece en la adversidad me hace confiar en que todo se puede lograr. Gracias por ayudarme siempre, por cuidar de Olí para que su mamá pueda estudiar.

A mis hermanos que aunque no los vea seguido siempre están conmigo, formando parte indisoluble de mi esencia. Daniel, Norma, Aídee, Eliza y Rosa.



Si vivir en la ciudad de Macondo tuvo sentido es indudablemente, el que haya conocido a mis amigas que he convertido en hermanas, Faby, Chelyta y Paty su apoyo emocional a la distancia obra maravillas en mí persona.

A todos los que todavía creen que es importante “cuidar de las plantitas y los animales”, que disfrutan de una puesta de sol y que se indignan ante las barbaridades que cometemos contra la Naturaleza.

A los comuneros que defienden sus tierras y que plantan un árbol para que los que existan mañana disfruten de su sombra.

Con cariño

Araceli



INDICE GENERAL

RESUMEN	3
ABSTRACT	4
	15
1. INTRODUCCIÓN.	
2. ANTECEDENTES	19
2.1. ORDEN CARNÍVORA, CARACTERÍSTICAS E IMPORTANCIA	19
2.2. MODELADO DEL NICHU ECOLÓGICO DE LAS ESPECIES.	21
3. JUSTIFICACION	25
4. OBJETIVOS	26
5. METODOS	27
5.1. AREA DE ESTUDIO	27
5.1.1.- Las áreas naturales protegidas en Oaxaca.	28
5.1.2. Estudios previos realizados en Oaxaca.	32
5.2 OBTENCION DE LA BASE DE DATOS.	34
5.3. CRITERIOS PARA LA DEFINICIÓN DE ESPECIES PRIORITARIAS	36
5.4. AREAS DE DISTRIBUCIÓN POTENCIAL.	37
5.5. CRITERIOS PARA LA DEFINICIÓN DE AREAS DE CONSERVACIÓN	38
6. RESULTADOS	40
6.1. BASE DE DATOS.	40
6.2. ESPECIES PRIORITARIAS	43
6.3. AREAS DE DISTRIBUCION POTENCIAL	44
6.4. AREAS PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACION.	63
7. DISCUSIONES Y CONCLUSIONES.	86
8. LITERATURA CITADA	91
APENDICE 1.	98



INDICE DE FIGURAS.

Figura 1.- Áreas Naturales Protegidas mediante decreto y Áreas destinadas voluntariamente para la conservación en el estado de Oaxaca.....30

Figura 2. Áreas Naturales Protegidas, y Regiones Terrestres Prioritarias en el estado de Oaxaca.....32

Figura 3.- Distribución potencial con registros recientes de *Herpailurus yagouaroundi* en el estado de Oaxaca.....45

Figura 4. -Distribución potencial con registros totales de *Herpailurus yagouaroundi* en el estado de Oaxaca.....46

Figura 5.- Distribución potencial de *Lynx rufus oaxacensis*, con los registros recientes en el estado de Oaxaca.....47

Figura 6.- Distribución potencial de *Lynx rufus oaxacensis* con el total de registros en el estado de Oaxaca.....48

Figura 7. -Distribución potencial de *Panthera onca* con registros recientes en el estado de Oaxaca.....49

Figura 8. Distribución potencial de *Panthera onca* con el total de registros en el estado de Oaxaca.....50

Figura 9. Distribución potencial de *Leopardus pardalis* en el estado de Oaxaca.....51

Figura 10. Distribución potencial de *Leopardus wiedii* en el estado de Oaxaca.....52

Figura 11. Distribución potencial de *Lontra longicaudis* en el estado de Oaxaca.....54

Figura 12. Distribución potencial de *Eira barbara* en el estado de Oaxaca.....55

Figura 13. Distribución potencial de *Galictis vittata canaster* en el estado de Oaxaca.....56

Figura 14. Distribución potencial de *Conepatus semistriatus* en el estado de Oaxaca.....57



Figura 15. Distribución potencial de *Spylogale pygmaea* con datos nacionales en el estado de Oaxaca.....59

Figura 16. Distribución potencial de *Bassariscus astutus macdougalli*.en el estado de Oaxaca.....60

Figura 17. Distribución potencial de *Bassariscus sumichrasti* en el estado de Oaxaca.....61

Figura 18. Distribución potencial de *Potos flavus* en el estado de Oaxaca.....62

Figura 19. Zona uno, área de convergencia de la distribución potencial de 12 especies prioritarias.....64

Figura 20. Tipos de vegetación presentes en la zona uno.65

Figura 21. Ubicación de la zona uno respecto a las ANP's y RPT's en Oaxaca.....67

Figura 22. Zonas prioritarias en las que converge la distribución potencial de 11 especies.....68

Figura 23. Tipos de vegetación presentes en las zonas de convergencia de la distribución potencial de dos grupos de 11 especies distintas.....69

Figura 24. Ubicación de las dos áreas en las que convergen en cada una, un grupo de 11 especies jerarquizadas, respecto a las RTP's y ANP's. ADP (área de distribución potencial).....70

Figura 25. Zonas de convergencia del área de distribución potencial de 10 especies.....71

Figura 26. Tipos de vegetación presentes en las áreas de convergencia de la distribución potencial de 10 especies.....72

Figura 27. Ubicación de las áreas de convergencia de la distribución potencial de diez especies respecto a RTP's y ANP's. ADP (área de distribución potencial).....73

Figura 28. Zonas de convergencia del área de distribución potencial de 9 especies.....74



Figura 29. Tipos de vegetación presentes en las áreas de convergencia de la distribución potencial de nueve especies.....75

Figura 30. Ubicación de las áreas de convergencia de nueve especies respecto a RTP's y ANP's. ADP (área de distribución potencial).....76

Figura 31. Zonas de convergencia del área de distribución potencial de ocho especies.....77

Figura 32. Tipos de vegetación presentes en las zonas de convergencia de la distribución potencial de ocho especies.....78

Figura 33. Ubicación de las zonas de convergencia de la distribución potencial de ocho especies respecto a RTP's y ANP's. ADP (área de distribución potencial).....79

Figura 34. Zonas de convergencia del área de distribución potencial de 7 especies.....80

Figura 35. Tipos de vegetación presentes en las áreas de convergencia de la distribución potencial de siete especies.....81

Figura 36. Ubicación de las áreas de convergencia de la distribución potencial de siete especies respecto a RTP's, y ANP's. ADP (área de distribución potencial).....82

Figura 37. Zonas de convergencia del área de distribución potencial de 6 especies.....83

Figura 38 .Tipos de vegetación presentes en las áreas de distribución potencial de seis especies.....84

Figura 39. Ubicación de áreas de distribución potencial de seis especies respecto a RTP's y ANP's85



INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Áreas Naturales Protegidas con decreto en Oaxaca.....29

Tabla 2. Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación con certificado federal por región administrativa en el estado de Oaxaca.....30

Tabla 3.- Especies y subespecies que se presentan en el estado de Oaxaca así como su estatus de conservación.....41

Tabla 4.- Comparación de registros por familia del Orden Carnívora utilizados en el presente estudio y por De Villa, 2006.....42

Tabla 5.- Tabla de valores de prioridad estatal para los mamíferos carnívoros registrados en Oaxaca.....43

Tabla 6.- Especies jerarquizadas cuyas áreas de distribución potencial coinciden en la zona prioritaria uno.....64

Tabla 7.- Superficie ocupada por tipo de vegetación en la zona uno.....66

Tabla 8.- Especies jerarquizadas cuyas áreas de distribución potencial coinciden en dos sitios determinados como relevantes.....67



INTRODUCCIÓN.

En la actualidad la diversidad biológica mundial presenta una serie de amenazas que condicionan su permanencia, entre las más relevantes por su impacto se encuentra la pérdida de los hábitats de las especies asociada con la fragmentación de los mismos, dicho proceso conlleva a una reducción del área de distribución de las especies y provoca poblaciones más pequeñas involucrando una reducción de la viabilidad de cada una de las mismas debido a la pérdida de variación genética y a las fluctuaciones demográficas intrínsecas y ambientales, y en un plazo variable a su extinción, (Mella y Simonetti 1994; UNEP, 1992).

La mastofauna de México ocupa un lugar preponderante a nivel mundial, tanto por su riqueza de especies, como por su grado de endemismos (Fa y Morales, 1992). Sin embargo, en el siglo XX, al menos ocho especies de mamíferos han desaparecido y 202 (40% de total nacional) se encuentran en peligro de extinción (Arita y Ceballos, 1997). La mayor parte de estas especies se distribuye en el trópico húmedo y subhúmedo del país.

El estado de Oaxaca es el más importante de la República Mexicana debido a los altos valores de biodiversidad que alberga, para el caso de los mamíferos terrestres se encuentra en el segundo lugar, si sólo se considera el número de especies, en cambio si se contempla por número de subespecies ocupa el primer lugar. La riqueza de especies de mamíferos del estado, por lo tanto, equivale al 40.21% de la mastofauna total del país, en él se distribuyen todos los órdenes de mamíferos, el 77.2% de las familias, el 66.24% de los géneros y, el 57.6% de las especies de mamíferos terrestres del país (Goodwin, 1969). Para el Orden Carnívora se han registrado 23 especies, distribuidas en 18 géneros y 5 familias, (Briones, *et al.*, 2004).



Por otro lado, Oaxaca es un estado que ha mostrado una reducción importante de sus hábitats naturales, resultado de una alta tasa de deforestación y que coloca en situación de riesgo un número considerable de especies animales y vegetales en Oaxaca, por lo que es necesario establecer estrategias de conservación que se implementen en el corto, mediano y largo plazo, (Flores y Geréz, 1988). De acuerdo a datos del Instituto Nacional de Ecología, se estima una pérdida anual de 30 mil hectáreas de bosque y una severa erosión en el 20% de su territorio.

Los estudios que hacen propuestas de conservación han utilizado especies clave debido a que desempeñan un papel elemental en el ecosistema, para monitorear o resolver problemas de conservación. Ya sea evaluando la magnitud de la perturbación antropogénica, monitoreando las tendencias poblacionales, localizando áreas de alta biodiversidad, delineando un tipo de hábitat o tamaño de área para protección y/o atrayendo la atención del público, lo cual redundará favorablemente en la conservación de la especie utilizada (Carrascal y Palomino, 2006).

Los mamíferos carnívoros son relevantes debido a que constituyen uno de los grupos más amenazados, ya que poseen ciertas características intrínsecas que los hacen especialmente vulnerables a las reducciones poblacionales; son animales que necesitan mayores áreas para vivir, por lo que logrando proteger las superficies requeridas por estos animales, también se protegería a la mayoría de las poblaciones de las especies restantes incluidas en tales áreas, (especies sombrilla; Hernández, 1992). Aunado a lo anterior cuenta dentro de su taxa a especies carismáticas como el jaguar (*Panthera onca*), la marta (*Potos flavus*) y, la nutria de río (*Lontra longicaudis*); entre otras, las cuales atraen la atención del público favoreciendo la obtención de financiamientos económicos para su conservación.



El establecimiento de Áreas Naturales Protegidas ha sido una de las acciones más usuales que ha implementado el gobierno federal Mexicano en las tres últimas décadas para tratar de conservar la vida silvestre. Cuando se plantean programas de conservación en una región, se contempla la creación de hábitats para refugio y es vital determinar la escala apropiada que permita la dispersión de los individuos de especies grandes entre el área protegida.

Los factores para la planeación de áreas para la conservación de especies amenazadas deben considerar el tamaño de las poblaciones animales a conservar y también la conectividad física entre los sitios, es decir, que esta formación de corredores biológicos no deben ser considerados como hábitats potenciales, sino como su nombre lo indica, lugares por donde las especies de interés puedan desplazarse de un parche habitable a otro, sobre todo en organismos que necesitan un gran ámbito hogareño. De esta manera, la selección de áreas prioritarias de conservación es fundamental en la planeación sistemática de la conservación, particularmente en países de mega-diversidad. (Sánchez Cordero, *et al* 2005a).

Para este propósito, se ha desarrollado un marco teórico denominado “planeación sistemática de la conservación”, que consiste en la selección de indicadores de la biodiversidad (especies particulares, tipos de vegetación o tipos de ecosistemas, entre otros), cuya distribución geográfica coincida con una alta diversidad biológica. Ante esto, el uso de modelos de nicho ecológico proyectados como la distribución actual de especies permite incluir un mayor número de especies como indicadores de la biodiversidad de una región o de un país, ofreciendo un mejor insumo para seleccionar áreas prioritarias de conservación, (*ídem*).



Al modelar el nicho ecológico de especies usando localidades de colecta, mapas digitales de variables ambientales y sistemas de información geográficos, se proyectan las distribuciones potenciales y actuales en hábitat transformados y no transformados por la deforestación (Peterson, *et al.*, 1999, 2001).

La posibilidad de conjuntar información de inventarios "históricos" con colectas recientes, permite incrementar notablemente el conocimiento sobre la distribución geográfica de muchas especies de mamíferos terrestres (Sánchez-Cordero, 1993).



2. ANTECEDENTES

2.1. ORDEN CARNÍVORA, CARACTERÍSTICAS E IMPORTANCIA

El orden Carnívora comprende mamíferos euterios unguliculados, sus caracteres distintivos comprenden su dentadura y sus extremidades. Presentan una gran variedad de adaptaciones conductuales, ecológicas y morfológicas, lo que les ha permitido desarrollarse en medios arborícolas, semiarborícolas, terrestres o en zonas ribereñas, de climas templados y/o tropicales (Bekoff, *et al.*, 1984; Ceballos, 2005).

En cada lado de la mandíbula tienen tres incisivos pequeños, un canino y molares variables, su último premolar (llamado carnasial) de la mandíbula superior y primer molar de la inferior están comprimidos y con el borde cortante adaptados para su tipo de alimentación. Poseen hábitos alimenticios variados, existiendo especies omnívoras, frugívoras o carnívoras; para algunas de ellas, el alimento que consumen puede cambiar según la disponibilidad del mismo durante las diferentes épocas del año (Ceballos, 2005).

Para las especies generalistas, existen una amplia gama de tipos de alimentos, por lo que el requerimiento nutricional y su reproducción es menos riesgosa ante la falta de un tipo específico. Sin embargo, para los organismos especialistas que se encuentran restringidos a pocas clases de alimento, la ausencia o disminución de uno de éstos los condiciona a una mayor vulnerabilidad (Bekoff, *et al.*, 1984).

Los carnívoros son uno de los grupos más afectados por la destrucción de los ambientes naturales y la sobreexplotación de las especies, se considera que a nivel mundial el 34.6% de las especies pertenecientes a este orden se encuentran amenazadas o en peligro de extinción, (Hernández, 1992). No obstante, no todas las especies del orden responden de la misma manera a los cambios en el hábitat, dependiendo principalmente de sus características intrínsecas y de su requerimiento de hábitat (Bekoff, *et al.*, 1984).



Existen especies generalistas con tolerancia a la fragmentación del ecosistema, sin embargo, para los organismos especializados o de tamaño corporal grande, las zonas abiertas pueden funcionar como barreras que limitan su dispersión, además de que sus requerimientos específicos de hábitat se ven aun más restringidos (Sunquist y Sunquist, 2001).

El orden Carnívora constituye un grupo muy diverso entre los mamíferos de México, sus 33 especies agrupadas en 5 familias corresponden al 39% de las especies de mamíferos carnívoros en América. Presentan una mezcla característica de elementos de zonas templadas y tropicales. Los cánidos y úrsidos se distribuyen en zonas templadas, los félidos en ecosistemas tropicales, los prociónidos y mustélidos presentan especies en ambas zonas, (Hernández, 1992).

Por su calidad de depredadores ocupan los eslabones finales de las cadenas alimentarias teniendo una eficiencia del 20 % para convertir alimento en biomasa por lo que necesariamente son mucho más raros que sus presas y necesitan buscar activamente su alimento (forrajear) en áreas más grandes (Begon, *et al.*, 1986), en consecuencia, presentan tamaños poblacionales y tasas reproductivas bajas, en contraposición a un ámbito hogareño grande.

Las especies de carnívoros regulan las poblaciones de las especies presa; previniendo una sobrepoblación y manteniendo el vigor de la especie, al eliminar individuos débiles, viejos o enfermos, (Hernández, 1992). Al controlar las poblaciones de sus presas y de otros mamíferos carnívoros, contribuyen al mantenimiento y estabilización de la estructura trófica de los ecosistemas.

Los félidos son particularmente vulnerables porque, además de tener bajos potenciales de fecundidad, son altamente territoriales pues cuentan con efectivos mecanismos de regulación poblacional basados en interacciones sociales que promueven bajas abundancias relativas, además, con excepción del león y el guepardo que forman grupos, son animales solitarios altamente



carnívoros que requieren particularmente de grandes ámbitos hogareños, característica que incrementa las probabilidades de ser afectados por la destrucción del hábitat (Reid y Miller, 1989). Las poblaciones pequeñas tienen mayores probabilidades de extinguirse por procesos ambientales estocásticos, accidentes, enfermedades y desordenes genéticos.

2.2. MODELADO DEL NICHU ECOLÓGICO DE LAS ESPECIES.

La mayoría de los estudios para el análisis de los patrones de distribución de las especies y de la diversidad se han enfocado a medir la densidad de especies (el número de especies en áreas equivalentes en diferentes sitios del continente). Para ello, se han usado tablas de un tamaño constante, contando el número de especies cuya distribución intersecta un tabla dado. La misma metodología ha sido usada para definir áreas importantes para la conservación de los mamíferos, (Arita y Rodríguez, 2004).

Estos trabajos sufren de algunas limitaciones propias de las bases de datos que tradicionalmente se utilizan para analizar los patrones geográficos de diversidad. Entre otros problemas, esas bases: (1) no son flexibles para analizar patrones a diferentes escalas, (2) están enfocadas únicamente al conteo de especies, sin tomar en cuenta otros criterios de diversidad biológica, (3) son difíciles de relacionar con variables tales como los factores ambientales y la heterogeneidad, (ídem).

Los modelos de distribución de especies indican la idoneidad del hábitat para el desarrollo de poblaciones de una especie concreta o de una comunidad (Ferrier y Guisan, 2006), calculada a partir de observaciones de campo y una serie de variables ambientales que actúan como predictores. Un inconveniente de los métodos tradicionales para delimitar la distribución de las especies es que los sesgos taxonómicos y geográficos de los inventarios biológicos excluyen áreas potenciales donde las especies pueden encontrarse.



El modelado del nicho ecológico evita lo anterior, ya que extrapola parámetros climáticos, geológicos y de vegetación asociados a puntos de ocurrencia de especies para identificar el hábitat y así encontrar sitios donde las especies no han sido registradas pero pueden existir, (Ortega y Peterson, 2008).

Un modelo basado en el nicho representa una aproximación del nicho ecológico de las especies examinado en una dimensión ambiental. El enfoque de modelado usando capas bioclimáticas encuentra sus bases en la teoría del nicho ecológico (Pearson y Dawson, 2003).

Hutchinson (1957), definió el nicho ecológico fundamental como aquél sitio que comprende todas las condiciones ambientales dentro de las cuales las especies pueden sobrevivir y crecer; además, que define las propiedades ecológicas de las especies: un espacio conceptual cuyos ejes incluyen todas las variables ambientales que afectan a las especies. Las cubiertas bioclimáticas pueden ser definidas como constituyentes del componente climático del nicho ecológico fundamental o “nicho climático”.

El nicho realizado (espacio que actualmente ocupa), puede ser más pequeño que el nicho fundamental debido a la influencia humana, interacciones bióticas, o barreras geográficas que dificultan la dispersión y colonización. Así, el modelo bioclimático en su más pura forma solo considera variables climáticas y no incluye en su procesamiento otros factores ambientales que afecten la distribución de las especies, tales como el tipo de suelo o cubierta vegetal. La definición de cubierta bioclimática, tal como la definición del nicho ecológico fundamental de Hutchinson, no incluye la influencia de efectos bióticos como la competencia por los recursos, (Pearson y Dawson, 2003).



Las condiciones ambientales en las localidades de ocurrencia constituyen una muestra del nicho realizado. Entonces -un modelo basado en el nicho- representa una aproximación del nicho realizado de las especies, en el área de estudio y en las dimensiones ambientales consideradas, (Phillips, *et al.*, 2006). Las áreas que satisfacen las condiciones del nicho fundamental de la especie representan su distribución potencial, y el área geográfica que actualmente habitan representa su nicho realizado.

Algunos modelos bioclimáticos están basados en relaciones empíricas entre observaciones de la distribución de las especies y variables ambientales (Peterson, *et al.*, 2001; Pearson, *et al.*, 2002). Estos modelos correlacionan variables climáticas con distribuciones observadas, adoptando la tesis general que el mejor indicador de los requerimientos climáticos de las especies es su distribución recurrente.

Existen diversos algoritmos para estimar la probabilidad de presencia de una especie en función de un conjunto de variables predictoras, los cuales se diferencian entre sí en la forma en que matemáticamente estiman el nicho potencial de las especies modeladas. Se encuentran métodos basados en registros de presencia-ausencia, como GLM (generalized linear models), GAM (generalized additive models), y redes neuronales, ó algoritmos basados únicamente en presencias como Bioclim, Domain, ENFA, GARP y MaxEnt, entre otros, (Liras *et al.*, 2008).

La elección de la aplicación informática dependerá del tipo de datos disponibles (ausencia/presencia) y del tipo de mapa que se desea obtener (binario o probabilístico). Los modelos basados únicamente en presencias representan generalmente la distribución espacial del nicho ecológico fundamental de la especie, mientras que los basados en presencia-ausencia indican de modo más aproximado la distribución del nicho ecológico efectivo (Zaniewski, *et al.*, 2002).



La principal utilidad del método de modelado es su capacidad para incluir áreas en las que existe una alta probabilidad de encontrar individuos de la especie en cuestión. MaxEnt estima la probabilidad de ocurrencia de la especie buscando la distribución de máxima entropía (lo más uniforme posible) sujeta a la condición de que el valor esperado de cada variable ambiental según esta distribución coincide con su media empírica. El resultado del modelo expresa el valor de idoneidad del hábitat para la especie como una función de las variables ambientales (Phillips, *et al.*, 2006).

Un valor alto de la función de distribución en una celda determinada indica que ésta presenta condiciones muy favorables para la presencia de la especie. MaxEnt puede utilizar variables cualitativas, otorgando a cada valor de la variable un peso relativo al número total de puntos de presencia que contiene. El programa proporciona las curvas de respuesta de la especie ante las distintas variables ambientales y estima la importancia de cada variable en la distribución de la especie. El modelo es validado con la zona bajo la curva (AUC) derivada de la curva operacional (ROC) características implementadas también en el software. Siendo necesario para este programa el conjunto de localidades (puntos) donde se sabe que la especie está presente y las coberturas geográficas (parámetros ambientales) que pueden potencialmente, limitar la capacidad de supervivencia de la especie (*ídem*).

Una variable ambiental representa tendencias anuales (e.g. precipitación anual) o temporalidad (e.g. rango anual en temperatura y precipitación) o extremos o factores limitantes ambientales (e.g. temperatura del mes frío y caluroso). Para obtener las variables ambientales, se utiliza la técnica de *interpolación* basada en lecturas tomadas de estaciones climáticas alrededor del mundo de 1950 a 2000 (Hijmans, *et al.*, 2005). La interpolación espacial, se puede definir como un procedimiento que permite calcular el valor de una variable en una posición del espacio (punto no muestral con valor estimado), conociendo los valores de esa variable en otras posiciones del espacio (Bosque, 1992).



3. JUSTIFICACION

Desde el punto de vista de la conservación los mamíferos carnívoros son relevantes por dos razones principales: primero, son actualmente uno de los grupos más amenazados debido a que poseen ciertas características intrínsecas que los hacen especialmente vulnerables a las reducciones poblacionales; y segundo, son animales que necesitan mayores áreas para vivir, por lo que logrando proteger las superficies requeridas por las poblaciones de estos animales (especies sombrilla), también se protegería a la mayoría de las poblaciones de las especies restantes incluidas en tales áreas, (Hernández, 1992).

La rareza es una de las principales características biológicas que favorece la extinción de las especies (Humphrey, 1985), en consecuencia, los carnívoros de grandes tallas que presentan tasas de reproducción relativamente bajas y grandes requerimientos de hábitat son especialmente vulnerables. Sin embargo, los carnívoros de tallas medianas como prociónidos y mustélidos pueden verse afectados por depredación intra gremio, escasez de refugios o efectos de borde (Linell y Strand, 2000).

La posibilidad de conjuntar información de inventarios "históricos" con colectas recientes, permite incrementar notablemente el conocimiento sobre la distribución geográfica de muchas especies de mamíferos terrestres (Sánchez-Cordero, 1993). Los programas para el modelado de la distribución geográfica de las especies en base a la máxima entropía, datos climáticos y de elevación (MaxEnt) permiten representar cartográficamente la distribución de las especies, lo que contribuye al conocimiento de las diferentes zonas biogeográficas y de las regiones con alta biodiversidad o con endemismos. Se puede considerar que las proyecciones geográficas pueden proveer un soporte para entender el impacto de la pérdida de hábitat sobre las especies así como propuestas para sugerir áreas importantes para la conservación.



5. OBJETIVOS

- Establecer las especies más relevantes de mamíferos carnívoros para su conservación de acuerdo a categorías de priorización.
- Determinar sitios relevantes para la conservación de los carnívoros en el estado de Oaxaca con base en su distribución potencial y a las diferentes categorías de priorización.

5. METODOS

5.1. AREA DE ESTUDIO

El estado de Oaxaca se ubica en la porción meridional de la República Mexicana, limita al norte con Veracruz y Puebla, al este con Chiapas, al sur con el Océano Pacífico y al oeste con Guerrero. Sus coordenadas extremas son: al norte 18° 39' y al sur 15° 39' de latitud norte; al este 93° 52' y al oeste 98° 32' de longitud oeste. Cuenta con una superficie de 95,364 km², lo que representa un 4.8% del territorio nacional (INEGI, 2004).

La entidad es la más importante de la República Mexicana debido a su biodiversidad. La especiación generada por los microambientes, aunado a la complicada fisiografía, y por ende, aislamiento territorial, hace posible que se desarrolle un importante número de especies endémicas. Dentro del territorio estatal se encuentran el 50% de las especies de plantas vasculares a nivel nacional, 35% de especies de anfibios, 26% de especies de reptiles, 63% de especies de aves y el 55% de especies de mamíferos terrestres del país (Flores-Villela y Gerez, 1994; Briones y Sánchez-Cordero, 2004).

A partir de la delimitación de los rasgos de la topografía, geología, geomorfología y el arreglo fisiográfico de los elementos orográficos e hidrológicos, se identifican las siguientes subprovincias: Depresión del Balsas (1788.17 km²), Montañas y Valles de Occidente de Oaxaca (21262.73 km²), Fosa de Tehuacán (1134.21 km²), Sierra Madre de Oaxaca (17519.96 km²), Planicie Costera del Golfo (Papaloapan y Coatzacoalcos) (7975.92 km²), Valles Centrales de Oaxaca (2267.42 km²), Montañas y Valles del Centro (6662.62 km²), Depresión Istmica de Tehuantepec (2114.12 km²), Sierra Madre del Sur de Oaxaca y Chiapas (Región de los Chimalapas) (5816.08 km²), Sierra Madre del Sur (12350.15 km²), Planicie Costera del Pacífico (9262.06 km²) y Planicie Costera de Tehuantepec (4298.77 km²) (Ortiz, *et al.*, 2004).



En el estado de Oaxaca según el sistema Köppen, modificado por García (1997), posee los siguientes climas: cálido húmedo, cálido subhúmedo, semicálido húmedo, semicálido subhúmedo, templado húmedo, templado subhúmedo, semifrío húmedo, semifrío subhúmedo, semiárido cálido, semiárido templado, árido cálido y muy árido cálido.

Torres-Colín (2004) describe en el estado de Oaxaca 26 tipos de vegetación reconocidos considera la clasificación de Miranda y Hernández (1963) con algunas adecuaciones de Rzedowski (1978) y Salas-Morales (2002): Bosque de abetos u oyameles, Bosque de enebros, Bosque caducifolio, Bosque mesófilo de montaña, Encinares, Pinares, Cardonales y tetecheras, Chaparral, Matorral espinoso, Izotal, Selva alta perennifolia, Selva alta o mediana subcaducifolia, Selva alta o mediana subperennifolia, Selva baja caducifolia, Selva baja espinosa caducifolia, Selva mediana caducifolia, Manglar, Popal, Tular y carrizal, Vegetación flotante y sumergida, Bosque de galería, Palmar, Pastizal, Sabana, Vegetación de dunas costeras y agrupaciones de halófitos.

5.1.1.- Las áreas naturales protegidas en Oaxaca.

En el estado de Oaxaca existen ocho Áreas Naturales Protegidas (ANP) decretadas por el gobierno federal con diversas categorías de manejo (Tabla 1) y 104 ANP certificadas hasta el mes de Junio de 2010 con categoría de Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC), a cargo de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), órgano desconcentrado de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) del gobierno federal mexicano (Tabla 2; Fig.1).



ZONAS DE IMPORTANCIA PARA LOS CARNIVOROS, OAXACA

Tabla 1. Áreas Naturales Protegidas con decreto en Oaxaca.

Categoría / Nombre	Fecha Decreto	Superficie	Municipios
PARQUE NACIONAL / LAGUNAS DE CHACAHUA	9 de Julio de 1937	14,922 ha.	Villa de Tututepec de Melchor Ocampo
PARQUE NACIONAL / BENITO JUAREZ	30 de diciembre de 1937	2,737 ha	San Pablo ETLA, Oaxaca de Juárez, San Andrés Huayapan, Tlaxiactac de Cabrera.
SANTUARIO / PLAYA BAHIA DE CHACAHUA	29 de Octubre de 1986	32 ha	Villa de Tututepec de Melchor Ocampo
SANTUARIO / PLAYA ESCOBILLA	29/ 10/ 1986	30 ha	Santa María Tonameca
PARQUE NACIONAL / HUATULCO	24 de Julio de 1998	11,891 ha	Santa María Huatulco
RESERVA DE LA BIOSFERA / TEHUACÁN – CUICATLÁN	18 de Septiembre de 1998	490,187 ha.	Puebla: Ajalpan, Atexcal, Caltepec, Cañada Morelos, Chapulco, Coyomeapan, Zinacatepec, Juan N. Mendez, Totoltepec de Guerrero, Palmar de Bravo, Tecamachalco, Yehualtepec, Tlacoltepec de Benito Juárez, Tepanco de López, Santiago Miahuatlan, Coxcatlan, San Gabriel Chilac, San José Miahuatlan, Tehuacan y Zapotitlán A Oaxaca le corresponden 296, 272.79 ha en los municipios de: Santiago Chazumba, Tequixtepec; Concepción Buena Vista, Coixtlahuaca, Tepelmeme Villa De Morelos; Teotitlán de Flores Magón, San Juan de los Cues, San Martín Toxpalan, San Antonio Nanahuatipam, Santa María Tecomavaca, Santa María Ixcatlan, Mazatlan Villa de Flores, San Pedro Jocotipac, Valerio Trujano, Texcatitlan, San Juan Bautista Cuicatlán, Concepción Papalo, Santos Reyes Papalo, Santa María Papalo, Nacaltepec, San Pedro Jaltepetongo, San Juan Tepeuxila, Asunción Nochixtlan, San Miguel Huautla, Santa Maria Apazco, Santiago Apoala, Santiago Huauclilla y San Pedro Cántaros Coxcaltepec; Santa Catarina Zapoquila y San Juan Bautista Atlatlahuaca.
MONUMENTO NATURAL / YAGUL	24 de Mayo de 1999 22 de	1076 ha	Tlacolula de Matamoros
AREA DE PROTECCION DE FLORA Y FAUNA / BOQUERON DE TONALA	Septiembre de 2008	3,912 ha.	Santo Domingo Tonalá

Fuente: Dirección Regional Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur de la CONANP (Junio del 2010).



ZONAS DE IMPORTANCIA PARA LOS CARNIVOROS, OAXACA

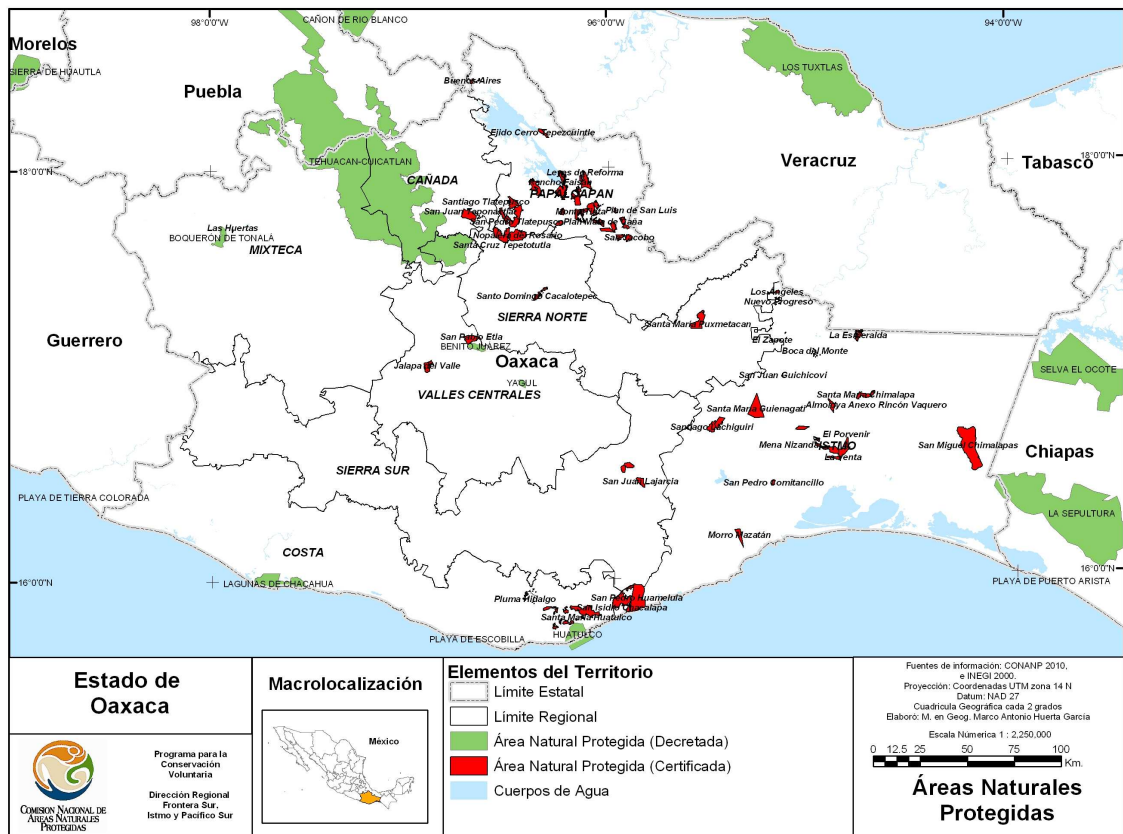


Figura 1.- Áreas Naturales Protegidas mediante decreto y Áreas destinadas voluntariamente para la conservación en el estado de Oaxaca.

Tabla 2. Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación con certificado federal por región administrativa en el estado de Oaxaca.

Región	Número de áreas certificadas	Superficie (ha)
Cañada	1	4,000.00
Costa	27	8,814.92
Istmo	45	53, 313.01
Mixteca	1	20.00
Papaloapan	24	50,740.69
Sierra Norte	3	3,588.93
Sierra Sur	1	3,080.00
Valles Centrales	2	4,115.00

Fuente: Dirección Regional Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur de la CONANP (Junio del 2010).

Por parte del Gobierno del Estado, a partir de 1998 se han decretado cinco Parques Estatales (0.06% de la superficie protegida con respecto al territorio del Estado): Cerro Ta Mee (20 ha), Hierve el Agua (4,125.1 ha), Parque Ecológico Regional del Istmo (30 ha), Cerro del Fortín (87 ha) y La Sabana (2,050 ha), localizados en los municipios de San Juan Bautista Cuicatlán, San Lorenzo Albarradas, Juchitán y El Espinal, Oaxaca de Juárez y San Juan Cotzocón respectivamente. En el caso de los primero cuatro Parques Estatales se encuentran bajo la administración del Instituto Estatal Ecología de Oaxaca, el Parque Estatal de La Sabana se encuentra bajo la gestión de la Secretaría de Desarrollo Rural, (IEE,2010)

Existen además, otros instrumentos gubernamentales y de comunidades que propician la conservación de los recursos naturales: Reservas comunitarias sin certificación, ordenamientos ecológicos territoriales, sitios RAMSAR, polígonos con pago por servicios ambientales, entre otras.

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) considera áreas seleccionadas por su funcionalidad y riqueza ecosistémica, así como por albergar una proporción alta de biodiversidad en comparación con el resto del territorio nacional, denominadas Regiones Terrestres Prioritarias (RTP). En el estado de Oaxaca (Fig. 2), el número de RTP propuestas es singularmente alto, debido a la importancia como región de alta riqueza de especies y endemidad.

Quedan comprendidas dentro del estado ocho RTP, las cuales se enlistan a continuación:

- | | |
|---|-------------------------------------|
| -121 “Valle de Tehuacán – Cuicatlán” | -125 “Cerros Negro-Yucaño” |
| -126 “Sierras Triqui-Mixteca” | -127 “El Tlacuache” |
| -128 “Bajo Río Verde- Chacahua” | -129 “Sierra Sur y Costa de Oaxaca” |
| -130 “Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe” | -132 “Selva Zoque- La Sepultura” |



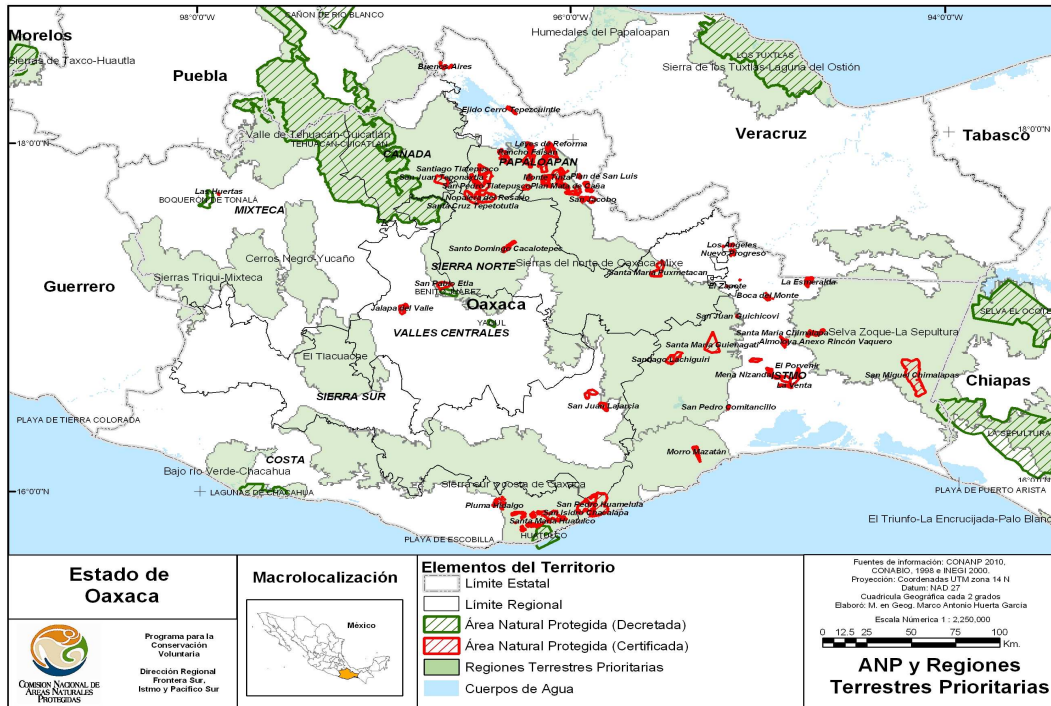


Figura 2. Áreas Naturales Protegidas, y Regiones Terrestres Prioritarias en el estado de Oaxaca.

5.1.2. Estudios previos realizados en Oaxaca.

Con el avance en el desarrollo de programas informáticos para la predicción de distribuciones de especies; Escalante (2003), llevó a cabo un análisis de los patrones espaciales de riqueza y endemismo de la distribución de los mamíferos terrestres de México para proponer prioridades en sus áreas de conservación. Comparó ANP'S y RTP'S contra áreas con gran riqueza de especies, endemismos y áreas con especies nativas en riesgo. Encontrando para Oaxaca y de acuerdo a los criterios utilizados la existencia de tres RTP's que cumplen con los 4 parámetros señalados, éstas son: Selva Zoque-La Sepultura; Sierra Sur y Costa de Oaxaca y Sierras del Norte de Oaxaca – Mixe.

Sánchez Cordero *et al.*(2005^a). Modeló las distribuciones potenciales de 85 especies de mamíferos continentales mexicanos ,18 de éstos de Oaxaca. Usó el modelo de nicho ecológico y las predicciones producidas de las distribuciones existentes de las especies limitando el nicho ecológico a hábitats remanentes sin alteraciones, basado en el Inventario Nacional Forestal 2000. En sus resultados denota que el 72% de los endemismos mostró una alta proporción de hábitat transformado, además sugieren que no existe correlación significativa entre el área original de distribución y el área del hábitat remanente sin alteración.

De Villa presenta en el 2006 una propuesta para áreas prioritarias para la conservación de los carnívoros de Oaxaca, utilizando mapas de distribución potencial de las especies generados a partir de algoritmos genéticos (GARP) como una expresión geográfica del nicho ecológico de las especies, denota que no existe una zona donde coexistan las distribuciones potenciales de las 22 especies del Orden Carnívora que registra para la entidad. Divide a los organismos de acuerdo a su afinidad biogeográfica en dos grandes grupos: neárticos y neotropicales; de acuerdo a esto, encuentra como áreas relevantes una porción de la costa del estado y la franja Este que colinda con los estados de Veracruz y Chiapas.

La CONABIO en coordinación con otras instituciones llevaron a cabo en el 2007, un análisis sobre el vacío y omisiones en conservación de la biodiversidad terrestre del país. Concluyendo, para el caso de los mamíferos que: a) la distribución de la riqueza de especies es heterogénea; b) el número de especies por unidad de área se incrementa conforme disminuye la latitud; las regiones más ricas en especies se encuentran en las zonas tropicales del oeste y sur del país.

Sus resultados muestran tres patrones consistentes, con implicaciones directas para la conservación. Primero, independientemente del grupo de especies analizadas, los sitios de prioridad extrema, alta y media para la



conservación se encuentran dispersos a lo largo de todo el territorio nacional. Segundo, existe baja complementariedad entre los sitios prioritarios para la conservación de todas las especies y las especies endémicas, de distribución restringida y en riesgo de extinción. Finalmente, un número considerable de sitios prioritarios para la conservación se encuentran fuera de las áreas protegidas (CONABIO, 2007).

Iloldi *et al.* (2008), desarrolló modelos de nicho ecológico para 183 mamíferos terrestres de Oaxaca usando datos de colecciones científicas los cuales georreferenció en mapas, utilizaron algoritmos de priorización de sitios para la planificación integrada de la conservación, utilizando *Genetic Algorithm for Rule-set Prediction* (GARP) y Res Net. Buscó sitios con vegetación y hábitats adecuados para las especies que le permitiera proponer una red de áreas de conservación para proteger las especies de las áreas modeladas, siendo su objetivo principal las especies endémicas al estado. Para lo cual tomaron en consideración 10 variables ambientales. Resultado de esta investigación es la propuesta entre un 5 a 30 % del área total del estado de Oaxaca como lugares de conservación.

5.2 OBTENCION DE LA BASE DE DATOS.

Para obtener la base de datos de los carnívoros de Oaxaca, se buscaron registros en las principales colecciones científicas nacionales y extranjeras, siendo la más importante debido al número que en ella se localizaron, la base de datos de la Colección mastofaunística del Centro Interdisciplinario de Desarrollo Regional de Oaxaca (OAXMA). Las colecciones que aportaron datos fueron: GBIF, Natural History Museum of Los Angeles County (LACM); University of Florida, Florida Museum of Natural History (FSM); University of New Mexico, Museum of Southwestern Biology (MSB); Carnegie Museum of Natural History (CM); Texas A y M University, Texas Cooperative Wildlife Collection, Wildlife y Fisheries Sciences Department (TCWC); Texas



Tech University, Museum of Texas Tech University (TTU); United States National Museum of Natural History (USNM); University of Kansas, Museum of Natural History (UK). Entre las colecciones nacionales: La Colección Nacional de Mamíferos del Instituto de Biología, UNAM (CNMA); Museo de Zoología Alfonso L. Herrera, Facultad de Ciencias, UNAM (MZFC) y la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional (ENCB).

Al mismo tiempo se analizó la literatura científica existente sobre el orden Carnívora en el estado, dentro de la que se encontró: Mamíferos del estado de Oaxaca (Goodwin, 1969), Mamíferos de Norteamérica (Hall, 1981), Lista de mamíferos terrestres del Norte del estado de Oaxaca (Briones *et al*, 2001), Lista anotada de los mamíferos de la región de la Cañada, en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán (Briones, 2000) y Species Richness of mammals from the vicinity of Salina Cruz, Coastal Oaxaca (Cervantes y Yépez, 1995).

Los registros obtenidos se depuraron con base en los siguientes criterios:

- Igualar el sistema de coordenadas (UTM o Lat/Long).
- Eliminar registros que no posean georreferenciación.
- Homogeneizar la clasificación taxonómica de cada uno de los registros con base en Ramírez Pulido (2005).
- Dividir a los datos para cada especie en dos bloques, considerando como históricos a los obtenidos en años previos a 1980 y actuales a los posteriores a 1981.

5.3. CRITERIOS PARA LA DEFINICIÓN DE ESPECIES PRIORITARIAS

Se utilizó un ejercicio de priorización generando una tabla de valores de prioridad estatal (VPE) tomando como referencia tres parámetros diferentes pero complementarios de rareza: endemismo, valor de masa y vulnerabilidad relativa (modificado de Valenzuela y Vázquez, 2007).

A) Valor de endemismo (VE)

Para determinar este criterio se asignó un valor de 1 a cada especie cuya distribución sea exclusiva a Oaxaca, de 0.5 si es exclusiva al país y 0 si menos de la mitad de la distribución total está dentro de México.

B) Valor de vulnerabilidad relativa (VR)

Se estimó en base a la categorización otorgada por la NOM-059-ECOL-2002, el valor se asignará como 1 a las especies consideradas en peligro (P) o extintas de la vida silvestre (E); 0.66 a las amenazadas (A) y 0.33 a las que se encuentran clasificadas como especies bajo protección especial (Pr).

C) Valor de masa (VM)

Valenzuela y Vázquez (2007) consideran que es más factible que las especies grandes tengan más conflictos con las actividades humanas. Por lo que se tomó en cuenta el peso promedio de cada especie de acuerdo con los datos reportados por Hall (1981), las especies que pesen más de 25 kg tomarán el valor de 1; entre 7 y 25kg =0.75; 1 y 7 kg =0.5 y menos de un kilogramo será 0.25.

La tabla de valores de prioridad para las especies de carnívoros presentes en el estado, se obtendrá al sumar para cada especie los anteriores valores y dividiendo esto entre tres. El valor que resulte se utilizó para ordenar a las especies en orden de importancia para las estrategias de conservación.

5.4. AREAS DE DISTRIBUCIÓN POTENCIAL.

Para obtener los mapas de las áreas de distribución potencial se utilizó el programa MaxEnt versión 3.3.1. El modelo producido fue validado con el cálculo de la zona bajo la curva (AUC) derivada de la curva operada por el receptor (ROC), implementadas también por el software (Phillips *et al.*, 2006). Se hizo uso de los registros posteriores a 1981 para obtener los mapas de distribución, excepto en dos casos: primero, en los que no existió un número suficiente de datos para Oaxaca que permitiera utilizar el programa descrito se utilizaron los registros nacionales y segundo, cuando no hubo datos para las fechas consideradas se usaron todos los existentes para la especie. Esto con el fin de no sobreestimar el modelo.

En la obtención de cada predicción se introdujo al programa MaxEnt las ocurrencias para la especie (registros) y 19 variables bioclimáticas obtenidas de la base de datos de la organización de worldclim las cuales derivan de temperaturas y precipitaciones mensuales provenientes de los Modelos de circulación general atmósfera–océano. Cada una de las variables ambientales representan tendencias anuales, temporalidad (por ejemplo, rango anual en temperatura) y extremos o factores limitantes ambientales (Hijmans *et al.* 2005).

Para configurar MaxEnt se introdujo 500 como número máximo de iteraciones, estableciendo el límite de convergencia en 0.00001 y el valor de regularización en 0.0001. Estos valores, son adecuados para garantizar la convergencia del algoritmo (Phillips *et al.*, 2006). Se seleccionó en la mencionada aplicación la opción de salida de producto logístico para obtener una topografía que es interpretada como un cálculo aproximado de la probabilidad de presencia (Phillips y Dudik, 2008).



En especies que contaban con un número de registros suficientes (mayor a diez), se utilizó el 10% de ellos como porcentaje de prueba aleatorio, además de definir diez replicas para cada modelo, el mapa probabilístico (escala 0 a 1) con menor error de omisión fue seleccionado para evaluar la distribución potencial en cada caso.

El mapa probabilístico en formato ASCII se importó al programa ArcView GIS 3.2, en donde se eliminó el diez percentil que representa el área que tiene el 10% de probabilidad más baja de presencia propuesta por el mapa y se reclasificó para obtener el área que representen exclusivamente la presencia de la especie en cada caso, delimitándolo al estado de Oaxaca. Se le superpuso los puntos de colecta para la especie para corroborar la pertinencia de la predicción. En las especies que no contaban con el número suficiente de registros, no hubo porcentaje de prueba aleatorio ni replicas, obteniendo por lo tanto, un solo mapa.

5.5. CRITERIOS PARA LA DEFINICIÓN DE AREAS DE CONSERVACIÓN

De los valores de prioridad obtenidos para cada especie de carnívoros, se tomaron en cuenta los organismos que obtuvieron el mayor puntaje de acuerdo a sus cualidades complementarias de rareza.

Posterior a la reclasificación (convertirlos en mapas binarios) de los mapas de distribución potencial de las especies consideradas como prioritarias se transformaron a “retículas” (grids) para poder ocuparlos como capas temáticas en ArcView y poder obtener mapas finales donde fuera posible observar las zonas donde coinciden las especies en estudio. A éstos últimos, se le superpuso el Inventario Nacional Forestal (2000) con el objetivo de determinar el tipo de vegetación presente en las zonas de alta incidencia de especies, y/o eliminar los sitios que aunque por el procedimiento resultaran importantes en la realidad no cuenten con vegetación debido a la mancha urbana.

Al mismo tiempo, se les adicionó las capas temáticas de las RTP y ANP con el fin de observar, si alguno de estos instrumentos de conservación coincidía con los sitios determinados como relevantes. Esto permitió obtener zonas convergentes de distribución potencial de los organismos con mayor vulnerabilidad a procesos de extinción.

La metodología descrita permitió representar gráficamente, estimar y predecir el área de distribución real y potencial de las especies de carnívoros presentes en el estado de Oaxaca, generando una propuesta de áreas de conservación con criterios ecológicos y de protección a las especies vulnerables.



6. RESULTADOS

6.1. BASE DE DATOS.

La base de datos para Oaxaca, se encuentra conformada por 873 registros del Orden Carnívora, de los cuales 203 pertenecen a la Colección Mastozoológica del CIIDIR-IPN Unidad Oaxaca (OAXMA), 285 corresponden a datos de la literatura especializada y 385 se encuentran reportados en las distintas colecciones nacionales y extranjeras.

Se registraron 23 especies distribuidos en cinco familias y 18 géneros del Orden Carnívora en Oaxaca, a diferencia de los 22 registrados por De Villa (2006). Cuentan con estatus de protección por la Norma Oficial Mexicana 059 (NOM-059-2002) 12 especies. Adicionalmente se realizó el análisis a otro taxa inferior y se registró 33 subespecies, ningún estudio realizado anteriormente contempla este nivel. Existen dos endemismos al estado: *Lynx rufus oaxacensis* y *Bassariscus astutus macdougalli*; y uno al país *Spilogale pygmaea*. Respecto a la clasificación que establece la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, (UICN) existen catalogados con diferente status seis especies. De acuerdo a los apéndices que contempla el Convenio Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES), existen 11 organismos contemplados en alguno de sus apéndices (Tabla 3).

ZONAS DE IMPORTANCIA PARA LOS CARNIVOROS, OAXACA

Tabla 3.- Especies y subespecies que se presentan en el estado de Oaxaca así como su estatus de conservación. (Arreglo sistemático de acuerdo a Ramírez Pulido, *et al.*, 2005; UICN: *EW=Extinta en estado silvestre*, *NT= Casi amenazada*, *LR/nt=Preocupación menor*, *DD=Datos insuficientes*. NOM-059-2002 *P= En peligro de extinción*, *A=amenazada*, *PR= sujeta a protección especial*. Endemismo: ^{mx=} Endémico a México, ^{oax=} Endémico a Oaxaca.)

ESPECIE	FAMILIA	UICN	CITES	NOM-059-2002
	FAMILIA CANIDAE			
1	<i>Canis latrans</i>			
	<i>Canis latrans cagottis</i>			
	<i>Canis latrans goldmani</i>			
2	<i>Canis lupus</i>			
	<i>Canis lupus baileyi</i>	EW	II	P
3	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>			
	<i>Urocyon cinereoargenteus nigrirostris</i>			
	<i>Urocyon cinereoargenteus orinomus</i>			
	FAMILIA FELIDAE			
4	<i>Herpailurus yagouaroundi</i>		I	A
	<i>Herpailurus yagouaroundi fossatta</i>			
5	<i>Leopardus pardalis</i>			P
	<i>Leopardus pardalis nelsoni</i>			
	<i>Leopardus pardalis pardalis</i>			
6	<i>Leopardus wiedii</i>		I	P
	<i>Leopardus wiedii oaxacensis</i>			
	<i>Leopardus wiedii yucatanica</i>			
7	<i>Lynx rufus</i>			
	<i>Lynx rufus oaxacensis</i> ^{oax}		I	
8	<i>Puma concolor</i>	NT	I	
	<i>Puma concolor mayensis</i>			
9	<i>Panthera onca</i>	NT	I	P
	<i>Panthera onca hernandesii</i>			
	FAMILIA MUSTELIDAE			
10	<i>Lontra longicaudis</i>	DD	I	A
	<i>Lontra longicaudis annectens</i>			
11	<i>Eira barbara</i>	VU		P
	<i>Eira barbara senex</i>			
12	<i>Galictis vittata</i>			A
	<i>Galictis vittata canaster</i>			
13	<i>Mustela frenata</i>			
	<i>Mustela frenata leucoparia</i>			
	<i>Mustela frenata macrophonus</i>			
	<i>Mustela frenata perotae</i>			
	FAMILIA MEPHITIDAE			
14	<i>Conepatus leuconotus</i>		I	
	<i>Conepatus leuconotus leuconotus</i>			
15	<i>Conepatus semistriatus</i>			PR
16	<i>Mephitis macroura</i>			
	<i>Mephitis macroura macroura</i>			
17	<i>Spilogale putorius</i>			

ZONAS DE IMPORTANCIA PARA LOS CARNIVOROS, OAXACA

18	<i>Spilogale putorius tropicalis</i> <i>Spilogale pygmaea</i> ^{mx} <i>Spilogale pygmaea australis</i> FAMILIA PROCYONIDAE				A
19	<i>Bassariscus astutus</i> <i>Bassariscus astutus astutus</i> <i>Bassariscus astutus boleii</i> <i>Bassariscus astutus macdougalli</i> ^{oax}				
20	<i>Bassariscus sumichrasti</i> <i>Bassariscus sumichrasti oaxacensis</i> <i>Bassariscus sumichrasti sumichrasti</i>	LR/nt	III		PR
21	<i>Potos flavus</i> <i>Potos flavus prehensilis</i>		III		PR
22	<i>Nasua narica</i> <i>Nasua narica molaris</i> <i>Nasua narica narica</i>		III		
23	<i>Procyon lotor</i> <i>Procyon lotor hernandezii</i> <i>Procyon lotor shufeldtii</i>				

Modificado de Cortés, 2006.

Al mismo tiempo se realizó una comparación con un estudio previo (De Villa, 2006), en el cual se llevo a cabo una investigación similar en donde se utilizaron datos nacionales (tabla 4) para la proyección de áreas de distribución de los carnívoros en Oaxaca. En el mencionado trabajo no se registran a las subespecies presentes en el estado, lo que limita su aportación a las especies relevantes para la conservación.

Tabla 4.- Comparación de registros por familia del Orden Carnívora utilizados en el presente estudio y por De Villa, 2006.

Familia	Registros de Oaxaca utilizados en el presente estudio	Registros nacionales utilizados por De Villa, 2006.
Canidae	106	228
Felidae	117	334
Mephitidae	240	361
Mustelidae	80	445
Procyonidae	330	648
Total de Registros	873	2016

6.2. ESPECIES PRIORITARIAS

Se consideró como especies prioritarias a aquéllas que sumaron un valor de prioridad estatal (VPE) mayor a 1. Con valor dos se registraron al lobo mexicano (*Canis lupus baileyi*) y el jaguar (*Panthera onca*); sin embargo, no se realizó la proyección de la distribución potencial del lobo por encontrarse extinto en vida silvestre y contraponerse de esta forma con el propósito de la presente investigación (Tabla 5).

Tabla 5.- Tabla de valores de prioridad estatal para los mamíferos carnívoros registrados en Oaxaca.

ESPECIE	Endemismo	Valor de Masa	Vulnerabilidad relativa	Total
<i>Canis latrans</i>	0	0.75	0	0.75
<i>Canis lupus baileyi</i>	0	1	1	2
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	0	0.75	0	0.75
<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	0	0.75	0.66	1.41
<i>Leopardus pardalis</i>	0	0.75	1	1.75
<i>Leopardus wiedii</i>	0	0.75	1	1.75
<i>Lynx rufus oaxacensis</i> ^{oax}	1	0.5	0	1.5
<i>Puma concolor</i>	0	0.75	0	0.75
<i>Panthera onca</i>	0	1	1	2
<i>Lontra longicaudis</i>	0	0.75	0.66	1.41
<i>Eira barbara</i>	0	0.5	1	1.5
<i>Galictis vittata</i>	0	0.5	0.66	1.16
<i>Mustela frenata</i>	0	0.25	0	0.25
<i>Conepatus leuconotus</i>	0	0.5	0	0.5
<i>Conepatus semistriatus</i>	0	0.5	0.33	0.83
<i>Mephitis macroura</i>	0	0.5	0	0.5
<i>Spilogale putorius</i>	0	0.25	0	0.25
<i>Spilogale pygmaea</i> ^{mx}	0.5	0.25	0.66	1.41
<i>Bassariscus astutus</i>	0	0.25	0	0.25
<i>Bassariscus astutus macdougalli</i> ^{oax}	1	0.25	0	1.25
<i>Bassariscus sumichrasti</i>	0	0.25	0.33	0.58
<i>Potos flavus</i>	0	0.5	0.33	0.83
<i>Nasua narica</i>	0	0.5	0	0.5
<i>Procyon lotor</i>	0	0.5	0	0.5



Se tomó como excepciones, para obtener los mapas de convergencia de distribuciones potenciales a: *Conepatus semistriatus*, *Bassariscus sumichrasti* y *Potos flavus*; debido a que no tienen un puntaje mayor a 1, pero se encuentran protegidas por la NOM-059-ECOL-2001, legislación mexicana. De igual forma a las subespecies *Lynx rufus oaxacensis* y *Bassariscus astutus macdougalli*, debido a que son endémicas al estado, aunque la especie correspondiente no es contemplada dentro de una categoría de protección por la legislación mexicana.

6.3. AREAS DE DISTRIBUCION POTENCIAL

Se presentan a continuación las áreas de distribución potencial de acuerdo al modelado de nicho ecológico en la aplicación MaxEnt para los carnívoros con estatus de protección en la NOM-059-ECOL-2001 y de las especies endémicas al país y a Oaxaca.

En cada uno de los mapas obtenidos se dividió en tres el porcentaje de probabilidad que indica la presencia de las condiciones climáticas necesarias para la ocurrencia de la especie. El primer subgrupo va del límite inferior particular a la especie al 50% con un color gris claro, el segundo es de 50 – 70% con un tono azul y el tercero con el gris oscuro que va de 70% al límite particular máximo que se obtuvo para cada especie de acuerdo al algoritmo MaxEnt.



***Herpailurus yagouaroundi* (A). VPE 1.41**

Se obtuvo un total de 22 registros en Oaxaca para la especie, de los cuales sólo tres corresponden a datos posteriores a 1981, con ellos se obtuvo una distribución preliminar (véase Fig. 3) en el cual se aprecia una sobreestimación del modelo, al ser pocos los registros se disminuyen las restricciones ambientales en donde se distribuye la especie, por lo que aumenta el área de probabilidad media en donde es factible encontrar un número menor de condiciones ambientales similares que las definidas por los sitios de colecta del organismo.

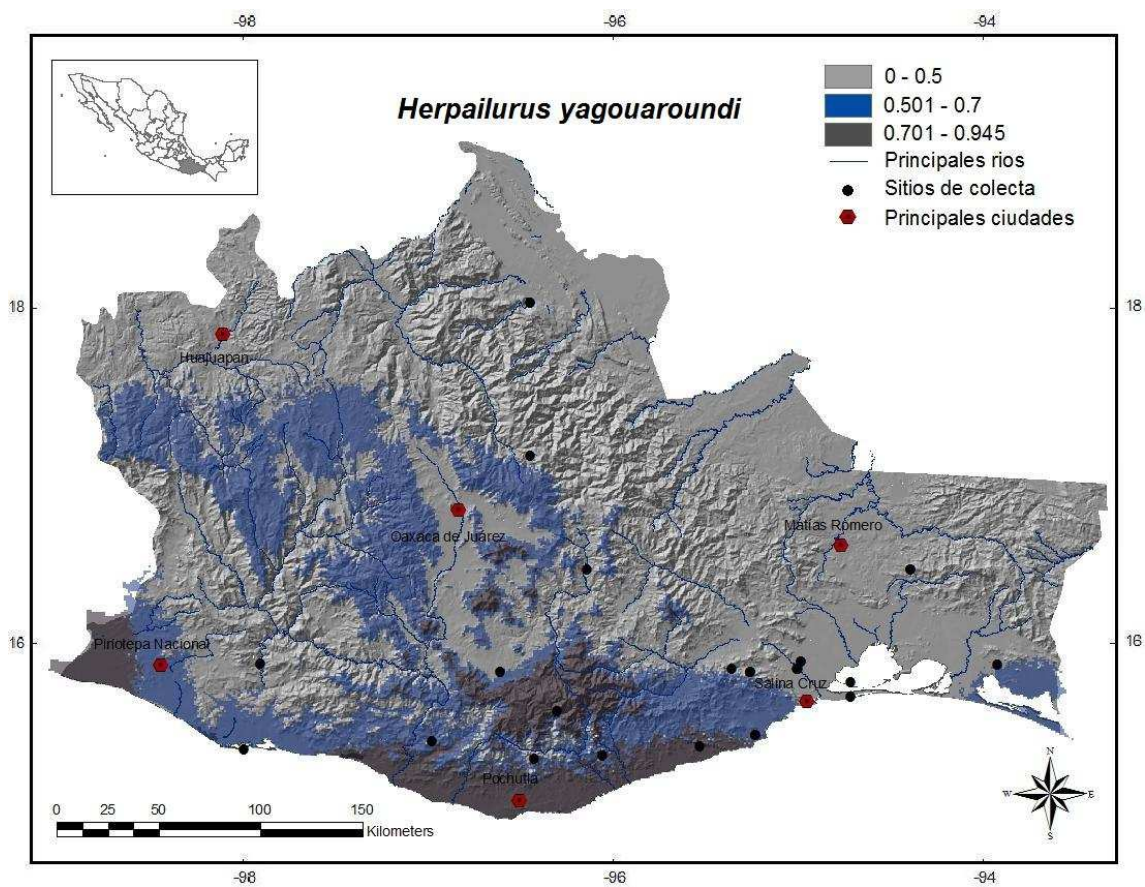


Figura 3.- Distribución potencial con registros recientes de *Herpailurus yagouaroundi* en el estado de Oaxaca.

Debido a la limitante observada en cuanto a registros, se volvió a modelar el nicho ecológico de este felino incorporando la totalidad de los datos disponibles a Oaxaca y los registros para el país, con la finalidad de apreciar posibles cambios en su distribución potencial, (Fig. 4).

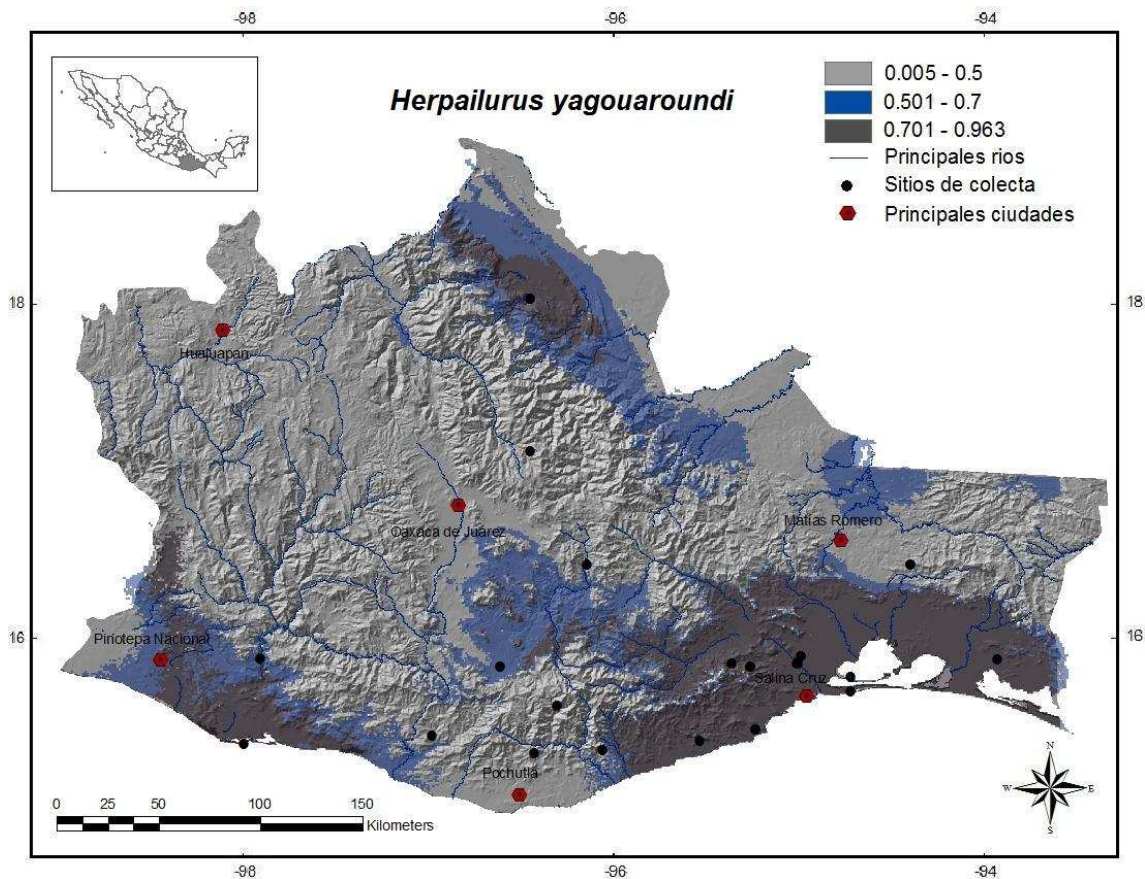


Figura 4. -Distribución potencial con registros totales de *Herpailurus yagouaroundi* en el estado de Oaxaca.

En la figura 4 se puede apreciar una drástica disminución en la superficie de probabilidad media respecto a la figura 3, aumentando la superficie con baja probabilidad y desapareciendo algunas áreas con alta probabilidad. El número de registros utilizados es de 30, lo que aumentó la información de requerimientos climáticos para la especie y en consecuencia también aumentaron las restricciones ambientales utilizadas por el algoritmo para arrojar esta nueva distribución.

Se sobrepusieron los registros, corroborando que se ubican en las áreas con mayor probabilidad, además de coincidir con la distribución histórica del animal en ambas Planicies Costeras, donde presumiblemente debido al clima tropical abundante en lluvias y vegetación propicia el ambiente para las ocurrencias de la especie.

Sin embargo, se aprecian registros al interior del estado y zonas con probabilidad media para la presencia de la especie, lo que se vería apoyado con la poca especificidad de hábitat que requiere la especie, ya que ha sido registrada tanto en selvas perennifolias, bosques caducifolios, matorrales e inclusive en vegetación secundaria y/o perturbada (Rick y Lundrigan, 2004).

***Lynx rufus oaxacensis* (endémico a Oaxaca). VPE 1.5**

Se utilizaron ocho registros existentes en el periodo de 1981 al 2001 para realizar un primer modelado (Fig. 5), en el cual se refiere a la mayor superficie de la entidad como zona con una probabilidad intermedia de ocurrencia.

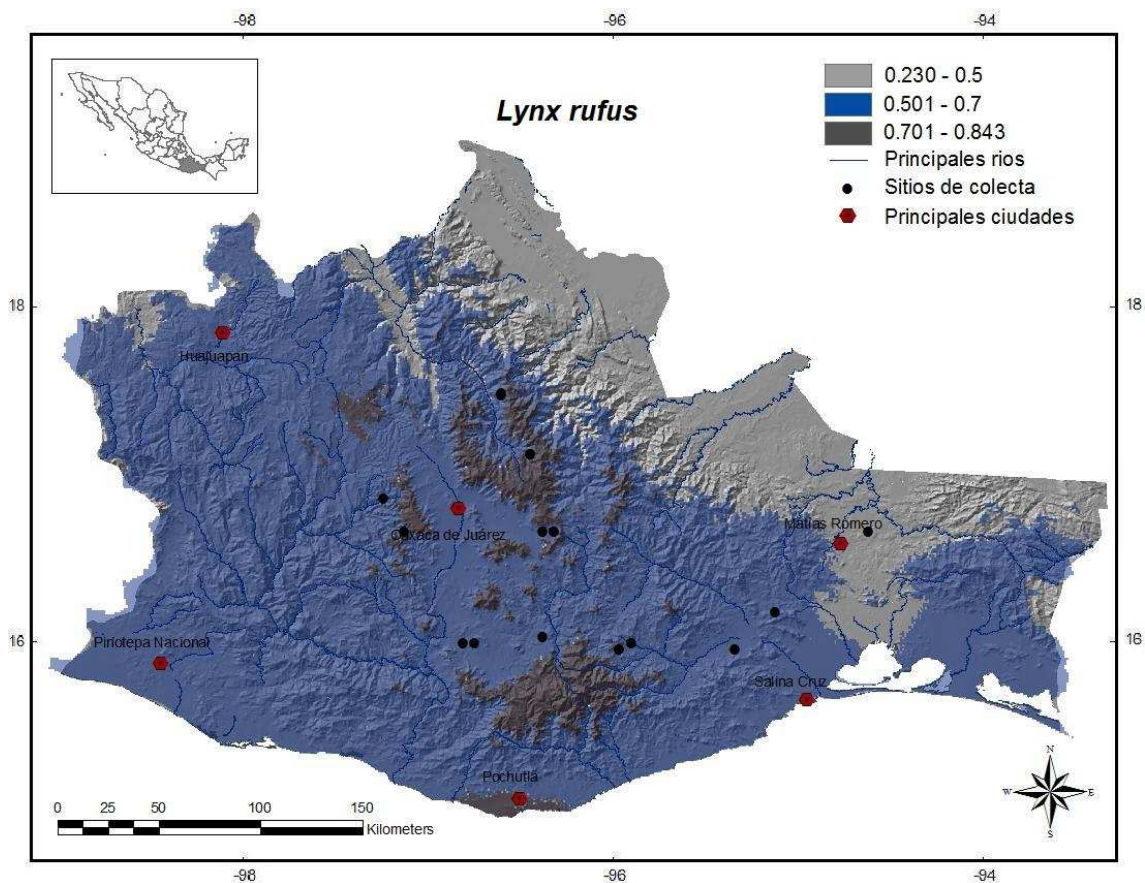


Figura 5.- Distribución potencial de *Lynx rufus oaxacensis*, con los registros recientes en el estado de Oaxaca.

Al considerar que *Lynx rufus* es un felino de origen neártico y que en el primer modelado se proyectan zonas tropicales (costa) con alta probabilidad de ocurrencia; se realizó una segunda predicción (Fig. 6) utilizando la totalidad de registros disponibles (26) sin considerar la fecha de registro; en dicho modelo aumenta la información disponible respecto a las variables ambientales necesarias para la presencia de la especie, por lo que las restricciones aumentan.

Como resultado se aprecia una disminución del área de probabilidad media y la desaparición de la costa como sitio con alta probabilidad de ocurrencia lo que coincide con la preferencia de hábitat (bosques templados) del organismo (Ciszek, D. 2002).

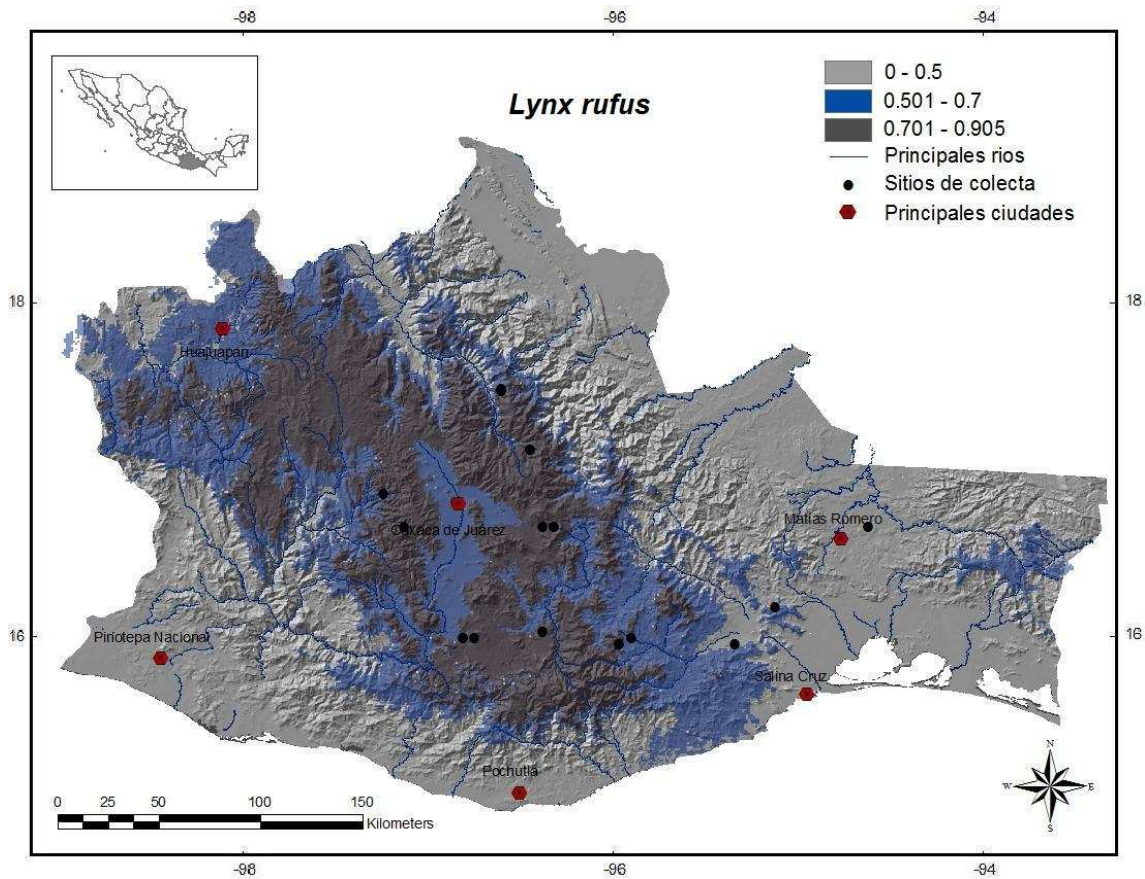


Figura 6.- Distribución potencial de *Lynx rufus oaxacensis* con el total de registros en el estado de Oaxaca.

***Panthera onca* (P) VPE 2.**

Existen seis registros recientes para el jaguar, de acuerdo a ellos su distribución potencial con mayor probabilidad se registra en pequeñas porciones de la Planicie Costera del Pacifico, existiendo unos manchones en la Sierra Sur (Fig. 7).

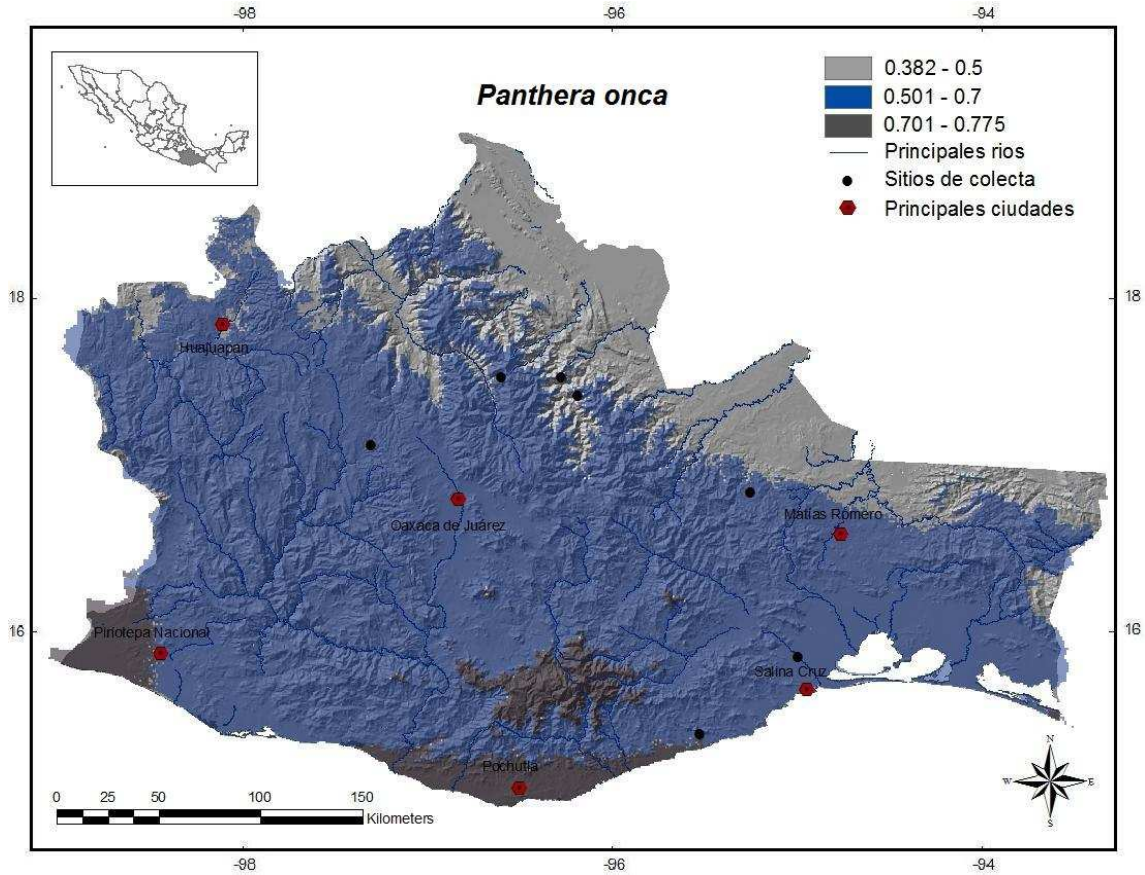


Figura 7. -Distribución potencial de *Panthera onca* con registros recientes en el estado de Oaxaca.

Sin embargo, no se registra como una zona relevante el área perteneciente a la Planicie Costera del Golfo, misma que históricamente ha sido registrada como zona de distribución, por lo que se procedió a correr el programa con el total de registros (26; Fig. 8). En este nuevo modelado aparece escasamente la Planicie Costera del Golfo (Tuxtepec) como sitio propicio, sin embargo, se ve eliminada la mayor parte de la planicie del Pacifico aún existiendo registros para la zona.

Para *Panthera onca*, la distribución potencial con mayor probabilidad para que se presente la especie es menor a la referida por la literatura, por lo que es necesario incorporar un mayor número de datos que permitan ampliar la información necesaria para efectuar el modelado.

De acuerdo a las variables climáticas utilizadas, una parte de la superficie del estado tiene una probabilidad del 50 al 70% de encontrarse el organismo, sin embargo, la ecología del animal al necesitar un gran ámbito hogareño (>30km²), una gran disponibilidad de presas y sus constantes conflictos con el humano limitarían esta distribución (Ceballos *et al*, 2002).

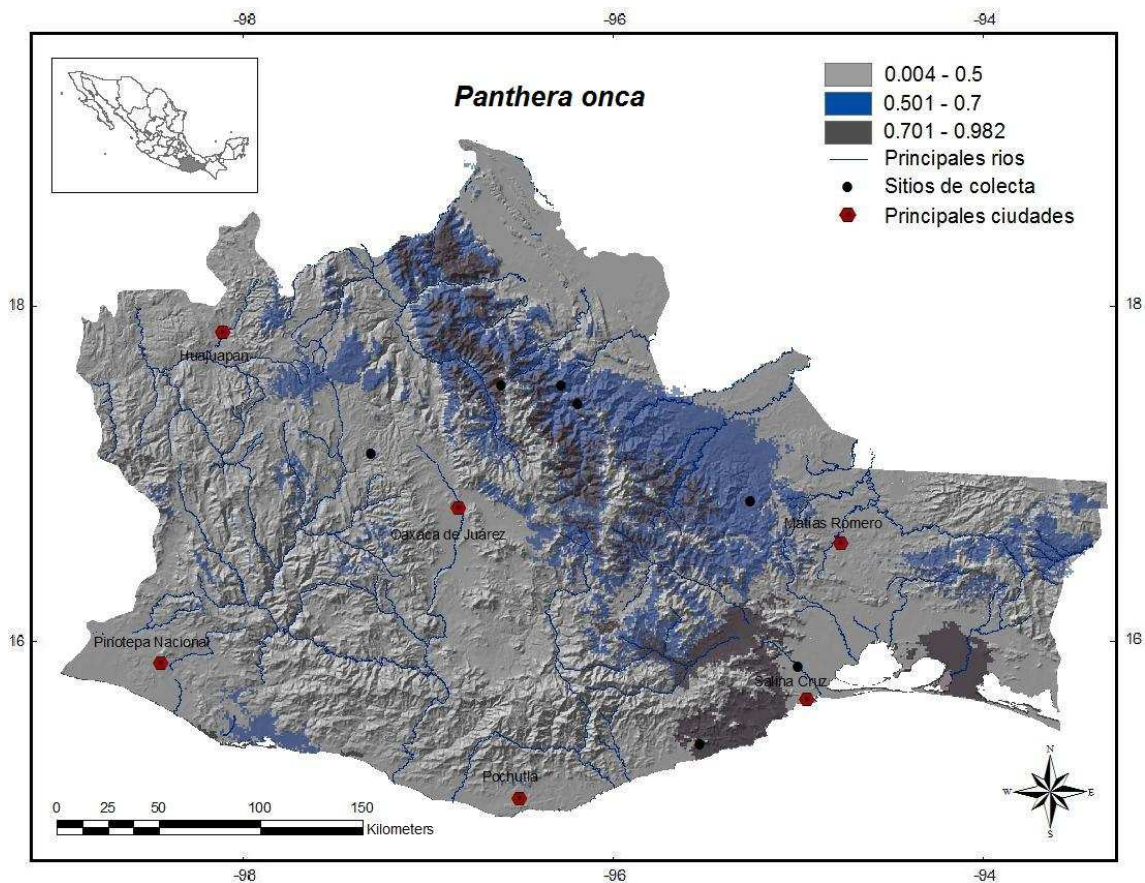


Figura 8. Distribución potencial de *Panthera onca* con el total de registros en el estado de Oaxaca.

***Leopardus pardalis* (P). VPE 1.75**

Se localizaron tres registros recientes con los que se modeló el área de distribución, la cual no coincide con la distribución referida en la literatura especializada que cita ambas planicies costeras. Por lo que fue necesaria la incorporación de los registros nacionales para una mayor fidelidad en la modelación (Fig. 9).

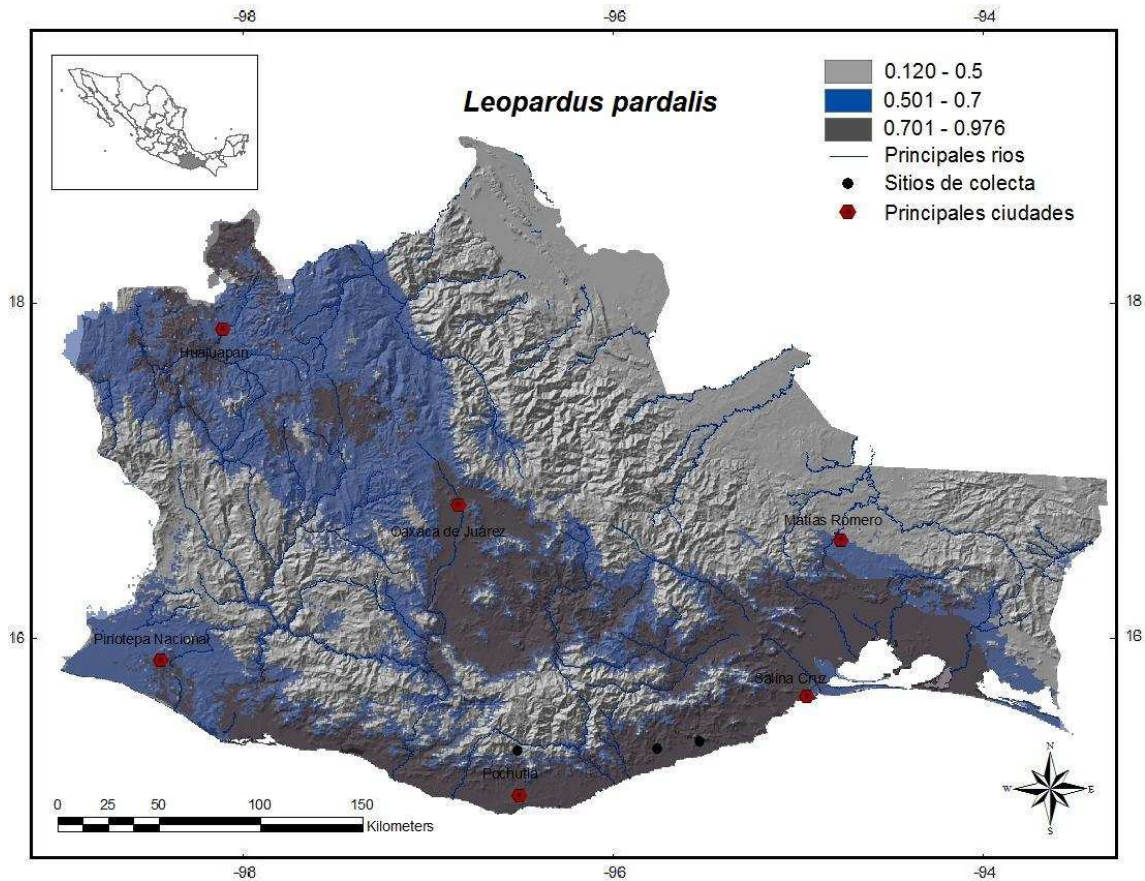


Figura 9. Distribución potencial de *Leopardus pardalis* en el estado de Oaxaca

Pese a la incorporación de los registros nacionales existentes, en la distribución potencial obtenida existe una coincidencia parcial con la reportada para la especie, ya que se excluyeron las selvas altas y medias que se localizan en la Planicie Costera del Golfo idóneas para las preferencias de hábitat de *Leopardus pardalis*.

***Leopardus wiedii* (P). VPE 1.75**

Se obtuvieron siete registros para Oaxaca posteriores a 1981, por lo que debido al escaso número se incorporaron los registros nacionales (16). En el modelado resultante (Fig. 10) se observa una distribución con mayor probabilidad tendiente a la Planicie Costera del Golfo y una probabilidad media en el interior del estado y Planicie Costera del Pacífico, distribución asignada por Villa y Cervantes (2002); misma distribución que se corrobora con registros localizados en regiones con media probabilidad de ocurrencia en el mencionado modelado y que cuentan con selvas tropicales acordes al tipo de vegetación preferido por *Leopardus wiedii*.

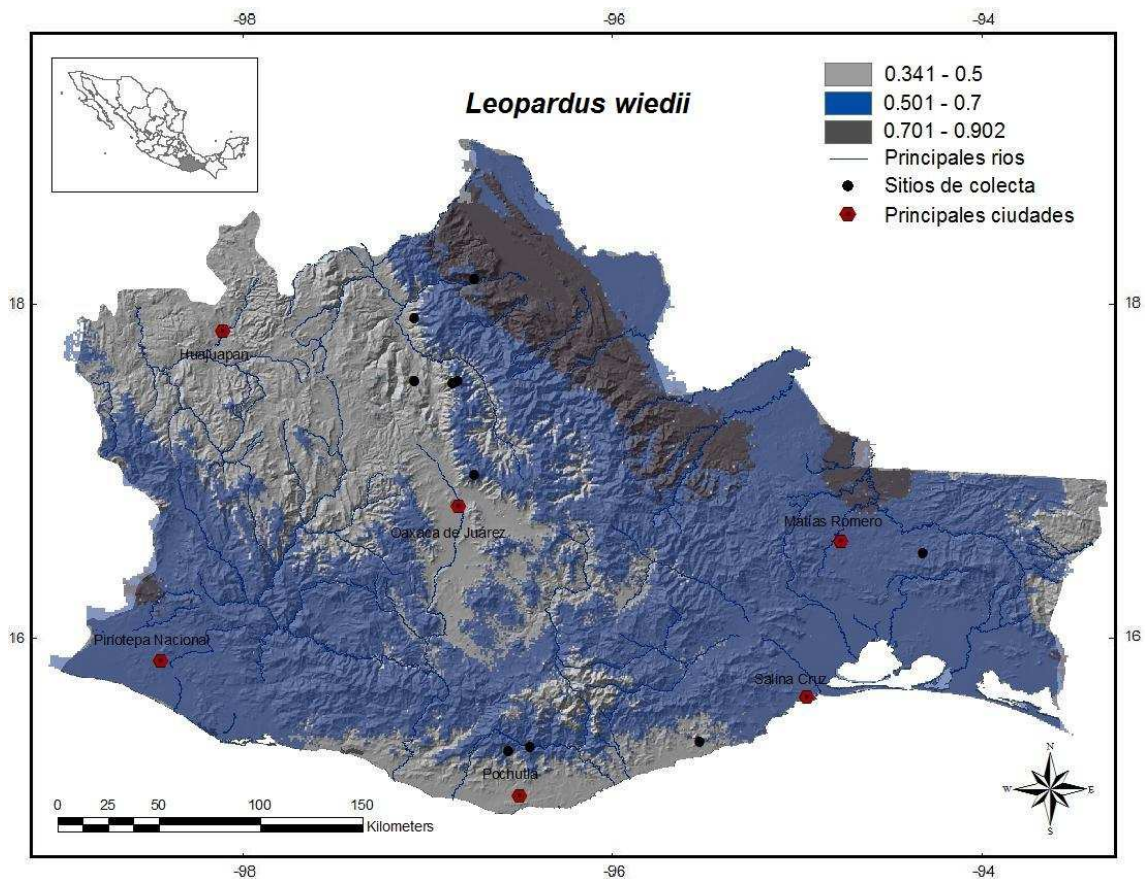


Figura 10. Distribución potencial de *Leopardus wiedii* en el estado de Oaxaca.

Lontra longicaudis (A). VPE 1.41

Existen para toda la república 48 registros, 23 de los cuales pertenecen a Oaxaca y datan de 1984 al 2000, de los cuales solo seis corresponden a distintas localidades. Debido a esto, para obtener el modelado se incluyó a todos los del país, en el cual, la distribución con mayor probabilidad se encuentra restringida a la Planicie Costera del Pacífico. De acuerdo al algoritmo al interior del estado no se encuentran las condiciones para que la especie exista (Fig. 11). Sin embargo, existen versiones no documentadas de avistamientos en la Sierra Norte, dato que coincidiría con la distribución histórica asignada al organismo que la refiere a los planos costeros del Pacífico y Golfo (Gallo, 1989).

Tomando en cuenta lo anterior y a la biología de la nutria, se sobrepuso al modelado la capa temática hidrológica para Oaxaca (Fig. 11), resaltando el hecho de que la mayor parte de las zonas con alta y media probabilidad de ocurrencia coincide con el cauce de los ríos permanentes en la entidad. Además de confirmar la presencia de cuerpos de agua permanentes en la Sierra Norte que pueden coadyuvar a que efectivamente, la especie se distribuya hacia esa región aunque de acuerdo al modelo no se considere como una zona probable.



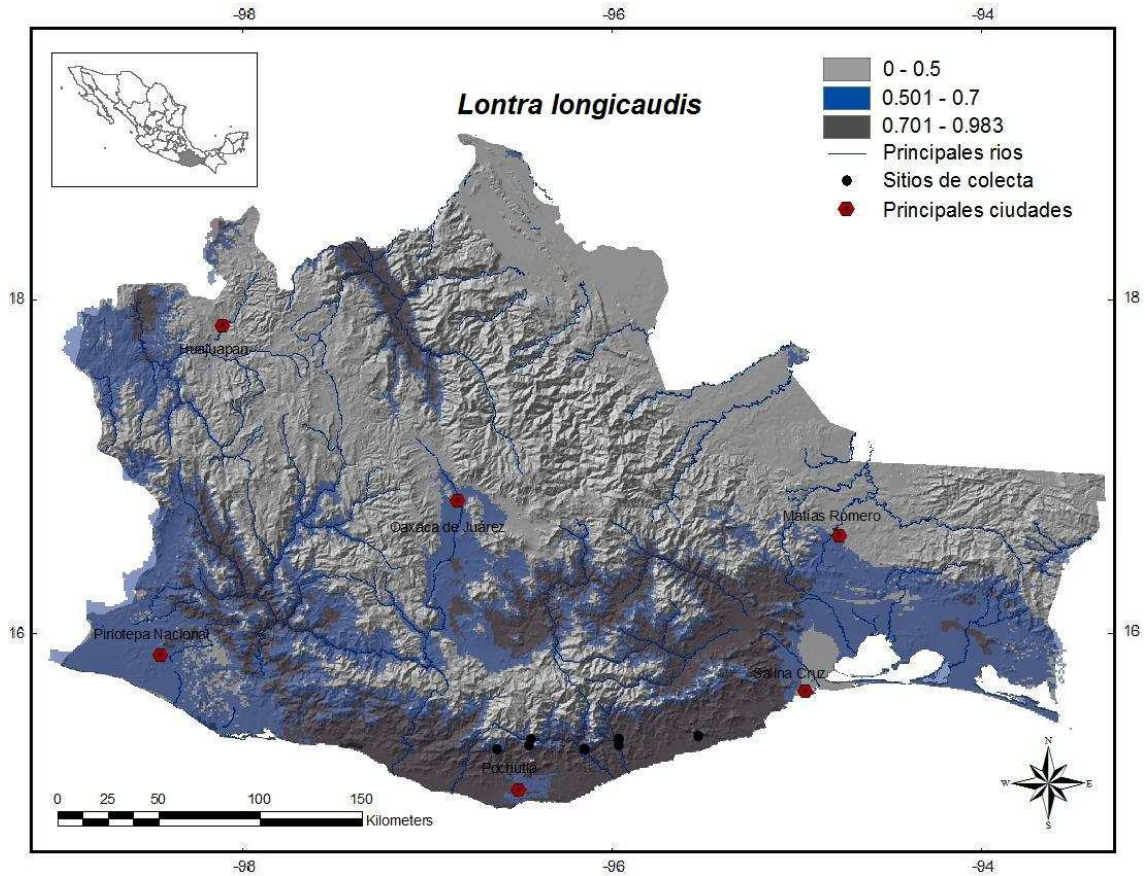


Figura 11. Distribución potencial de *Lontra longicaudis* en el estado de Oaxaca

Lira *et al.*, 2006 registran la especie para el lugar denominado Cerro de la Tuza, en el municipio de Santiago Jamiltepec perteneciente a la costa de Oaxaca. Dicha ocurrencia no fue incorporada a la base de datos, sin embargo, de acuerdo al modelado obtenido este sitio cuenta con una alta probabilidad de ocurrencia, confirmando con ello la validez de esta predicción.

***Eira barbara* (P). VPE 1.5**

De esta especie existen 12 registros entre 1949 a 1969, en fechas recientes solo se localizó uno para el año 2001. En el modelado obtenido, el plano costero del Golfo, una porción de la costa del Pacifico y la zona del Istmo de Tehuantepec es donde se obtiene un mayor porcentaje de probabilidad de ocurrencia; sin embargo, este último lugar es dudoso de que se encuentre realmente el organismo, ya que en gran parte de los municipios de Zanatepec, Tapanatepec y Juchitán, son planicies escasas en vegetación y por lo tanto en frutos, árboles y presas necesarios para la presencia de la especie. La distribución potencial obtenida es acorde con la distribución reportada por Villa y Cervantes, 2002 (Fig.12).

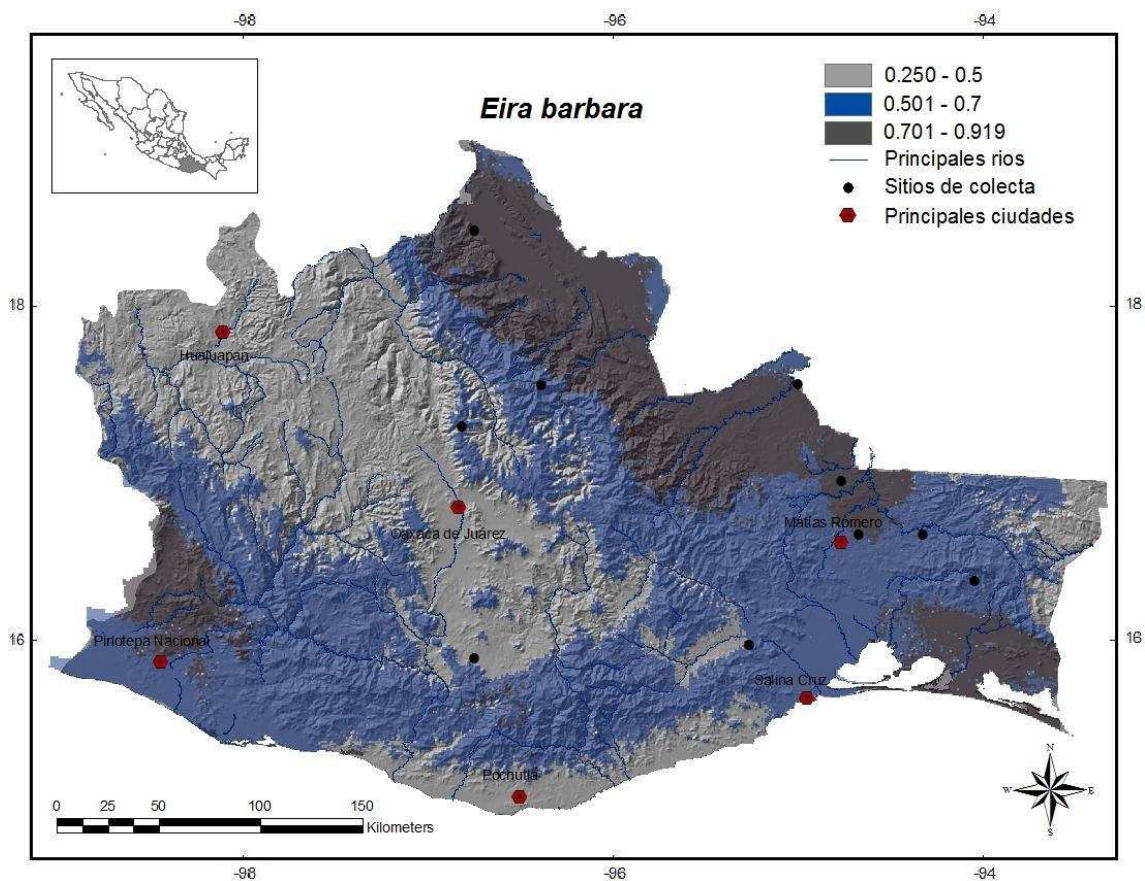


Figura 12. Distribución potencial de *Eira barbara* en el estado de Oaxaca

***Galictis vittata canaster* (A). VPE 1.16**

Respecto a *G. vittata* sólo existen dos registros de 1962 provenientes de un sitio cercano a Matías Romero, existiendo referencias de distribución en la franja de Veracruz que colinda con Oaxaca y algunos sitios de Chiapas. Se incorporaron los datos de la literatura que corresponden a otras entidades, el modelado (Fig. 13) de la distribución con probabilidad de presencia obtenida corresponde a los bosques tropicales (porciones de las vertientes del Golfo y Pacífico) y Sierra Atravesada que coincide con la preferencia de hábitat del organismo por la disponibilidad de cuerpos de agua y la altitud máxima (1500msnm) a la que se distribuye (Soderman, 2000).

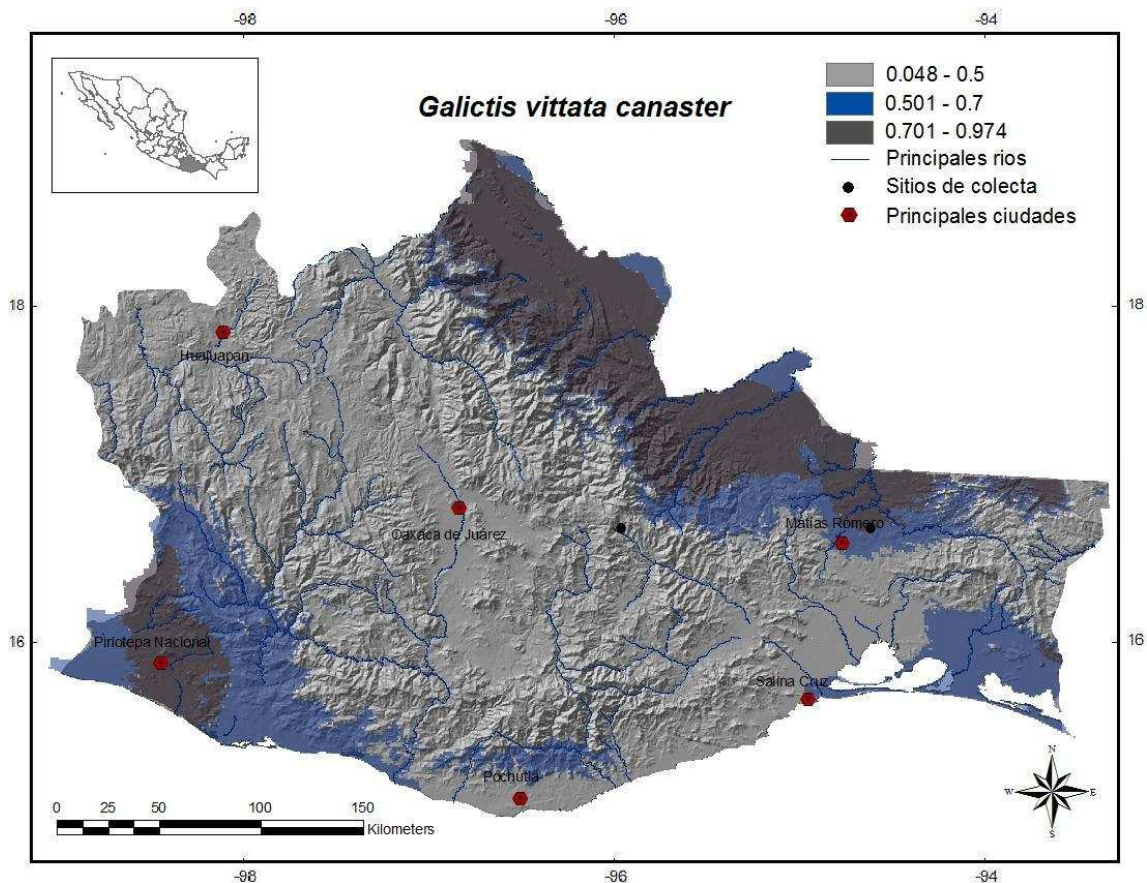


Figura 13. Distribución potencial de *Galictis vittata canaster* en el estado de Oaxaca.

***Conepatus semistriatus* (PR). VPE 0.83**

Conepatus semistriatus se distribuye desde el sureste de México hacia Sudamérica (Nowak, 1999). Se utilizaron tres registros que pertenecen a Campeche y Yucatán, y otro publicado en una nota científica como nuevo registro por Lira y Sánchez Cordero (2006). Sin embargo, la información suministrada por los puntos de colecta no fue suficiente para predecir efectivamente el área de distribución, ya que de acuerdo a la literatura existente sobre el tema, los sitios en la entidad en los cuales se podrían localizar las condiciones propicias para la especie serían las colindancias a los estados de Veracruz y Campeche (Fig. 14).

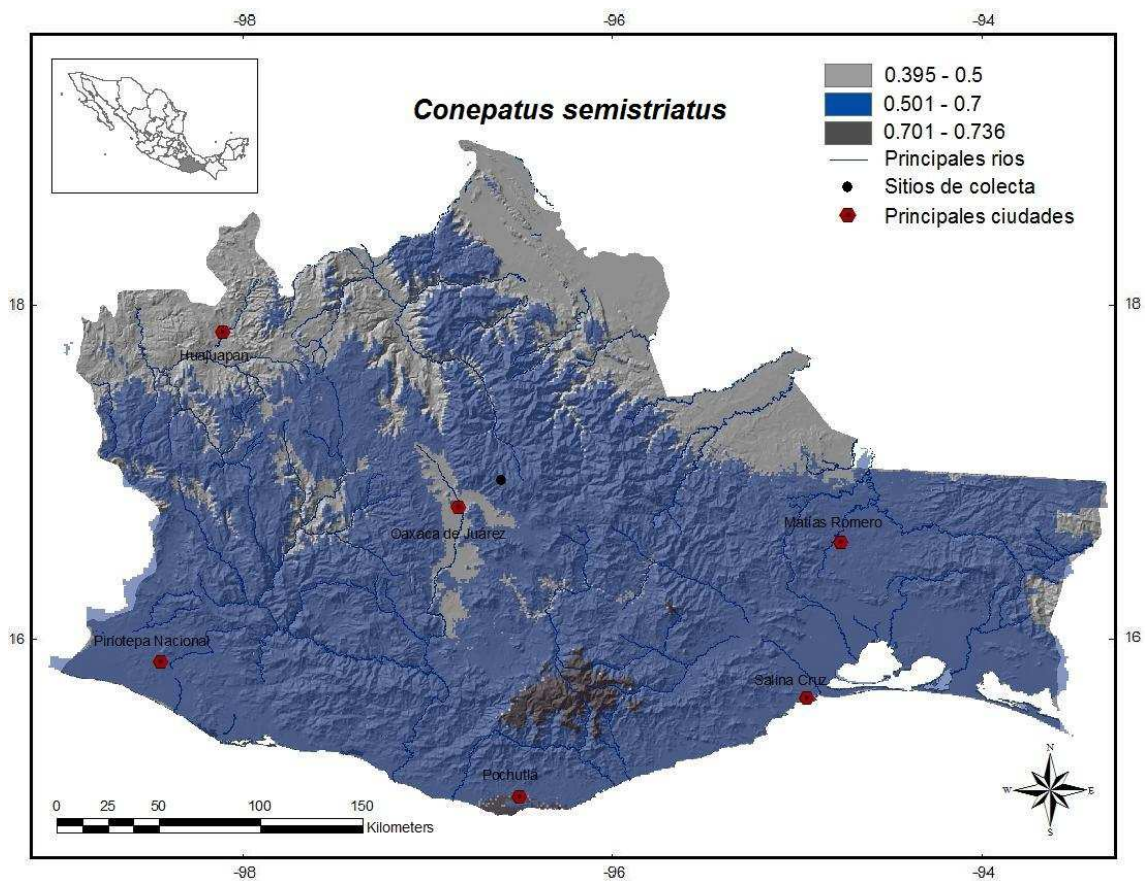


Figura 14. Distribución potencial de *Conepatus semistriatus* en el estado de Oaxaca.

Pese a lo anterior, existe un área en la Sierra Madre del Sur donde de acuerdo al modelado, existen las condiciones climáticas para que se presente la especie; ya que de acuerdo a la literatura, se distribuye preferentemente en bosques caducifolios presentes en esta Sierra, además de que en esta región existe un gradiente altitudinal que redundaría en un mayor número de tipos de vegetación (selvas medias, altas, bosque de encino, bosque de pino, etc) que proveen diferentes tipos de hábitat como los que prefiere la tendencia estacional que se observa en *C. semistriatus* (Nowak, 1999).



***Spilogale pygmaea* endémica a México (A). VPE 1.41**

Desde 1981 a la fecha se encontraron 14 registros para Oaxaca, de los cuales nueve corresponden a localidades diferentes. Por lo anterior se consideraron en la obtención de modelado los datos existentes para el país (8). En la figura 15 se observa la tendencia de presencia de las condiciones climáticas hacia la costa del Pacífico, sin embargo las zonas correspondientes al Golfo de Tehuantepec y las cercanías a la costa de Chiapas no son consideradas con alta probabilidad hecho que se contradice al verificarse por las colectas obtenidas en estos lugares.

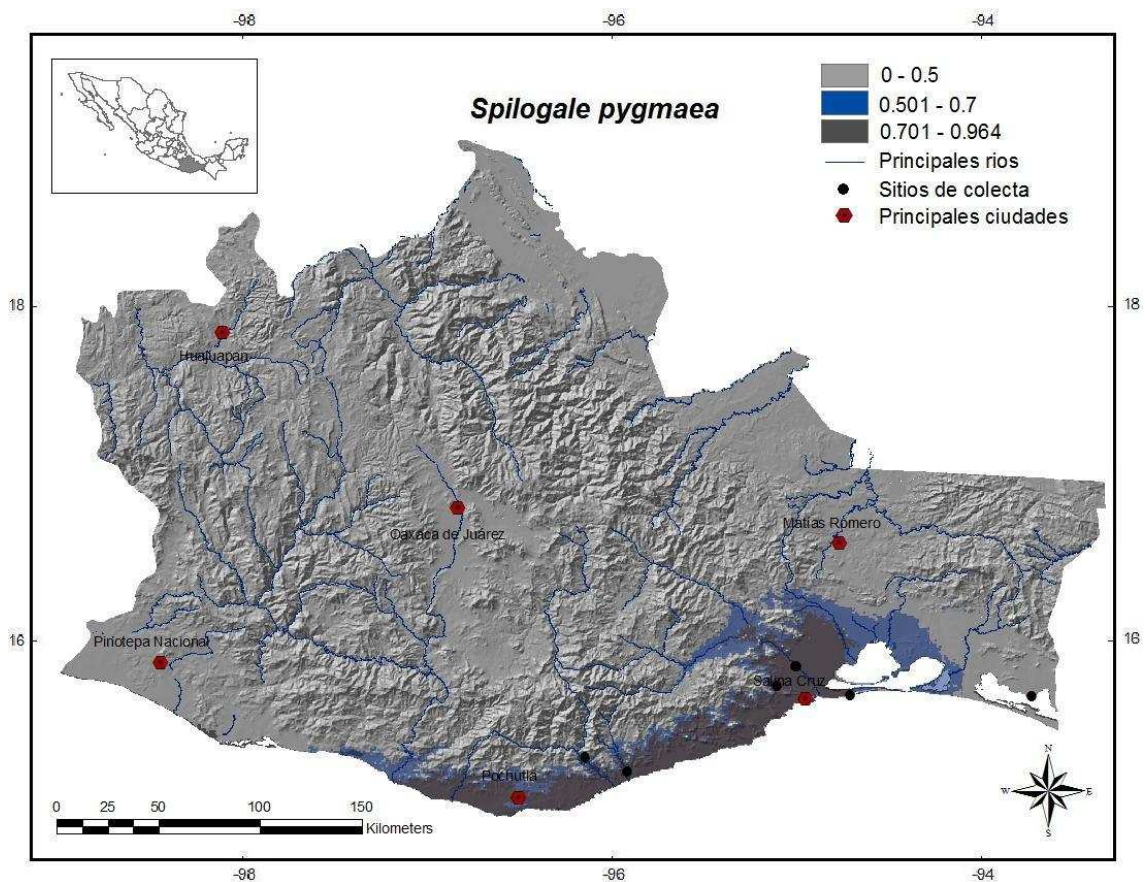


Figura 15. Distribución potencial de *Spilogale pygmaea* con datos nacionales en el estado de Oaxaca.

***Bassariscus astutus macdougalli* endémico a Oaxaca.VPE 1.25**

Se localizaron 19 registros desde 1901 a 1995, no existieron más recientes, el modelado margina una alta probabilidad a cercanías de la localidad tipo (La Ventosa), sin embargo, los registros sobrepuestos abarcan porciones de la Sierra Sur y de la Depresión del Istmo de Tehuantepec (Fig. 16) hecho que puede explicarse debido a la presencia de selvas secas y matorrales sitios adecuados a su preferencia de hábitat (Poglayen-Neuwall, 1988).

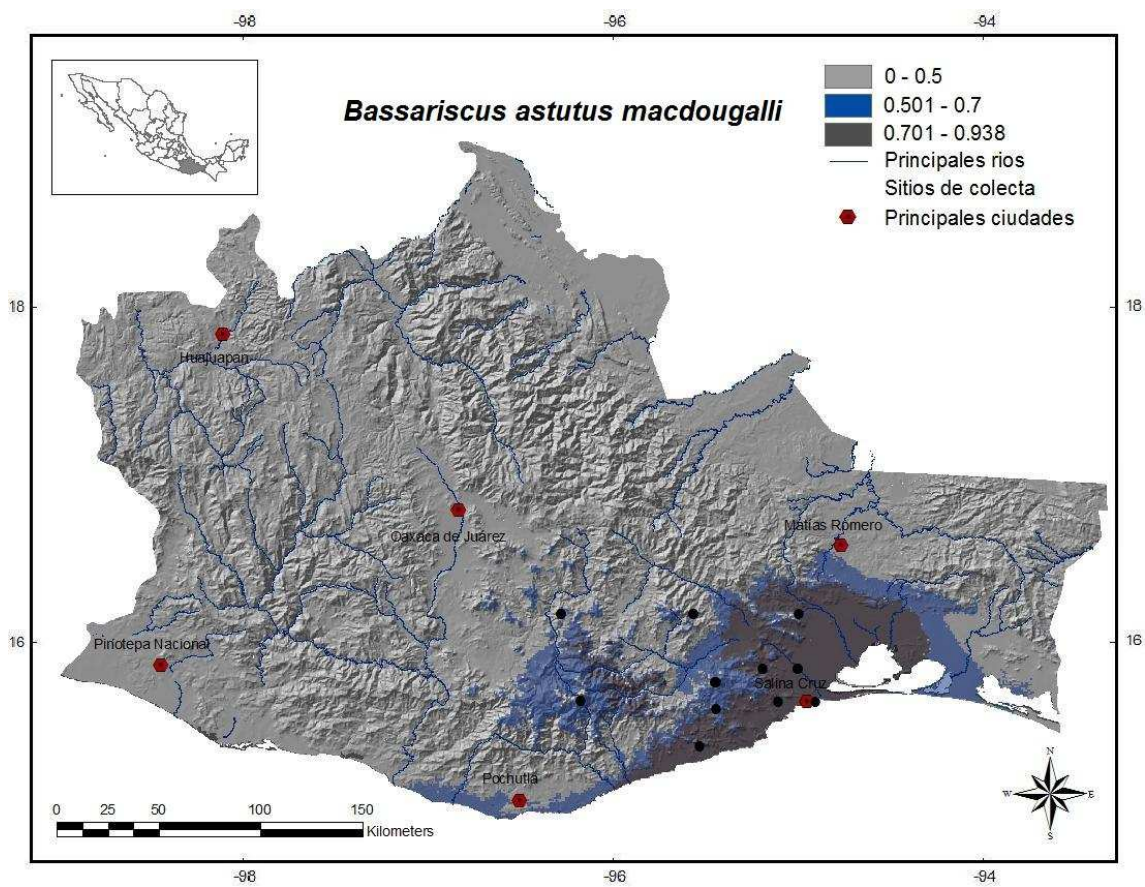


Figura 16. Distribución potencial de *Bassariscus astutus macdougalli*.en el estado de Oaxaca.

***Bassariscus sumichrasti* (Pr). VPE 0.58**

Existen diez registros para la especie con los cuales se realizó el modelado de la distribución de este organismo (Fig. 17). Se obtuvo una mayor probabilidad de distribución hacia zonas de la Planicie Costera del Pacífico y Tehuantepec, así como en la Sierra Madre del Sur y en las Montañas y Valles del Centro, sin embargo, de acuerdo a Villa y Cervantes (2002), la especie se distribuye hacia las planicies Costeras del Golfo y Pacífico. No se han encontrado datos de colecta hacia la planicie del Golfo. La sobreestimación del modelo puede deberse a la limitante en información por el número de registros más que a una presencia real de las condiciones ambientales-ecológicas necesarias para la incidencia de la especie ya que sus preferencias de hábitat hacia los bosques tropicales se pueden ver subsanadas con los bosques tropicales de la Planicie del Golfo (Poglayen-Neuwall, 1988) .

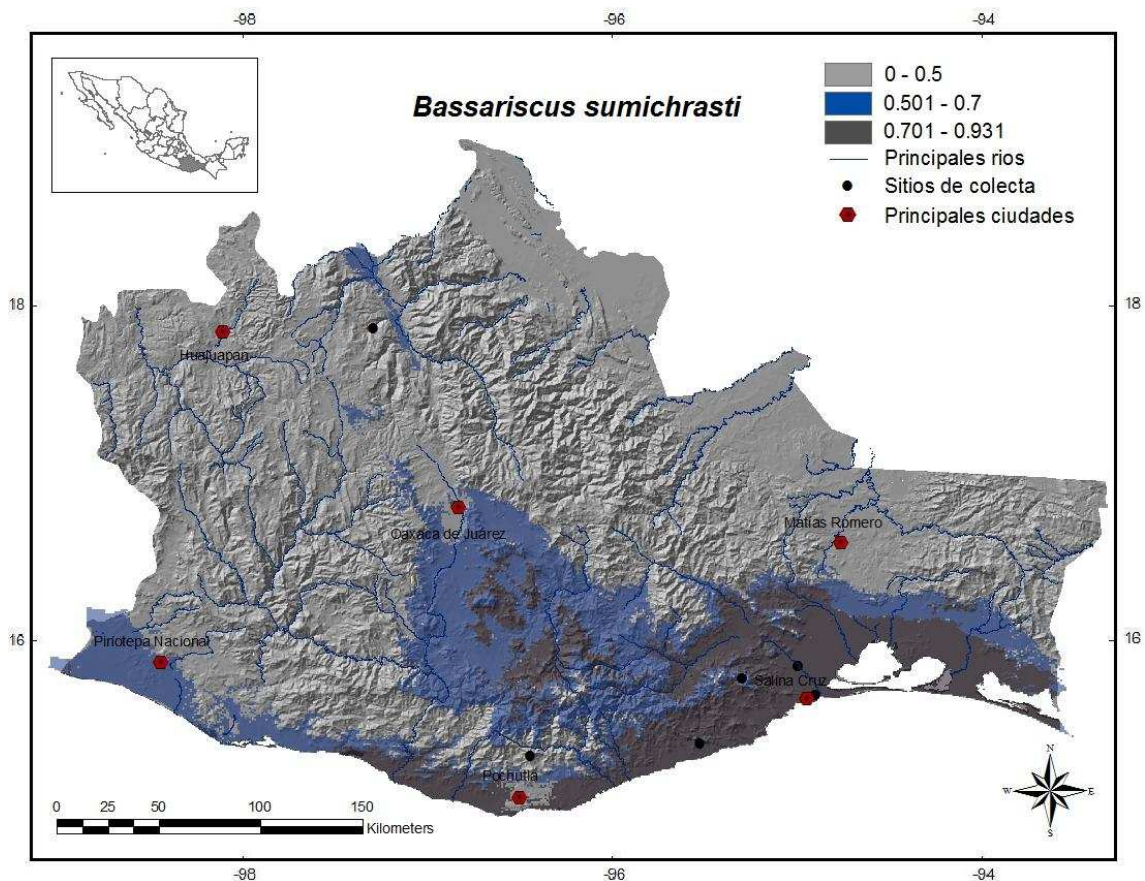


Figura 17. Distribución potencial de *Bassariscus sumichrasti* en el estado de Oaxaca.

***Potos flavus* (Pr). VPE 0.83**

Existen sólo seis registros para Oaxaca, por lo que el modelado se generó sumando a éstos los datos nacionales (ocho). Se observa una mayor probabilidad de distribución en los bosques tropicales de la Depresión Istmica de Tehuantepec, en la Sierra Madre del Sur de Oaxaca y Chiapas, así como en ambas Planicies (Fig. 18). De acuerdo a la biología de la especie (Ford y Hoffmann, 1988), requiere para su hábitat la presencia de arboles y abundantes frutos, corroborando con esto la predicción del programa.

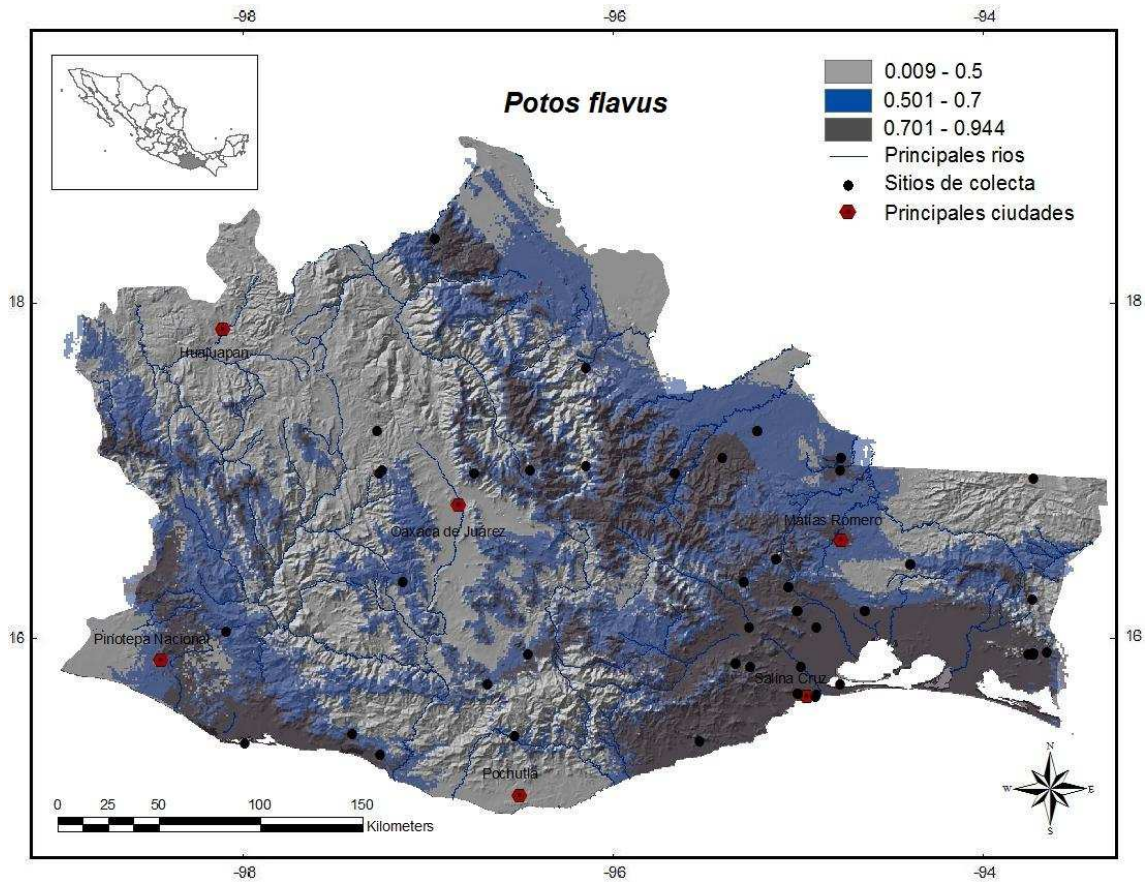


Figura 18. Distribución potencial de *Potos flavus* en el estado de Oaxaca.

6.4. AREAS PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACION.

Después de sobreponer las retículas correspondientes a cada una de las áreas de distribución potencial de las especies de mamíferos carnívoros se obtuvo una serie de sitios prioritarios para la conservación, los cuales varían en función de la coincidencia del número de áreas de distribución potencial.

No se localizó ningún sitio donde coexistieran las distribuciones potenciales de los 13 mamíferos carnívoros establecidos como prioritarios, la mayor coincidencia obtenida es de 12 especies. Se observó que a medida que disminuyen el número de las distribuciones potenciales coincidentes los sitios determinados se ven reducidos en extensión y aumentados en número. Concuera lo anterior con la investigación realizada por Illoldi (2008), ya que a medida que se pretende conservar un mayor número de especies aumenta la superficie destinada a la conservación, debido en parte, a los propios requerimientos de hábitat para cada una de las especies de interés. Se presentan las zonas donde convergen de seis a 12 áreas de distribución potencial de carnívoros, verificando para las mismas que existan tipos de vegetación adecuados a la presencia de las especies de interés.

a) Convergencia de la distribución potencial de 12 especies.

En la Tabla seis se enlistan las doce especies jerarquizadas como prioritarias de acuerdo a los criterios complementarios de rareza cuyas áreas de distribución potencial coinciden en una zona (Fig. 19), denominada zona prioritaria uno. La especie que no es susceptible a localizarse de acuerdo al modelado de nicho ecológico es *Galictis vittata canaster*, cabe resaltar que para la mencionada especie solo existen seis registros en las colecciones consultadas, por lo que debido a esta falta de datos, la predicción del área de distribución ha sido sobreestimada. Por lo anterior, podría encontrarse en la zona prioritaria uno ya que en ella se encuentra el tipo hábitat requerido por la especie.



Tabla 6.- Especies jerarquizadas cuyas áreas de distribución potencial coinciden en la zona prioritaria uno.

ESPECIE	Valor de prioridad estatal
1 <i>Herpailurus yagouaroundi</i>	1.41
2 <i>Leopardus pardalis</i>	1.75
3 <i>Leopardus wiedii</i>	1.75
4 <i>Lynx rufus oaxacensis</i> ^{oax}	1.5
5 <i>Panthera onca</i>	2
6 <i>Lontra longicaudis</i>	1.41
7 <i>Eira barbara</i>	1.5
8 <i>Spilogale pygmaea</i> ^{mx}	1.41
9 <i>Bassariscus astutus</i>	0.25
10 <i>Bassariscus astutus macdougalli</i> ^{oax}	1.25
11 <i>Bassariscus sumichrasti</i>	0.58
12 <i>Potos flavus</i>	0.83

Es necesario obtener más datos directos del campo y efectuar prospecciones que adicionen información reciente de *G. vittata* y así fortalecer los modelos obtenidos.

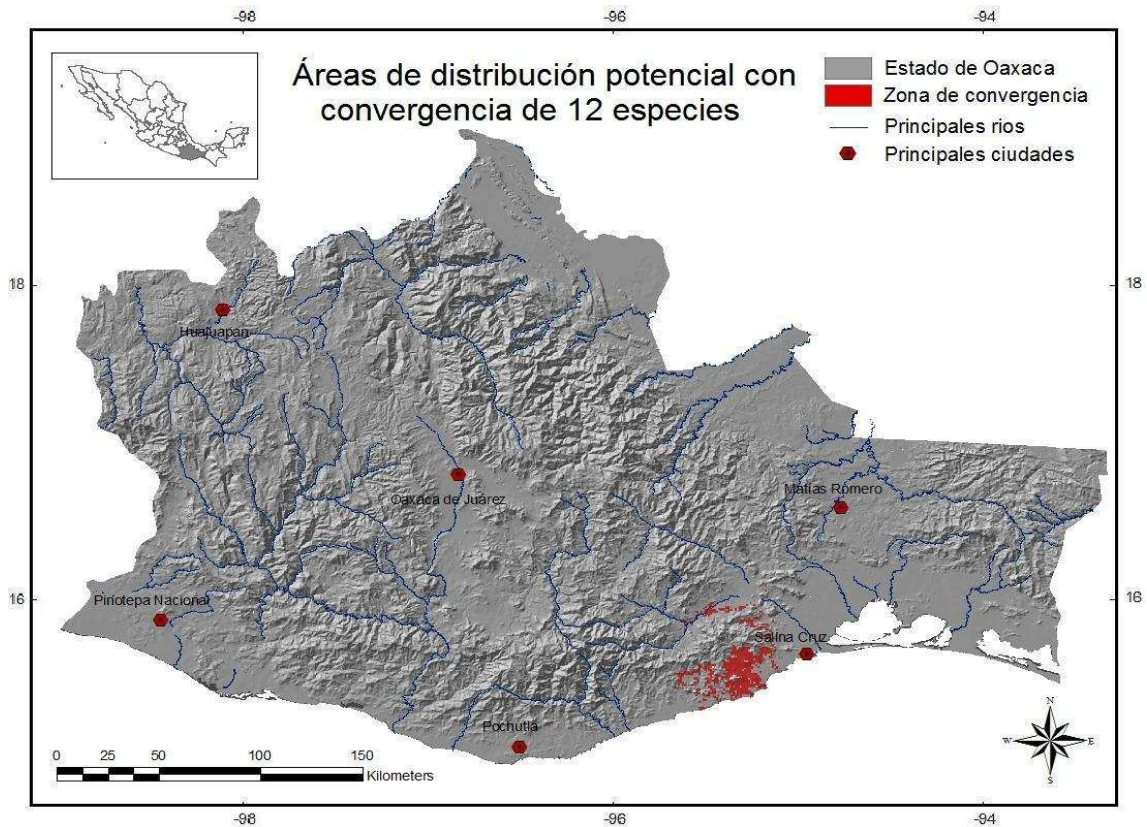


Figura 19. Zona uno, área de convergencia de la distribución potencial de 12 especies prioritarias.

El área obtenida fue de 50,584.05 km², abarca porciones de los siguientes municipios: San Miguel Tenango, San Pedro Huamelula, Santiago Astata, Santo Domingo Tehuantepec, Santa María Jalapa del Márquez, Magdalena Tequisistlán y Santa María Ecatepec, que se encuentran inmersas en la Sierra Madre del Sur, la Planicie Costera del Pacífico y la Planicie Costera de Tehuantepec. Al incluir un número variable de municipios, se propone una red de reservas comunales o áreas voluntarias destinadas a la conservación cercanas e interconectadas.

En la Fig. 20 se observan los tipos de vegetación existentes en la zona de convergencia de 12 especies prioritarias de acuerdo al Inventario Nacional Forestal (2000).

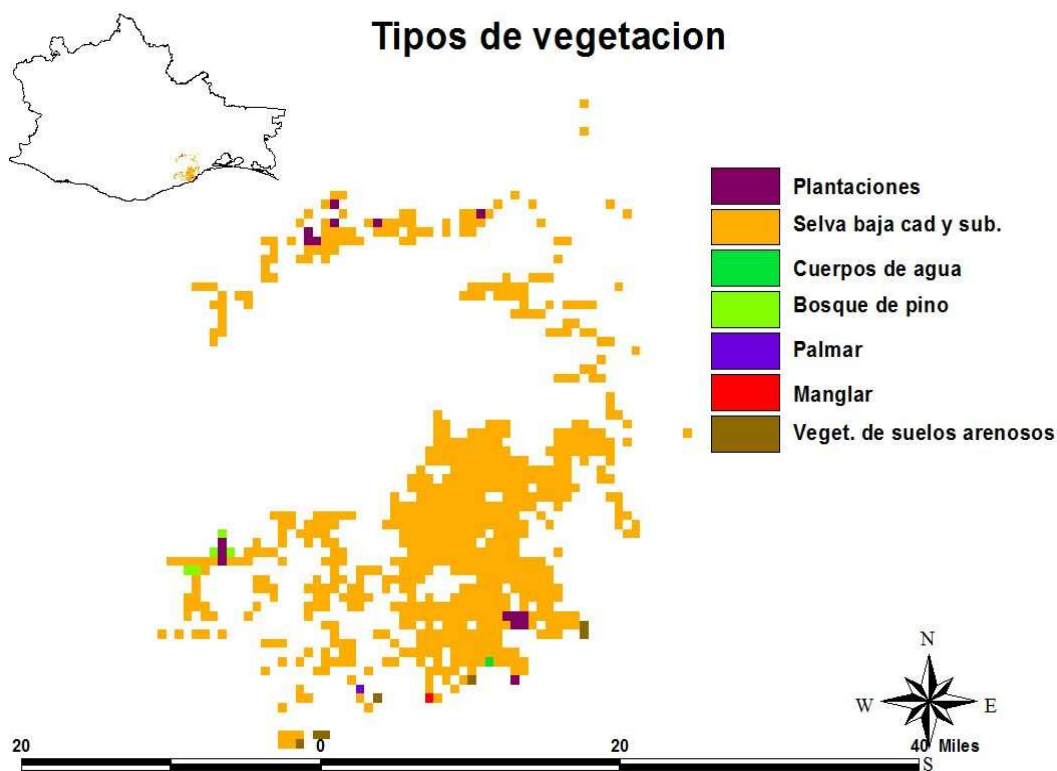


Figura 20. Tipos de vegetación presentes en la zona uno.

Como se observa y se especifica en la Tabla siete, existen las condiciones de hábitat adecuadas para la presencia de las especies, ya que no se observan asentamientos humanos grandes (ciudades), que limiten a las poblaciones animales.

Tabla 7.- Superficie ocupada por tipo de vegetación en la zona uno.

Tipo de Vegetación	Superficie (ha)
Plantaciones	1, 110.08
Selva baja cad. y subc.	48, 427.24
Cuerpos de agua	69.38
Bosque de pino	346.9
Palmar	69.38
Manglar	69.38
Suelos arenosos	69.38

Existe una superficie relativamente menor de plantaciones (1,110 ha). El tipo de vegetación predominante es la selva baja caducifolia y subcaducifolia. Si bien, en el modelado existen las condiciones para la presencia de especies de origen Neártico (como el lince), este podría encontrarse restringido a las partes altas de la zona o donde existen los bosques de pino, debido a sus requerimientos intrínsecos.

Por otra parte, se realizó la sobreposición de la retícula correspondiente a las ANP's para determinar si existía una coexistencia territorial respecto a la zona establecida como prioritaria (Fig. 21), en ella se aprecia que no existe ninguna coincidencia con dichas áreas. Adicionalmente se sobrepuso la carta temática que incluye a las Regiones Terrestres Prioritarias, coincidiendo con el estudio efectuado por Escalante (2003) en la determinación de las RTP's consideradas como relevantes, ya que la zona establecida por la presente investigación como importante al albergar 12 áreas de distribución potencial de especies jerarquizadas se encuentra en inmediaciones de las RTP's Sierra Sur y Costa de Oaxaca y Sierras del Norte de Oaxaca – Mixe.

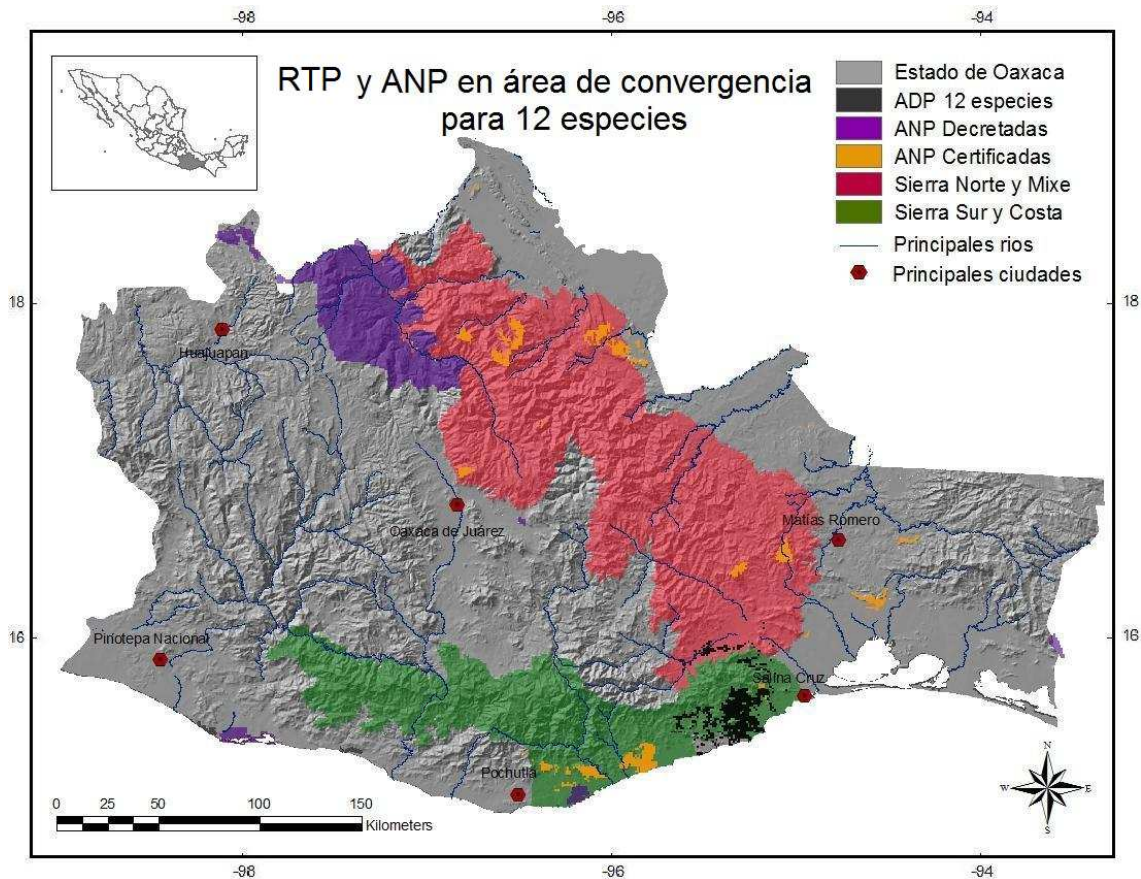


Figura 21. Ubicación de la zona uno respecto a las ANP's y RPT's en Oaxaca.

b) Convergencia de la distribución potencial de 11 especies.

Existen dos sitios en los que coincide la distribución potencial de dos grupos de 11 especies jerarquizadas, denominados "a" y "b" respectivamente, los cuales se encuentran conformados por los organismos que se enlistan en la Tabla 8, se denota como 11 a y 11 b a la especie que es diferente para ambos grupos.

Tabla 8.- Especies jerarquizadas cuyas áreas de distribución potencial coinciden en dos sitios determinados como relevantes. En un grupo se excluye a *Panthera onca* y en otro a *Eira barbara*.

ESPECIES	Valor de prioridad estatal
1 <i>Herpailurus yagouaroundi</i>	1.41
2 <i>Leopardus pardalis</i>	1.75
3 <i>Leopardus wiedii</i>	1.75
4 <i>Lynx rufus oaxacensis</i> ^{oax}	1.5
5 <i>Lontra longicaudis</i>	1.41
6 <i>Spilogale pygmaea</i> ^{mx}	1.41



	ESPECIES	Valor de prioridad estatal
7	<i>Bassariscus astutus</i>	0.25
8	<i>Bassariscus astutus macdougalli</i> ^{Oax}	1.25
9	<i>Bassariscus sumichrasti</i>	0.58
10	<i>Potos flavus</i>	0.83
11a	<i>Eira barbara</i>	1.5
11b	<i>Panthera onca</i>	2

En la Fig. 22 se observan las dos zonas referidas, ambas comprenden 27, 543 ha., y se encuentran en inmediaciones de Santiago Astata y San Pedro Huamelula.

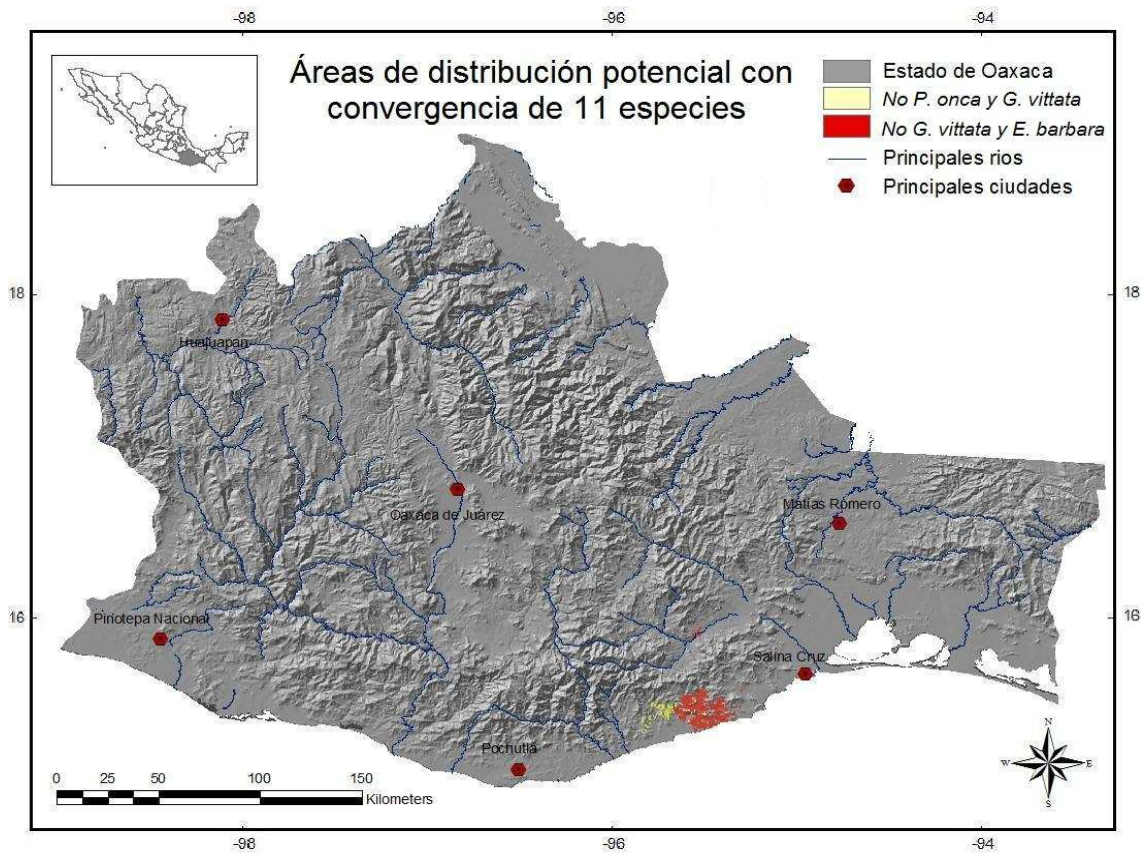


Figura 22. Zonas prioritarias en las que converge la distribución potencial de 11 especies.

De acuerdo al Inventario Nacional Forestal (2000), existen en esta zona tipos de vegetación que pueden albergar vida silvestre y no se registra la presencia de asentamientos humanos grandes que puedan limitar la presencia de los animales (Fig. 23).

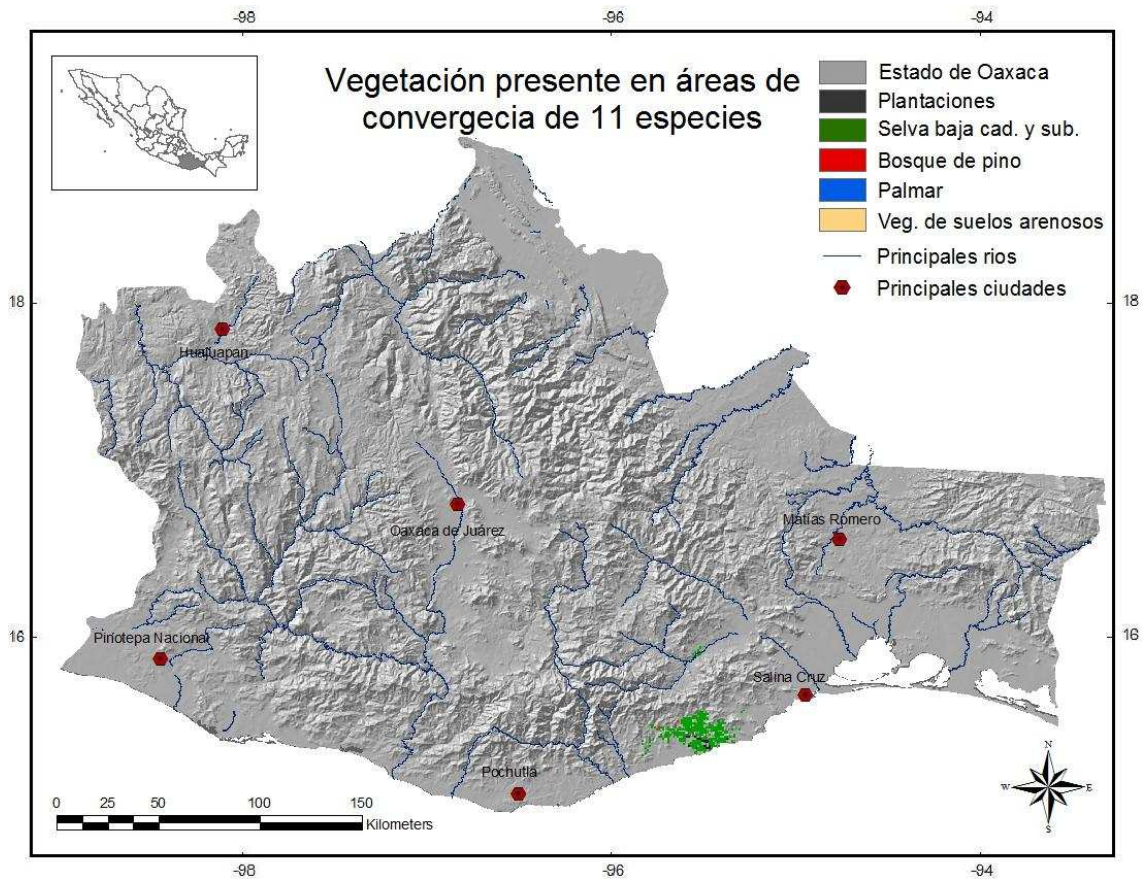


Figura 23. Tipos de vegetación presentes en las zonas de convergencia de la distribución potencial de dos grupos de 11 especies distintas.

Respecto a las RTP's, estas zonas de convergencia se localizan en inmediaciones de las RTP's Sierra Sur y Costa de Oaxaca y Sierras del Norte de Oaxaca – Mixe. Ninguna ANP se localiza en la zona, la Reserva Comunal de las Animas correspondientes a la comunidad del Morro Mazatán, perteneciente al Municipio de Santo Domingo Tehuantepec, se encuentra en éstos sitios prioritarios (Fig. 24).

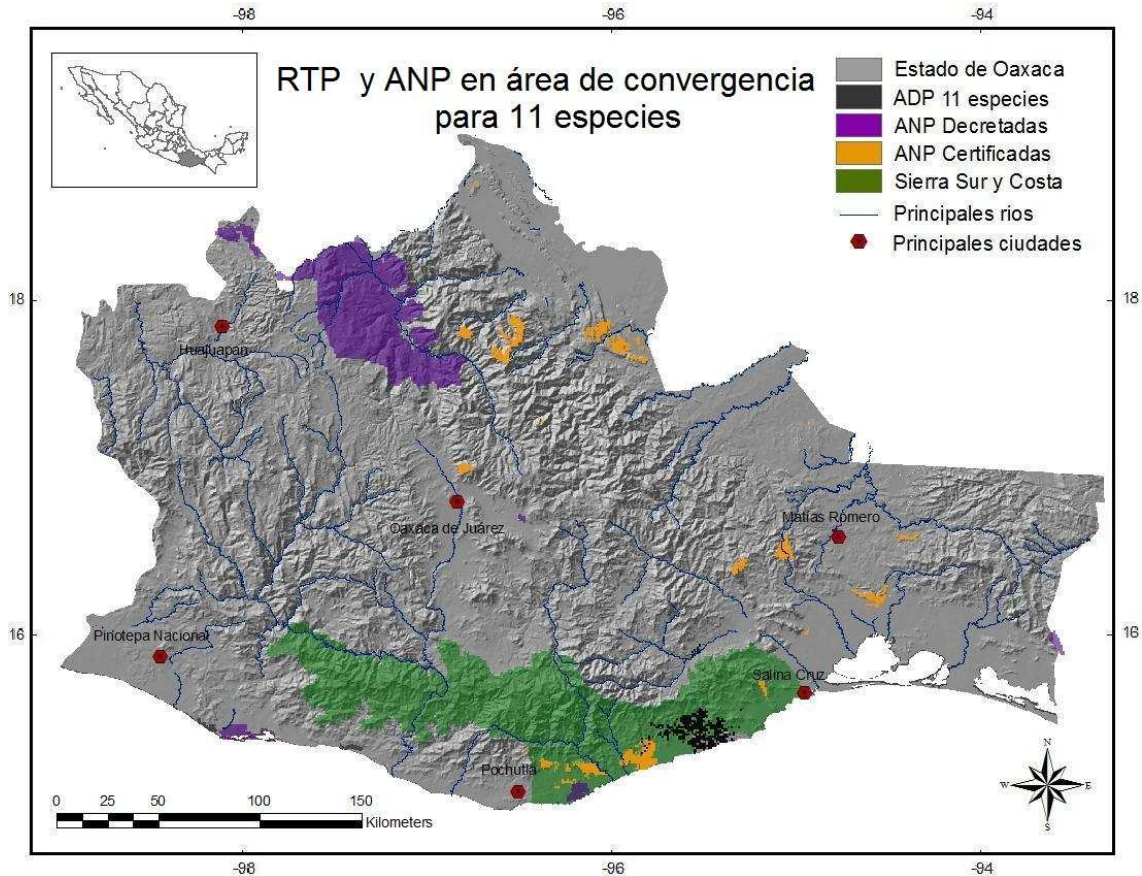


Figura 24. Ubicación de las dos áreas en las que convergen en cada una, un grupo de 11 especies jerarquizadas, respecto a las RTP's y ANP's. ADP (área de distribución potencial)

c) Convergencia de la distribución potencial de 10 especies.

Existen dos áreas (Fig. 25) que potencialmente podrían albergar 2 grupos distintos con 10 especies cada uno, siendo excluidos en ambos *Panthera onca* y *Galictis vittata*. Por la ubicación geográfica de una de ellas y la afinidad neártica del lince, éste no se distribuye en la misma.



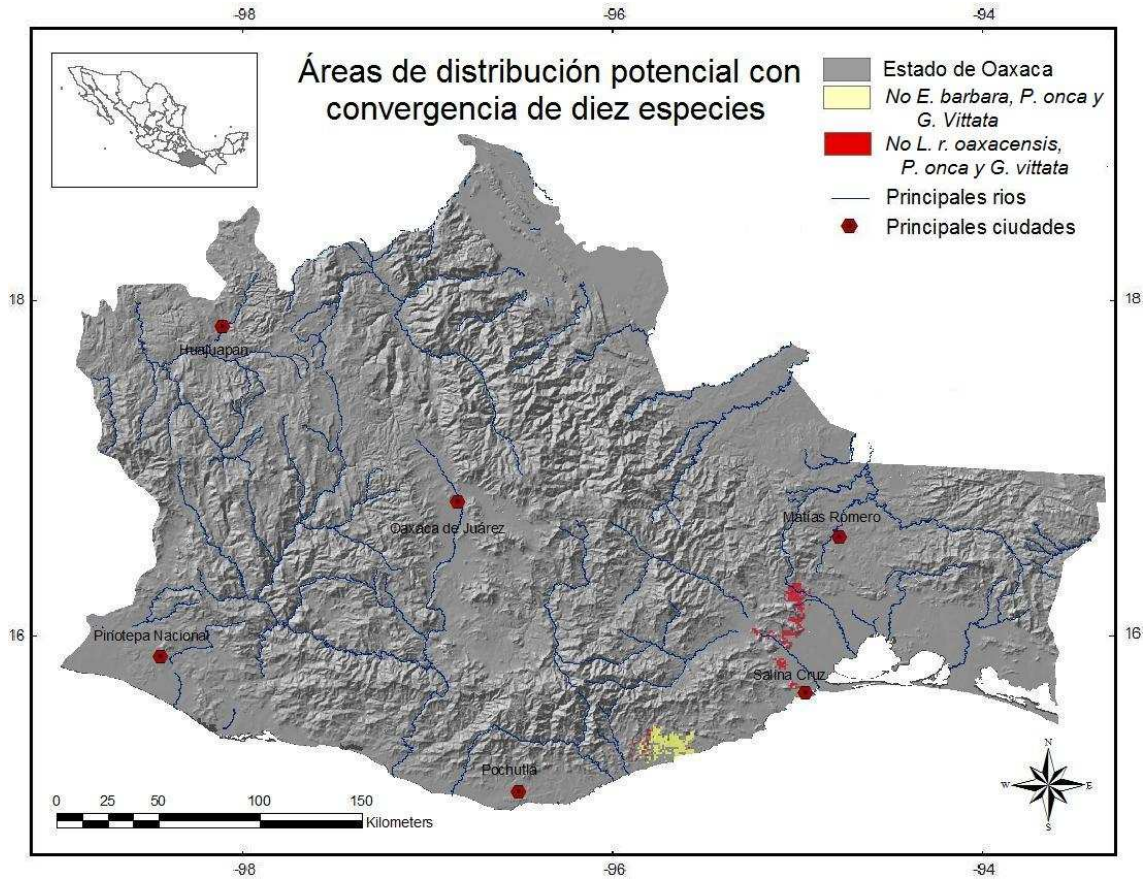


Figura 25. Zonas de convergencia del área de distribución potencial de 10 especies.

Al realizar el análisis concerniente a los tipos de vegetación, se encuentra que existe de acuerdo al INF (2000), vegetación natural que podría incidir positivamente en la presencia de las especies, además de que el área (34, 412 ha) que ocupan puede satisfacer las necesidades de ámbito hogareño aun en las especies con mayor requerimiento (Fig. 26).

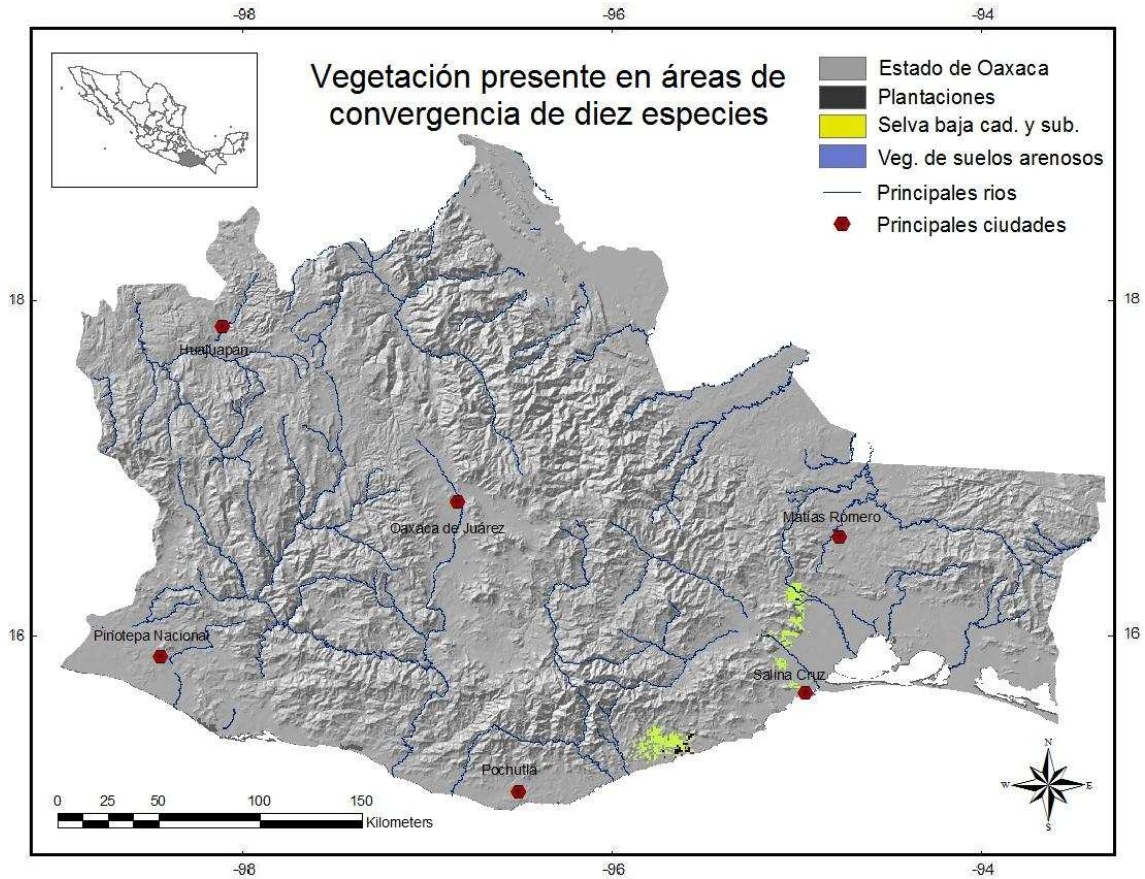


Figura 26. Tipos de vegetación presentes en las áreas de convergencia de la distribución potencial de 10 especies.

Estos sitios se distribuyen en las RTP's Sierra Sur y Costa de Oaxaca y Sierras del Norte de Oaxaca – Mixe; resaltando el hecho que se encuentran al menos uno de ellos, inmersos en 2 reservas comunales pertenecientes a San Pedro Huamelula y San Pedro Comitancillo.

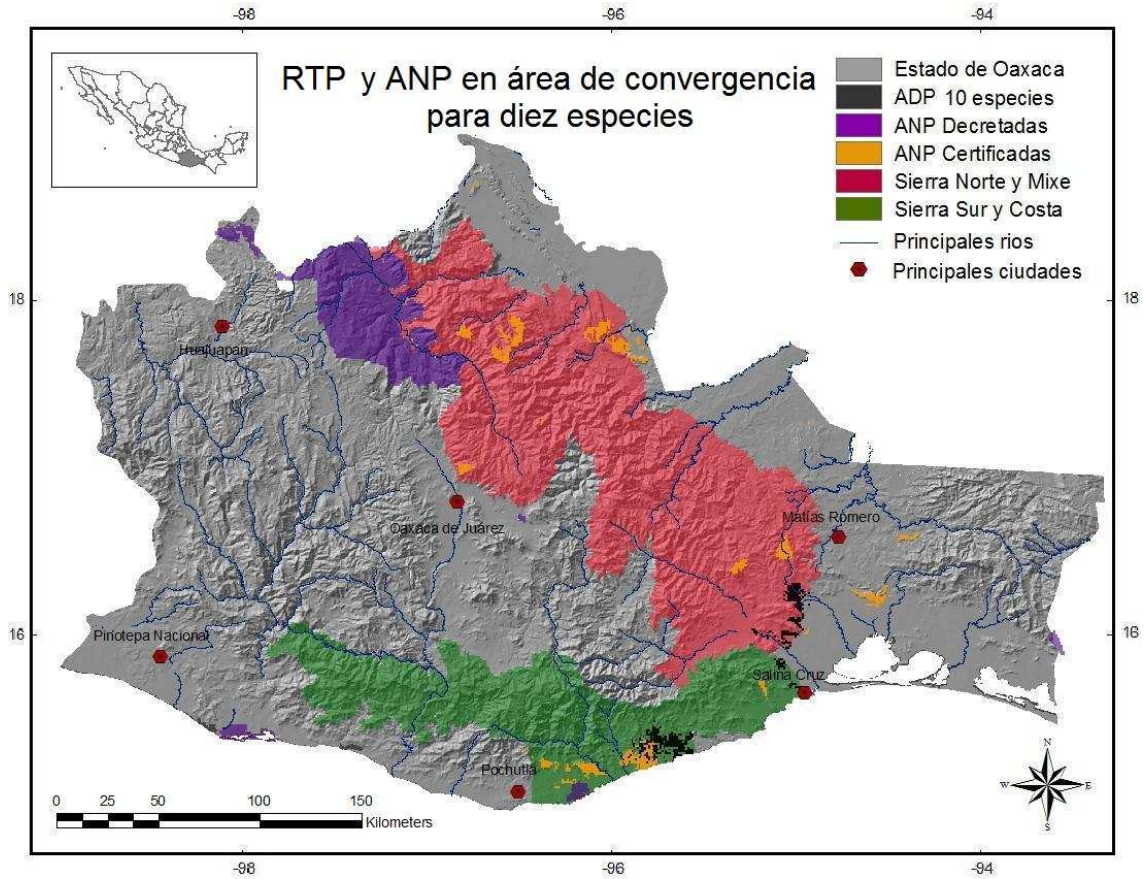


Figura 27. Ubicación de las áreas de convergencia de la distribución potencial de diez especies respecto a RTP's y ANP's. ADP (área de distribución potencial)

d) Convergencia de la distribución potencial de 9 especies.

Existen tres sitios (Fig. 28) en la costa oaxaqueña que cumplen con las condiciones climáticas para que existan en cada uno de ellos 9 organismos determinados como relevantes para la conservación, siendo ausente en ellos por la misma ubicación *L.rufus oaxacensis*, además de coincidir *G. vittata*, *P. onca*, *L. wiiedi* y *E. barbara*.

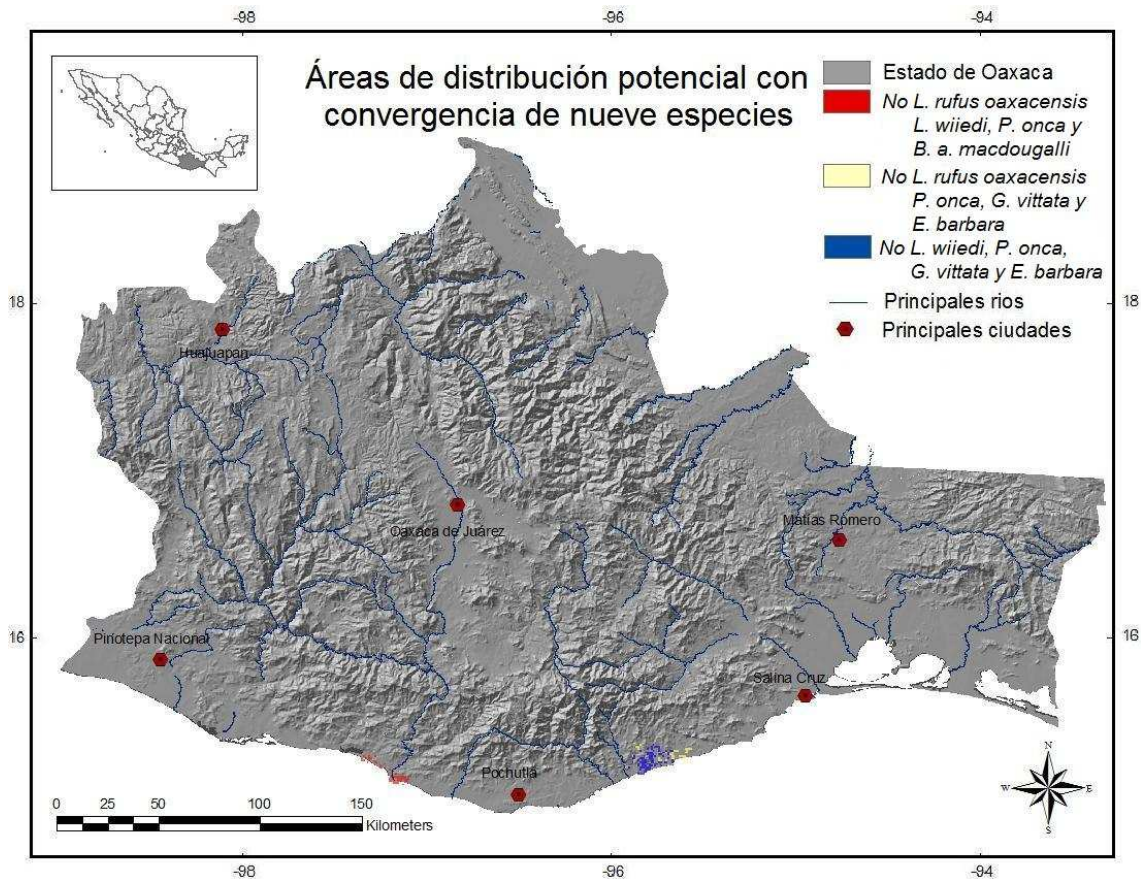


Figura 28. Zonas de convergencia del área de distribución potencial de 9 especies.

En el sitio correspondiente a Santa María Colotepec (rojo en el mapa), de acuerdo al INF (2000), no se encuentra vegetación natural, siendo ocupado por plantaciones o áreas con manejo pecuario por lo que es difícil que en este sitio se encuentren las condiciones necesarias para que existan las especies. En los otros dos sitios si existe la presencia de vegetación natural que permita la incidencia de fauna silvestre (Fig.29).

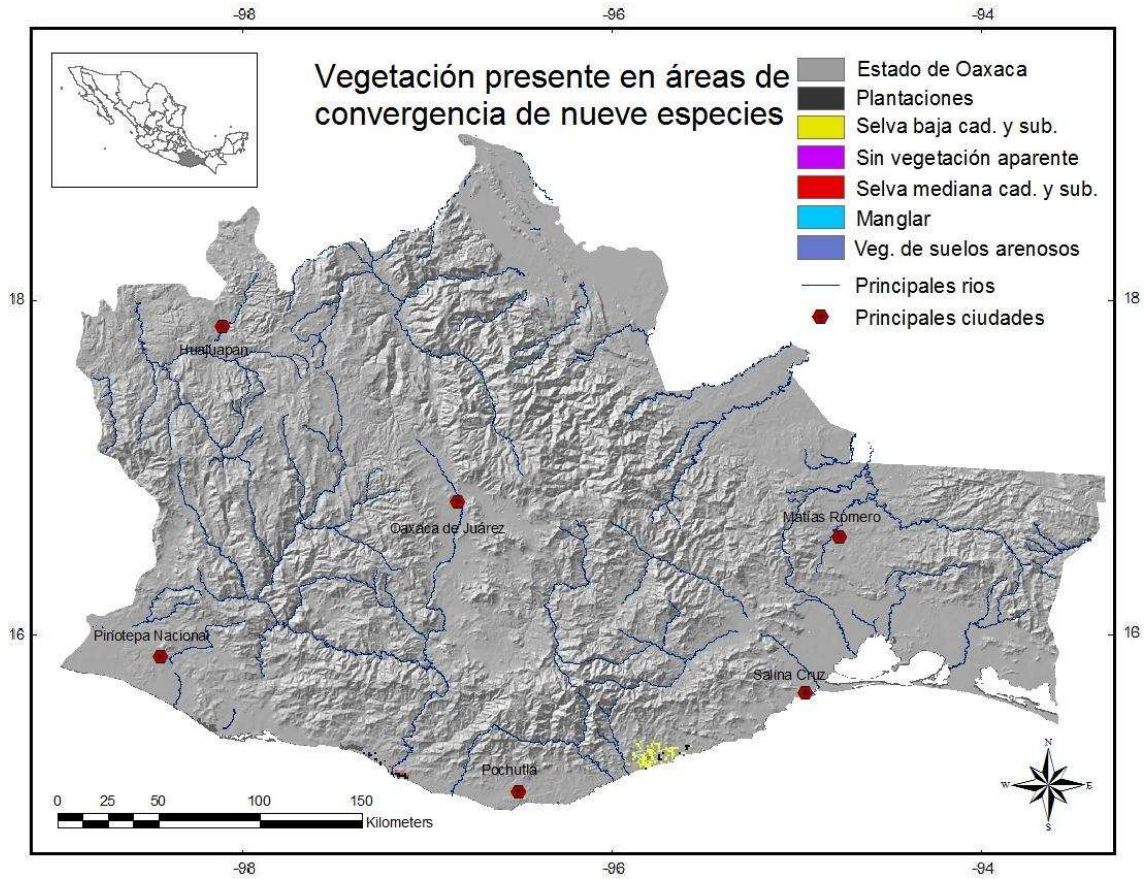


Figura 29. Tipos de vegetación presentes en las áreas de convergencia de la distribución potencial de nueve especies.

El sitio correspondiente a Santa María Colotepec no se localiza en ninguna RTP y tampoco en ninguna ANP y/o ADV, los otros dos se localizan en la RTP Sierra Sur y Costa de Oaxaca y en las reservas comunales pertenecientes a San Pedro Huamelula y San Pedro Comitancillo

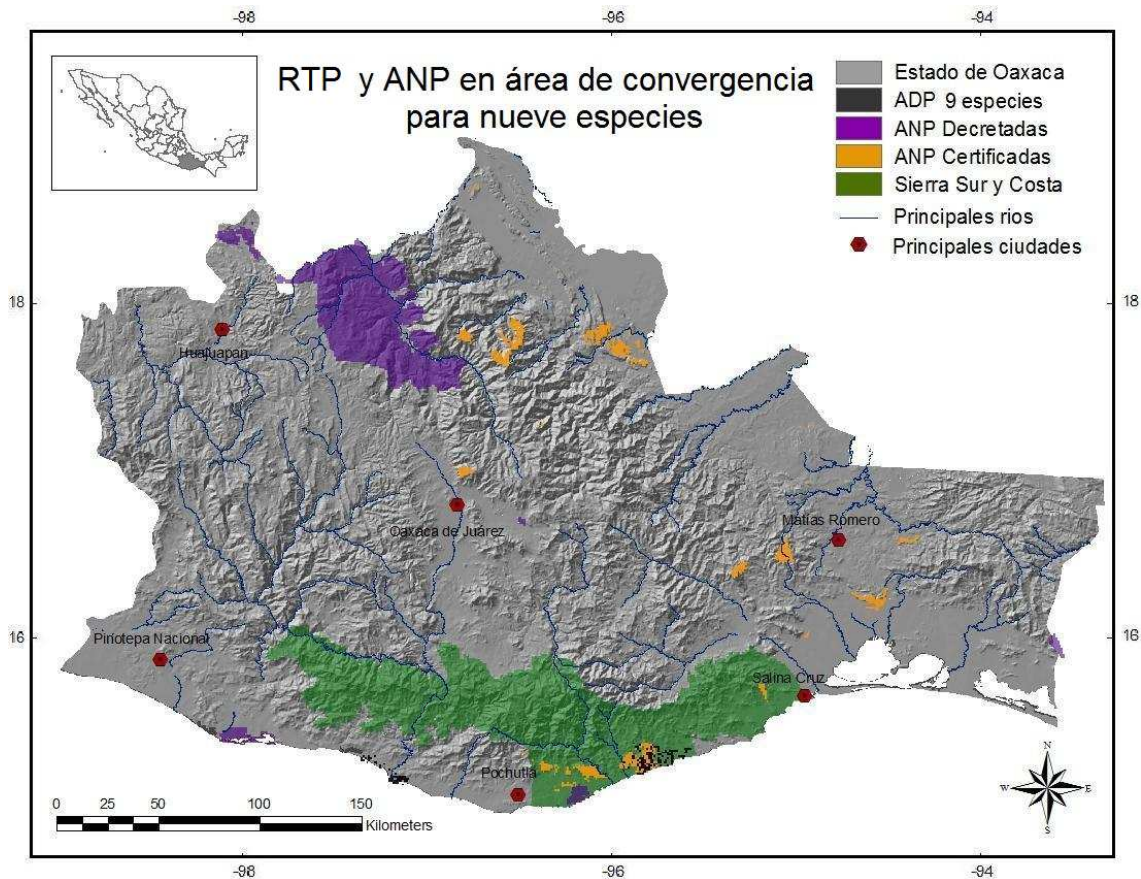


Figura 30. Ubicación de las áreas de convergencia de nueve especies respecto a RTP's y ANP's. ADP (área de distribución potencial)

d) Convergencia de la distribución potencial de 8 especies.

Al proseguir con la obtención de zonas prioritarias se observó que al efectuar el análisis para 8 especies, aumentó drásticamente la superficie del estado que podría albergar a estos distintos grupos de animales (Fig. 31). Existen 86 sitios distintos que cumplen con estos requerimientos y van desde las 1500 ha hasta 35, 000 ha de área.

Sin embargo, se pueden realizar diversas combinaciones de estos sitios para proteger a la totalidad de las especies jerarquizadas, en función de los requerimientos de ámbito hogareño de las especies objetivo y de la disponibilidad de las comunidades.



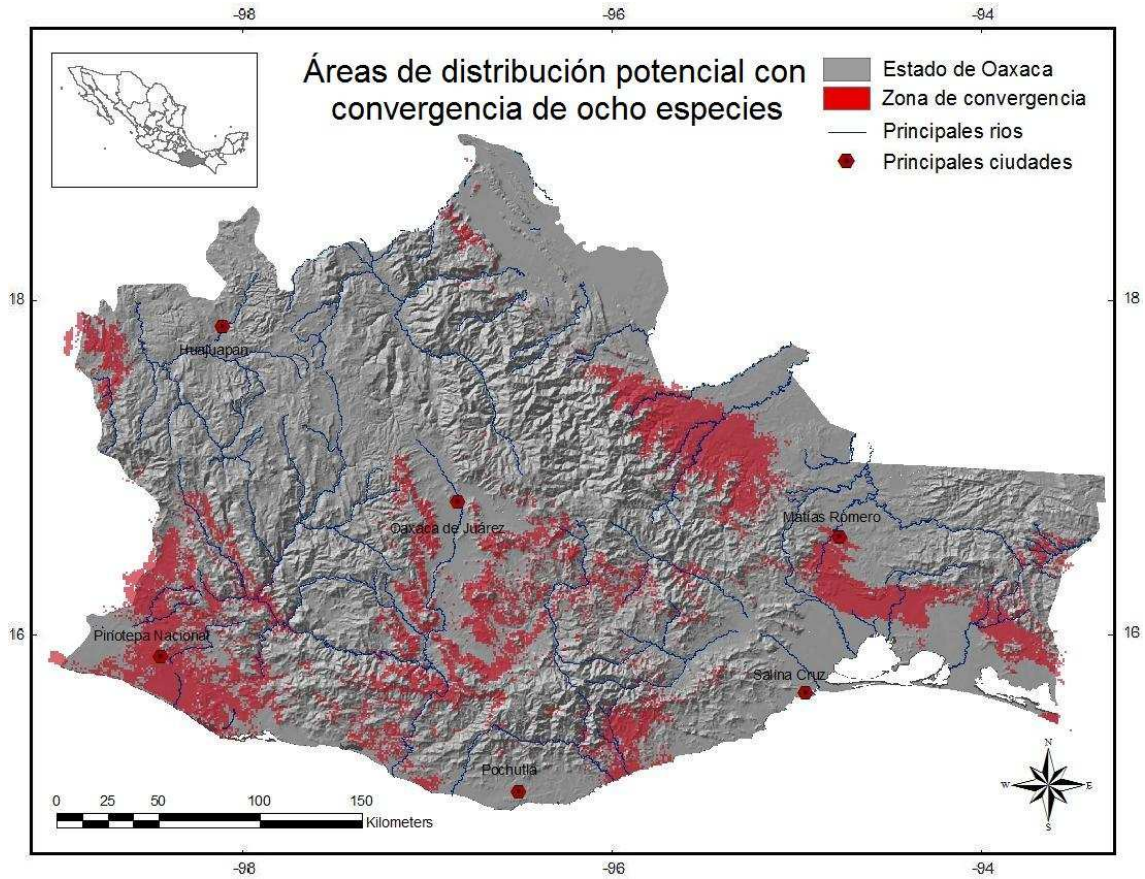


Figura 31. Zonas de convergencia del área de distribución potencial de ocho especies.

De acuerdo al INF (2000) no existe en todas las áreas de convergencia la vegetación natural requerida para la presencia de este tipo de animales (Fig. 32). En la mayoría de estos sitios se encuentra vegetación primaria, y en el área donde probablemente se distribuye el jaguar existe una porción considerable de Bosque Mesófilo de Montaña, ecosistema considerado por la biodiversidad que alberga, de suma importancia para su conservación.

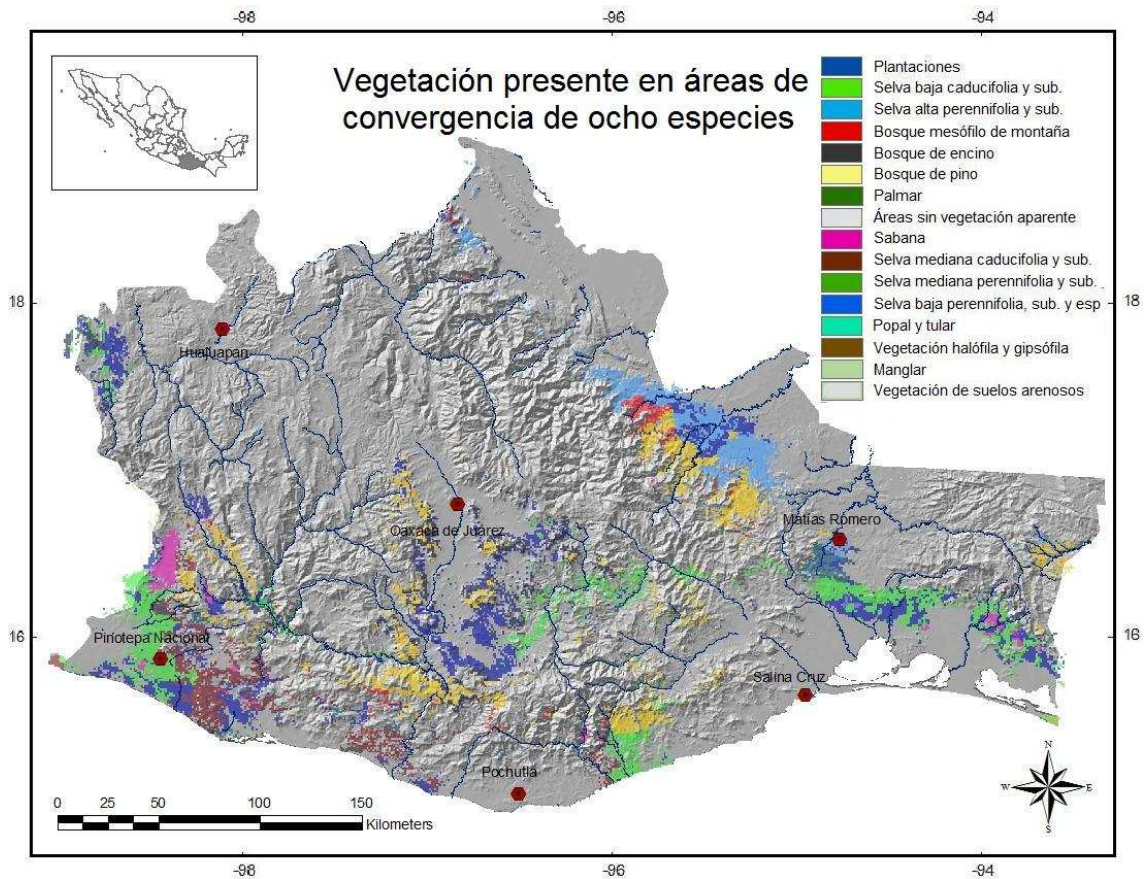


Figura 32. Tipos de vegetación presentes en las zonas de convergencia de la distribución potencial de ocho especies.

Las zonas de convergencia de la distribución potencial de ocho especies se distribuyen en las RTP's: Sierra Triqui- Mixteca, Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe, Sierra Sur y Costa de Oaxaca, Bajo Rio Verde- Chacahua y el Valle de Tehuacán – Cuicatlán (Fig. 33). Algunos de los sitios correspondientes a la zona prioritaria 5 se distribuyen en el Parque Nacional Lagunas de Chacahua y el Monumento Natural Yagul. Existen siete Reservas Comunales que potencialmente podrían albergar a grupos de ocho distribuciones potenciales de mamíferos carnívoros, entre los que se pueden mencionar las pertenecientes a: San Pedro Huamelula, Santa María Huatulco, La Ventosa, Almoloya, Jalapa del Valle, Santiago Tlatepusco, entre otras.

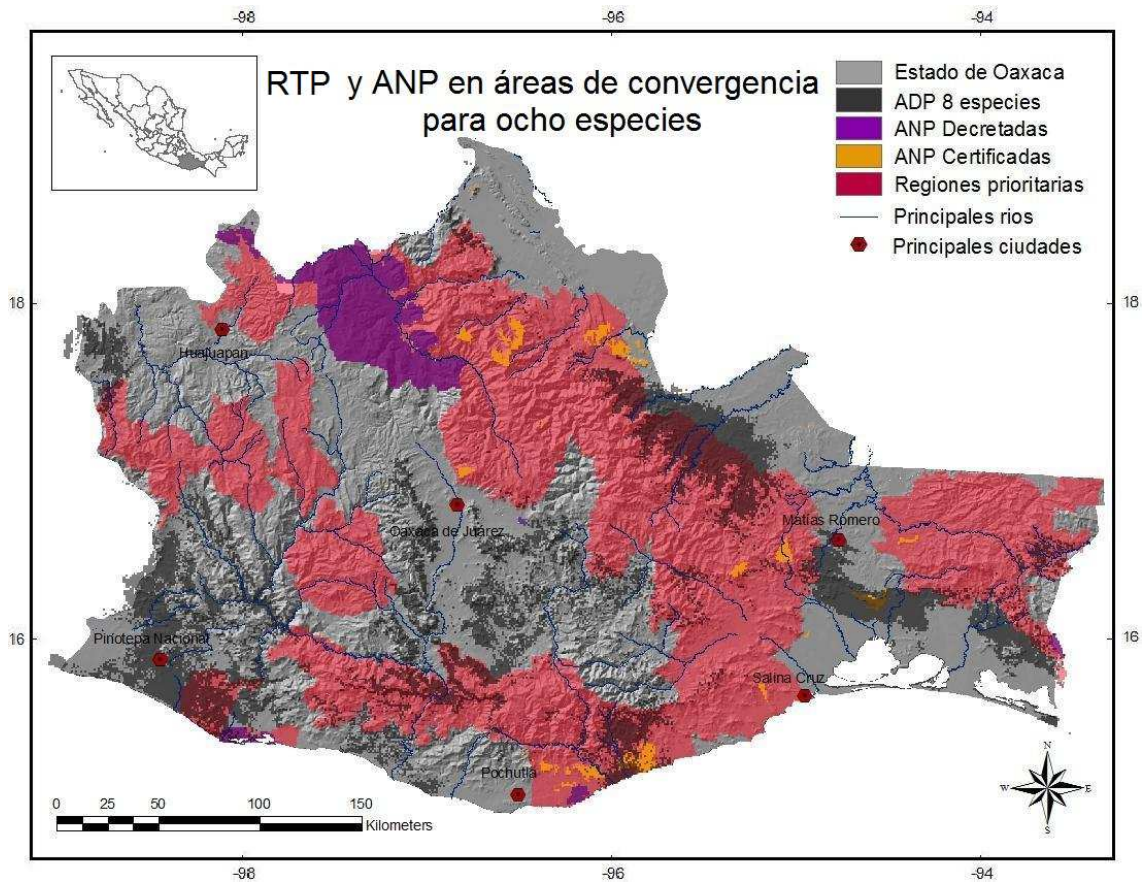


Figura 33. Ubicación de las zonas de convergencia de la distribución potencial de ocho especies respecto a RTP's y ANP's. ADP (área de distribución potencial)

e) Convergencia de la distribución potencial de 7 especies.

Se localizan en el estado 107 sitios que satisfacen los requerimientos climáticos para que se distribuyan en ellos grupos de distintas distribuciones potenciales de siete especies (Fig. 34). Es factible elaborar combinaciones de distintos sitios que garanticen la presencia y conservación de las especies jerarquizadas.

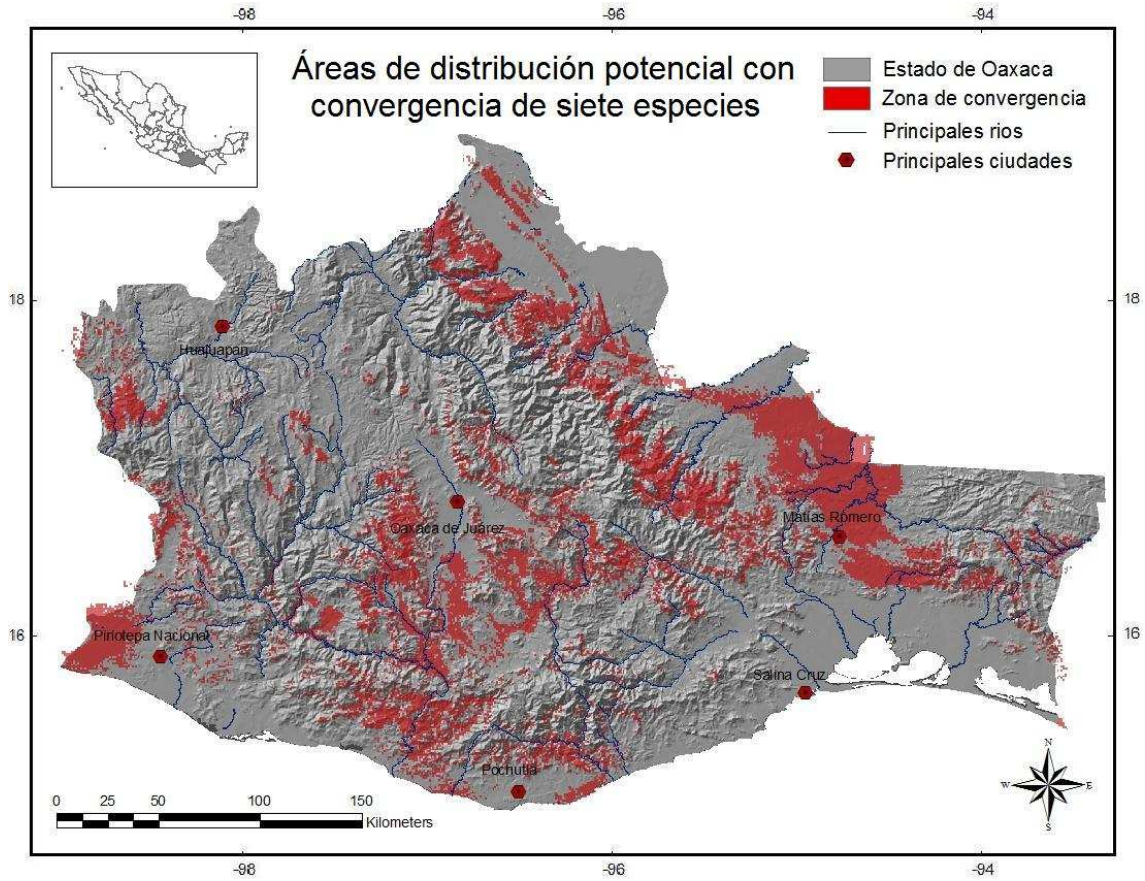


Figura 34. Zonas de convergencia del área de distribución potencial de 7 especies.

Existen sitios que no poseen remanentes de vegetación primaria, sin embargo, en la mayoría de ellos se encuentran porciones de vegetación que inciden positivamente en la presencia de las especies jerarquizadas (Fig. 35).

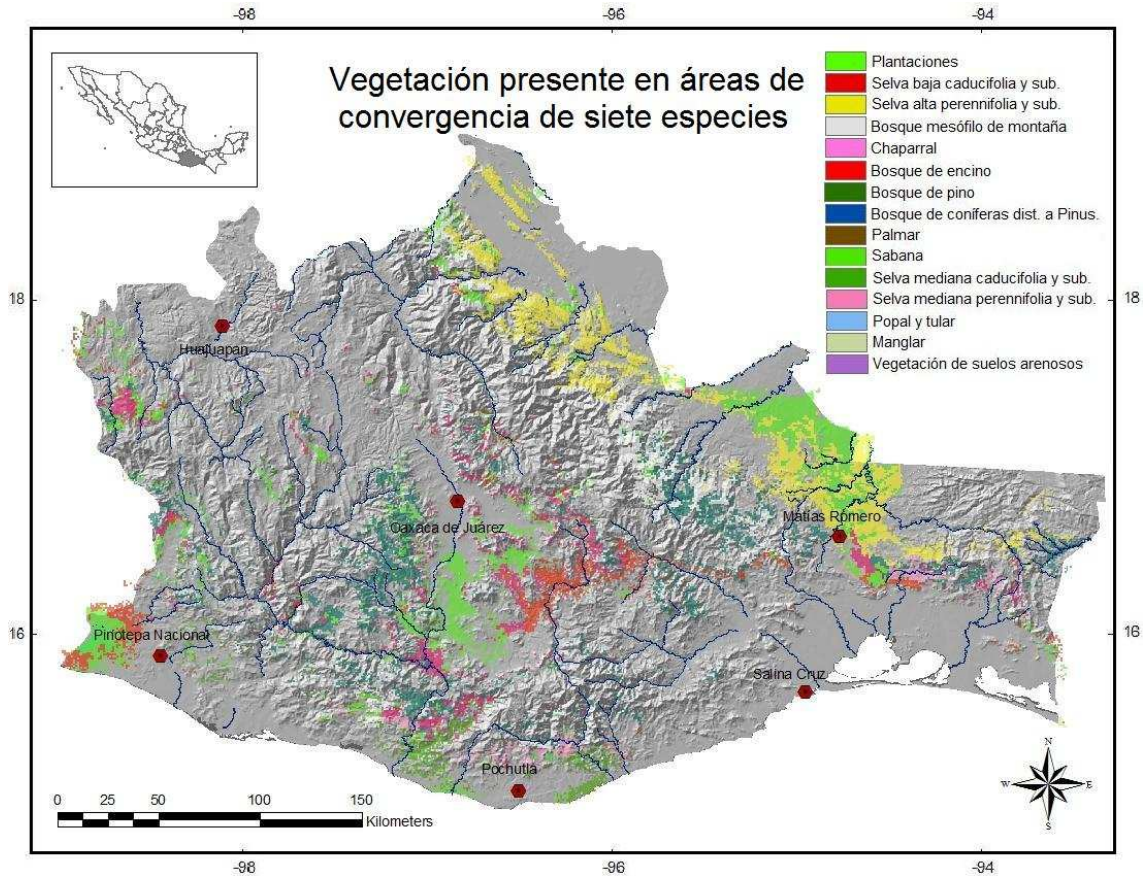


Figura 35. Tipos de vegetación presentes en las áreas de convergencia de la distribución potencial de siete especies.

La mayor parte de las RTP's albergan alguno de estos sitios, al igual que las ANP's : Parque Nacional Huatulco, el Valle de Tehuacán- Cuicatlán y Yagul. Existen 25 Reservas Comunales que potencialmente podrían albergar a estos grupos de siete distribuciones potenciales de mamíferos carnívoros (Fig. 36).

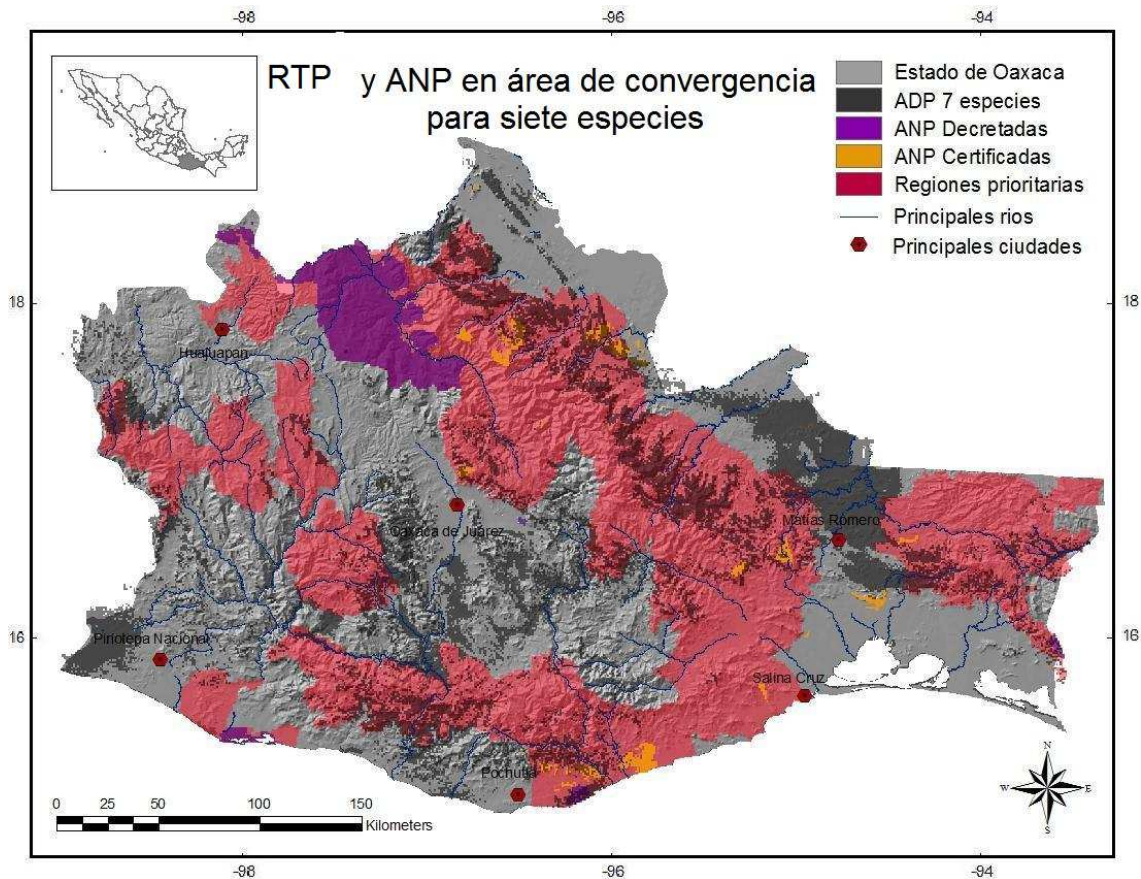


Figura 36. Ubicación de las áreas de convergencia de la distribución potencial de siete especies respecto a RTP's, y ANP's. ADP (área de distribución potencial)

f) Convergencia de la distribución potencial de 6 especies.

Existen en el estado 129 sitios que alojan la distribución potencial de 6 especies, como se observa en la figura 38, se incrementa el número de lugares a medida que disminuye el número de distribuciones potenciales. Sin embargo, no todos los sitios cuentan con una superficie considerable y/o vegetación natural remanente para las especies con especificidad de hábitat. Por lo que, los sitios que efectivamente pueden albergar esta biodiversidad, se ven disminuidos, sin embargo, tomando en consideración la existencia de vegetación natural, el ámbito hogareño y las especies con mayor especificidad de hábitat, se pueden hacer diversas elecciones de los sitios que en conjunto alberguen al total de organismos considerados como prioritarios.



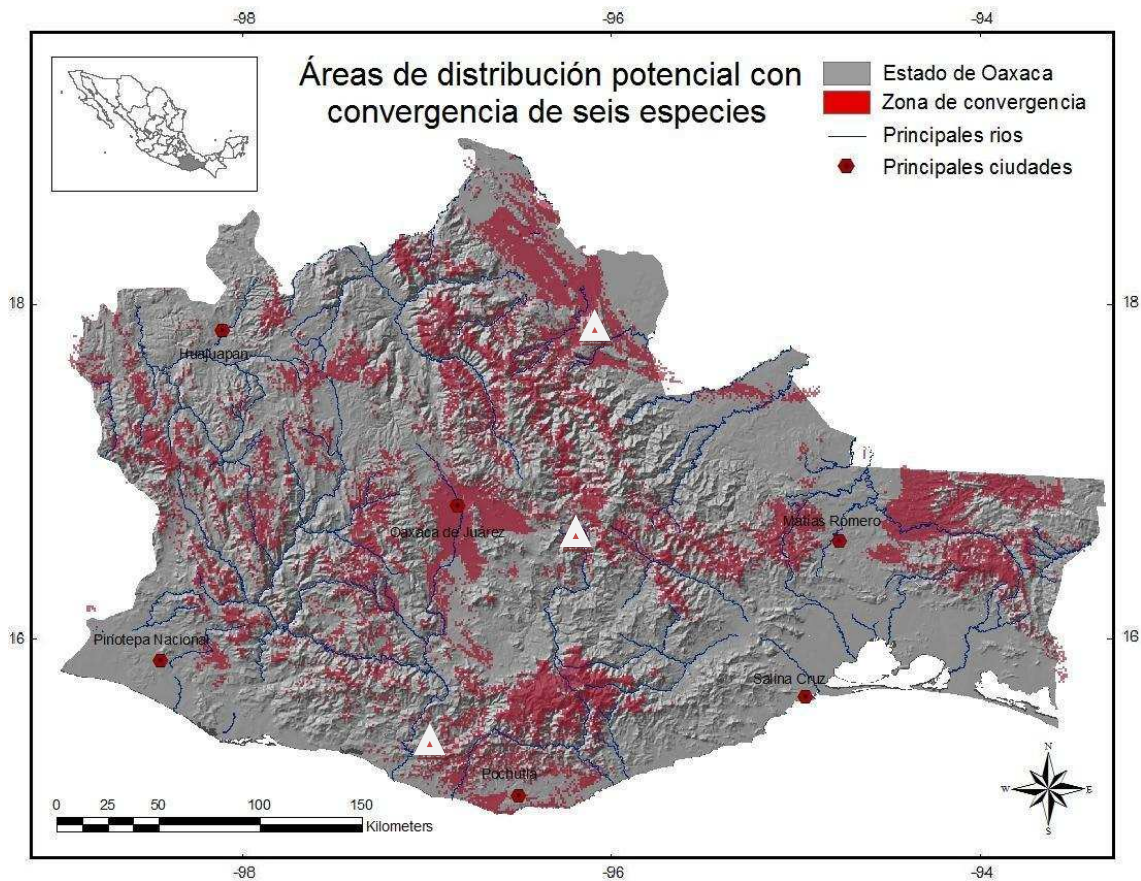


Figura 37. Zonas de convergencia del área de distribución potencial de 6 especies.

En el figura 38 se denotan con un triangulo tres sitios que procurando su preservación se propiciaría la conservación de los 13 mamíferos carnívoros contemplados en la presente investigación. En el lugar ubicado en la costa se localiza la especie con hábitat restringido *S. pygmaea* cuya área es de 208 suficiente para sus requerimientos de ámbito hogareño, el cercano a la Planicie Costera del Golfo corresponde a *P.onca* con 223, 415ha y el del interior del estado se refiere con *L.rufus oaxacensis* con 14, 916 ha .

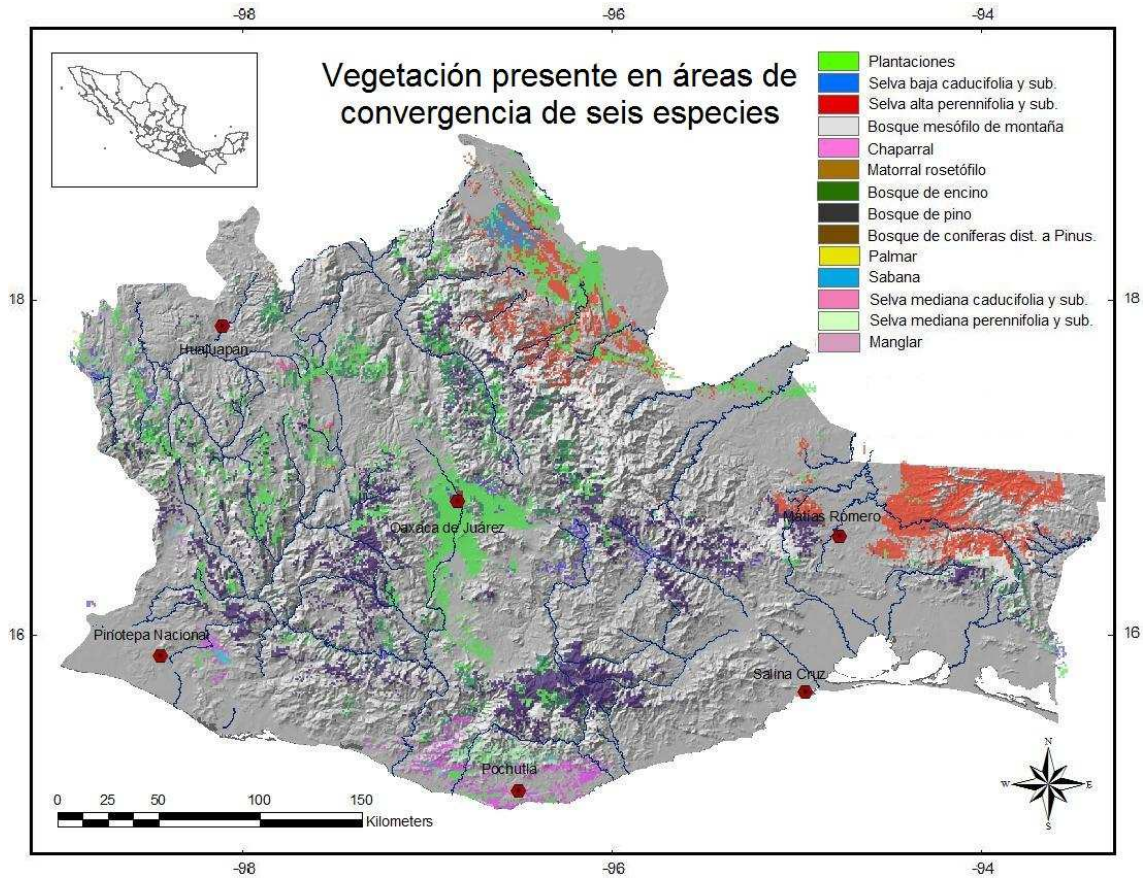


Figura 38 .Tipos de vegetación presentes en las áreas de distribución potencial de seis especies.

En las ocho RTP'S y ANP's localizadas en el estado se distribuyen al menos uno de los sitios con seis distribuciones potenciales. De las 104 ADVC, 52 potencialmente cuentan con las condiciones climáticas para que se localicen al menos seis distribuciones potenciales de las especies de interés.

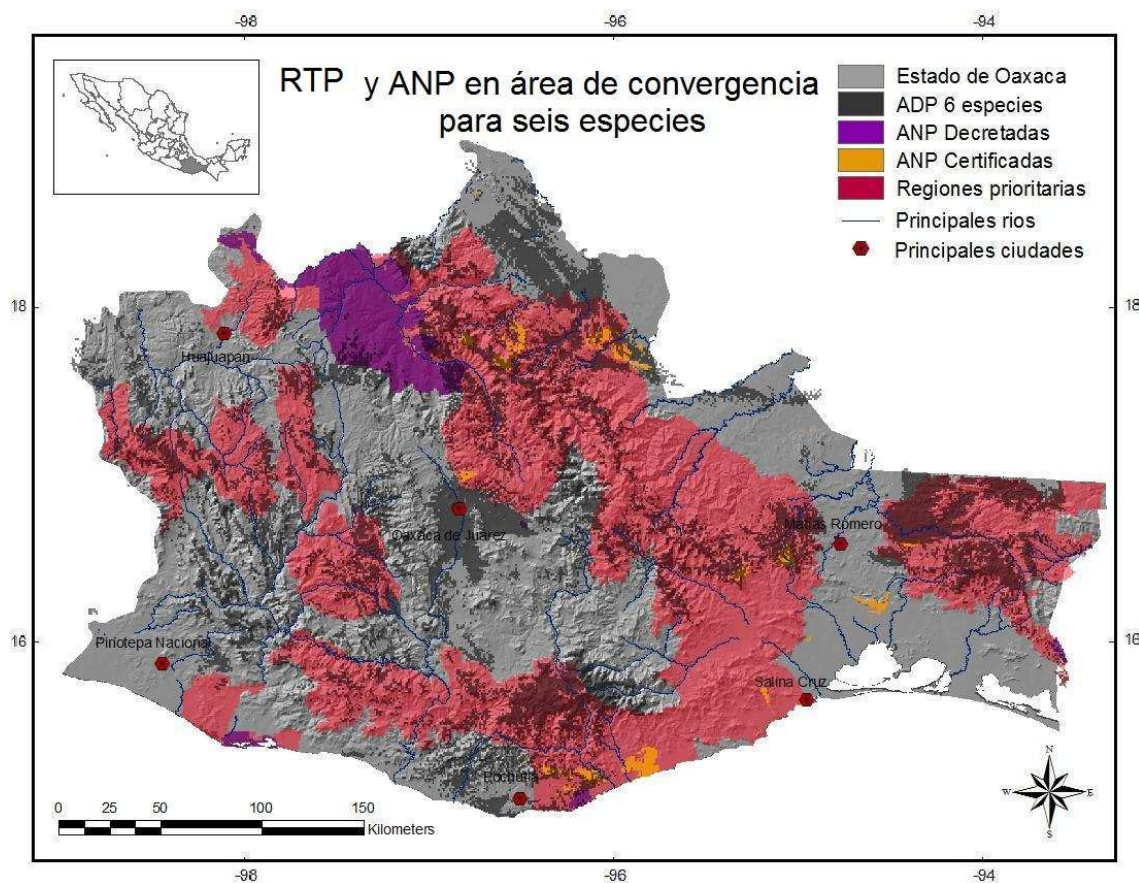


Figura 39. Ubicación de áreas de distribución potencial de seis especies respecto a RTP's y ANP's .

7. DISCUSIONES Y CONCLUSIONES.

La selección de áreas prioritarias para la conservación de la diversidad biológica en países de megadiversidad, como es el caso de México, son particularmente difíciles debido en parte, a la gran diversidad beta existente en el país. Enfocar estos esfuerzos al estado más biodiverso como lo es Oaxaca, y complicando aun más con su amplia diversidad cultural al ser la entidad con mayor numero de lenguas indígenas y donde se observa como una forma de gobierno a los *Usos y costumbres*, resulta aun mas difícil implementar estrategias federales por la cosmovisión que tienen los propios habitantes de sus recursos naturales.

Sin embargo, no se debe cejar en el empeño de conservar los recursos biológicos, sino orientarlos a optimizar los recursos logísticos, territoriales y económicos en pro de una mayor cantidad de especies albergadas dentro de las áreas destinadas para la conservación. Para este propósito y como se observó en los resultados de la presente investigación es viable la implementación de la jerarquización de las especies que permite priorizar a organismos con mayor vulnerabilidad e importancia ecológica que impactan directamente a la conservación de la biodiversidad existente en la zona susceptible a conservar.



La compleja orografía y los microambientes generados propicia una mayor diversidad beta en el estado, siendo materialmente imposible conservar a todas las especies existentes en él, prueba de ello son los estudios previos realizados (de Villa 2006, Illoldi 2008), donde una gran parte de la entidad debería de estar destinada a la conservación, siendo esto imposible por las implicaciones socioeconómicas que involucra.

Establecer zonas de importancia para la conservación, tomando en cuenta a la convergencia potencial de las áreas de distribución del Orden Carnívora permite eficientar los procesos de elección; ya que sesga las decisiones a sitios con mayor probabilidad de contener un alto número de especies ecológicamente importantes.

El área obtenida con mayor relevancia al ofrecer las condiciones ambientales para la existencia de 12 especies prioritarias, abarca 50,584.05 km², por lo que es posible que pueda sustentar organismos con gran ámbito hogareño (e.g. jaguar), debido a esto, la propuesta involucra crear una red de reservas interconectadas o cercanas que propicien la existencia de corredores biológicos naturales que permitan el desplazamiento de los grandes carnívoros para satisfacer sus necesidades de alimento y reproducción.

Se observó la tendencia que a medida que disminuyen el número de áreas coincidentes de distribución potencial de los diferentes mamíferos carnívoros aumenta las zonas de coincidencia.



Así mismo, las ANP no garantizan por sí mismas la protección de los animales objeto de este estudio ya que como máximo ocho animales (de acuerdo al modelado del nicho ecológico MNE) se distribuyen en alguna de ellas (Parque Nacional Lagunas de Chacahua y Monumento Natural Yagul), y las otras ANP albergan menos de 7 especies, sin embargo, existen especies con distribución restringida que no se distribuyen en ellas.

Sin embargo, es importante resaltar el hecho de que las comunidades indígenas poseen un buen conocimiento de su biodiversidad, ya que existen ADVC que podrían albergar potencialmente 11 especies de mamíferos carnívoros, y que la mayor parte de estas áreas de conservación contienen, tomando en consideración al MNE, como mínimo a seis mamíferos carnívoros. Aunado a lo anterior, en ellas se distribuye el total de los 13 animales prioritarios para su conservación.

El 80% del territorio oaxaqueño es de propiedad social (bienes comunales y ejidos) lo cual los convierte en poseedores de la mayor parte de la biodiversidad presente en el estado. Fomentando acciones de conservación en estos sitios, se garantizaría la preservación del Orden Carnívora en Oaxaca.

Por lo anterior, la propuesta de la presente investigación al ofrecer como insumo para la selección de áreas prioritarias para la conservación, la convergencia de las áreas potenciales de distribución de las especies de carnívoros consideradas como relevantes por los criterios complementarios de



rareza, garantiza de forma teórica, la presencia de organismos particularmente importantes para su conservación, ya que al ser especies vulnerables y de amplio ámbito hogareño, actuarían como:

- especies sombrilla;
- reguladores del ecosistema al conservar constante las poblaciones de especie presa y competidores;
- especies carismáticas que podrían coadyuvar a la gestión de recursos económicos;
- indicadores de perturbación antropogénica

Aunque el supuesto teórico puede diferir de la realidad ante el acelerado cambio de uso de suelo, las fluctuaciones climáticas y los sesgos generados por la antigüedad y/o exactitud, de los registros de las colectas realizadas, puede emplearse como un criterio para dirigir esfuerzos de muestreo en zonas de interés biológico o para las comunidades indígenas en las que se quiere implementar un sitio para la conservación generando puntos favorables en los criterios de prelación para acceder a programas de gobierno (PROARBOL, Pago por Servicios Ambientales, etc), que redunden finalmente, en la conservación de los recursos biológicos.



Sin embargo, la modelación del nicho ecológico cuenta con sus limitantes, que los constituyen los escasos registros para algunas especies (e.g. *Galictis vittata*) los registros mal georreferenciados, la antigüedad en las fechas de colectas, el cambio climático, la alta tasa de deforestación, entre otros, que sobreestiman la modelación obtenida, no debiera considerarse como determinante, sino como lo que es, una herramienta que puede influir con fundamento teórico a la toma de decisiones en un estado con alto grado de recambio de especies y finalmente , en un país megadiverso.



8. LITERATURA CITADA

- Arita, H. y G. Ceballos. 1997. Los Mamíferos de México: distribución y estado de conservación. *Revista mexicana de mastozoología* 2:33-71.
- Arita H. y G. Rodríguez. 2004. Patrones geográficos de diversidad de los mamíferos terrestres de América del Norte. Instituto de Ecología, UNAM. Base de datos SNIB-CONABIO proyecto Q068. México, D.F.
- Begon, M. J.I. Harper y C.R. Townsend. 1986. Ecology: individuals, populations, and communities. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Bekoff, M., T.J. Daniels y J.L. Gittleman. 1984. Life history patterns and the comparative social ecology of carnivores. *Annual reviews Ecology and Systematic*, 15:191-232.
- Bosque, J. 1992. Sistemas de Información Geográfica. Madrid: Ediciones Rialp. 452p.
- Briones-Salas, M. 1988. Análisis de la distribución geográfica de los mamíferos comprendidos en la zona norte del estado de Oaxaca. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Briones-Salas, M. 2000. Lista anotada de los mamíferos de la región de la Cañada, en el Valle de Tehuacán- Cuicatlán, Oaxaca, México. *Acta zoológica mexicana* (n.s.) 81:83-103.
- Briones-salas, M., V. Sánchez-Cordero y G. Quintero. 2001. Listado de mamíferos terrestres del norte del estado de Oaxaca, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 72(1):125-161.



Briones-Salas, M., V. Sánchez-Cordero y A. Santos-Moreno. Diversidad de murciélagos en un gradiente altitudinal de la Sierra Mazateca, Oaxaca, México. En: R. Medellín y V. Sánchez-Cordero (eds.), *Contribuciones mastozoológicas en homenaje Bernardo Villa*, México.

Carrascal L.M. y D. Palomino. (2006). Rareza, estatus de conservación y sus determinantes ecológicos. Revisión de su aplicación a escala regional. *Graellsia*, 62(número extraordinario): 523-538 (2006)

Ceballos, G., C. Chávez, A. Rivera y C. Manterola. 2002. Tamaño poblacional y conservación del jaguar (*Panthera onca*) en la Reserva de la Biosfera Calakmul, Campeche, México, pp. 403-481, en: R.A. Medellín, C. Chetkiewicz, A. Rabinowitz, K.H. Redford, J.G. Robinson, E. Sanderson y A. Taber (eds.), *Jaguares en el nuevo milenio: una evaluación de su estado, detección de prioridades y recomendaciones para la conservación de los jaguares en América*. Universidad Nacional Autónoma de México-Wildlife Conservation Society, México

Ceballos G. y G. Oliva. (2005). Los mamíferos silvestres de México. Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad. Fondo de cultura económica. México. 986 pp.

CONABIO-CONANP- TNC-PRONATURA- FCF, UAN. 2007. Análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad terrestre de México: espacios y especies. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy- programa México, PRONATURA AC, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, México.



- Cortes Marcial Malinalli. 2006. Registros históricos y distribución geográfica para la conservación de los mamíferos en el estado de Oaxaca. Informe final de servicio social. Universidad Autónoma Metropolitana, México.
- De Villa Meza, Alejandra. 2006. Áreas prioritarias para la conservación de los carnívoros de Oaxaca. Tesis de maestría, posgrado en Ciencias Biológicas, Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Escalante Espinosa Tania. 2003. Determinación de prioridades en las áreas de conservación para los mamíferos de México empleando criterios biogeográficos. *Anales del instituto de biología, universidad nacional autónoma de México*. Serie Zoología 74(2): 211-237. D.F. México.
- Fa, J. y J.L. Morales. 1993. Patterns of mammalian diversity in Mexico. En: T.P. Rammamorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.), *Biological diversity of Mexico: origins and distribution*, pp. 319-365, Oxford University Press, Oxford, 812 pp.
- Flores-Villela, O. y P. Geréz. 1988. Conservación en México: síntesis sobre vertebrados terrestres. Vegetación y uso del suelo. Inst. Nal. Inv. Rec. Biot. Conservación internacional. 302 p.
- Ford, I., R. Hoffmann. 1988. *Potos flavus*. *Mammalian species*, 321: 1-9.
- García, E. 1997. *Carta de climas. Sistema de Köppen, modificado por E. García*. Escala 1:1 000 000. CONABIO-Estadigrafía, México.
- Goodwin, G.G. 1969. Mammals from the state of Oaxaca, Mexico, in the American Museum of Natural History. *Bulletin American Museum of Natural History* 141:1-269.



Hernández Huerta Arturo. 1992. Los carnívoros y sus perspectivas de conservación en las áreas protegidas de México. *Acta zoológica mexicana* (n.s.) 54 : 1-23.

Hoogesteijn Rafael. Manual on the problem of depredation caused by jaguars and pumas on cattle ranches. Wildlife conservation society

Humphrey, S.R. 1984. How species become vulnerable to extinction and how we can meet the crises. In R.J. Hoage (ed.) *Animal extinctions: what everyone should know*. Smithsonian inst. Press Washington, D.C. pp 9-29

Leibold Mathew A. y P. Geddes. 2005. El concepto de nicho en las metacomunidades. *Ecología austral* 15:117-129. Diciembre 2005. Asociación argentina de ecología

Liras, Elisa. 2008. Funcionamiento, interfaz y formato de los datos en maxent. Réplica del IV taller de modelización de nichos ecológicos (27-30 mayo 2008). Centro andaluz para la evaluación y seguimiento del cambio global

Linnell John D.C. y Olav Strand. 2000. Interference interactions, co-existence and conservation of mammalian carnivores. *Diversity and distributions* 6, 169- 176.

Mella E. J. y J.A. Simonetti. 1994. Conservación de mamíferos en las áreas silvestres protegidas de Chile. *Ambiente y desarrollo*. Septiembre 1994

Nowak, R. 1999. *Walker's mammals of the world, sixth edition*. Baltimore and London: the Johns Hopkins University Press.



Ortíz P., M.A., Hernández S., J.R. y J.M. Figueroa. 2004. Reconocimiento fisiográfico y geomorfológico. En *Biodiversidad de Oaxaca* (ed. Por A. García-Mendoza, M.J. Ordoñez y M. Briones-Salas). Instituto de Biología UNAM/Fondo Oaxaqueño para la conservación de la naturaleza/World Wildlife Fund, México D. F., pp. 43-54.

Peterson, A. T. y D. A. Viegalis. 2001. Predicting species invasions using ecological niche modeling. *Bioscience* 51: 363-371.

Poglayen-neuwall,i., 1988. *Bassariscus astutus*. *The American Society of Mammalogists*, 327: 1-8.

Ramírez-Pulido, J., A. Castro-Campillo y J. Arroyo-Cabrales . 2005. Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México. *Acta zoológica mexicana*, 21(1): 21-82.

Sánchez -Cordero, V. 1993. Biological surveys and conservation in México. *Association of systematic collection newsletter*, 21:53-58.

Sánchez -Cordero, V. 2001. Elevation gradients of diversity for rodents and bats in Oaxaca, México. *Global ecology and biogeography* 10:63-76.

A) Sanchez –Cordero, V., P. Illoldi Rangel , M. Rangel, S. Sarkar y A. Townsend Peterson. 2005. Deforestation and extant distributions of Mexican endemic mammals. *Biological Conservation* 126 (2005) 465–473

B) Sánchez-Cordero, V., V. Cirelli, M. Munguía y S. Sarkar. 2005. Place prioritization for biodiversity representation using species ecological niche modelling. *Biodiversity informatics*, 2, 2005, 11-23

- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL- 2001. Protección ambiental-especies nativas de México de flora y faunas silvestres. Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo. *Diario oficial de la federación*, segunda sección, marzo de 2002.
- Soderman, S. 2000. "*Galictis vittata*" (on-line), Animal diversity web. http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/accounts/information/galictis_vittata.html.
- Sunquist, M.E. y F.C. Sunquist. 2001. Changin landscapes: consequences for Carnivores. Pag. 399-418. En Gittleman, J.L., S.M. Funk, D.W. Macdonal y R.K. Wayne (eds). *Carnivore Conservation*. Cambridge University press. United Kingdom. 675 pp.
- Torres Colin, R. 2004. Tipos de Vegetación. En *Biodiversidad de Oaxaca* (ed. Por A. García-Mendoza, M.J. Ordoñez y M. Briones-Salas). Instituto de Biología UNAM/Fondo Oaxaqueño para la conservación de la Naturaleza/World Wildlife Fund, México D. F., pp. 105-117.
- UNEP. 1992. *Convention on biological diversity*. United Nations Environmental Program, Environmental Law and Institutions Program Activity Centre. Nairobi.
- Valenzuela G. D. e I. B. Vázquez. 2007. Consideraciones para priorizar la conservación de mamíferos mexicanos. En G. Sánchez Rojas y Alberto Rojas Martínez (eds), *Tópicos en sistemática, biogeografía, ecología y conservación de Mamíferos*. México.
- Vélez Tirado María Eugenia. 1991. Representatividad mastofaunística en el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Tesis de maestría. Facultad de Ciencia, Universidad Nacional Autónoma de México.



Velásquez Morales Lidia. 1999. Riqueza y distribución de los carnívoros de Ixtlan de Juárez, Oaxaca. Memoria de residencia profesional. Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca No. 23, México.



APENDICE

Variables bioclimáticas:

BIO1, temperatura media anual

BIO2, rango diurno medio (media mensual (temperatura máxima – temperatura mínima))

BIO3, isothermalidad (P2/P7) (*100)

BIO4, estacionalidad de temperatura (desviación estándar * 100)

BIO5, temperatura máxima del mes más caluroso

BIO6, temperatura mínima del mes más frío

BIO7, rango anual de temperatura (P5 – P6)

BIO8, temperatura media del cuarto más húmedo

BIO9, temperatura media del cuarto más seco

BIO10, temperatura media del cuarto más cálido

BIO11, temperatura media del cuarto más frío

BIO12, precipitación anual

BIO13, precipitación del mes más húmedo

BIO14, precipitación del mes más seco

BIO15, estacionalidad de precipitación (coeficiente de variación)

BIO16, precipitación del cuarto más húmedo

BIO17, precipitación del cuarto más seco

BIO18, precipitación del cuarto más cálido

BIO19, precipitación del cuarto más frío.

