



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**

---

ESCUELA DE BIOLOGÍA

**Distribución y abundancia del ocelote (*Leopardus pardalis*)**

**en el sur de la Sierra Madre Oriental**

**TESIS**

Que para obtener el GRADO de

**LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

PRESENTA:

Laura Angélica Cacelin Castillo

**DIRECTOR DE TESIS:**

Dr. Octavio César Rosas Rosas



Mayo, 2015

*A mis padres Carlos Cacelin y Rocío Castillo*

*A mis hermanos Carlos y Huguett*

*A mis sobrinos Axel y Camila*

***Por ser mi punto de partida.....***

*A todos los felinos del mundo, que diariamente se encuentran en una lucha constante*

*por preservar a través del tiempo su especie.*

## Agradecimientos

Este trabajo no sería posible sin el apoyo de muchas personas que de manera desinteresada aportaron conocimiento, tiempo, recurso, trabajo y sobre todo, pasión por contribuir al conocimiento acerca de uno de los felinos que habitan en este hermoso país. Esperando que mi mala memoria no omita ningún nombre, agradezco infinitamente a todos los que participaron de diferente manera y en diferente etapa de este proceso.

Agradezco al Dr. Octavio César Rosas Rosas por la gran oportunidad que me brindó al permitir que realizara este proyecto de investigación, por su confianza y tiempo, así como por todo el conocimiento compartido. Agradezco infinitamente el proceso que implicó y la formación que en mi ha dejado esta increíble experiencia. A su equipo de trabajo que participó en los muestreos de campo, Anuar, Gmelina, Agustín, y especialmente a Elena Galindo, por su amistad, compañía en campo, conocimiento compartido, por sus consejos y apoyo.

También quiero agradecer al Dr. Juan Héctor García Chávez por la paciencia y el tiempo invertido, por las asesorías y por resolver cualquier duda que surgió durante este tiempo, agradezco la disposición y el conocimiento que en largas pláticas compartió conmigo. Del mismo modo, agradezco al M. en C. Gonzalo Yanes Gómez por sus revisiones y por mejorar considerablemente la redacción del escrito, por todos los conocimientos que en mí dejó a lo largo de la carrera, por el apoyo para concluir en tiempo y forma este proyecto de investigación, y principalmente por su amistad.

Especialmente quiero extender mi gratitud al Dr. Enrique Martínez Meyer por la accesibilidad y el interés que mostró en mejorar y transformar mi desempeño académico, y por ende, la estructura de este trabajo. Realmente valoro que de manera desinteresada invirtió mucho tiempo y paciencia, que sin duda influyó en que este proceso pudiera finalizar. Así mismo, agradezco por abrirme las puertas de su laboratorio en el Instituto de Biología, UNAM, a todo su equipo de trabajo que siempre tuvieron la amabilidad para resolver cualquier duda que me surgió, y especialmente a Paola Díaz por abrirme las puertas de su casa y darme alojamiento.

En este proceso, el M. en C. Gustavo Jiménez Velázquez es pieza clave que marca un antes y un después, no hay manera de mostrar mi gratitud por haberme apoyado en momentos de “crisis y oscuridad tesisista”, por pulir y discutir ideas y conceptos, por los aportes valiosos a la redacción y estructura del escrito, por siempre tener tiempo y espacio para resolver dudas, por la información compartida y sobre todo, por ser guía en este proceso formativo. Infinitas gracias Gus.

Gracias a Marco Tulio, Cuau Cabrera y Patricia Flores por abrirme las puertas de su casa y recibirme de la mejor manera en el último periodo de la tesis, por el cobijo y amistad. Gracias a mis amigos de la universidad por la compañía en inconmensurables noches de desvelo frente a una computadora, por los ánimos y motivación que siempre recibí de cada uno de ellos, por escuchar largas pláticas de desesperación y amargura, por siempre tener una sonrisa que hacen que uno continúe con más ligereza, por los excelentes

ratos de alegría y por ser pañuelo de lágrimas en incontables momentos, gracias Cuau Cabrera, César Javier, Raúl Badillo, Julio César, Ángeles Hernández, Karla Escobedo, Mary Cabrera, Lau Ramírez, Angie Estévez, Mely Ramos, Diego Reyes y a todos los que faltan, gracias por compartir una de las etapas más maravillosas de mi vida.

Gracias a Patricia Flores por ser, sin duda, esa luz que siempre se enciende en la oscuridad más prolongada, por estar conmigo en los momentos más amargos y más alegres de mi vida. Gracias por tu amistad.

Agradezco a mis profesores de la universidad que participaron en mi formación, de los que recibí su inmenso apoyo a lo largo de este periodo universitario, por comprender mi situación laboral y por enseñarme la diferencia entre equidad e igualdad., por su confianza y por creer en mí, entre muchos más, Guillermo Tello y Gonzalo Yanes.

Al mismo tiempo agradezco a las secretarías de la Escuela de Biología que siempre atendieron mis trámites de manera amable, que me apoyaron en muchas ocasiones con la finalidad de que siempre fuera beneficiada.

A los habitantes de San Sebastián Tlacotepec, Sierra Negra, Puebla, por abrirnos las puertas de su hogar, de sus territorios y por el apoyo en los recorridos en campo.

Para finalizar, agradezco profundamente a mis padres Carlos Cacelin y Rocío Castillo, por el apoyo brindado, por no perder la confianza en mí, a mis hermanos Carlos Y Huguett por su cariño y por hacerme pasar excelentes ratos de risa y diversión, a mis sobrinos Axel y Camila por la alegría que con sus sonrisas inyectaron en mi vida, gracias a todos ustedes por ser mi fortaleza, mi pilar, mi motivo más grande de continuar, por ser ejemplo de no rendirse nunca jamás por más difícil que sea una situación. Todo esto es por y para ustedes.

A todos ustedes, por permitirme ser mejor persona ¡Muchas Gracias!

# ÍNDICE

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. INTRODUCCIÓN</b>   | <b>1</b>  |
| 1.1 Análisis de la distribución geográfica potencial de las especies mediante los modelos de nicho ecológico (MNE)                     | 1         |
| 1.2 Monitoreo y estimación de parámetros poblacionales mediante métodos no invasivos   | 4         |
| 1.3 Diagnóstico de la especie  | 5         |
| 1.4 Conocimiento sobre la distribución y abundancia del ocelote  | 8         |
| 1.5 Problemática actual  | 10        |
| <b>2 OBJETIVOS</b>   | <b>13</b> |
| 2.1 Objetivo General   | 13        |
| 2.2 Objetivos particulares   | 13        |
| <b>3 ÁREA DE ESTUDIO</b>   | <b>14</b> |
| <b>4 METODOLOGÍA</b>   | <b>16</b> |
| 4.1 Diseño Experimental  | 16        |
| 4.1.1 Obtención de registros de presencia  | 16        |
| 4.1.2 Modelado del nicho ecológico e identificación de zonas con mayor aptitud para la presencia y distribución geográfica del ocelote | 20        |
| 4.1.3 Estimación de abundancia relativa de ocelote y sus presas potenciales  | 23        |
| 4.2 Análisis de datos  | 23        |
| 4.2.1 Datos de presencia   | 23        |
| 4.2.2 Modelado de la distribución potencial e identificación de zonas con mayor aptitud para la presencia de ocelote                   | 24        |
| 4.2.3 Estimación de abundancia relativa para ocelote y sus presas potenciales  | 26        |
| <b>5 RESULTADOS</b>  | <b>28</b> |
| 5.1 Registros de presencia   | 28        |
| 5.2 Distribución potencial y zonas con mayor aptitud para la presencia de ocelote  | 30        |
| 5.3 Índice de abundancia relativa de ocelote y sus presas potenciales  | 37        |
| <b>6 DISCUSIÓN</b>   | <b>40</b> |
| 6.1 Presencia de la especie en el sur de la SMO  | 40        |
| 6.2 Ausencia de la especie en el sur de la SMO   | 45        |
| 6.3 Distribución y abundancia de la especie en el sur de la SMO  | 48        |

|                          |           |
|--------------------------|-----------|
| <b>7. CONCLUSIONES</b>   | <b>52</b> |
| <b>LITERATURA CITADA</b> | <b>53</b> |
| <b>ANEXOS</b>            | <b>70</b> |

## RESUMEN

El ocelote (*Leopardus pardalis*) es un felino neotropical que se encuentra en peligro de extinción y enfrenta problemas graves de conservación, principalmente al límite septentrional de su distribución. La Sierra Madre Oriental (SMO) es centro de controversia con respecto a la importancia que posee para funcionar como un corredor biológico para felinos, sin embargo, identificar áreas de hábitat continuo dentro del macizo montañoso que mantengan la conectividad entre las poblaciones del noreste y sureste mexicano es fundamental para asegurar la supervivencia de la especie a escala regional. En el presente estudio se determinó la presencia, distribución y abundancia del ocelote en el sur de la Sierra Madre Oriental y se identificaron con base en la calidad del hábitat sitios prioritarios para su conservación. El muestreo en campo se realizó de septiembre de 2013 a enero de 2014 y se utilizaron sensores fotográficos para registrar la presencia de la especie. Para conocer la distribución geográfica se emplearon modelos de nicho ecológico; los datos fueron analizados con el algoritmo Máxima Entropía (MaxEnt). Mediante el uso complementario de los Sistemas de Información Geográfica se identificaron los sitios que deben ser prioritarios para la conservación del ocelote. Se calcularon índices de abundancia relativa para el ocelote y sus presas potenciales. Con un esfuerzo de muestreo de 2381 noches trampa se registró la presencia de la especie en la Reserva de la Biósfera Sierra del Abra-Tanchipa (RBSAT) en San Luis Potosí y en la Sierra Negra (Puebla); se identificaron un total de 13 individuos, entre ellos machos, hembras y crías. Se estimó que un 77.68% del área de interés cuenta con las condiciones ambientales para la distribución potencial del ocelote y se incluye a la SMO como parte de la distribución de la especie. El índice de abundancia relativa mostró que el ocelote es más abundante en la RBSAT que en la Sierra Negra, y la abundancia de las presas potenciales en cada sitio de estudio fue diferente. La SMO es de vital importancia para la presencia y conservación de felinos medianos como el ocelote, se sugiere desarrollar planes de manejo y conservación en las regiones con presencia de la especie y planes de restauración del hábitat en zonas aledañas

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Análisis de la distribución geográfica potencial de las especies mediante los modelos de nicho ecológico (MNE)

La ecología analiza las interacciones de los organismos con su entorno (Begon et al., 1996); una de las nuevas alternativas para esto es la elaboración de *modelos* estadísticos y matemáticos que permiten explicar y predecir que ocurre en la realidad de un modo simplificado (Odum y Barret, 2006). De esta manera, es como recientemente se han desarrollado los *modelos de nicho ecológico* (MNE), que tienen como objetivo conocer y predecir la *distribución geográfica potencial* de una especie (Sánchez-Cordero et al., 2001; Soberón y Peterson, 2005; Martínez–Meyer y Sánchez-Cordero, 2006).

Para comprender y clarificar la relación entre la distribución geográfica y los MNE, se requiere considerar los múltiples conceptos de *nicho* que los ecólogos han definido (Leibold, 1995; Soberón, 2007; Peterson et al., 2011), y de los cuales se puede hacer una distinción en dos grupos principales: el nicho de hábitat y nicho de función (*sensu* Leibold 1995; Soberón, 2007), el primero de ellos abarca una perspectiva geográfica y lo define por primera vez Joseph Grinnell (1917) como la combinación de los requerimientos ambientales (climáticos y de hábitat) que le permiten a la especie encontrarse en ciertas regiones. Por lo contrario, para Charles Elton (1927) el nicho es el impacto o la función de la especie dentro de una comunidad y únicamente son considerados los factores bióticos, lo cual es evaluado a una escala local (Soberón, 2007; Peterson et al., 2011).

G. Evelyn Hutchinson (1957) define el nicho como un hipervolumen multidimensional que le permite a la especie sobrevivir y reproducirse, y a su vez determina cuales son el tipo de variables que conforman a dicho hipervolumen (Hutchinson, 1978). Con base en el tipo de variables define el nicho fundamental



(NF) y el nicho realizado (NR); el primero caracterizado por las variables escenopoéticas (temperatura, topografía, humedad) y el segundo por las variables bióticas (interacciones negativas) (Hutchinson, 1959; Hutchinson 1978; Peterson, 2001; Wiens y Donoghue, 2004). Con base en esta distinción, Hutchinson determina que los nichos y la distribución de una especie se estiman y representan en dimensiones de un espacio ecológico y un espacio geográfico (Peterson et al, 2011).

En relación con lo antes mencionado, es importante enfatizar que los MNE estiman la combinación de requerimientos y condiciones ecológicas que una especie necesita para mantener poblaciones en determinada región (nicho Grinelliano) (Soberón, 2007), y mediante el uso complementario de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se generan mapas predictivos de regiones o áreas dentro de un paisaje que reúnen el conjunto de condiciones ecológicas que le permiten a la especie estar presente (Anderson y Martínez-Meyer, 2004; Sánchez-Cordero et al., 2004; Soberón y Peterson, 2005), y se consideran como el área de *distribución geográfica potencial*.

El área de distribución de una especie la define Brown et al. (1995) como el espacio geográfico que ocupa, y es importante considerar que está determinada principalmente por cuatro factores dinámicos e interactivos: 1) las condiciones abióticas 2) las condiciones bióticas, 3) el área accesible para la dispersión y 4) la capacidad evolutiva de la especie (*sensu* Soberón y Peterson, 2005).

Para comprender de qué manera dichos factores determinan la presencia y las áreas de distribución geográfica de una especie Soberón y Peterson (2005) elaboran un diagrama que explica la interacción de dichos factores, al que se le conoce como el diagrama BAM (Biótico-Abiótico-Movimiento) (Figura 1). En un área geográfica (G), la concurrencia de los factores abióticos (circulo A), bióticos (circulo B) y el área que es accesible para la especie (M) determinan la distribución geográfica de una especie (P).

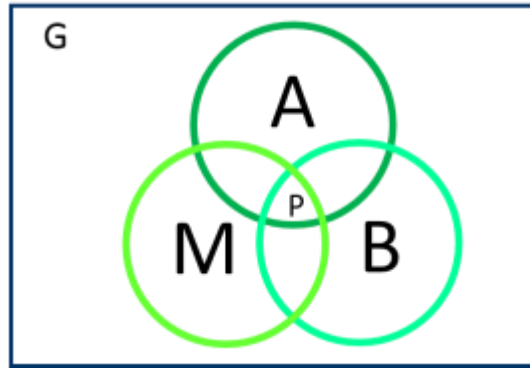


Figura 1. Diagrama BAM. Tomado de Soberón y Peterson 2005.

La correcta interpretación de estos factores en el espacio geográfico resulta de vital importancia para conocer el área de distribución potencial de las especies, y debido a la relevancia geográfica que involucra ha favorecido el desarrollo de la investigación en diferentes disciplinas, como la ecología (Martínez-Meyer et al., 2013), la biogeografía (Escalante et al., 2005), la evolución y la conservación (Sánchez-Cordero y Martínez–Meyer, 2000).

Para la conservación de la diversidad biológica es necesario la identificación de regiones potenciales para la presencia y distribución de las especies, considerando que ofrecen una base de hábitat óptimo conectado con áreas similares que faciliten la circulación y dispersión de los individuos, es decir, la identificación de corredores biológicos resulta de interés para enfocar estrategias que aseguren la supervivencia espacial y temporalmente de las especies (Peterson, 2001; Martínez- Meyer, 2006; Holcombe et al., 2007; Cuervo-Robayo et al., 2012).

## 1.2 Monitoreo y estimación de parámetros poblacionales mediante métodos no invasivos

El monitoreo de fauna silvestre y principalmente de carnívoros es un gran reto de investigación (Balme et al., 2009), debido a que regularmente presentan baja densidad poblacional, son especies esquivas y de hábitos nocturnos o crepusculares (Bárcenas, 2010; Chávez et al., 2013), por tal motivo el implementar herramientas como las trampas cámara que detectan la presencia de dichas especies ha sido un gran aporte para su conocimiento.

La técnica de fototrampeo provee información relevante sobre la fauna silvestre, por lo que se ha implementado principalmente para determinar la presencia y/o ausencia de especies (Karanth y Nichols, 1998; Maffei et al., 2002; O'Connell et al. 2011). El trampeo fotográfico tiene fundamento en el método de captura-recaptura (O'brien, 2011), y como resulta ser un método no invasivo (Silver et al., 2004), su aplicación se ha incrementado considerablemente en los últimos años (Carbone, 2008), se ha usado principalmente con especies crípticas (Wemer et al., 1996) como los felinos silvestres, por ejemplo, el tigre (*Panthera tigris*), el guepardo (*Acinonyx jubatus*), el jaguar (*P. onca*) y el puma (*Puma concolor*), (Karanth, 1995; Karanth y Nichols, 1998; Carbone et al., 2001; Marker et al., 2008; Maffei et al., 2002, 2004; Silver et al., 2004; Kelly et al., 2008; Rosas-Rosas y Bender 2012).

Esta herramienta presenta la ventaja de tener una mayor precisión en la identificación de individuos que se diferencian de otros por presentar características conspicuas, por ejemplo, patrones de manchas y coloración (Dillon y Kelly, 2008) ya que mediante la identificación de los individuos se pueden estimar parámetros poblacionales como la abundancia y densidad (Ludlow y Sunquist, 1987; Karanth, 1995; Casariego, 1998; Karanth y Nichols, 1998; Trolle y Kéry, 2003, 2005; Maffei et al., 2005; Di Bitetti et al., 2006; Dillon y Kelly, 2008).

La abundancia de una especie se define como el número de individuos presentes en cierto espacio y tiempo (Litvaitis et al., 1994), sin embargo, conocer el número de individuos que componen una población no puede ser medido en su totalidad debido a que generalmente no se detecta a todos los individuos presentes en el área estudiada (Krebs, 2000; Walker et al., 2000). Por lo cual, una de las ventajas que proporciona el trapeo fotográfico es que mediante las fotografías obtenidas se puede estimar la frecuencia de captura de cada especie, así como índices de abundancia relativa (IAR) (O'Brien et al. 2003, Kelly et al., 2008), ya que estos últimos son fáciles de estimar y se expresan como el número de individuos por unidad de esfuerzo (Maffei et al., 2002; Goulart et al., 2009; Lira-Torres y Briones-Salas, 2011).

La estimación de la abundancia relativa o absoluta permite entender la dinámica de las poblaciones de animales, ya que es un atributo que varía con el tiempo y el espacio, así como por factores bióticos y/o abióticos; mediante su estimación es posible hacer inferencias sobre las variaciones temporales y espaciales de las poblaciones de fauna silvestre (Walker et al., 2000). El monitoreo de las poblaciones en el tiempo y el espacio juega un papel importante para los estudios de manejo y conservación (Gibbs, 2000), principalmente cuando existe nula o poca información previa de la zona de interés.

### **1.3 Diagnósis de la especie**

El ocelote (*Leopardus pardalis*) (Linnaeus, 1758) es una de las seis especies de felinos que se encuentran presentes en México. Pertenece al Orden Carnívora, Familia Felidae (Murray y Gardner, 1997). Comparado con el jaguar (*Panthera onca*) el ocelote es más pequeño, en promedio pesa entre 11 y 16 kilogramos por lo que se le considera como un felino de talla mediana, su cuerpo está cubierto de motas negras o café oscuro y a diferencia del jaguar (*P. onca*) y tigrillo (*Leopardus wiedii*), la característica que lo distingue son las pintas alargadas y en forma oblicua que se le forman en las partes laterales del cuerpo y que parten a la altura de los hombros

(Aranda, 2005). En la nuca y en las mejillas se le forman dos rayas color negro; el vientre, igual que el interior de las manos y patas es blanco con puntos negros; en proporción, a lo largo de su cuerpo, su cabeza y cola son pequeñas; ésta última presenta anillos color negro; tiene orejas redondeadas, erectas y por atrás son negras con un punto blanco (Murray y Gardner, 1997; Nowak, 1999).

La presencia de la especie generalmente se asocia con áreas de cobertura vegetal densa (Murray y Gardner, 1997; Harveson et al., 2004; Maffei et al., 2005), y ocupa diversos hábitats (Ludlow y Sunquist; 1987; Nowak, 1999), desde bosque tropical perennifolio, subcaducifolio y caducifolio, matorrales, chaparral denso, bosque mesófilo de montaña, bosque de pino, bosque encino, bosque espinoso (incluyendo vegetación secundaria), manglares, pastizales, bosque de galería, bosque ripario, e incluso en sabanas con inundaciones estacionales y pantanos (Navarro, 1985; Tewes, 1986; Ludlow y Sunquist, 1987; Emmons, 1988; Oliveira, 1994; Murray y Gardner, 1997; López-González et al., 2003; Servín et al., 2003; Trolle y Kery, 2003, 2005; Harveson et al., 2004; Chávez-León, 2005; Haines et al., 2006; Goulart et al., 2009; Bárcenas, 2010; Martínez-Calderas et al., 2011; Pulido y Payan, 2011; Ahumada-Carrillo et al., 2013; Almazán-Catalán et al., 2013; Martínez-Hernández et al., 2014).

La mayoría de los registros se ubican por debajo de los 1000 msnm (Aranda, 2005), sin embargo, aunque en menor frecuencia se le ha reportado en altitudes mayores a los 2000 msnm (Iglesias et al., 2009; Bárcenas y Medellín, 2010; Martínez-Calderas et al., 2011; Moreno-Arzate; 2011).

El ocelote es un felino neotropical, por lo que su distribución histórica abarca desde el sur de Arizona y Texas, en Estados Unidos, hasta el norte de Argentina (Tewes y Schmidly, 1987). En México, su distribución se bifurca, por la parte oeste del país desde el estado de Sonora y toda la planicie costera del pacífico, mientras que por la parte este se distribuye desde los estados de Nuevo León y Tamaulipas y a través del golfo de México, incluyendo el estado de Puebla (Ramírez et al.,

2010), ya en el sur, se encuentra en el estado de Chiapas y en la Península de Yucatán (Leopold, 1959; Hall, 1981; Aranda, 2005) (Figura 2).

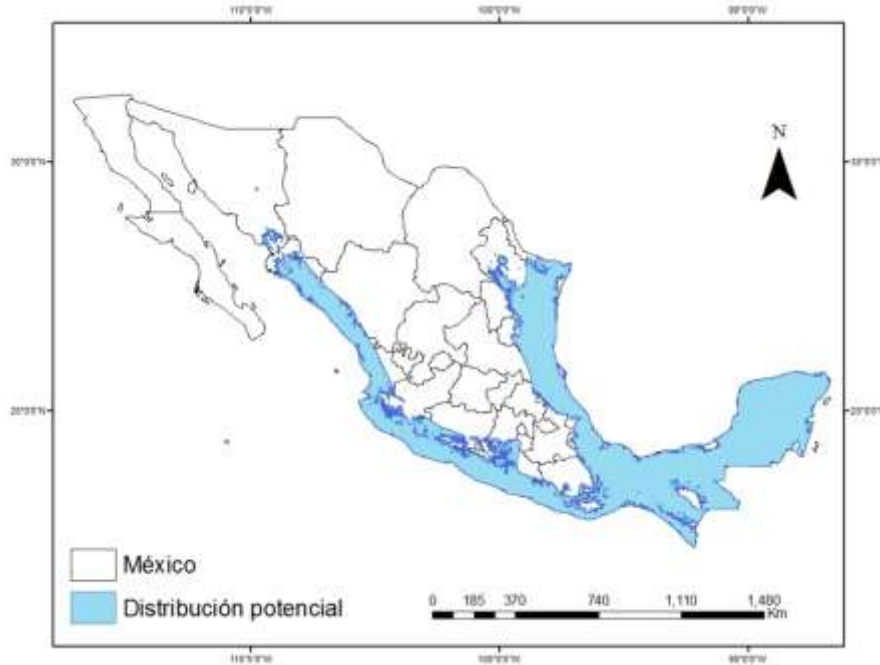


Figura 2. Distribución potencial de *Leopardus pardalis* en México.

Fuente: Ceballos et al., 2006, CONABIO, 2010.

Los ocelotes presentan gran amplitud en su dieta, por lo que se consideran como una especie oportunista (Emmons, 1987; Murray y Gardner, 1997); a lo largo de su distribución se han documentado más de 50 especies de presas (Emmons, 1988; Sunquist *et al.*, 1989; Chinchilla, 1994; Murray y Gardner, 1997; De Villa-Meza *et al.*, 2002, Sunquist & Sunquist 2002). Se sabe que esta diversidad de presas está relacionado con el tipo de hábitat y se considera que puede estar presente en un área geográfica siempre que exista abundancia de presas potenciales (Emmons, 1988). Las presas frecuentemente consumidas son mamíferos pequeños, siendo estos los roedores (De Villa-Meza *et al.* 2002; Emmons, 1990; Murray y Gardner, 1997); sin embargo, en menor frecuencia también han sido reportadas presas grandes, como pecaríes, temazate y primates (Murray y Gardner, 1997; Bianchi y Mendes, 2007); consume aves, reptiles, anfibios, peces, insectos, artrópodos y materia vegetal (Murray y Gardner, 1977).

#### **1.4 Conocimiento sobre la distribución y abundancia del ocelote**

Los estudios en relación con la ecología del ocelote abarcan diversos aspectos como su ámbito hogareño, dieta, densidad, presencia y distribución, y han sido de suma importancia en la contribución al conocimiento de la especie (Martínez-Meyer 1997; De Villa Meza et al., 2002; López et al., 2003; Servin et al., 2003; Villareal et al., 2005; Grigione et al., 2009; Ramírez et al., 2010; Martínez-Calderas et al., 2011; Valdez-Jiménez et al., 2013; Martínez-Hernández et al., 2014).

En el oeste de México, López et al. (2003) identifican que el estado de Sonora forma parte del límite de la distribución septentrional del ocelote, siendo de las pocas áreas donde la especie aún puede persistir y mantener poblaciones viables, a su vez determina que la presencia de ocelote se encuentra asociada a la región de las sierras montañosas ubicadas al este del estado donde no existen áreas bajo algún estatus de protección, por lo que sugiere que con base en este tipo de estudios se pueden identificar áreas que mantengan la conectividad de los hábitats adecuados para el ocelote.

Ceballos-González et al. (2006) realizaron para México un estudio sobre la distribución potencial del ocelote y a través de un mapa representan a las Llanuras Costeras del Pacífico y el Golfo de México, así como el todo el sur del país, como los sitios con mayor posibilidad de encontrar las condiciones favorables para la presencia de la especie (Figura 2).

En el límite norte de la distribución de la especie en el continente americano, las poblaciones de ocelote, presentan un decremento en su tamaño poblacional debido a la fuerte presión que ha sufrido por la cacería durante el siglo 19 y por la pérdida de su hábitat (Nowak, 1999). Actualmente solo existen dos poblaciones reproductoras en el sur de Texas, la primera en el Condado de Willacy y la segunda en el Condado de Cameron, en Laguna Atascosa National Wildlife Refuge (LANWR) (Haines et al., 2006); debido a esta problemática, los esfuerzos de conservación se

han concentrado en conocer los sitios donde aún está presente la especie y cuál es su distribución.

Con este panorama, Haines et al., (2006) estimaron el tamaño poblacional de la especie en el Condado de Willacy, Texas, con un esfuerzo de muestreo de 658 trampas noche no obtuvieron registro de la presencia de ocelote, mientras que con 1310 trampas noche registraron la presencia de 3 ocelotes, un macho y dos hembras (una con signos de preñez). La densidad estimada es baja y sugieren que es necesario fomentar la conservación, mediante la restauración del hábitat y la creación de corredores que permitan la subsistencia de la especie a largo plazo.

Di Bitetti et al. (2008) determinan que la abundancia de la especie se relaciona con sitios donde la precipitación incrementa, y sugieren que esta relación observada se debe al patrón general de la disminución de la productividad primaria con la latitud; a su vez reportan que en sitios con menor perturbación y actividades antropogénicas la densidad estimada es mayor y deducen que las actividades humanas están repercutiendo negativamente en el tamaño de las poblaciones

Ramírez et al. (2010) reportan la presencia de la especie para el estado de Puebla y determinan que su distribución incluye regiones de la Sierra Norte, La Mixteca Poblana y Tehuacán, donde en esta última la especie utiliza el hábitat con cierto grado de perturbación. Así mismo, sugieren que los registros en el suroeste de Puebla indican la existencia de una población compartida entre los estados de Guerrero, Morelos, Puebla y Oaxaca, proponiendo que el estado de Puebla debe ser considerado como un corredor para los felinos silvestres debido a la fusión de características neárticas y neotropicales que posee.

Martínez-Calderas et al. (2011), delimitan la distribución geográfica del ocelote para el estado de San Luis Potosí, con base en los registros obtenidos establecen que la especie se distribuye al oriente del estado, en la Planicie Costera, la Sierra Madre Oriental y la Huasteca Potosina; sin embargo, los autores sugieren



que la distribución del ocelote se extiende hacia el oeste del estado sin llegar al Altiplano Potosino, ya que es poco probable que el ocelote esté presente en regiones que son inadecuadas debido a que presentan climas áridos con temperaturas extremas, vegetación poco densa y con mayor frecuencia de asentamientos humanos.

Báez y Estrada (2014) proponen una ampliación del área de distribución de la especie para el estado de Jalisco, mediante el registro de una camada de ocelotes en un ambiente desprovisto de vegetación; determinan que es importante continuar con estudios que promuevan acciones para la conservación de especies en riesgo y de sus ecosistemas, por lo que sugieren que mediante la evidencia de la presencia de poblaciones reproductivas se implementen acciones para la conservación del hábitat mediante posibles corredores biológicos.

Martínez-Hernández et al., (2014) señalan que la densidad de ocelotes estimada en la Reserva de la Biosfera Sierra del Abra-Tanchipa (SLP) es baja, coincidiendo con la hipótesis de que la densidad de los ocelotes disminuye cuando la precipitación es menor y aumenta conforme se acerca al ecuador, apoyando así el patrón general de la disminución de la productividad primaria con la latitud (Di Bitetti et al., 2008), y hace referencia a que en regiones donde la estación seca es drástica, la detección de los ocelotes se concentra en zonas con agua permanente.

### **1.5 Problemática actual**

La distribución actual del ocelote en comparación con su distribución histórica se ha reducido (Tewes y Schmidly, 1987), debido al alto grado de fragmentación de los hábitats en México (Aguilar et al., 2000); la mayoría de los remanentes de bosque original donde habita la especie cada vez se encuentran más aislados (Martínez-Hernández et al., 2014). La conversión de hábitat natural en agroecosistemas y asentamientos humanos ocasionando que la dispersión de este felino sea cada vez más compleja, afectando la conectividad y el intercambio genético entre las poblaciones, tal como sucede actualmente con las poblaciones del sur de Estados

Unidos y el norte de México, propiciando el aislamiento que ocasiona la extinción local o regional de la especie (Haines et al., 2006; Janečka et al. 2007).

Con base en lo antes mencionado y debido a los escasos registros de presencia de ocelote en el norte de México, Grigione et al., (2009) proponen un mapa de unidades de conservación (Cat Conservation Units (CCUs)) y corredores prioritarios para la conservación (Cat Conservation Corridors (CCCs)) para la especie en el sur de Estados Unidos y el norte de México. Las áreas propuestas como prioritarias se caracterizan por presentar cierta calidad de hábitat y favorecen la conectividad con otras regiones. En la región oriental del país se identifican tres áreas consideradas de vital importancia: Muzquiz, Coahuila, Laguna Catau y Sierra de Tamaulipas, Tamaulipas, ya que probablemente conectan con las poblaciones reproductoras de Texas, aunado a dichas regiones identifican a la Sierra Madre Oriental (SMO) como un sitio de alta prioridad para la conservación del ocelote (Ver Figura 3).

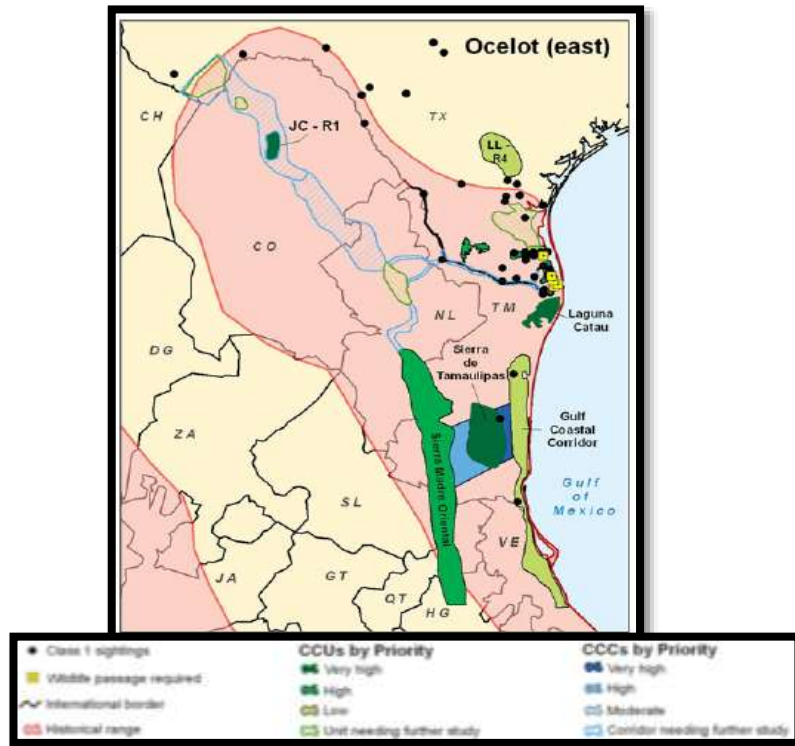


Figura 3. Unidades y corredores prioritarios para la conservación del ocelote en el noreste de México. Tomado de Grigione et al. 2009.

La SMO constituye un claro ejemplo de pérdida y fragmentación del hábitat, principalmente por el cambio de uso del suelo para actividades antropogénicas como asentamientos humanos y la apertura a desmontes para uso ganadero y agrícola que se ha registrado en la región en los últimos años (Villordo- Galván et al., 2010); por tal motivo, Rabinowitz y Zeller (2010) determinan que dicho macizo montañoso es una región aislada para la dispersión del jaguar (*P. onca*) debido a que no cumple con las características de vegetación que puedan servir como un corredor biológico para felinos mayores, limitando la conectividad entre las poblaciones del norte y sur de México.

A pesar de que la SMO cuenta con la presencia de áreas naturales protegidas (ANP) de carácter federal y estatal (CONANP, 2014), cuya principal función es servir como instrumento de conservación, dichas ANP no cuentan con una cobertura homogénea de vegetación original. Estas, se encuentran inmersas en una matriz de hábitat transformado compuesto por remanentes de vegetación primaria de diversas formas y tamaños rodeados de cultivos, pastizales, vegetación secundaria y urbanización, lo que resulta en condiciones ecológicas no viables para la presencia de especies de mamíferos (Sánchez-Cordero et al., 2004; Ortega-Huerta y Peterson, 2008) afectando negativamente la demografía y genética de las poblaciones (Noss y Csuti, 1994; Janecka, 2007).

Por los motivos antes mencionados, es importante conocer la potencialidad con la que cuenta el sur de la Sierra Madre Oriental (SMO) para la presencia, distribución y dispersión de felinos medianos como el ocelote, y a su vez estimar parámetros poblacionales básicos como la abundancia con la finalidad de implementar estrategias efectivas y realistas que aseguren la supervivencia de las poblaciones del noreste y sureste mexicano en una escala regional.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo General**

Modelar el nicho ecológico del ocelote y estimar su abundancia en el sur de la Sierra Madre Oriental, así como estimar la abundancia de sus presas potenciales.

### **2.2 Objetivos particulares**

- Registrar la presencia de ocelote en tres ANP's del sur de la SMO y Sierra Negra de Puebla.
- Elaborar un mapa de la distribución geográfica potencial del ocelote en el sur de la SMO y Sierra Negra de Puebla.
- Identificar zonas con mayor aptitud para la distribución potencial del ocelote en el sur de la SMO y en la Sierra Negra de Puebla.
- Estimar la abundancia relativa de ocelote y sus presas potenciales en tres ANP's del sur de la SMO y Sierra Negra de Puebla.

### 3 ÁREA DE ESTUDIO

La Sierra Madre Oriental es una provincia biogeográfica con una extensión que abarca aproximadamente el 3% de la superficie del territorio mexicano (Ruiz-Jiménez et al., 2004), y es considerada una región de vital importancia debido a la alta diversidad biológica que posee (Alanís, 2004). Esto es resultado de la gran variedad de climas que la conforman, que van desde ambientes áridos hasta cálidos húmedos, así como por un relieve complejo (Alanís, 2004), y es considerada como una de las 11 provincias morfotectónicas con rasgos fisiográficos y geológicos característicos (Alanís, 2004).

Este complejo montañoso está conformado por las sierras de Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí, Querétaro, Hidalgo, Puebla y el oeste de Veracruz, constituido principalmente por rocas sedimentarias de origen marino y calizas. La temperatura media oscila entre los 12° y 26°, con una precipitación total anual de 300 mm en el norte y de 1200 hasta 4000 mm en el sur de la SMO; los valores medios anuales de humedad relativa son entre un 55 y 65%. Se presentan tres grupos climáticos: cálidos (A) en un 9.8%, templados (C) representados por un 40.2% y los climas secos (B) en un 50%; sin embargo debido a las variaciones altitudinales y la posición geográfica, el 65% corresponde a los subgrupos climáticos semicálidos (Hernández-Cerda y Carrasco- Anaya, 2004).

En esta provincia biogeográfica los tipos de vegetación que predominan son, en la vertiente húmeda, los bosque de coníferas (28%), bosque de encino (26%) y bosque mesófilo de montaña (8%); mientras que en la vertiente seca predominan los matorrales xerófilos (16%) (CONABIO, 2008); los bosques templados se localizan principalmente en las partes altas de este macizo montañoso, entre los 800 y 2000 msnm (Alanís, 2004). Sin embargo, la estructura que presenta es una matriz heterogénea del paisaje compuesta por bosques, selvas, matorrales, así como agricultura, ganadería y áreas de protección natural (Contreras-Medina, 2004).

La SMO es una región de gran interés biológico por la composición de su mastofauna (León-Paniagua et al., 2004) y particularmente para la conservación de especies de felinos neotropicales (Grigione *et al*, 2009).

El trabajo de campo se realizó en tres Áreas Naturales Protegidas (ANP's) en el sur de la SMO (la Reserva de la Biosfera Sierra del Abra-Tanchipa (RBSAT) en San Luis Potosí, el Parque Nacional Los Mármoles (PNM) en Hidalgo y el Área de Protección de Recursos Naturales Cuenca Hidrográfica Río Necaxa (APRNCHRN) en Puebla), así como en la Sierra Negra de Puebla, la cual pertenece a la provincia biogeográfica de Oaxaca (CONABIO, 1997 (Figura 4).

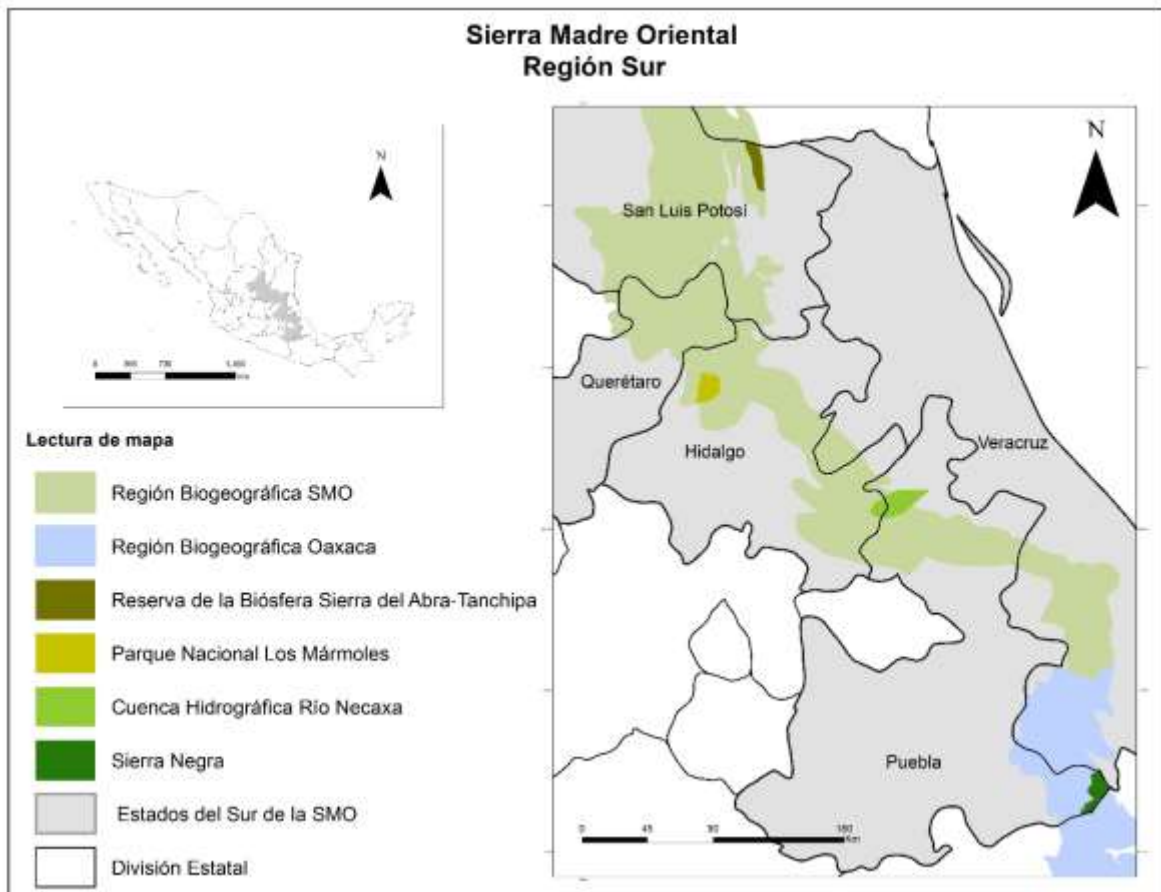


Figura 4. Área de estudio, sitios de interés en el sur de la provincia Sierra Madre Oriental y Oaxaca.

La descripción y caracterización de cada sitio de estudio se puede consultar en el anexo 1.

## **4 METODOLOGÍA**

Como parte del Programa de Conservación de Especies en Riesgo (PROCER 2013) financiado por Especies Prioritarias de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y dentro del Programa de Acción para la Conservación de la Especie Jaguar (PACE: “Implementación de Acciones para la Consolidación del Corredor del Jaguar entre la Sierra del Abra Tanchipa y la Sierra Norte de Puebla”) ejecutado en el año 2013, el muestreo en campo inició en el mes de octubre de 2013, finalizando en enero de 2014.

### **4.1 Diseño Experimental**

#### **4.1.1 Obtención de registros de presencia**

Para registrar la presencia de ocelote en las ANP, se aplicó como método indirecto y herramienta principal el trampeo fotográfico (O’Brien, 2011), bajo el supuesto del modelo de captura-recaptura, que consiste en “capturar” cuando se registra por primera vez la especie y “recapturar” posteriormente (Karanth, 1995; Karanth y Nichols, 1998).

Debido al área de actividad reportada para ocelotes en México (Caso, 1994; Martínez-Meyer., 1997), para cada sitio de estudio, las estaciones de foto-trampeo se instalaron dentro de un rango de 1.5 a 2 km de distancia entre sí. Posterior a la instalación las trampas cámara fueron georeferenciadas utilizando un Geoposicionador Satelital (GPS) marca Garmin, modelo eTrex® (Garmin Internacional Inc., Kansas, USA) en coordenadas UTM (Universal Transversal de Mercator).

Para el establecimiento de las estaciones de foto-trampeo, se elaboraron mapas de las zonas de estudio con ubicaciones predeterminadas para cada trampa cámara, posteriormente, en campo se llegó lo más cerca al sitio predeterminado y con las recomendaciones de los guías de campo así como por las características del terreno, se determinó el sitio final de instalación. Siempre se consideró que los nuevos sitios no estuvieran muy alejados de las ubicaciones predeterminadas y no excedieran los 2 km de distancia entre cada estación fotográfica (Figura 5).

## Estaciones de foto-trampeo

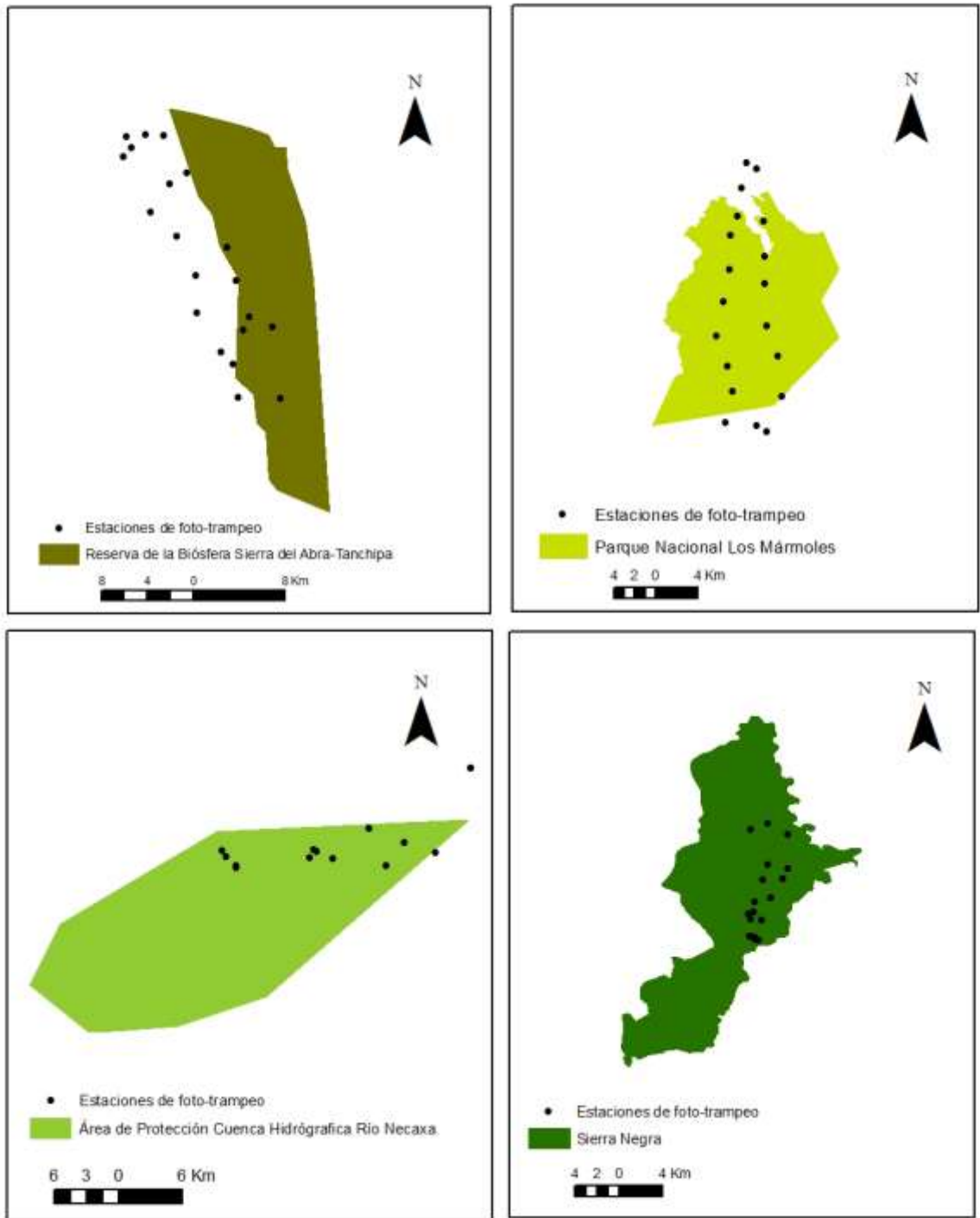


Figura 5. Distribución de las estaciones de foto-trampeo en los sitios de estudio.



Para aumentar la probabilidad de captura, las trampas cámara se instalaron en veredas, caminos o senderos que ocupa la fauna silvestre, cañadas, brechas cortafuegos, cerca de cuerpos de agua, etc., maximizando así la probabilidad de obtener registros.

Las trampas cámara fueron amarradas y sujetadas en árboles o estacas con cinta o alambre y calibradas a una altura aproximada de 40 cm del suelo y 3 metros de distancia entre el sensor y la vereda, las cámaras fueron programadas para permanecer activas durante las 24 horas del día y el sensor fotográfico fue configurado para tomar fotos cada 3 segundos; algunas cámaras se programaron para grabar videos de 1.5 minutos de duración. Una vez instalada la trampa-cámara se limpió el terreno removiendo la vegetación que pudiera obstaculizar el sensor y si era necesario, se colocaban ramas que sirvieran como barrera para limitar a la fauna silvestre a pasar por la ruta que apuntaba la cámara. Para finalizar la instalación se tomaron fotografías de prueba para corroborar que el equipo funcionaba apropiadamente y que la instalación era adecuada (Figura 6).



Figura 6. Instalación (A), calibración (B), y prueba de las trampas cámara (C), estación fotográfica sencilla (D).

Se utilizaron un total de 63 estaciones sencillas con trampas cámara StealthCam® Delta8 modelo STC-Q8X/STC-D8BZ, (Grand Prairie, Texas, EUA) con sistema pasivo de activación. El monitoreo biológico en cada sitio de estudio se realizó en diferentes periodos y las trampas cámara permanecieron en campo durante un rango de 34 a 47 días. En el Área de Protección de Recursos Naturales Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa se presentó un incidente de robo de 6 equipos fotográficos, por consiguiente, las estaciones de fototrampeo y esfuerzo de muestreo varió considerablemente entre los sitios de estudio (Tabla 1).

TABLA 1. Características del esfuerzo de muestreo para cada sitio de estudio.

| SITIO DE ESTUDIO  | PERIODO<br>(2013/2014)      | DURACIÓN<br>(DIAS) | ESTACIONES<br>DE<br>FOTOTRAMPEO | NOCHES<br>TRAMPA |
|---|-----------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------|
| Reserva de la Biosfera Sierra del<br>Abra Tanchipa, SLP                                   | 4 Nov. - 7 Dic. 2013        | 34                 | 20                              | 680              |
| Parque Nacional Los Mármoles,<br>Hidalgo  | 8 Oct. - 23 Nov. 2013       | 47                 | 17                              | 799              |
| Área de Protección de Recursos<br>Naturales Cuenca Hidrográfica<br>del Río Necaxa, Puebla | 13 Dic. 2013 - 17 Ene. 2014 | 36                 | 9                               | 324              |
| Sierra Negra, Puebla  | 14 Dic. 2013 - 16 Ene. 2014 | 34                 | 17                              | 578              |
| <b>TOTAL</b>  |                             |                    | <b>63</b>                       | <b>2381</b>      |

#### **4.1.2 Modelado del nicho ecológico e identificación de zonas con mayor aptitud para la presencia y distribución geográfica del ocelote**

Los registros de presencia de ocelote se obtuvieron a través de tres vías: 1) trabajo de campo (fototrampeo), 2) revisión de literatura científica (tesis, notas científicas, artículos), 3) consulta a las bases de datos electrónicos como la Global Biodiversity Information Facility (GBIF) (<http://www.gbif.org/faq/datause>), así como a colecciones científicas en línea como la Colección de Foto Colectas Biológicas (CFB) del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (<http://unibio.unam.mx/collections/specimens/urn/IBUNAM:CFB:FB>) y del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) (<http://www.conabio.gob.mx/informacion>). De las últimas dos vías, se consideraron únicamente registros geo-referenciados y a partir del año 1990 a la actualidad. Se elaboró una base de datos debidamente depurada, donde se descartaron registros que no coincidían con la distribución de la especie, así como registros duplicados, es decir, se consideraron presencias espacialmente únicas (una por pixel).

A su vez los registros que se consideraron para el modelado del nicho ecológico fueron delimitados por provincias biogeográficas, es decir, puntos de presencia únicamente de la región oriental de país con la finalidad de hacer una caracterización más regional del nicho ecológico del ocelote; se consideraron puntos de presencia aledaños a la región de interés, es decir, pertenecientes a las provincias biogeográficas colindantes a la Sierra Madre Oriental. Todos los registros de presencia en coordenadas geográficas fueron transformadas a grados decimales y con el DATUM WGS84. La base de datos final contó con 59 registros, 9 obtenidos de la primera vía y el resto de las vías dos y tres, cada uno con coordenadas geográficas y localidades de colecta.

Se utilizaron las 19 variables ambientales derivadas de los valores de temperatura y precipitación mensual, elaboradas a escala regional para México por Cuervo-Robayo et al. (2013), disponibles en <http://www.bioclimasneotropicales.org/descarga-mexico.html>. Dichas variables ambientales cuentan con información precisa y actualizada, dando como resultado menor error que las elaboradas con anterioridad para el país. Cada variable se utilizó con el mismo sistema de referencia geográfico y DATUM: WGS84, con resolución de 1km<sup>2</sup> (Cuadro 1).

Cuadro 1. Variables utilizadas para la modelación del nicho ecológico de ocelote.

| Fuente : Bioclimas Neotropicales |   |              |   |
|----------------------------------|---|--------------|---|
| <b>Bio01</b>                     | Temperatura media anual   | <b>Bio11</b> | Temperatura media del trimestre más frío                      |
| <b>Bio02</b>                     | Rango de temperatura diurno medio (Temp. Máxima – Temp. Mínima) | <b>Bio12</b> | Precipitación total anual                                     |
| <b>Bio03</b>                     | Isotermalidad (Bio2 / Bio7) (* 100)                             | <b>Bio13</b> | Precipitación del mes más húmedo                              |
| <b>Bio04</b>                     | Estacionalidad de temperatura (desviación estándar * 100)       | <b>Bio14</b> | Precipitación del mes más seco                                |
| <b>Bio05</b>                     | Temperatura máxima del mes más caliente                         | <b>Bio15</b> | Estacionalidad de la precipitación (coeficiente de variación) |
| <b>Bio06</b>                     | Temperatura mínima del mes más frío                             | <b>Bio16</b> | Precipitación del trimestre más húmedo                        |
| <b>Bio07</b>                     | Rango de temperatura anual (Bio5 – Bio6)                        | <b>Bio17</b> | Precipitación del trimestre más seco                          |
| <b>Bio08</b>                     | Temperatura media del trimestre más húmedo                      | <b>Bio18</b> | Precipitación del trimestre más caliente                      |
| <b>Bio09</b>                     | Temperatura media del trimestre más seco                        | <b>Bio19</b> | Precipitación del trimestre más frío                          |
| <b>Bio10</b>                     | Temperatura media del trimestre >más caliente                   |              |   |

Aunado al modelo de nicho ecológico, se incluyó la capa de uso de suelo y vegetación en formato vectorial a una escala 1: 250 000 (SERIE V) obtenida de INEGI (2011) y disponible en <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reclnat/usosuelo>. A esta capa se le realizó una reclasificación mediante una inferencia con base en los requerimientos ambientales y ecológicos de la especie (Anderson et al., 2002); para dicha clasificación se consideró como criterio biológico la asociación de la presencia de la especie a ciertos tipos de vegetación con cierta cobertura vegetal densa, reportada por diversos autores a lo largo de su distribución (Navarro, 1985; Tewes, 1986; Ludlow y Sunkist, 1987; Emmons, 1988; Oliveira, 1994; Murray y Gardner, 1997; López-González et al., 2003; Servín et al., 2003; Trolle y Kery, 2003, 2005; Harveson et al., 2004; Chávez-León, 2005; Haines et al., 2006; Goulart et al., 2009; Bárcenas, 2010; Martínez-Calderas et al., 2011; Pulido y Payan, 2011; Ahumada-Carrillo et al., 2013; Almazán- Catalán et al., 2013; Martínez-Hernández et al., 2014). Se definieron cuatro tipos de zonas: las óptimas, sub-óptimas, marginales e inhóspitas; las últimas dos se caracterizan por ser zonas desfavorables para la presencia del ocelote debido a la perturbación y actividad antropogénica (Anexo 2).

Por medio de esta información, se evaluaron, identificaron y ubicaron las zonas con mayor aptitud para la presencia de la especie, tanto por el modelo de nicho ecológico como por el hábitat potencial que aún se encuentra disponible en el sur de la Sierra Madre Oriental.

### **4.1.3 Estimación de abundancia relativa de ocelote y sus presas potenciales**

Para estimar la abundancia relativa de ocelote y sus presas potenciales, se clasificaron las fotografías obtenidas como eventos independientes sensu O'Brien et al. (2003) donde se considera como evento independiente:

- a) fotografías consecutivas de diferentes individuos de la misma o de diferentes especies
- b) fotografías consecutivas de individuos de la misma especie con una separación de por lo menos 30 minutos entre capturas
- c) fotografías no consecutivas de los individuos de la misma especie

## **4.2 Análisis de datos**

### **4.2.1 Datos de presencia**

Como primer paso se analizaron las fotografías obtenidas en cada sitio de estudio, las fotografías que coincidieron en lugar, fecha y hora debido a que la misma cámara tomó varias fotografías en lapsos reducidos de tiempo fueron consideradas como un mismo registro.

Para determinar el número mínimo de ocelotes se realizó la identificación individual a partir de la comparación de sus patrones de manchas así como por las bandas de la cola, además de otros atributos físicos de la especie (ej. Karanth & Nichols, 1998; Trolle & Kéry, 2003; Silver et al, 2004), en los casos posibles el sexo se determinó mediante la presencia o ausencia de testículos (Trolle y Kéry, 2003).

#### **4.2.2 Modelado de la distribución potencial e identificación de zonas con mayor aptitud para la presencia de ocelote**

Para elaborar el modelo de nicho ecológico del ocelote, se utilizó el software MaxEnt (Maximum Entropy) (versión 3.3.3k, Princeton University & AT&T Labs-Research, Princeton, NJ, descarga gratuita en <http://www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent/>), el cual se considera como uno de los que presentan mejor desempeño para predecir la distribución de una especie en un área geográfica. MaxEnt toma el conjunto de ubicaciones de ocurrencias georreferenciadas y variables ambientales (Phillips et al., 2004; Phillips et al., 2006; Phillips y Dudík, 2008) y estima la distribución de probabilidad de máxima entropía a partir de información incompleta (Phillips et al., 2006), es decir, la probabilidad de que una especie esté presente, pero sujeta a las restricciones de la información de presencia de la especie y las condiciones ambientales (distribución observada) en el área de estudio; de esta manera estima la distribución geográfica más probable para una especie a partir de la información que se tiene (Phillips et al., 2006).

Durante la modelación se modificaron algunos parámetros establecidos por el programa; para saber si los datos de presencia obtenidos por la literatura y las bases de datos en línea son informativos, se utilizaron los 50 puntos de ocurrencia que corresponden a dichas vías. Se realizó una partición simple aleatoria, es decir, se utilizó el 30% para la validación interna y el 70% para la calibración (Araujo et al., 2005), se realizaron 25 réplicas del modelo, se modificó a 50,000 los puntos de “background” y el formato de salida fue acumulativo, en donde cada celda se representa como el porcentaje del valor de probabilidad (Phillips et al., 2004).

MaxEnt genera curvas ROC (Receiver Operating Characteristics), que consta en dividir en dos partes los datos de presencia; los primeros que son los que se utilizan para el entrenamiento y de los que se extrae la información ambiental para posteriormente extrapolarlos a toda la región de interés, y los segundos son los puntos de evaluación del modelo. Regularmente, la línea roja (entrenamiento) muestra una mayor área bajo la curva (AUC) que la línea azul (evaluación), y dichas

líneas muestran la capacidad de los modelos para predecir. Si la línea azul se encuentra más cerca del tope superior, mejor será el modelo para predecir las presencias contenidas en la muestra de prueba de los datos (Phillips et al., 2004). Sin embargo, se debe considerar que la característica principal de las curvas ROC es que son una medida de la capacidad del modelo para clasificar correctamente las presencias y ausencias verdaderas (Pearce y Ferrier 2000), sin embargo, como no se cuenta con verdaderos negativos (ausencias), solo se debe de interpretar como la capacidad del modelo para maximizar verdaderos positivos (presencias) (Phillips et al. 2006). Se consideran como modelos robustos aquellos donde los valores de AUC se encuentran más cercanos a uno (Araujo y Guisan, 2006).

También se realizó una validación externa para cada uno de los modelos resultantes, para lo cual es necesario tener un conjunto de datos que no hayan formado parte en el proceso de calibración, por lo tanto se utilizaron los registros de ocurrencia obtenidos en campo. A su vez, para saber si los modelos realizados son informativos y predictivos existen diferentes métricas para evaluar dicho desempeño. Para los modelos que son dependientes de un umbral de corte, es decir, para la conversión de un mapa con formato acumulativo en un mapa binario (presencia/ausencia) se debe establecer dicho umbral; se eligió como umbral de corte el mínimo de presencia de los puntos de entrenamiento (Pearson et al., 2007); dicho procedimiento se realizó con el Sistema de Información Geográfica ArcMap 9.3 (ESRI, 2008). Una vez elaborados los mapas binarios para cada modelo se ensamblaron los puntos de validación externa donde se calculó el Índice de omisión, que se obtiene de calcular el número de registros de presencia (validación) que caen fuera de lo predicho por el modelo como presente.

Posterior a dicho proceso y conociendo el desempeño de los modelos, se llevó a cabo el modelo final donde se utilizaron los 59 puntos de ocurrencia para la caracterización del nicho ecológico; la parametrización de dicha modelación consistió en utilizar el 100% de los datos para entrenar el modelo, 50,000 puntos de “background”, sin réplicas y con un formato de salida acumulativo. El modelo de



nicho ecológico final se generó a partir de la conversión a un mapa binario de presencia / ausencia con el SIG ArcMap 9.3 (ESRI, 2008), donde se utilizó nuevamente como umbral de corte el mínimo de presencia de los puntos de entrenamiento (Pearson et al., 2007).

Una vez obtenido el mapa binario de presencia / ausencia, se combinó con el SIG ArcMap 9.3 (ESRI, 2008) cada una de las capas de vegetación reclasificadas para cada tipo de hábitat: óptimo, sub-óptimo, marginal e inhóspito. Únicamente se calculó el área de las zonas donde coincidía el tipo de hábitat (óptimo, sub-óptimo, marginal e inhóspito) y la presencia del nicho ecológico, lo cual se expresó en porcentaje.

Posterior a este procedimiento se identificaron los municipios de cada estado que cuentan con la presencia del nicho ecológico y el hábitat óptimo y sub-óptimo. Por último, para conocer las regiones del sur de la SMO donde se encuentran los parches de vegetación mejor conservados, fueron clasificados con el SIG ArcMap 9.3 (ESRI, 2008) y en función del área los parches de hábitat óptimo, sub-óptimo, marginal e inhóspito de mayor y menor tamaño, con la finalidad de identificar las zonas con mayor aptitud para la distribución potencial del ocelote en el sur de la SMO

#### **4.2.3 Estimación de abundancia relativa para ocelote y sus presas potenciales**

A partir de las capturas fotográficas, se calculó el Índice de Abundancia Relativa (IAR) para ocelote y sus presas potenciales, el cual se obtiene partir del número de eventos independientes de la especie sobre el total de noches trampa (número de estaciones de fototrampeo por el número de días que estuvieron activas) por 100.

$$IAR = \frac{X_i}{Y_i} \times 100$$

Donde:

Xi: suma de los eventos independientes de la especie

Yi: número total de noches-trampa

La determinación de las presas potenciales de ocelote fue con base en la bibliografía de estudios realizados sobre su dieta (Emmons, 1988; Sunquist, Sunquist, y Daneke, 1989; Chinchilla, 1994; Murray y Gardner, 1997; De Villa-Meza *et al.*, 2002; Silva-Pereira *et al.*, 2010). Se consideraron como presas potenciales 9 especies de mamíferos pequeños y medianos (*Rodentia spp.*, *Sciurus spp.*, *Dasyopus novemcinctus*, *Sylvilagus spp.*, *Nasua narica*, *Didelphis spp.*, *Dasyprocta punctata*, *Tamandua mexicana*, *Cuniculus paca*), además, de especies de aves silvestres (*Crax rubra*, *Penelope purpurascens*, *Crypturellus cinnamomeus* y *Leptotila verreauxi*).

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Registros de presencia

Para un total de 2,381 noches-trampa se registró la presencia de ocelote (*L. pardalis*) en la RBSAT (San Luis Potosí) y en la Sierra Negra de Puebla. En la Reserva de la Biósfera Sierra del Abra Tanchipa con un esfuerzo de muestreo de 680 noches-trampa y en la Sierra Negra (Puebla) con 578 noches-trampa. En el Parque Nacional Los Mármoles (Hidalgo) con el mayor esfuerzo de muestreo de 799 trampas-noche no se registró la presencia de ocelote, igual que en el Área de Protección de Recursos Naturales Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa (Puebla), siendo este el lugar donde se aplicó el menor esfuerzo de muestreo con 324 trampas-noche. De un total de 4304 fotografías obtenidas, 42 pertenecen a ocelotes, de las cuales 14 se consideraron como eventos independientes (Tabla 2).

TABLA 2. Fotografías obtenidas durante el periodo de muestreo para cada región de estudio.

| SITIO DE ESTUDIO      | Nº DE FOTOGRAFÍAS TOTALES | Nº DE FOTOGRAFÍAS DE OCELOTE | EVENTOS INDEPENDIENTES |
|-----------------------|---------------------------|------------------------------|------------------------|
| RBSAT (SLP)           | 934                       | 27                           | 9                      |
| PNM (Hidalgo)         | 1191                      | 0                            | -                      |
| ÁPRNCHRN (Puebla)     | 663                       | 0                            | -                      |
| Sierra Negra (Puebla) | 1516                      | 15                           | 5                      |
| TOTAL                 | 4304                      | 42                           | 14                     |

Las fotografías que se obtuvieron de ocelote en la RBSAT corresponden a siete individuos: 3 machos, 1 hembra, 1 cría y 2 individuos no identificados sexualmente, mientras que para la Sierra Negra fueron identificados seis individuos: 3 machos, 1 hembra, 1 cría y 1 individuo no identificado sexualmente (Cuadro 2).

| SITIO DE ESTUDIO                                     | INDIVIDUOS CAPTURADOS | NÚMERO DE MACHOS | NÚMERO DE HEMBRAS | NÚMERO DE CRÍAS | NO DETERMINADO |
|--|-----------------------|------------------|-------------------|-----------------|----------------|
| Reserva de la Biosfera Sierra del Abra Tanchipa, SLP | 7                     | 3                | 1                 | 1               | 2              |
| Sierra Negra, Puebla                                 | 6                     | 3                | 1                 | 1               | 1              |

Cuadro 2. Número de registros de individuos capturados en dos sitios de la región de estudio.

La mayoría de los registros (82 %) se ubicaron por debajo de los 1000 msnm, el resto (18%) en un intervalo de 1000 y 1200 msnm; el registro con menor elevación corresponde a 255 msnm en la Reserva de la Biósfera Sierra del Abra Tanchipa y el registro con mayor altitud 1177 msnm corresponde a la Sierra Negra de Puebla. Los registros se localizaron en cuatro tipos de vegetación, selva baja caducifolia (46%), selva alta perennifolia (36%), acahual (9%) y vegetación ribereña (9%) (Cuadro 3).

| Estado          | Municipio                   | X      | Y       | Tipo de vegetación      | msnm |
|-----------------|-----------------------------|--------|---------|-------------------------|------|
| San Luis Potosí | Ciudad Valles               | 496468 | 2473834 | Selva Baja Caducifolia  | 260  |
| San Luis Potosí | Ciudad Valles               | 500060 | 2466080 | Selva Baja Caducifolia  | 261  |
| San Luis Potosí | Ciudad Valles               | 499029 | 2474866 | Selva Baja Caducifolia  | 339  |
| San Luis Potosí | Ciudad Valles               | 501734 | 2459522 | Selva Baja Caducifolia  | 291  |
| San Luis Potosí | Ciudad Valles               | 497995 | 2468195 | Ribereña                | 255  |
| San Luis Potosí | Ciudad Valles               | 497571 | 2474891 | Selva Baja Caducifolia  | 332  |
| Puebla          | San Sebastián Tlaxcoyotepec | 731298 | 2028651 | Selva Alta Perennifolia | 607  |
| Puebla          | San Sebastián Tlaxcoyotepec | 731914 | 2033899 | Acahual                 | 1011 |
| Puebla          | San Sebastián Tlaxcoyotepec | 730821 | 2028718 | Selva Alta Perennifolia | 946  |
| Puebla          | San Sebastián Tlaxcoyotepec | 732682 | 2032266 | Selva Alta Perennifolia | 1177 |
| Puebla          | San Sebastián Tlaxcoyotepec | 731244 | 2028524 | Selva Alta Perennifolia | 604  |

Cuadro 3. Registros de ocelote obtenidos en la Reserva de la Biósfera Sierra del Abra Tanchipa (SLP) y la Sierra Negra (PUE), se reporta el sistema de coordenadas en UTM.

Cada individuo fué documentado por una clave de registro, donde las dos primeras letras corresponden al nombre científico de la especie, seguido por las dos primeras letras del estado donde fueron capturados, por una letra en orden alfabético, y el nombre del ejemplar, se reporta el sexo, el número de fotografías

que se obtuvieron de cada individuo, tipo de vegetación, altitud, municipio y localidad (Anexo 3).

Aunado a la presencia de ocelote, se registró la presencia de diferentes especies de mamíferos pequeños, medianos y grandes, aves silvestres, fauna doméstica y presencia humana (Anexo 4).

## 5.2 Distribución potencial y zonas con mayor aptitud para la presencia de ocelote

El modelo final de nicho ecológico presentó un valor del AUC de 0.825 (Figura 7); sobre la evaluación de los modelos que se realizaron para conocer el desempeño del modelo final, se obtuvo en promedio un índice de error de omisión del 7.7%, es decir, los puntos de presencia que no se predicen.

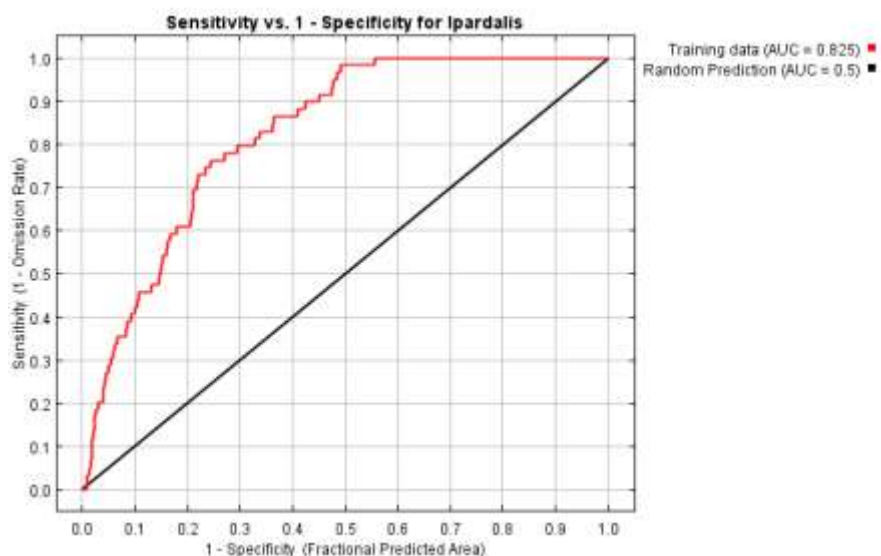


Figura 7. Curva ROC que muestra el valor del área bajo la curva calculada en relación con la sensibilidad y la especificidad del modelo.

Las variables que contribuyen relativamente mejor al desarrollo del modelo son 13 de las 19 variables utilizadas (Bio17, Bio13, Bio18, Bio15, Bio16, Bio04, Bio03, Bio06, Bio07, Bio08, Bio14, Bio01, Bio05); en conjunto, dichas variables contribuyen con un 100% al desarrollo del modelo. Sin embargo, las tres variables

más importantes para la distribución del ocelote en el sur de la Sierra Madre Oriental son la precipitación del trimestre más seco (Bio17), del mes más húmedo (Bio13) y del trimestre más caliente (Bio18) con un 21.6%, 20.9% y 20.7% (Figura 8).

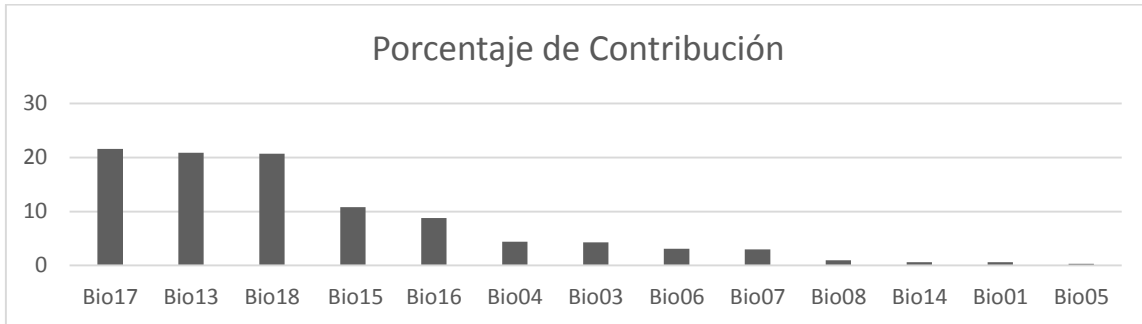


Figura 8. Porcentajes de contribución relativa de cada variable al modelo de nicho ecológico.

Con el modelo final de presencia/ausencia se obtuvo que un 77.68% del área de interés, representa el nicho fundamental del ocelote, mientras que en un 22.31% corresponde a la ausencia del mismo, principalmente en la región occidental de la Sierra Madre Oriental que colinda con la provincia del Altiplano Sur (Zacatecano-Potosino) y el Eje Neovolcánico (Figura 9).

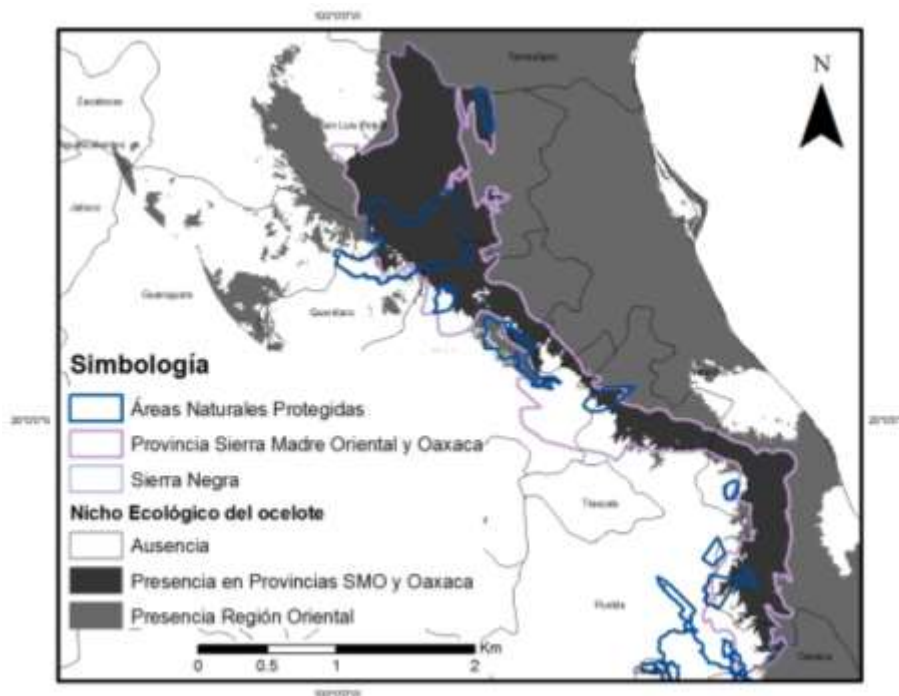


Figura 9. Mapa binario del modelo de nicho ecológico (MNE) y su distribución geográfica potencial en la región oriental del país y en las zonas de interés.

A partir de lo predicho como presencia del nicho ecológico en la zona de interés se llevó a cabo la clasificación de la aptitud del hábitat (Figura 10), y se calculó el área en porcentaje que abarca cada uno de los cuatro tipos de hábitat dentro de lo predicho por el modelo como presencia del nicho ecológico, el menor porcentaje corresponde al hábitat óptimo y el mayor al hábitat sub-óptimo (Cuadro 4).

| HÁBITAT    | PORCENTAJE DEL ÁREA DE CADA HÁBITAT DENTRO DE LA DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE <i>Leopardus pardalis</i> |
|------------|--|
| ÓPTIMO     | 17%  |
| SUB-ÓPTIMO | 33%  |
| MARGINAL   | 19%  |
| INHÓSPITO  | 31%  |

Cuadro 4. Porcentaje del área de cada tipo de hábitat que corresponde con la presencia del nicho ecológico del ocelote en la zona de interés.

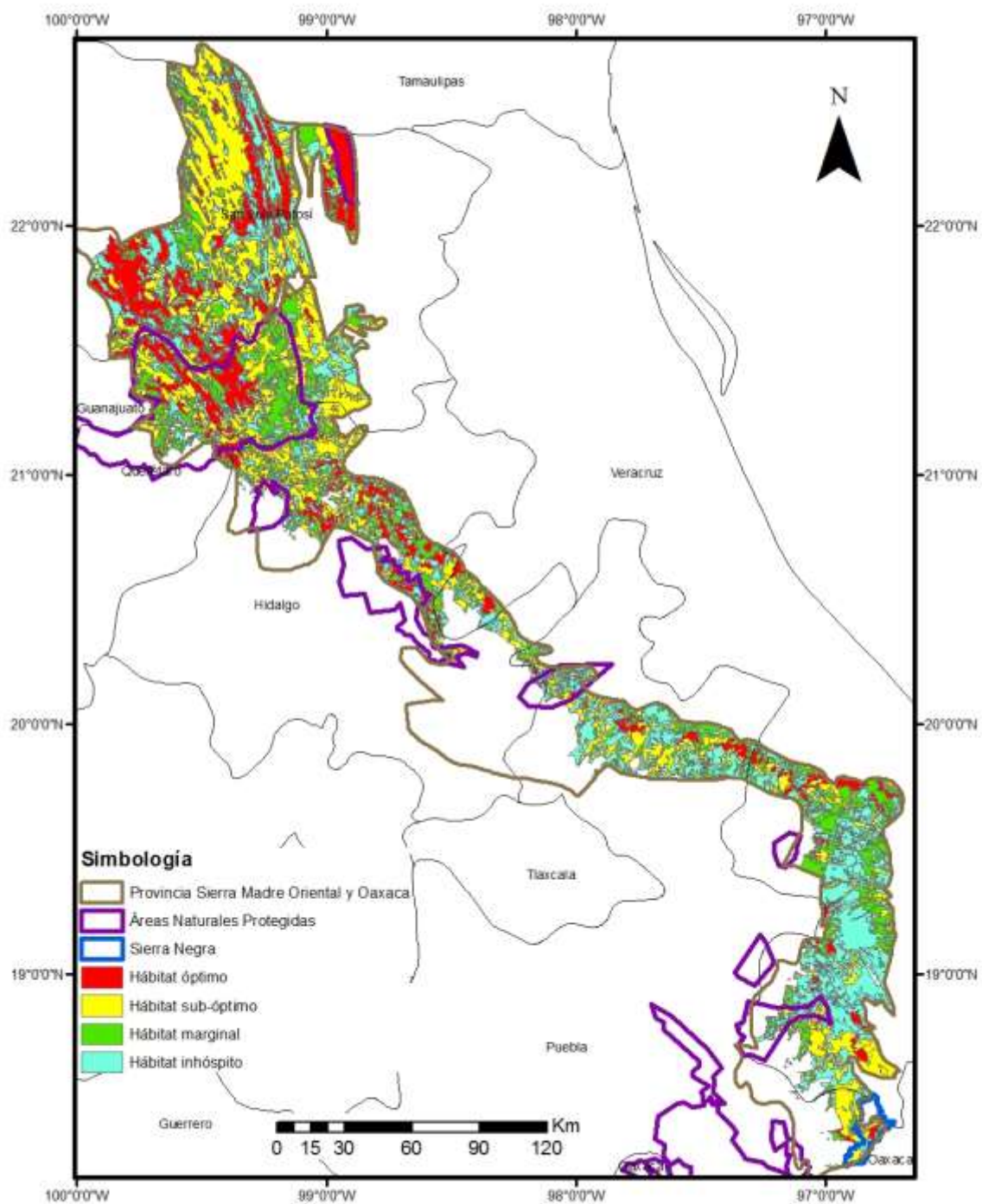


Figura 10. Clasificación de la aptitud del hábitat para la presencia del ocelote en el sur de la Sierra Madre Oriental.



Las zonas identificadas como potenciales de acuerdo a la distribución del nicho ecológico y del hábitat óptimo son 125 municipios, mientras que para el hábitat sub-óptimo son 196 municipios (Anexo 5), ambos en los estados de San Luis Potosí, Querétaro, Hidalgo, Puebla y Veracruz (Cuadro 5).

| <b>ESTADO</b>   | <b>APTITUD DEL HÁBITAT</b> | <b>TOTAL MUNICIPIOS</b> | <b>TOTAL</b> |
|-----------------|----------------------------|-------------------------|--------------|
| SAN LUIS POTOSÍ | ÓPTIMO                     | 21                      | 47           |
|                 | SUB-ÓPTIMO                 | 26                      |              |
| QUERÉTARO       | ÓPTIMO                     | 6                       | 13           |
|                 | SUB-ÓPTIMO                 | 7                       |              |
| HIDALGO         | ÓPTIMO                     | 21                      | 49           |
|                 | SUB-ÓPTIMO                 | 28                      |              |
| PUEBLA          | ÓPTIMO                     | 30                      | 83           |
|                 | SUB-ÓPTIMO                 | 53                      |              |
| VERACRUZ        | ÓPTIMO                     | 47                      | 129          |
|                 | SUB-ÓPTIMO                 | 82                      |              |

Cuadro 5. Total de municipios identificados como zonas potenciales debido a la aptitud del hábitat óptimo y sub-óptimo y la presencia del nicho ecológico del ocelote.

Los municipios identificados como zonas potenciales presentan parches de hábitat óptimo y sub-óptimo de diferente tamaño, los más grandes corresponden a los estados de San Luis Potosí y Querétaro, ambos en la región norte de la zona de estudio, mientras que los parches más pequeños se encuentran en los estados de Hidalgo, el norte de Puebla y en Veracruz (Figura 11).

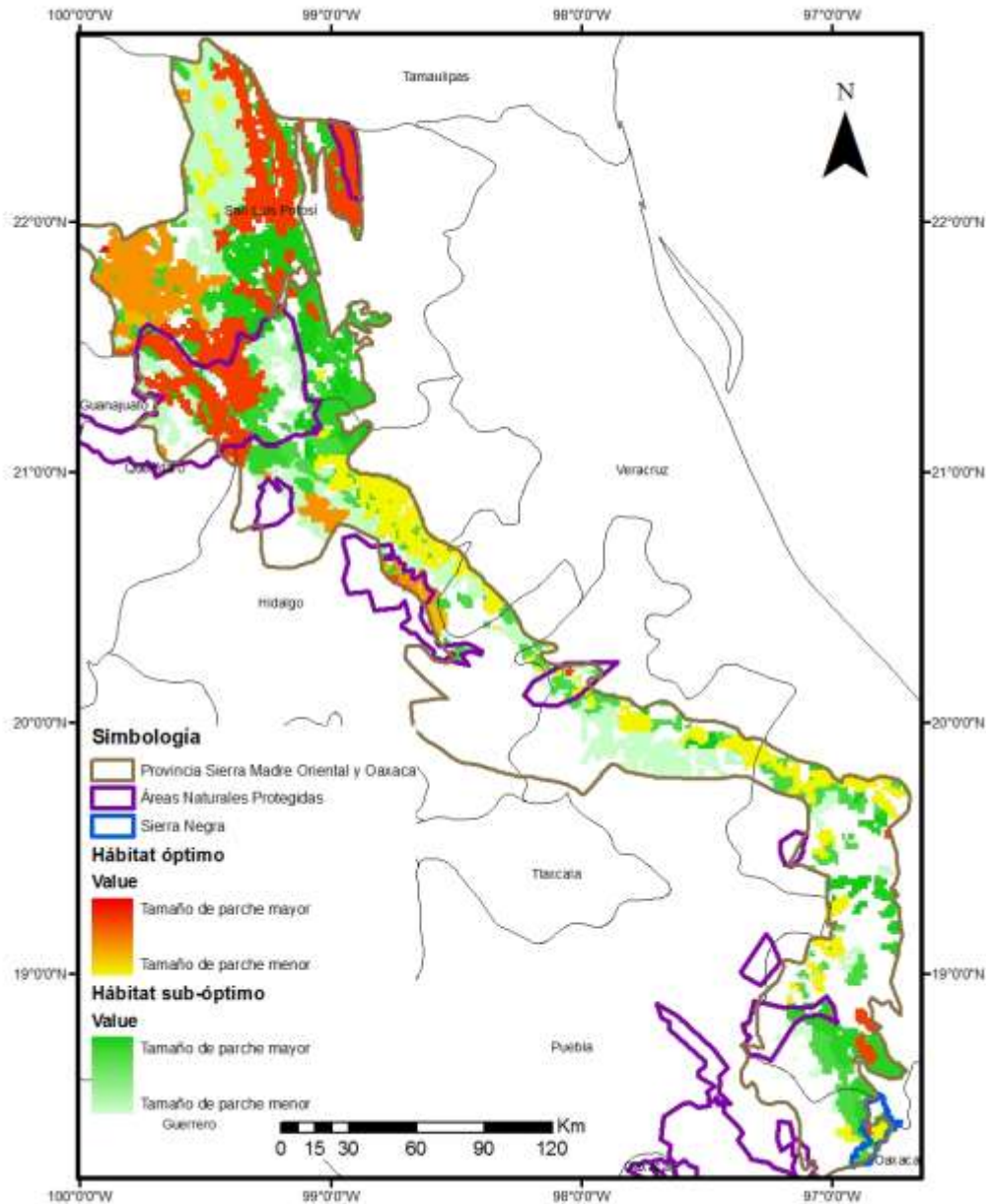


Figura 11. Tamaño de los parches de hábitat óptimo y sub-óptimo en la región de estudio.

Dentro de la SMO se encuentran parches de hábitat marginal e inhóspito de diferente tamaño, mostrando así una matriz de hábitat que conforma el macizo montañoso, cabe señalar que los parches más grandes de hábitat marginal e inhóspito se encuentran en los estados de Querétaro, Hidalgo, Norte de Puebla y Veracruz (Figura 12).

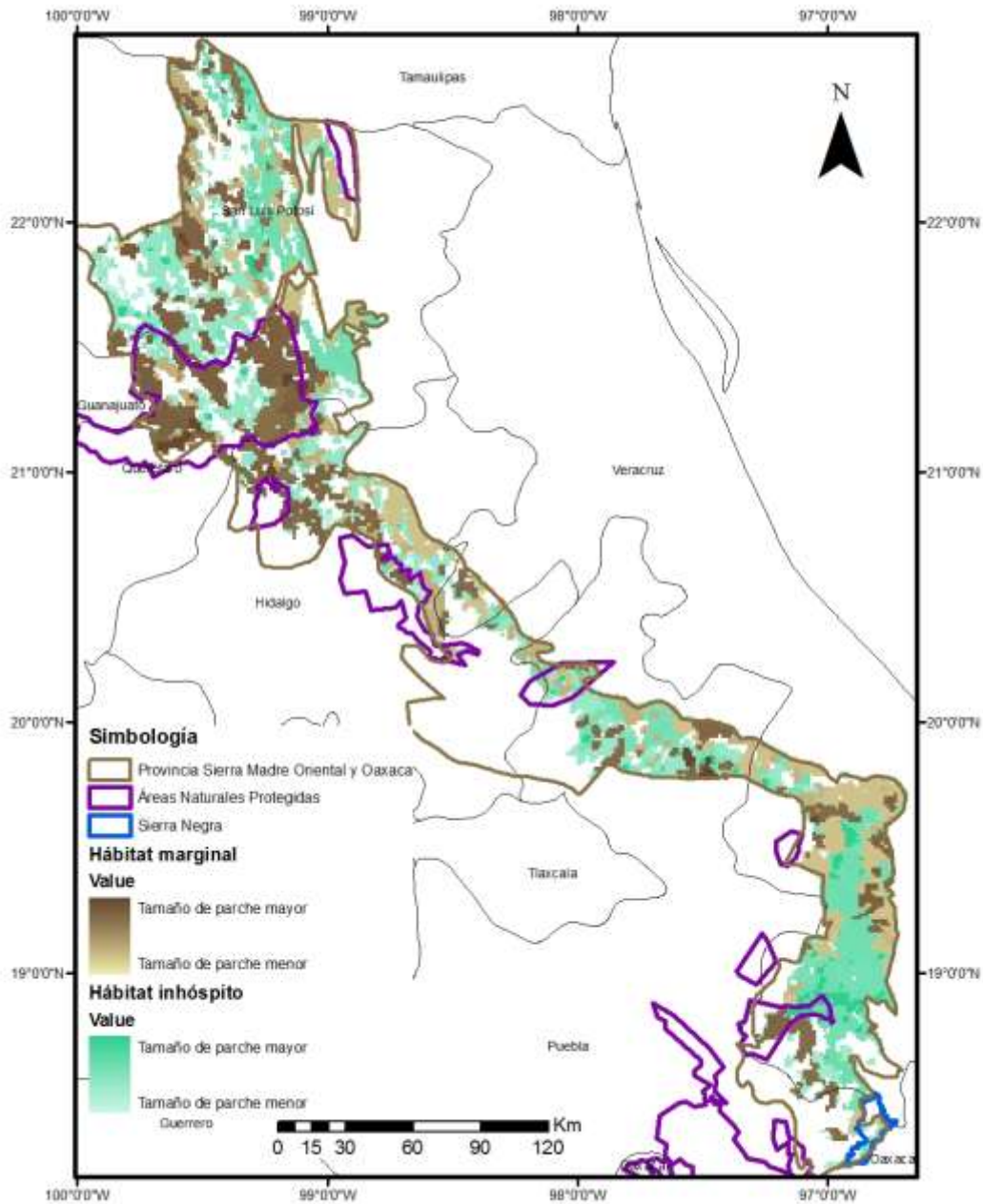


Figura 12. Tamaño de los parches de hábitat marginal e inhóspito en la región de estudio.

### 5.3 Índice de abundancia relativa de ocelote y sus presas potenciales

El valor de Índice de Abundancia Relativa más alto corresponde para la Reserva de la Biósfera Sierra del Abra-Tanchipa, San Luis Potosí, por consiguiente, el valor más bajo se obtuvo en la Sierra Negra, Puebla (Cuadro 6).

| SITIO DE ESTUDIO                                     | NÚMERO DE EVENTOS INDEPENDIENTES | NOCHES TRAMPA | IAR  |
|--|----------------------------------|---------------|------|
| Reserva de la Biosfera Sierra del Abra Tanchipa, SLP | 9                                | 680           | 1.32 |
| Sierra Negra, Puebla                                 | 5                                | 578           | 0.87 |

Cuadro 6. Eventos independientes, esfuerzo de muestreo e ÍAR (# eventos independientes / # noches trampa\*100) de ocelote en San Luis Potosí y Puebla.

Para la RBSAT, se reportan como presas potenciales tres mamíferos de tamaño mediano y cuatro especies de aves silvestres. El valor de IAR más alto corresponde al conejo (*Sylvilagus floridanus*), mientras que el valor más bajo es para la paloma (*Leptotila verreauxi*) (Cuadro 7).

| PRESA POTENCIAL                 | NÚMERO DE EVENTOS INDEPENDIENTES | IAR  |
|---------------------------------|----------------------------------|------|
| <i>Sylvilagus floridanus</i>    | 26                               | 3.82 |
| <i>Nasua narica</i>             | 3                                | 0.44 |
| <i>Didelphis virginiana</i>     | 6                                | 0.88 |
| <i>Crax rubra</i>               | 3                                | 0.44 |
| <i>Leptotila verreauxi</i>      | 1                                | 0.15 |
| <i>Crypturellus cinnamomeus</i> | 2                                | 0.29 |
| <i>Penelope purpurascens</i>    | 2                                | 0.29 |

Cuadro 7. Índices de abundancias relativas para presas potenciales de ocelote en San Luis Potosí.

En el PNM, en Hidalgo, los registros obtenidos de presas potenciales corresponden a 4 mamíferos medianos y 1 ave silvestre (correcominos). El valor de IAR más alto corresponde al tlacuache (*Didelphis virginiana*), el valor más bajo es para el correcominos (*Geococcyx californianus*) (Cuadro 8).

| PRESA POTENCIAL                | NÚMERO DE EVENTOS INDEPENDIENTES | IAR  |
|--------------------------------|----------------------------------|------|
| <i>Sciurus aureogaster</i>     | 3                                | 0.38 |
| <i>Dasyopus novemcinctus</i>   | 4                                | 0.5  |
| <i>Sylvilagus sp.</i>          | 3                                | 0.38 |
| <i>Didelphis virginiana</i>    | 13                               | 1.63 |
| <i>Geococcyx californianus</i> | 1                                | 0.13 |

Cuadro 8. Índices de Abundancias Relativas de las presas potenciales de ocelote en Hidalgo (# eventos independientes / # noches trampa\*100).

Para el estado de Puebla, en la Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa se registraron como presas potenciales 6 mamíferos medianos y 1 ave silvestre. El valor más alto corresponde a la tuza real (*Cuniculus paca*), seguido de la ardilla (*Sciurus sp.*), y los valores más bajos fueron por igual para el oso hormiguero (*Tamandua mexicana*) y la paloma (*Leptotila sp.*) (Cuadro 9).

| PRESA POTENCIAL              | NÚMERO DE EVENTOS INDEPENDIENTES | IAR   |
|------------------------------|----------------------------------|-------|
| <i>Dasyopus novemcinctus</i> | 10                               | 3.09  |
| <i>Cuniculus paca</i>        | 39                               | 12.04 |
| <i>Nasua narica</i>          | 19                               | 5.86  |
| <i>Didelphis sp.</i>         | 11                               | 3.4   |
| <i>Sciurus sp.</i>           | 20                               | 6.17  |
| <i>Tamandua mexicana</i>     | 1                                | 0.31  |
| <i>Leptotila sp.</i>         | 1                                | 0.31  |

Cuadro 9. Índices de Abundancias Relativas de las presas potenciales de ocelote en la Sierra Norte de Puebla (# eventos independientes / # noches trampa\*100).

En la Sierra Negra, se registraron como presas potenciales 6 mamíferos medianos y 1 pequeño, además de 2 especies de aves silvestres. El valor más alto corresponde al guauqueque (*Dasyprocta punctata*), seguido de la tuza real (*Cuniculus paca*), el valor más bajo corresponde al armadillo (*Dasyopus novemcinctus*) (Cuadro 10).

| PRESA POTENCIAL                 | NÚMERO DE EVENTOS INDEPENDIENTES | IAR          |
|---------------------------------|----------------------------------|--------------|
| <i>Roedor</i>                   | 9                                | 1.56         |
| <i>Didelphis sp.</i>            | 12                               | 2.08         |
| <i>Dasyprocta punctata</i>      | <b>65</b>                        | <b>11.25</b> |
| <i>Nasua narica</i>             | 7                                | 1.21         |
| <i>Cuniculus paca</i>           | 16                               | 2.77         |
| <i>Dasyopus novemcinctus</i>    | <b>1</b>                         | <b>0.17</b>  |
| <i>Sciurus sp.</i>              | 14                               | 2.42         |
| <i>Crypturellus cinnamomeus</i> | 2                                | 0.35         |
| <i>Leptololila verreauxi</i>    | 9                                | 1.56         |

Cuadro 10. Índices de Abundancias Relativas de las presas potenciales de ocelote en la Sierra Negra de Puebla (# eventos independientes / # noches trampa\*100).

## 6 DISCUSIÓN

### 6.1 Presencia de la especie en el sur de la SMO

El foto trapeo resultó ser una herramienta útil para la detección de especies crípticas y elusivas como el ocelote (Trolle y Kéry, 2005; Haines et al., 2006). Con respecto a los registros de presencia de ocelote que se obtuvieron mediante el trapeo fotográfico, se puede inferir que se encuentra asociado a diferentes factores, entre ellos el esfuerzo de muestreo.

En el presente proyecto se aplicó un esfuerzo de muestreo total de 2381 noches-trampa, mayor al realizado por Trolle y Kery (2005) con 504, Haines et al. (2006) con 1968 y Díaz-Pulido y Payan (2011) con 1282 trampas noche. Sin embargo es importante considerar que cada estudio es desarrollado con diferentes objetivos, con base en ellos y el hábitat de la zona de estudio es como se establece el número y el tiempo mínimo o máximo que estarán activas las estaciones de fototrapeo, es decir del esfuerzo de muestro que será aplicado (Foster y Harmsen, 2012).

Considerando específicamente cada Área Natural Protegida y la Sierra Negra, el esfuerzo de muestreo que se aplicó fué variable, y la principal diferencia fue por causas externas al diseño de muestreo. En el Área de Protección de Recursos Naturales Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa, Puebla, se instalaron 15 estaciones de fototrapeo con el objetivo de que el muestreo fuese homogéneo pero solo se pudo obtener información de 9 trampas cámara (por robo de las unidades). Es sobre esta base que se hace referencia que a pesar de involucrar de manera previa a la comunidad en los proyectos de investigación realizados, es necesario fomentar una sensibilización de manera continua a los pobladores de las regiones donde se lleva a cabo este tipo de investigación.

En la Reserva de Biósfera Sierra del Abra Tanchipa y en la Sierra Negra se registró la presencia de ocelote mediante un esfuerzo de muestreo respectivamente de 680 y 578 noches trampa; se identificó un mayor número de individuos machos que hembras, y estas últimas acompañadas de crías (Cuadro 1). Observar la presencia de crías en una población es un atributo importante de resaltar, principalmente porque se puede inferir que las poblaciones presentan reclutamiento y recambio de individuos.

Es conocido que los individuos utilizan diferencialmente el área (Martínez-Meyer, 1997), y la mayor detectabilidad de machos que de hembras probablemente se deba a que en ciertas regiones los machos presentan un área de actividad más amplia que las hembras, y en ambos casos se puede atribuir a cuestiones reproductivas. Los machos incrementan sus movimientos debido a que cubren una extensión del territorio más grande como consecuencia de un constante desplazamiento en búsqueda de hembras que se encuentren en estado de reproducción, mientras que las hembras reducen sus movimientos debido a su comportamiento elusivo por la presencia de las crías. A su vez, dicha diferencia de detectabilidad se puede atribuir a que el diseño de muestreo es sesgado ya que las estaciones de fototrampeo se colocaron en lugares o senderos abiertos, y estos son más frecuentados por machos que por hembras, lo cual es importante de señalar y recomendar que se implementen diseños de muestreo que optimicen el registro de las hembras (Foster y Harmsen, 2012).

La mayoría de los registros de presencia de la especie se ubicaron por debajo de los 1000 msnm (82%), concordando con lo mencionado por Aranda (2005). La selva baja caducifolia y la selva alta perennifolia fueron los tipos de vegetación donde se registró en mayor porcentaje la presencia del ocelote (cuadro 2), siendo los tipos de vegetación que De Villa-Meza et al. (2002), Ramírez et al. (2010) y Martínez-Calderas et al. (2011) han registrado como hábitat común de la especie.



En relación con la estimación de los IAR, en el presente proyecto se obtuvo un valor mayor para la RBSAT en comparación con la Sierra Negra (Cuadro 5), sin embargo, para conocer qué pasa con las poblaciones y realizar comparaciones válidas es necesario calcular y conocer la probabilidad de detección o de captura de cada especie y en cada lugar. Dicha probabilidad no es uniforme entre las poblaciones que se comparan, concordando con lo que mencionan Walker et al. (2000) y Jennelle et al. (2002), donde hacer comparaciones entre hábitats, especies y tiempo esto es muy riesgoso, debido a que no se conoce en qué proporción la variación se debe al tamaño poblacional o al estadístico de conteo.

Por lo tanto, es importante señalar que las interpretaciones que se realicen por medio de estos índices se deben de tomar con precaución, ya que asumir el supuesto de que el índice se encuentra correlacionado con el tamaño de la población (O'Brien, 2011) sin realizar una calibración o validación es sumamente riesgoso (Walker et al., 2000). Esto se ejemplifica con los resultados obtenidos en el presente proyecto, ya que a pesar de que el IAR estimado para la RBSAT fue mayor (Cuadro 5), comparado con lo que reporta Martínez-Hernández et al. (2014), es necesario realizar calibraciones, ya sea por medio de una regresión o una estimación de abundancia de forma independiente. Hay que evaluar la relación entre los índices obtenidos por un método relativo (como los transectos en línea) y la abundancia obtenida por métodos absolutos (como captura-recaptura) (O'Brien et al., 2003) para así, poder tener una estimación más confiable de la dinámica poblacional.

La presencia y abundancia del ocelote puede estar relacionada con diferentes factores, como la disponibilidad de presas y/o la presencia de depredadores y competidores, así como por el tipo de hábitat y su estado de conservación (que repercute en la disponibilidad de recurso) (Maffei et al., 2005; Díaz-Pulido y Payan, 2011). Por tal motivo, a pesar de que en la Reserva de la Biósfera Sierra del Abra Tanchipa el hábitat está siendo transformado para uso agrícola y ganadero, aún proporciona parches grandes de vegetación primaria con

hábitat óptimo (Figura 11) que brindan entre otras cosas una base de presas para el ocelote (Cuadro 6), y a su vez, permite la presencia de depredadores como el jaguar y puma y competidores como el tigrillo (Anexo 4).

Otro factor importante a considerar es el tamaño de los parches de hábitat óptimo y sub-óptimo que se encuentran aledaños al oeste de la RBSAT, tales parches de vegetación se encuentran en los estados de San Luis Potosí y Querétaro (Figura 11), lo que resulta de vital importancia enfocar medidas de manejo y conservación en los municipios identificados como potenciales (Anexo 5) en San Luis Potosí y Querétaro.

Es relevante mencionar que después de la población de ocelotes ubicada en la RBSAT (Martínez-Hernández et al., 2014), en la Sierra Negra se localiza la segunda población que hasta el momento se conoce en la región oriental del país (presente estudio). La Sierra Negra es un sitio que aún cuenta con parches de vegetación primaria y de hábitat óptimo y sub-óptimo (Figura 11) que favorecen la presencia del felino y algunas presas potenciales (Cuadro 9). Sin embargo, es importante destacar que en dicha región no se ha registrado la presencia de felinos mayores como el jaguar y puma (Anexo 4) y esto podría inferir en cambios de interacciones intergremio (Ritchie y Johnson, 2009).

A diferencia de la RBSAT, los parches de hábitat óptimo circundantes a la Sierra Negra no son ni muy grandes ni muy abundantes, como ocurre en los estados de San Luis Potosí y Querétaro (Figura 11). Se sugiere realizar estudios similares para identificar zonas aledañas, en especial al suroeste de Puebla y el sur de México, incluyendo los estados de Oaxaca y Veracruz, ya que identificar los sitios que propicien la presencia y faciliten la dispersión del ocelote es fundamental para su supervivencia y conservación. Similar a lo que reporta López et al. (2003), los resultados de este proyecto sugieren que la presencia del ocelote se asocia a macizos montañosos que no se encuentran bajo alguna categoría de protección ambiental, como la Sierra Negra de Puebla; esto resulta ser importante para la

presencia del ocelote ya que la conservación de esta región en cualquier modalidad sea como área natural protegida o Unidades para el Manejo y Aprovechamiento de la vida silvestre (UMA) son opciones que puedan facilitar la conservación a largo plazo y se promueva la conectividad con otras ANP en la región.

Con base en lo mencionado, se recomienda realizar un análisis acerca de la viabilidad de las poblaciones que se encuentran en la RBSAT y la Sierra Negra de Puebla, mediante el monitoreo a largo plazo que permita conocer su dinámica poblacional en distintas temporadas (secas y lluvias), y a su vez evaluar los movimientos de los individuos de ambas zonas para conocer a qué regiones se están dispersando. También se sugiere que se realice un análisis detallado sobre la dinámica poblacional de las presas ya que a pesar de que la presencia humana en la RBSAT es mínima (Hernández-Saint Martín et al., 2013), no ocurre lo mismo en la Sierra Negra (Anexo 4), por lo cual es importante conocer si existe algún impacto en las poblaciones de ocelote y sus presas debido a la cacería ilegal y de subsistencia.

Es importante señalar que registrar la presencia de una especie está en función de los diversos factores antes mencionados, así como por la tasa de detección de la especie. Utilizar otras técnicas de muestreo para maximizar la detección del ocelote como transectos para la identificación de rastros (huellas) no hubiera sido posible obtener éxito debido a las condiciones atmosféricas (temporada de lluvias) y las características del terreno en cada zona de estudio (hojarasca y caminos rocosos) ya que la superficie y el sustrato no siempre es apto para la impresión de los rastros. No se debe dejar de mencionar que esta técnica suele aportar información importante siempre y cuando se sistematice el muestreo en campo y sea consistente. En el presente estudio el uso de trampas cámara resultó ser un método eficaz y relativamente sencillo ya que aunado a la información que aportó sobre aspectos ecológicos del ocelote también se pudo obtener información y registros de presencia de otras especies de fauna silvestre con las

que coexiste, como depredadores y presas potenciales, y de factores negativos como la presencia humana y fauna doméstica (Anexo 4).

## **6.2 Ausencia de la especie en el sur de la SMO**

La no detección de ocelote en el Parque Nacional los Mármoles en el estado de Hidalgo, así como en el Área de Protección de Recursos Naturales Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa en el norte de Puebla se podría explicar por diferentes factores.

Un factor clave que determina la presencia del ocelote son las variables ambientales (Oliveira et al., 2010); en la SMO así como en cada ANP y la Sierra Negra las condiciones ambientales son diferentes. La información en el presente estudio sugiere que la no detección del ocelote en el Parque Nacional Los Mármoles probablemente se deba a que no existen las condiciones climáticas que permitan la presencia de la especie. Esto se relaciona con el modelo de distribución obtenido (Figura 9), ya que el Parque Nacional Los Mármoles se ubica en la región oeste de la SMO y la meseta Central de México colindando con una parte del Eje Neovolcánico, lo que origina que el ANP se caracterice por presentar climas sucesorios de cálidos a templados, sin embargo, este último es el que predomina en el ANP (Randell, 2008).

Aunado a lo antes mencionado, dentro del PNLN se presenta una fuerte deforestación causada principalmente por actividades humanas como la ganadería (Anexo 4), la agricultura y el aprovechamiento de mármol (Randell, 2008); el conjunto de estos factores más las variables abióticas crean una región inadecuada para los ocelotes, a pesar de proporcionar la presencia de algunas presas potenciales (Cuadro 7). Es importante señalar que en dicha ANP se aplicó el mayor esfuerzo de muestreo (Tabla 1) similar a lo reportado por Aguilar et al. (2014) donde mediante el uso complementario de diferentes técnicas como las trampas cámara

(553 noches trampa) y estaciones olfativas (285 unidades) no registran la presencia del felino.

La no detección de la especie en la Sierra Norte de Puebla (Área de Protección de Recursos Naturales Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa) puede ser atribuido al poco esfuerzo de muestreo que se aplicó (Tabla 1), aunado a otros factores, como la abundancia de la especie. Resulta complejo saber en qué proporción esto corresponde a los atributos de la población o a deficiencias metodológicas (esfuerzo de muestreo). Recientemente Atonal et al. (2014) realizaron un inventario sobre los mamíferos silvestres de la Cuenca Hidrográfica Río Necaxa y registraron la presencia de ocelote mediante trampeo fotográfico, sin embargo, el bajo número de fotografías que obtuvieron refleja una frecuencia de captura baja.

Con base en lo mencionado, es importante que se realice un estudio para conocer el impacto que pudiera tener la presencia humana en ambas ANP (Anexo 4), ya que este podría ser otro factor que esté determinando la ausencia de la especie y sus presas potenciales. Se ha reportado que los ocelotes pueden estar presentes en regiones donde la cobertura vegetal es limitada (Caso, 1994), sin embargo, prefieren parches de vegetación con tamaños medianos y grandes (Jackson et al., 2005), característica que no está presente en el hábitat de Hidalgo y el norte Puebla (Figura 11). El sur de la SMO (Hidalgo, Puebla y Veracruz) presenta una considerable degradación del paisaje (Figura 10) ya que el 50 % de la vegetación corresponde al tipo de hábitat marginal e inhóspito (cuadro 2), consecuencia de la transformación del suelo para uso de tierras destinadas a la ganadería y agricultura, así como por las actividades de extracción de recursos naturales (mineras e hidroeléctricas) que se realizan en el Estado de Hidalgo y la Sierra Norte de Puebla (Cabrera-Garrido y León-Paniagua., 2014), lo que concurre en parches de hábitat marginal e inhóspito de gran tamaño (Figura 12).

Debido a la reducción de hábitat óptimo en el sur de la SMO es probable que no existan poblaciones residentes de ocelote o que sean muy reducidas, ya que un factor importante que determina la presencia de la especie es la calidad del hábitat y la cobertura vegetal densa, siendo este último un factor determinante para la presencia sus presas (Cuadro 8).

En relación con lo mencionado, es probable que los ocelotes pudieran estar utilizando el hábitat de menor calidad (Hidalgo, norte de Puebla, oeste de Veracruz) únicamente para dispersarse. Por lo tanto, la supervivencia del ocelote en la SMO y la mayoría de la región oriental de México dependerá de la habilidad que tenga para desplazarse en parches inhóspitos y obtener recursos necesarios.

Con base en estos resultados se confirma la necesidad e importancia de establecer como zona prioritaria la SMO como un corredor biológico que permita comunicar a las poblaciones de ocelote entre el norte y sur de México. Se sugiere continuar con el monitoreo mediante trampas cámara y otros métodos concurrentes a la técnica de fototrampeo como encuestas o entrevistas a pobladores que permitan documentar la presencia o ausencia de ocelotes en zonas adyacentes a las monitoreadas en el presente proyecto, especialmente en Hidalgo, la Sierra Norte de Puebla y Veracruz. Así mismo, se recomienda realizar un estudio a una escala más fina y más detallado sobre la fragmentación en esta zona y complementarlo con un análisis de conectividad entre los parches inmersos en la matriz de hábitat de la SMO, con la finalidad de establecer planes de manejo y conservación en las regiones que aún cuentan con vegetación primaria y que fueron identificadas como potenciales (Anexo 5). Por último se pueden llevar a cabo planes de restauración en las zonas que se encuentran degradadas por las actividades humanas ya que de no ser así, esta zona seguirá deteriorándose progresivamente en función del tiempo y se irá perdiendo la conectividad entre las poblaciones en la región oriental de México, dando como resultado el aislamiento y la desaparición local o regional del ocelote.

### **6.3 Distribución y abundancia de la especie en el sur de la SMO**

La recopilación de registros de ocurrencia depositados en bases de datos de colecciones y literatura científica resultó ser de gran utilidad para la realización del MNE del ocelote, ya que aportan información básica para el estudio de la diversidad biológica a nivel nacional y contribuyen al desarrollo del conocimiento sobre la especie de interés.

Cabe mencionar que los resultados obtenidos por los MNE están en función del método de modelación empleado, es decir, de los datos de entrada (presencias-variables ambientales) y el algoritmo seleccionado (MaxEnt) (Soberón y Nakamura, 2009). Por tal motivo, es importante considerar que los datos utilizados de colecciones científicas y de otras investigaciones fueron obtenidos por métodos diferentes al presente proyecto, por lo cual, dicha información debe considerarse como incompleta debido a que no se conoce la probabilidad de ocurrencia de cada registro, es decir, se desconoce si las ocurrencias provienen de una población fuente (donde las condiciones son óptimas) o si pertenecen a registros de individuos en proceso de dispersión, lo que significa que cada punto de presencia incluye un sesgo diferente.

Otro factor a discutir es la temporalidad de los registros que participan en la modelación (históricos-actuales), ya que los registros históricos pueden generar sesgo al proceso de modelado (Frey et al. 2013); en el presente proyecto únicamente se incluyeron registros actuales con la finalidad de reducir sesgo y error.

El uso del algoritmo seleccionado (MaxEnt) y de los SIG para el modelado de la distribución del ocelote resultaron ser herramientas importantes ya que bajo ciertos supuestos, generan y aportan información biogeográfica relevante.

Las áreas predichas como potenciales por la modelación concuerdan con las áreas en donde se registró la ocurrencia de la especie durante el trabajo de campo, y a su vez indican la existencia de regiones potenciales para la presencia del ocelote que no había sido consideradas, es decir, en comparación con el mapa de distribución potencial realizado por Ceballos et al. (2006), los resultados difieren considerablemente debido a que en dicha propuesta se excluye el sur de la Sierra Madre Oriental, donde actualmente se sabe de la presencia del ocelote, por ejemplo, la Sierra Gorda en Querétaro.

Los resultados obtenidos en este estudio indican una extensión del área de distribución a una región más al centro del país, similar a lo propuesto por Báez y Estrada (2014) para la región occidental y por Martínez-Calderas et al. (2011) para el estado de San Luis Potosí, por lo que concordando con lo propuesto por Grigionie et al. (2009), el sur de la SMO resulta ser un sitio de vital importancia para la conservación del ocelote.

A su vez, se obtuvo que dentro de la SMO un 22.31% corresponde a ausencia de las condiciones que favorecen la presencia de la especie, dicha región se ubica al occidente de la SMO y colinda con la provincia del Altiplano Sur (Zacatecano-Potosino) y el Eje Neovolcánico (Figura 9). En dichas regiones, las condiciones son completamente desfavorables y opuestas a los hábitats donde la especie está presente, ya que están caracterizadas por ser regiones áridas y por presentar macizos montañosos de gran elevación, lo que implica temperaturas diferentes y precipitaciones bajas lo que resultaría para el ocelote un desgaste fisiológico mayor, por lo que hacen a dichas zonas inaccesibles para la dispersión y/o distribución del felino.

De las 19 variables ambientales utilizadas en la modelación, 13 son las que contribuyen en la explicación de la distribución potencial del ocelote, y las que tuvieron mayor aporte se encuentran relacionadas con la precipitación. Esto puede relacionarse con la productividad primaria, lo cual origina mayor disponibilidad de



presas y le permite al ocelote obtener el mínimo de nutrientes mediante un menor gasto energético (forrajeo óptimo), concordando con lo que menciona Di Bitetti et al. (2008).

La presencia de ANP's en el sur de la SMO puede considerarse en conjunto como una red de áreas para la conservación de la biodiversidad regional, incluyendo la Sierra Gorda en Querétaro y la Reserva de la Biósfera Barranca de Meztitlán en Hidalgo (Figura 9). Es fundamental que sean consideradas como zonas importantes para mantener una distribución continua para la diversidad de especies. La SMO provee un corredor biológico natural y se requiere de especial atención para implementar un plan de ordenamiento territorial, así como un manejo adecuado de sus recursos para mantener los hábitats que propician la presencia de felinos medianos como el ocelote.

En relación con los IAR estimados para el ocelote y sus presas potenciales, se recomienda realizar un muestreo en el tiempo, ya sea por temporadas o por años, similar a lo implementado por Karanth y Nichols (2002), y así determinar en cada sitio qué condiciones locales afectan la probabilidad de captura y cuales afectan las abundancias de las especies. Es necesario desarrollar el estudio con un diseño experimental adecuado que permita realizar dichas comparaciones para cada especie. Lo único que se puede inferir con respecto a los IAR estimados de las presas potenciales es que en todos los sitios de estudio el ocelote cuenta con la presencia de presas y cierta disponibilidad de alimento.

Cabe resaltar que los avances en la estimación de la abundancia han dado paso a nuevas preguntas de investigación para el monitoreo de fauna silvestre mediante trampas cámara. El monitoreo de las especies siempre se encuentra asociado a un gran esfuerzo de trabajo en campo, así como de equipo costoso y recurso económico, por lo que lo ideal al utilizar los IAR para el manejo y conservación de las especies es interpretar adecuadamente y con precaución los resultados que arrojan dichos índices.

Para finalizar, los resultados obtenidos mediante este estudio sugieren que existen regiones que deben ser consideradas como importantes para la conservación de la biodiversidad regional, ya que es información relevante para aplicar estrategias de recuperación y conservación de especies en riesgo como el ocelote.

## 7. CONCLUSIONES

La técnica de trampeo fotográfico resultó ser una herramienta eficiente para registrar la presencia del ocelote y sus presas potenciales en el sur de la Sierra Madre Oriental.

Los registros de presencia de ocelote en la Sierra Negra de Puebla indican que debe ser considerada como una zona importante para su conservación, por lo que se recomienda seguir con el monitoreo de dicha población en esta área, ya que hasta ahora es la segunda población que se conoce después de la registrada en la Reserva de la Biósfera Sierra del Abra Tanchipa, para la región oriental de México.

Los MNE resultaron ser importantes para determinar la distribución geográfica potencial del ocelote en el sur de la SMO, ya que se sugiere que el área de distribución geográfica presenta una ampliación hacia la región central del país.

La identificación de áreas que aún cuentan con parches de vegetación óptima para la presencia de la especie resulta ser de importancia para enfocar planes conservación y de restauración ecológica en las regiones que presentan deterioro del hábitat.

La presencia de presas potenciales en el sur de la SMO así como los índices de abundancia relativa sugiere que existe una disponibilidad adecuada de presas para el ocelote.

La Sierra Madre Oriental resulta ser de vital importancia para la presencia de felinos medianos como el ocelote, sin embargo, requiere de planes de manejo y conservación que mejoren la calidad del hábitat.

## LITERATURA CITADA

Aguilar, C., E. Martínez y L. Arriaga. 2000. Deforestación y fragmentación de Ecosistemas: ¿Qué tan grave es el problema en México? *Biodiversitas* 5(30):7- 11.

Aguilar L. M., Ramos-Frías J., Rojas M. A. E. (2014, octubre). Riqueza y abundancia relativa de mamíferos medianos en el Parque Nacional Los Mármoles, Hidalgo. Cartel presentado al XII Congreso Nacional de Mastozoología, Puebla, México.

Ahumada-Carrillo, Iván Trinidad, Arenas-Monroy, José Carlos and Iñiguez, Mario Alberto. (2013). Presence of the ocelot (*Leopardus pardalis*) in northern Jalisco, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 84 (2): 718-721.

Alanís-Flores G.J. 2004. Florística de Nuevo León. En: Luna I., Morrone J.J. y Espinoza D. Eds. *Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental*, pp. 243-258, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.

Almazán-Catalán, José Alberto, Sánchez-Hernández, Cornelio, Ruíz-Gutiérrez, Fernando, Romero-Almaraz, María de Lourdes, Taboada-Salgado, Alejandro, Beltrán-Sánchez, Elizabeth, & Sánchez-Vázquez, Leobardo. (2013). Registros adicionales de felinos del estado de Guerrero, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 84(1), 347-359.

Anderson R.P, M Gómez-Laverde y A. T Peterson. 2002. Geographical distributions of spiny pocket mice in South America: Insights from predictive models. *Global Ecology and Biogeography* 11: 131-141.

Anderson, R.P. and E. Martínez-Meyer. 2004. Modeling species' distributions for preliminary conservation assessments: an implementation with the spiny pocket mice (*Heteromys*) of Ecuador. *Biological Conservation* 116:167-179

Aranda, M. 2005. *Leopardus pardalis* (Linnaeus, 1758). Los mamíferos silvestres de México, Ceballos G. y G. Oliva (eds.). Fondo de Cultura Económica-CONABIO. México, D. F. p. 359-361.

Araujo, M. B., y A. Guisan. 2006. Five (or so) challenges for species distribution modelling. *Journal of Biogeography* 33:1677–1688.

Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (Coord.). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, México D.F., México.

Atonal S. D., Martínez-Vázquez J., Fonseca C., González-Monroy R.M. (2014, octubre). Mastofauna de la Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa, Huauchinango, Puebla. Cartel presentado al XII Congreso Nacional de Mastozoología, Puebla, México.

Báez M. O. y Estrada S. Y. F. 2014. Ampliación de la distribución del ocelote (*Leopardus pardalis*, Felidae) a la subcuanca de San Marcos, Jalisco, México. *Ecucba*. Pp. 47-53.

Balme, G.A., Hunter, L.T.B., Slotow, R. 2009. Evaluating methods for counting cryptic carnivores. *Journal of Wildlife Management*. 73 (3): 433-441.

Bárcenas, H. y Medellín. R. A. 2010. Ocelot (*Leopardus pardalis*) in Aguascalientes, México. *The South western Naturalist*, 55: 447-449.

Begon, M., J. L. Harper y C. R. Townsend. 1996. *Ecology Individuals, Populations and Communities*. 3th ed. Brackwell Science. Australia. Pp. 679

Bianchi, R.C.; Mendes, S.L. 2007. Ocelot (*Leopardus pardalis*) predation on primates in Caratinga Biological Station, Southeast Brazil. *American Journal of Primatology*. 69:1173-1178.

Brown, J. 1995. *Macroecology*. Chicago University Press, Chicago.

Cabrera-Garrido M. y León-Paniagua L. (2014, octubre). Análisis faunístico de los mamíferos del municipio de Tetela de Ocampo, Puebla. Ponencia presentada al XII Congreso Nacional de Mastozoología, Puebla, México.

Carbone C, Christie S, Conforti K, Coulson T, Ffranflin N, Ginsberg JR, Griffiths M, Holden J, Kawanishi K y Kinnaird M. 2001. The use of photographic rates to estimate densities of tigers and oth other cryptic mammals. *Animal Conservation* 4: 75-79

Casariego, M.M. 1998. Estimación del tamaño poblacional del ocelote (*Leopardus pardalis*) en una selva baja caducifolia de la costa de Jalisco, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. 68 pp.

Caso, A. (1994) Home range and habitat use of three Neotropical carnivores in northeast Mexico. MSc thesis. Texas A&M University, Kingsville, USA.

Caso, A., López-González, C., Payan, E., Eizirik, E., de Oliveira, T., Leite-Pitman, R. Kelly, M. y Valderrama, C. (2008). (*Leopardus pardalis*). En: UICN 2013. Lista Roja de Especies Amenazadas. Versión 2013.1. ([www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)).

CITES (Convenio Internacional de Especies Amenazadas). 2008. Apendices I, II and III. Geneva. 47 p.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (1995). Reservas de la Biosfera y otras Áreas Naturales Protegidas de México. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México. 159 p.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (1997). 'Provincias biogeográficas de México'. Escala 1:250 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D. F.

CONABIO, (2010). 'Leopardus pardalis (ocelote). Distribución conocida', Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Datos obtenidos del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB), registros comprendidos entre los años de 1878 y 2001. México. D.F.

CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2014. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.

Ceballos, G. y G. Oliva (Coord.). 2005. Los mamíferos silvestres de México. Fondo de Cultura Económica-CONABIO. México D.F. 988 pp

Ceballos-Gonzalez, G.J., S. Blanco, C. Gonzalez y E. Martínez. 2006. Leopardus pardalis (ocelote) Distribución potencial, escala 1:1000000. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México.

Chávez-León, G. 2005. A recent record of Leopardus pardalis (Linnaeus, 1758) from Michoacán, México. Revista Mexicana de Mastozoología. 9: 123–127.

Chávez, C., A de la Torre, H. Bárcenas, R.A. Medellín, H. Zarza y G. Ceballos. 2013. Manual de fototrampeo para estudio de fauna silvestre. El jaguar en México como estudio de caso. Alianza WWF-Telcel, Universidad Nacional Autónoma de México, México

Chinchilla, F. A. 1994. La dieta del jaguar (*Panthera onca*), puma (*Puma concolor*), el manigordo (*Leopardus pardalis*) (Carnívora: Felidae) y dos métodos de

evaluación en su abundancia relativa en el Parque Nacional Corcovado, Costa Rica. M.S Tesis. Universidad Nacional Heredia, Costa Rica. 49p

Contreras-Medina R. (2004) Gimnospermas. En: Luna I, JJ Morrone & D Espinosa (eds) Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental: Un enfoque multidisciplinario: 137-148. CONABIO-UNAM, Ciudad de México.

Cuervo-Robayo, A. P & O. Monroy-Vilchis, 2012. Distribución potencial del jaguar *Panthera onca* (Carnivora: Felidae) en Guerrero, México: persistencia de zonas para su conservación. *Revista de Biología Tropical*, 60 (3): 1357-1367.

Cuervo-Robayo, A.P., Téllez-Valdés, O., Gómez-Albores, M.A., Venegas-Barrera, C.S., Manjarrez, J. y Martínez-Meyer, E. (2013) An update of high-resolution monthly climate surfaces for Mexico. *International Journal of Climatology*. 10.1002/joc.3848

De Villa-Meza, A., Meyer, E. M. & López-González, C. A. (2002). Ocelot (*Leopardus pardalis*) food habits in a tropical deciduous forest of Jalisco, Mexico. *The American Midland Naturalist*, 148: 146–154.

Di Bitetti, M., Paviolo, A. & De Angelo, C. 2006. Density, habitat use and activity patterns of ocelots (*Leopardus pardalis*) in the Atlantic Forest of Misiones, Argentina. *Journal of Zoology*, 270: 153-163.

Di Bitetti, M. S., Paviolo, A., De Angelo, C. D. & Di Blanco Y. E. 2008. Local and continental correlates of the abundance of a Neotropical cat, the ocelot (*Leopardus pardalis*). *Journal of Tropical Ecology*, 24: 189-200.

Díaz-Pulido, A. y Payán-Garrido, E. 2011. Densidad de ocelotes (*Leopardus pardalis*) en los llanos colombianos. *Mastozoología Neotropical*.18: 63-71.



Dillon, A. & Kelly, M. 2008. Ocelot home range, overlap and density: comparing radio telemetry with camera trapping. *Journal of Zoology*, 275: 391-398.

Emmons, L. H. 1987. Comparative feeding ecology of felids in a Neotropical rainforest. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 20: 271-283.

Emmons, L. H. 1988. A field study of ocelots (*Felis pardalis*) in Peru. *Revue d'Ecologie la Terre et la Vie*. 43: 133-157.

Escalante, T., G. Rodríguez y J. J. Morrone. 2005. Las provincias biogeográficas del componente mexicano de montaña desde la perspectiva de los mamíferos continentales. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 76:199-205.

ESRI (Environmental Systems Research Institute). 2006. ArcGis Professional Gis for desktop, version 9.3.

Foster, R. J. & Harmsen, B. J. (2012) A critique of density estimation from camera-trap data. *Journal of Wildlife Management*, 76 (2): 224-236

García E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köpen. *Apuntes de Climatología*. Talleres Larios. México.

GBIF (Global Biodiversity Information Facility). [www.gbif.org](http://www.gbif.org).

Gibbs, J. P. 2000. Monitoring population. En: L. Boitani y T. K. Fuller (eds.). *Research Techniques in Animal Ecology: Controversies and consequences*. Columbia University Press, Nueva York, Estados Unidos de Norteamérica.

Goulart, F. V. B., Caceres, N. C., Graipel, M. E., Tortato, M. A., Ghizoni, I. R., & Oliveira-Santos, L. R. 2009. Habitat selection by large mammals in a southern Brazilian Atlantic Forest. *Mammalian Biology*, 74, 184-192.

Grigione, M., Scoville, A., Scoville, G. & Crooks, K. 2007. Neotropical cats in south-west Arizona: past and present distributions of jaguars, ocelots and jaguarundis. *Journal of Neotropical Mammalogy*, 14, 189-199.

Grigione, M.M., K. Menke, C. López-González, R. List, A. Banda, J. Carrera, R. Carrera, A.J. Giordano, J. Morrison, M. Sternberg, R. Thomas and B. Van Pelt. 2009. Identifying potential conservation areas for felids in the USA and Mexico: integrating reliable knowledge across an international border. *Oryx*, 43:78-86

Haines, A. M., Janecka, J. E., Tewes, M. E., Grassman, L. I. & Morton, P. (2006). The importance of private lands for ocelot *Leopardus pardalis* conservation in the United States. *Oryx*, 40: 1-5.

Hall, E. R. 1981. *The mammals of North America*, Wiley, New York. 1181 p.

Harverson P. M, M. E. Tewes, G. L. Anderson y L. L. Laack. 2004. Habitat use by ocelots in south Texas, implications for restoration. *Wildlife Society Bulletin* 32: 948-954.

Hernández-Cerda ME, Carrasco-Anaya G. (2004) Climatología. En Luna I, Morrone JJ, Espinosa D (Eds.) *Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental*. CONABIO. UNAM. México. pp. 63-108.

Holcombe T., T. J. Stohlgren y C. Jarnevich. 2007. Invasive species management and research using GIS. En: Witmer, G. W., W. C. Pitt y K. A. Fagerstone (Eds.). *Managing Vertebrate Invasive Species: Proceedings of an International Symposium*. National Wildlife Research Center, Fort Collins, CO. 108-114 p.p.

Hutchinson, G.E. 1957. Concluding Remarks. *Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol.*, 22, 415-427.

Hutchinson, G. E. 1959. Homage to Santa Rosalia, or why are there so many kinds of animals? *American Naturalist* 93:145–159.

Hutchinson, G.E. 1978. *An Introduction to Population Ecology*. Yale University Press, New Haven.

Iglesias, J., V. Sánchez-Cordero, G. Magaña-Cota, R. Bolaños, M. Aranda, R. Hernández y F. J. Botello. 2009. Noteworthy records of margay, *Leopardus wiedii* and ocelot, *Leopardus pardalis* in the state of Guanajuato, Mexico. *Mammalia* 78:347-349.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2005. Conjunto de datos Vectoriales de la Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Escala 1:250,000, Serie V, Continuo Nacional. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Ciudad de México, México.

IUCN (International Union for Conservation of Nature). 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2013.2. [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org).

Janečka J. E., M. E. Tewes, L. L. Laack, L. I. Grassman, A. M. Haines, R. L. Honeycut. 2007. Small effective populations sizes of two remnant ocelot populations (*Leopardus pardalis albecens*) in the United States. *Conservation Genetics*.

Jennelle, C. S., M. C. Runge, and D. I. Mackenzie. 2002. The use of photographic rates to estimate densities of tigers and other cryptic mammals: a comment on misleading conclusions. *Animal Conservation* 5:119–120

Karanth, K. U. (1995). Estimating tiger *Panthera tigris* populations from camera trap data using capture-recapture models. *Biological Conservation*, 71: 333–338.

Karanth, K.U. & Nichols, J. D. (1998). Estimation of tiger densities using photographic captures and recaptures. *Ecology*, 79: 2852–2862.

Karanth, K.U., and Nichols, J. Eds., 2002. *Monitoring Tigers and Their Prey: A Manual for Researchers, Managers and Conservationists in Tropical Asia*. Bangalore: Centre for Wildlife Studies.

Kelly, M. J., A. J. Noss, M. S. Di Bitetti, L. Maffei, R. L. Arispe, A. Paviolo, C. D. De Angelo, and Y. E. Di Blanco. 2008. Estimating puma densities from camera trapping across three study sites: Bolivia, Argentina, and Belize. *Journal of Mammalogy* 89:408–418.

Krebs, J. C. 2000. *Ecological Metodology*. Harper y Row. New York. USA

León-Paniagua L, García-Trejo EA, Arroyo-Cabrales J, Castañeda-Rico S (2004) Patrones biogeográficos de la mastofauna. En Luna I, Morrone JJ, Espinosa D (Eds.) *Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental*. CONABIO-UNAM. México. pp. 469-486

Lira-Torres, I. & Briones-Salas, M. (2011). Impacto de la ganadería extensiva y cacería de subsistencia sobre la abundancia relativa de mamíferos en la Selva Zoque, Oaxaca, México. *Therya*, 2: 217- 244.

Litvaitis, J.A., K. Titus and E.M. Anderson. (1994). Measuring vertebrate use of territorial habitats and foods. pp. 254-74 In: T.A. Bookhout (ed.). *Research and Management Techniques for Wildlife and Habitats*. 5th ed. The Wildl. Soc. Bethesda, Md

López González, C. A., D. D. E. Brown and J. P. Gallo Reynoso. 2003. The ocelot *Leopardus pardalis* in north -western México: ecology, distribution and conservation status. *Oryx*. 37(3) 358-364

Ludlow, M.E. & Sunquist, M.E. (1987). Ecology and behavior of ocelots in Venezuela. *National Geographic Research* 3: 447–461.

Maffei, L., E. Cuellar, y A. Noss. 2002. Uso de trampas-cámara para la evaluación de mamíferos en el ecotono Chaco-Chiquitania. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental*. 11: 55–65.

Maffei, L., Cuellar E. y Noss A. 2004. One thousand jaguars (*Panthera onca*) in Bolivia's Chaco Camera trapping in the Kaa-lyá National Park. *Journal of Zoology (Lond.)* 262:295-304

Maffei, L., Noss, A., Cuéllar, E. y Rumiz D. (2005). Ocelot (*Felis pardalis*) population densities, activity, and ranging behaviour in the dry forests of eastern Bolivia: data from camera trapping. *Journal of Tropical Ecology*. 21: 349-353.

Marker, L., E. Fabiano y M. Nghikembua. 2008. The use of remote camera traps to estimate density of free-ranging cheetahs in North-Central Namibia. *Cat News* 49: 22-24

Martínez-Calderas, J. M., Rosas-Rosas, O. C., Martínez-Montoya, J. F., Tarango-Arámbula, L. A., Clemente-Sánchez, F., Crosby-Galván, M. M. y Sánchez-Hermosillo, M. D. (2011). Distribución del ocelote (*Leopardus pardalis*) en San Luis Potosí, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 82: 997-1004.

Martínez- Hernández, A., Rosas-Rosas, O. C., Clemente-Sánchez, F., Tarango-Arámbula, L. A., Palacio-Nuñez J., Bender L. C y Herrera-Haro J.G. (2014). Density of threatened ocelot *Leopardus pardalis* in the Sierra Abra-Tanchipa Biosphere Reserve, San Luis Potosí, México. *Fauna & Flora International, Oryx*, pp 1-7

Martínez-Meyer, E. (1997). Ecología del ocelote (*Leopardus pardalis*) en la región de Chamela, Jalisco, México. Tesis de Maestría en Ciencias (Biología Animal). Universidad Nacional Autónoma de México. 76 pp.

Martínez-Meyer, E, V. Sánchez-Cordero. 2006. Uso de datos de colecciones científicas. 171-180. En: C. Lorenzo-Monterrubio, E. Espinosa-Medinilla, M. Briones-Salas y F. A. Cervantes (Comps.). Colecciones mastozoológicas de México. Asociación Mexicana de Mastozología, A. C. e Instituto de Biología, UNAM, CONABIO. Distrito Federal, México. 572 pp.

Moreno-Arzate, E., L. Íñiguez-Dávalos y C. A. López-González. 2011. High elevation records of ocelots (*Leopardus pardalis*) in Jalisco, México. *Mammalia* 75:387-388.

Moreno, R. and J. Giacalone. 2006. Ecological data obtained from latrine use by ocelots (*Leopardus pardalis*) on Barro Colorado Island, Panama. *Tecnociencia* Vol 8(1): 7-21.

Muñoz, R. C. (2010). Desarrollo de capacidades femeninas, el caso de las mujeres integrantes de la sociedad de productores indígenas ecológicos Sierra Negra S.C. Tesis presentada para obtener el grado de Maestra en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. De México. 213 pp.

Murray, J. L., & Gardner, G. L. (1997). *Leopardus pardalis*. *Mammalian Species*. 548: 1-10.

Navarro, L. D. 1985. Status and distribution of the ocelot (*Felis pardalis*) in south Texas. M.Sc. Thesis, Texas A&I University, Kingsville, Texas. 92 p

Nowak, Ronald M. (1999). Walker's mammals of the world. 6th. Ed. / Volumen I. 816-817. 836 Pg.

O'Brien TG, MF Kinnaird y HT Wibisono. 2003. Crouching tigers, hidden prey: Sumatran tiger and prey populations in a tropical forest landscape. *Animal Conservation* 6:131-139.

O'Brien, T.G. 2011. Abundance, density and relative abundance: a conceptual framework. Pp. 71-96. En: O'Connell, A.F., J. D. Nichols y K. U. Karanthe (eds.). Camera traps in animal ecology. Methods and Analyses. Springer.

O'Connell, A. F., J. D. Nichols y K. U. Karanthe. (2011). Camera traps in animal ecology: Methods and analyses. Springer, London, 271 pp.

Odum P. E. y Barret W. G., 2006. Fundamentos de ecología. 5ª ed. Cengage Learning. Mexico, 598 pags.

Oliveira, T. G. De. 1994. Felinos neotropicales: ecología y conservación. Edufma, Sao Luís, Brasil. 11-31. 220 Pg.

Oliveira-Santos, L. G. R., C. A. Zucco, P. C. Antunes, and P. G. Crawshaw, Jr. 2010. Is it possible to individually identify mammals with no natural markings using camera-traps. A controlled case-study with lowland tapirs. *Mammalian Biology* 75:375–378.

Ortega-Huerta, Miguel A., & Townsend Peterson, A. 2008. Modeling ecological niches and predicting geographic distributions: a test of six presence-only methods. *Revista mexicana de biodiversidad*, 79(1), 205-216.

Pearce, J. & Ferrier, S. 2000. Evaluating the predictive performance of habitat models developed using logistic regression. *Ecological Modelling*, 133, 225–245.

Pearson, R. G., C. J. Raxworthy, M. Nakamura, A. T. Peterson. 2007. Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar. *Journal of Biogeography* 34:102–117.

Peterson A. T. 2001. Predicting species geographic distributions based on ecological niche modeling. *Condor* 103: 599-605.

Peterson, A. Townsend, Jorge Soberon, Richard G. Pearson, Robert P. Anderson, Enrique Martínez-Meyer, Miguel Nakamura, and Miguel B. Araujo. 2011. *Ecological Niches and Geographic Distributions (MPB-49)*. Princeton University Press.

Phillips, S. J. et al. 2004. A maximum entropy approach to species distribution modeling. In: *Proceedings of the Twenty-First International Conference on Machine Learning*. ACM Press, New York, pp. 472-486.

Phillips S.J., Anderson R.P. y R. E. Shapire. 2006. Maximun entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* 190: 231–259.

Phillips S.J. y M. Dudik. 2008. Modeling of species distributions with MAXENT: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*. 31:161-175.

Rabinowitz, A. y Zeller K.A. 2010. A range-wide model of landscape connectivity and conservation for the jaguar, *Panthera onca*. *Biological Conservation*. 143, 949-945

Ramírez, B. O., S. B. Schinkel y C. S. Hernández. 2010. Nuevo registro del ocelote (*Leopardus pardalis*) para el estado de Puebla. *Therya* 1:91-94.

Ritchie E. G. and Johnson C. N. 2009. Predator interactions, mesopredator release and biodiversity conservation. *Ecology Letters*, 12: 982–998

Rzedowski, J. 1965. Vegetación de San Luis Potosí. *Acta Científica Potosina* 5(1-2): 1-291.

Rzedowsky, J. 1994. *Vegetación de México*. Limusa, México, D.F.

Ramírez, B. O., S. B. Schinkel y C. S. Hernández. 2010. Nuevo registro del ocelote (*Leopardus pardalis*) para el estado de Puebla. *Therya* 1:91-94



Rosas-Rosas, O.C y L. Bender. 2012. Population status of jaguars (*Panthera onca*) and pumas (*Puma concolor*) in northeastern Sonora, México. *Acta Zoológica Mexicana* 28 (1): 86-101.

Ruiz-Jiménez, C. A., I. Luna, y O. Alcántara. 2004. Límites. Pp. 7-24 in *Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental* (Luna, I., J. Morrone y D. Espinosa, eds.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Las prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, Distrito Federal.

Sánchez-Cordero, V. and E. Martínez-Meyer. 2000. Museum specimen data predict crop damage by tropical rodents. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 97:7074-7077.

Sánchez-Cordero, V., T. Peterson T. A. y P. Escalante-Pliego. 2001. El modelado de la distribución de especies y la conservación de la diversidad biológica. Enfoques contemporáneos para el estudio de la biodiversidad. Instituto de Biología, UNAM, México. Pp 359-379.

Sánchez-Cordero, V., M. Munguía & A. T. Peterson. 2004. GIS-based predictive biogeography in the context of conservation. In: *Frontiers in Biogeography*. M. Lomolino & L Heaney (eds.). Sinauer Press. Capítulo 16.

Sánchez-Ramos, G., L. Hernández S., A. Mora O., J. Vargas-Contreras, M. Lara V., C. Zamora T., A. Cardona E. 1993. "Sierra del Abra Tanchipa. Estudio de caso". In: *Proyecto de evaluación de áreas naturales protegidas de México*. SEDESOL. México. SEDUE. Estudio de Declaratoria como Reserva Ecológica de la Sierra del Abra Tanchipa, San Luis Potosí, México. Instituto de Ecología y Alimentos. Universidad Autónoma de Tamaulipas. A. Gómez-Pompa y R. Dirzo. (comps.).

SEMARNAT (Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010), Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

Servín, J. Chacón, E, Alonso-Pérez, N. Huxley, C. 2003. New records of mammals from Durango, México. *The Southwestern Naturalist*, 48(1):136-138.

Silva-Pereira, J.E.; R.F. Moro-Rios; D.R. Bilski & F.C. Passos. 2011. Diets of three sympatric Neotropical small cats: Food niche overlap and interspecies differences in prey consumption. *Mammalian Biology* 76 (3): 308-312.

Silver, S. 2004. Estimando la abundancia de jaguares mediante trampas-cámara. Wildlife Conservation Society. New York. 27 p.

Silver, S. C., Ostro L. E. T., Marsh, L.K., Maffei, L., Noss, A. J., Kelly, M. J., Wallace, R. B., Gomez, H. y Ayala, G. (2004). The use of camera traps for estimating jaguar (*Panthera onca*) abundance and density using capture/recapture analysis. *Oryx*. 38: 148–154.

Soberón, J. and A. T. Peterson. 2005. Interpretation of models of fundamental ecological niches and species distributional areas. *Biodiversity informatics*: 2 pp. 1-10.

Soberón, J. 2007. Grinnellian and Eltonian niches and geographic distributions of species. *Ecology Letters* 10:1115-1123.

Soberón, J. and M. Nakamura. 2009. Niches and distributional areas: concepts, methods and assumptions. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 106:19644-19650.

Soberón J.M. 2010. Niche and area of distribution modeling: a population ecology perspective. *Ecography* 33: 159-167

Sunquist, M. & Sunquist, F. (2002). *Wild cats of the world*. Chicago: The University of Chicago Press.

Sunquist, M.E., Sunquist, F. & Daneke, D.E. (1989). Ecological separation in a Venezuelan llanos carnivore community. *Adv. Neotropical. Mammalogy* 1989, 197–232.

Tewes, M. E. y D. J. Schmidly, 1987. The neotropical felids: jaguar, ocelot, margay, and jaguarondi. In *Wild furbearer management and conservation in North America*, M. Novak, J. A. Baker, M. E. Obbard y B. Malloch (eds.). Ontario Ministry of Natural Resources, Toronto. p. 697-711.

Torres, J.G., y M. S. Sierra. 2003. *Las áreas naturales protegidas del estado de San Luis Potosí*. Secretaria de Ecología y Gestión Ambiental del Gobierno de San Luis Potosí. San Luis Potosí. San Luis Potosí, México.

Trolle, M. y Kery M. 2003. Estimation of ocelot density in the Pantanal using capture-recapture analysis of camera trapping data. *Journal of Mammalogy*. 84: 607–614.

Trolle, M. y Kery M. 2005. Camera-trap study of ocelot and other secretive mammals in the northern Pantanal. *Mammalia* 69:409-416

UNIBIO. Unidad Informática para la Biodiversidad. [www.unibio.unam.mx](http://www.unibio.unam.mx).

Valdez-Jiménez, D., C.M. García Balderas y G.E. Quintero Díaz. 2013. Presencia del ocelote (*Leopardus pardalis*) en la “Sierra del Laurel”, Municipio de Calvillo, Aguascalientes, México. *Acta zoológica mexicana* 29(3): 688–692.

Vargas, M., F. (1997). Parques Nacionales de México. Instituto Nacional de Ecología, México.

Villordo-Galván, J. A., O. C. Rosas-Rosas, J. F. Martínez-Montoya, F. Clemente-Sánchez, L. A. Tarango-Arámbula, M. D. Sánchez-Hermosillo y L. C. Bender. 2010. El jaguar (*Panthera onca*) en San Luis Potosí, México. *The Southwestern Naturalist* 55: 394-402.

Villarreal Espino-Barros, O.A.; Guevara Viera, R.; Reséndiz Martínez, R.; Hernández Zepeda, J. S.; Castillo Correo, J. C.; Tomé Torres, F. J. 2005. Diversificación productiva en el campo experimental las Margaritas, Puebla, México. *Archivos de Zootecnia*. pp. 197-203.

Walker, R., Novaro, A, and Nichols, J. 2000. Consideraciones para la estimación de abundancia de poblaciones de mamíferos. *Journal of neotropical mammalogy*. 7 (2): 73-80.

Wemer, Ch., T. Kunz, H. G. Lundie-Jenkins, y W. J. McShea. 1996. Mammalian signs. Pp. 157-176, in *Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for mammals* (Wilson D. E. F. Russell Cole, J. D. Nichols, R. Rudran y M. S. Foster, eds.). Smithsonian Institution Press. Washington, DC.

Wiens, J.J. y Donoghue, M.J., 2004. Historical biogeography, ecology and species richness. *TRENDS in Ecology and Evolution* 19(12):639-644.

## **ANEXOS**

**Anexo 1.** Descripción y caracterización de cada Área Natural Protegida y la Sierra Negra de Puebla.

### **Reserva de la Biosfera “Sierra del Abra-Tanchipa” (RBSAT), San Luis Potosí. CONABIO, 1995.**

El área se localiza en la porción centro-oriental del altiplano mexicano y forma parte de la Sierra Madre Oriental, se ubica al noreste del estado y colinda con Tamaulipas, municipios de Ciudad Valles y Tamuín en San Luis Potosí.

El área incluye un gradiente altitudinal que va desde los 250 hasta los 800 msnm. La mayor parte de la zona está caracterizada por un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano Aw1(x')e (García, 1981), se presenta un periodo de ausencia de lluvias que va de diciembre a mayo.

La precipitación pluvial es de 1,070 mm de promedio por año (Barral Caballero, 1992). Se encuentra dividida en dos grandes regiones hidrológicas, la parte norte corresponde a la cuenca del río Guayalejo, conformada por el río Tantoán, y la parte centro-sur, incluida dentro de la cuenca del río Pánuco y constituida por los ríos del Puerto, Valles y Tamuín (Sánchez-Ramos et al., 1993).

Tipos de vegetación. Las selvas del área constituyen el límite boreal para estos ecosistemas en el continente americano.

Selva baja subperennifolia. Corresponde a parte del bosque espinoso descrito por Rzedowski (1978). Se localiza al este de la Sierra del Abra Tanchipa en terrenos planos que se inundan en época de lluvias. La comunidad se encuentra fuertemente perturbada por desmontes y pastoreo, de manera que en grandes áreas ha sido sustituida por pastizales inducidos. Las especies características son: *Crescentia alata*, *Parmentiera aculeata*, *Pithecellobium ebano*, *Acacia farnesiana*, *Acacia rigidula* y *Pithecellobium pallens*.

Selva mediana subperennifolia. Descrita por Rzedowski (1978) es equivalente a parte del bosque tropical perennifolio. No es muy abundante y sólo se localiza en pocas zonas protegidas entre los 650 y 700 msnm aproximadamente, donde se mezcla con la selva baja caducifolia. Las especies características son: *Brosimum alicastrum*, *Mirandaceltis monoica*, *Lysiloma divaricata*, *Bursera simaruba*.

Selva baja caducifolia. Constituye el mayor porcentaje de vegetación y corresponde al bosque tropical caducifolio descrito por Rzedowski (1978). Se localiza desde los 300 hasta los 700 msnm. En muchas zonas ha sido sustituida por vegetación secundaria, particularmente palmares de *Sabal mexicana* en las partes bajas y de *Brahea dulcis* en las zonas altas. Las especies características son: *Lysiloma microphyllum*, *Beaucarnea inermis*, *Guazuma ulmifolia*, *Phoebe tampicencis*, *Bursera simaruba*, etc.

Encinar tropical. Se localiza en áreas muy restringidas en las partes bajas de la sierra formando manchones aislados en medio de la selva baja caducifolia. Actualmente se encuentra muy perturbado. Las especies características son: *Quercus oleoides*, *Guazuma ulmifolia*, *Sabal mexicana*, etc.

Palmar. Es un tipo de vegetación secundaria derivada de la selva baja caducifolia; esta comunidad ha sido inducida por los constantes incendios. Las especies características son: *Sabal mexicana*, *Karwinskia humboldtiana*, *Guazuma ulmifolia*, etc.

Vegetación secundaria: se encuentra distribuida en todos los tipos de vegetación debido a las perturbaciones provocadas por la actividad humana.

Se han registrado 161 especies de vertebrados, el 30% corresponde a mamíferos, el 51% aves, 13% reptiles y 5% anfibos (Treviño-Villarreal, 1993). Los mamíferos presentes son el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), jabalí

(*Tayassu tajacu*), conejo (*Sylvilagus floridanus*) y especies en peligro de extinción como el jaguar (*Panthera onca*), tigrillo (*Leopardus wiedii*), ocelote (*Leopardus pardalis*), leoncillo (*Herpailurs yagouaroundi*), puma (*Puma concolor*). El Uso del suelo en la zona de influencia es principalmente para uso ganadero (56%), forestal (32%), agrícola (9%) y otro tipo de actividades (3%) (Arriaga et al., 2000).

### **Parque Nacional “Los Mármoles” (PNM), Hidalgo.**

Se localiza geográficamente entre los meridianos de coordenadas 99°08'55'' y 99°18'37'' de longitud oeste y entre los paralelos de 20°45'33'' y 20°58'47'' de latitud norte. Forma parte de la Sierra Madre Oriental y la Sierra de Pachuca, tiene un rango altitudinal que va de los 2 000 a los 3, 000 metros sobre el nivel del mar. El Parque Nacional Los Mármoles cuenta principalmente con un clima templado con lluvias en verano y sequías en invierno C(w<sub>2</sub>) y C(w<sub>2</sub>)(w), con temperaturas medias anuales entre 12 y 18°C. Presenta una alta humedad ocasionada por las lluvias en verano, lo que atenúa los inviernos secos. En la región noreste, en menor proporción cuenta con un clima cálido húmedo (A)C(w<sub>o</sub>)w, ambos climas se están presentes en los municipios de Pacula, Jacala, Nicolás Flores y Zimapán.

Hidrológicamente, esta área se encuentra en la Región Hidrológica No.-26, denominada Cuenca del Bajo Río Pánuco, el río Moctezuma pasa al occidente del parque, el Río de los Naranjos se une al Moctezuma cerca de Macazintla, por la vertiente oriental fluye el río Amajac. Presenta una precipitación media de 600 a 2000 mm.

El PNLM presenta diferentes tipos de vegetación, principalmente el Bosque de *Juniperus deppeana*; Bosque de Juniperus-Encino, *Quercus rugosa*, *Q. crassipes* con dominancia de Juniperus, asociándose *Annona sp.*, *Junglans mexicana*, *Bocconia arborea*, *Arbutus mexicana* y *Acacia sp.*; Bosque de Pino, *Pinus cembroides*, *P.greggii* asociado con *Juniperus deppeana*, *Crataegus mexicana*, *Baccharis conferta* y *Piqueria trinervia*, y el Bosque de Pino Encino, este tipo

representado por las especies anteriores y asociados con madroños, enebros, tepozán y nopal silvestre.

La principal fauna silvestre reportada son conejos (*Sylvilagus floridanus*), gato montés (*Lynx rufus*), zorrillo (*Mephitis macroura*), armadillo (*Dasyopus sp.*), ardilla (*Sciurus auerogaster*), tigrillo (*Leopardus wiedii*), mapache (*Procyon lotor*), tejón (*Nasua narica*), tlacuache (*Didelphis virginiana*) y cacomixtle (*Bassariscus astutus*) (Vargas, 1997).

### **Área de Protección de Recursos Naturales Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa (APRNRCHRN), Puebla.**

El área de protección de recursos naturales zona protectora forestal vedada “Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa” (CHRN) se localiza en la porción norte del estado de Puebla y la porción este de Hidalgo, de acuerdo al polígono descrito en el decreto de su creación se ubica entre los paralelos 20° 3´ y 20° 14´ de latitud norte y 97° 51´ y 98° 13´ de longitud oeste. Dicha área está conformada por los municipios poblanos: Ahuazotepec, Chiconcuautla, Huauchinango, Jopala, Juan Galindo, Naupan, Tlaola, Xicotepec, Zacatlán, Zihuateutla y los municipios hidalguenses: Acaxochitlán, Cuauhtepic de Hinojosa y Tulancingo de Bravo (DOF, 1938).

La porción poblana de la CHRN comprende una extensión de 32 630 ha, encontrándose dentro de tres regiones fisiográficas: Sierra Madre Oriental, Eje Neovolcánico y Llanura Costera del Golfo, con una variación altitudinal de oriente a poniente que abarca desde los 560 hasta los 2 323 msnm, presentando además planicies y valles intermontanos (INAFED, 2009).

La zona pertenece a la Región Hidrológica No.-27 “Tuxpan-Naupán”, posee una gran cantidad de cuerpos de agua y potencial hidrológico que es aprovechado por la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, en la Hidroeléctrica de Necaxa, entre los numerosos cuerpos de agua presentes en la zona se encuentran las presas: Tecojocotal, Omiltepec, Nexapa, Necaxa y Tenango.



En la parte alta del área se presenta un clima templado húmedo con abundantes lluvias en verano y en la parte baja el clima es semicálido subhúmedo con precipitación estival e influencia de neblina durante todo el año.

Las temperaturas máximas oscilan entre los 24°C y 30°C y se presentan en la porción oriente de la zona, para disminuir gradualmente conforme se avanza hacia el poniente. Las temperaturas mínimas oscilan entre los 3° y los 15°C. La precipitación media durante el periodo mayo-octubre oscila entre 200 y 2 300 mm. Los días con lluvia apreciable son entre 60 y 119 mm (INEGI, 2005).

De acuerdo a la clasificación del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI, 2005), el uso del suelo y vegetación forman un complejo mosaico con una gran parte de zonas perturbadas con vegetación secundaria coexistiendo con áreas de vegetación conservada, además de zonas de pastizales, agrícolas, urbanas de gran densidad, localidades menores y caseríos dispersos. Cerca del 48% está cubierto por bosques de pino (BP), encino (BQ), pino-encino (BPQ) y mesófilo de montaña (BM), así como por selva mediana subcaducifolia (SMS), subperenifolia (SMQ) y pastizal (P). El BM, SMS y SMQ presentan un mayor grado de perturbación, ya que el 12.8% del BM está asociado a vegetación secundaria y sólo el 1.7% se encuentra conservado, el total de la superficie de SMS y SMQ presenta vegetación secundaria.

### **Sierra Negra, Puebla.**

La geografía de la Región Tehuacán y Sierra Negra es variada debido a la confluencia de dos provincias fisiográficas: Sierra Madre del Sur y el Eje Neovolcánico, esta región a su vez se asienta principalmente sobre dos subprovincias fisiográficas, la primera es la Subprovincia Sierras Centrales de Oaxaca y la segunda es la Subprovincia Sierras Orientales. La Subregión Sierra Negra está definida en su totalidad por la orografía de la Sierra Madre del Sur, esta

subregión colinda al noroeste y suroeste con el estado de Veracruz y al sureste con Oaxaca. Se integra por cinco municipios: Coxcatlán, Coyomeapan, Eloxochitlán, San Sebastián Tlacotepec y Zoquitlán, cuya extensión territorial conjunta es de 108,394.88 hectáreas, representando el 3.16 % del territorio poblano.

Los climas que caracterizan a la Sierra Negra principalmente son el semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano (A)C(fm) que representa el 7.72 % de la superficie y el clima cálido húmedo con lluvias todo el año Af(m) con un 3.63%. El relieve está conformado por cuatro topoformas, la mayor cobertura territorial es la soetta con el 76.65% del suelo, los valles ocupan el 19% y llanuras y lomeríos el 3.68% cada uno. La altitud más baja que se registra es al oriente de la región y es de 100 a 500 msnm. La Selva Baja Caducifolia se hace presente al este de la región, en San Sebastián Tlacotepec, Zoquitlán y Eloxochitlán, mientras que el Bosque Mesófilo de Montaña se ubica en los municipios de Eloxochitlán, Zoquitlán, Coyomeapan y San Sebastián Tlacotepec.

**Anexo 2.** Aptitud del hábitat con base en el número de los registros de presencia de ocelote y categorización del uso de suelo y tipo de vegetación en función de sus requerimientos ecológicos.

| CLASIFICACIÓN DE LA APTITUD DEL HÁBITAT | USOS DE SUELO Y TIPOS DE VEGETACIÓN  |   |
|---|--|---|
|   | VEGETACIÓN PRIMARIA:   | VEGETACIÓN SECUNDARIA:  |
| <b>ÓPTIMO</b>                           | SELVA ALTA PERENNIFOLIA<br>SELVA BAJA CADUCIFOLIA<br>SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA<br>BÓSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA<br>MATORRAL CRASICAULE<br>MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO<br>MATORRAL DESÉRTICO ROSETÓFILO<br>MATORRAL SUBMONTANO    |   |
| <b>SUB-ÓPTIMO</b>                       | BOSQUE DE ENCINO<br>BOSQUE DE PINO<br>BOSQUE DE ENCINO PINO<br>BOSQUE DE PINO ENCINO<br>BOSQUE DE OYAMEL<br>BOSQUE DE TÁSCATE  | SELVA ALTA PERENNIFOLIA<br>SELVA BAJA CADUCIFOLIA<br>SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA<br>SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA<br>BÓSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA<br>MATORRAL CRASICAULE<br>MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO<br>MATORRAL DESÉRTICO ROSETÓFILO<br>MATORRAL SUBMONTANO |
| <b>MARGINAL</b>                         | <b>VEGETACIÓN SECUNDARIA:</b>  | <b>AGROECOSISTEMAS:</b>   |
|   | BOSQUE DE ENCINO<br>BOSQUE DE PINO<br>BOSQUE DE ENCINO PINO<br>BOSQUE DE PINO ENCINO<br>BOSQUE DE OYAMEL<br>BOSQUE DE TÁSCATE<br>BOSQUE DE MEZQUITE<br>BOSQUE DE GALERÍA<br>CHAPARRAL<br>VEGETACIÓN DE GALERIA<br>SELVA DE GALERÍA | BOSQUE CULTIVADO E INDUCIDO<br>PASTIZAL CULTIVADO E INDUCIDO<br>PALMAR NATURAL E INDUCIDO<br>VEGETACIÓN HALÓFILO XERÓFILO<br>PASTIZAL HALÓFILO<br>MEZQUITAL XERÓFILO<br>VEGETACIÓN HALÓFILO XERÓFILO  |
| <b>INHÓSPITO</b>                        | AGRICULTURA<br>ASENTAMIENTOS HUMANOS<br>CUERPO DE AGUA<br>DESPROVISTO DE VEGETACIÓN<br>PRADERA DE ALTA MONTAÑA<br>TULAR<br>SIN VEGETACIÓN APARETE<br>VEGETACIÓN HALÓFILO HIDRÓFILO<br>ZONA URBANA                                  |   |

**Anexo 3.** Identificación de ocelotes registrados en las trampas cámara en San Luis Potosí y Puebla.

**CLAVE DE REGISTRO:** LpSLPA\_”Nina y Alf”

**SEXO:** Hembra y cría.

**NÚMERO DE FOTOGRAFÍAS:** 3

**TIPO DE VEGETACIÓN:** Selva Baja Caducifolia

**ALTITUD:** 260 msnm

**MUNICIPIO:** Ciudad Valles

**EJIDO/COMUNIDAD:** Laguna de Mante/Las Pitas

**OBSERVACIONES:** ninguna



**CLAVE DE REGISTRO:** LpSLPB\_”Rufo”

**SEXO:** No determinado 1

**NÚMERO DE FOTOGRAFÍAS:** 7

**TIPO DE VEGETACIÓN:** Selva Baja Caducifolia

**ALTITUD:** 261 msnm

**MUNICIPIO:** Ciudad Valles

**EJIDO/COMUNIDAD:** Laguna de Mante/Arroyo del Guajolote

**OBSERVACIONES:** ninguna



**CLAVE DE REGISTRO:** LpSLPC\_”Back”

**SEXO:** Macho 1

**NÚMERO DE FOTOGRAFÍAS:** 10

**TIPO DE VEGETACIÓN:** Selva Baja Caducifolia

**ALTITUD:** 339 msnm

**MUNICIPIO:** Ciudad Valles

**OBSERVACIONES:** Las fotografías se tomaron en dos fechas diferentes, con una diferencia de 8 días.



**CLAVE DE REGISTRO:** LpSLPD\_” Moncho”

**SEXO:** Macho 2.

**NÚMERO DE FOTOGRAFÍAS:** 3

**TIPO DE VEGETACIÓN:** Selva Baja Caducifolia

**ALTITUD:** 291 msnm

**MUNICIPIO:** Ciudad Valles

**EJIDO/COMUNIDAD:** Laguna de Mante/El Sótano

**OBSERVACIONES:** ninguna



**CLAVE DE REGISTRO:** LpSLPE\_” Ojo”

**SEXO:** No determinado 2

**NÚMERO DE FOTOGRAFÍAS:** 3

**TIPO DE VEGETACIÓN:** Riparia

**ALTITUD:** 255 msnm

**MUNICIPIO:** Ciudad Valles

**EJIDO/COMUNIDAD:** Laguna de Mante/ Puente del Diablo

**OBSERVACIONES:** ninguna



**CLAVE DE REGISTRO:** LpSLPF\_” Guicho”

**SEXO:** Macho 3

**NÚMERO DE FOTOGRAFÍAS:** 3

**TIPO DE VEGETACIÓN:** Selva Baja Caducifolia

**ALTITUD:** 332 msnm

**MUNICIPIO:** Ciudad Valles \_ Camino a presa de los toros

**OBSERVACIONES:** ninguna



**CLAVE DE REGISTRO:** LpPUG\_”Rayas”

**SEXO:** Macho 1

**NÚMERO DE FOTOGRAFÍAS:** 3

**TIPO DE VEGETACIÓN:** Selva Alta Perennifolia

**ALTITUD:** 607 msnm

**MUNICIPIO:** San Sebastián Tlacotepec

**LOCALIDAD:** La Guacamaya

**OBSERVACIONES:** ninguna



**CLAVE DE REGISTRO:** LpPUH\_”Fugitivo”

**SEXO:** No determinado 1

**NÚMERO DE FOTOGRAFÍAS:** 3

**TIPO DE VEGETACIÓN:** Acahual

**ALTITUD:** 1011 msnm

**MUNICIPIO:** San Sebastián Tlacotepec

**LOCALIDAD:** Ojo de Agua

**OBSERVACIONES:** ninguna



**CLAVE DE REGISTRO:** LpPUI\_”Tepitsin”

**SEXO:** No determinado 2

**NÚMERO DE FOTOGRAFÍAS:** 3

**TIPO DE VEGETACIÓN:** Selva Alta Perennifolia

**ALTITUD:** 946 msnm

**MUNICIPIO:** San Sebastián Tlacotepec

**LOCALIDAD:** La Guacamaya

**OBSERVACIONES:** ninguna



**CLAVE DE REGISTRO:** LpPUJ\_ "Nuc"

**SEXO:** Hembra

**NÚMERO DE FOTOGRAFÍAS:** 2

**TIPO DE VEGETACIÓN:** Selva Alta Perennifolia

**ALTITUD:** 1177 msnm

**MUNICIPIO:** San Sebastián Tlacotepec

**LOCALIDAD:** Ojo de Agua

**OBSERVACIONES:** ninguna



**CLAVE DE REGISTRO:** LpPUK\_ "Akbal"

**SEXO:** Cría

**NÚMERO DE FOTOGRAFÍAS:** 1

**TIPO DE VEGETACIÓN:** Selva Alta Perennifolia

**ALTITUD:** 1177 msnm

**MUNICIPIO:** San Sebastián Tlacotepec

**LOCALIDAD:** Ojo de Agua

**OBSERVACIONES:** ninguna



**CLAVE DE REGISTRO:** LpPUL\_ "Axkan"

**SEXO:** Macho 2

**NÚMERO DE FOTOGRAFÍAS:** 3

**TIPO DE VEGETACIÓN:** Selva Alta Perennifolia

**ALTITUD:** 604 msnm

**MUNICIPIO:** San Sebastián Tlacotepec

**LOCALIDAD:** La Guacamaya

**OBSERVACIONES:** ninguna



**Anexo 4.** Fauna silvestre y doméstica registrada por las trampas cámara en los sitios de interés.

|                                    | ORDEN                       | FAMILIA                         | ESPECIE                         | REGISTROS |     |          |              |
|------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------|-----|----------|--------------|
|                                    |                             |                                 |                                 | RBSAT     | PNM | APRNCHRN | SIERRA NEGRA |
| MAMÍFEROS<br>MEDIANOS<br>Y GRANDES | Cingulata                   | Dasypodidae                     | <i>Dsyplus novemcinctus</i>     |           | x   | X        | x            |
|                                    | Didelphimorphia             | Didelphidae                     | <i>Didelphis spp.</i>           | x         | x   | X        | x            |
|                                    | Artiodactyla                | Tayassuidae                     | <i>Pecari tajacu</i>            | x         | x   |          |              |
|                                    |                             | Cervidae                        | <i>Odocoileus virginianus</i>   | x         | x   | X        |              |
|                                    |                             |                                 | <i>Mazama temama</i>            |           |     |          | x            |
|                                    | Pilosa                      | Myrmecophagidae                 | <i>Tamandua mexicana</i>        |           |     | X        |              |
|                                    | Lagomorpha                  | Leporidae                       | <i>Sylvilagus floridanus</i>    | x         | x   |          |              |
|                                    | Rodentia                    | Sciuridae                       | <i>Sciurus spp.</i>             |           | x   | X        | x            |
|                                    |                             | Cuniculidae                     | <i>Cuniculus paca</i>           |           |     | X        | x            |
|                                    |                             | Dasyproctyidae                  | <i>Dasyprocta punctata</i>      |           |     |          | x            |
|                                    |                             | -                               | ROEDOR                          |           |     |          |              |
|                                    | Carnívora                   | Procyonidae                     | <i>Bassariscus astutus</i>      |           | x   |          |              |
|                                    |                             |                                 | <i>Nasua narica</i>             | x         |     | X        | x            |
|                                    |                             |                                 | <i>Procyon lotor</i>            | x         | x   | X        | x            |
|                                    |                             | Felidae                         | <i>Panthera onca</i>            | x         | x   |          |              |
|                                    |                             |                                 | <i>Puma concolor</i>            | x         | x   |          |              |
|                                    |                             |                                 | <i>Leopardus wieddi</i>         | x         | x   | X        | x            |
|                                    |                             |                                 | <i>Leopardus pardalis</i>       | x         |     |          | x            |
|                                    |                             |                                 | <i>Canis latrans</i>            | x         | x   |          |              |
| Canidae                            |                             | <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | x                               | x         | X   |          |              |
| Mephitidae                         | <i>Conepatus leuconotus</i> | x                               | x                               |           | x   |          |              |
| AVES                               | Galliformes                 | Cracidae                        | <i>Crax rubra</i>               | x         |     |          |              |
|                                    |                             |                                 | <i>Penelope purpurascens</i>    | x         |     |          |              |
|                                    |                             |                                 | <i>Ortalis vetula</i>           | x         |     |          |              |
|                                    |                             | Phasianidae                     | <i>Meleagris gallopavo</i>      | x         |     |          |              |
|                                    | Odontophoridae              | <i>Dactylotryx thoracicus</i>   |                                 |           |     | x        |              |
|                                    | Tinamiformes                | Tinamidae                       | <i>Crypturellus cinnamomeus</i> | x         |     |          | x            |
|                                    | Passeriformes               | Corvidae                        | <i>Cyanocorax morio</i>         | x         |     |          |              |
|                                    | Columbiformes               | Columbidae                      | <i>Leptotila verreauxi</i>      | x         |     | X        | x            |
|                                    | Cuculiformes                | Cuculidae                       | <i>Geococcyx californianus</i>  |           | x   |          |              |
| Strigiformes                       | Strigidae                   | <i>Strix virgata</i>            |                                 |           |     | x        |              |
| FAUNA DOMESTICA                    |                             |                                 | <i>bovino</i>                   | x         | x   | X        |              |
|                                    |                             |                                 | <i>equino</i>                   | x         | x   |          |              |
|                                    |                             |                                 | <i>obvino-caprino</i>           |           | x   |          | x            |
|                                    |                             |                                 | <i>Canis familiaris</i>         |           | x   | X        | x            |
| PRESENCIA HUMANA                   |                             |                                 |                                 |           | x   | X        | x            |



**Anexo 5.** Municipios identificados como zonas de mayor aptitud para la distribución potencial del ocelote en el sur de la SMO.

| APTITUD DEL HÁBITAT | ESTADO          | MUNICIPIOS   |
|---------------------|-----------------|--|
| ÓPTIMO              | SAN LUIS POTOSÍ | San Joaquín, El Naranjo, Xilitla, Tamuín, Tamasopo, Santa Catarina, San Ciro de Acosta, Rio Verde, Rayón, Lagunillas, Ciudad Valles, Ciudad del Maíz, Cárdenas, Aquismón, Alaquines, Tula, Ocampo, Nuevo Morelos, Antiguo Morelos, El Mante, Xichú   |
|                     | QUERÉTARO       | Arroyo Seco, Atarjea, Jalpan de Serra, Landa de Matamoros, Pinal de Amoles, San Joaquín  |
|                     | HIDALGO         | Acaxochitlán, Agua Blanca de Iturbide, Atotonilco el Grande, Calnali, Chapulhuacán, Jacala de Ledezma, Juárez Hidalgo, Lolotla, San Agustín Metzquititlán, La Misión, Molango de Escamilla, Pacula, Pisaflores, Tepehuacán de Guerrerri, Tianguistengo, Tlahuiltepa, Tlanchinol, Xochicoatlán, Zacualtipán de Ángeles, Eloxochitlán. Metztlán  |
|                     | PUEBLA          | Ahuacatlán, Amixtlán, Cacocuatla, Coyomeapan, Cuautempan, Cuetzalan del Progreso, Chiconcuautla, Chichiquila, Honey, Huauchinango, Hueyapan, Hueytamalco, Hueytlalpan, Naupan, Nauzontla, Pahuatlán, San Felipe Tepatlán, San Sebastián Tlacotepec, Tepango de Rodríguez, Tepetzintla, Teziutlán, Tlaola, Tlapacoya, Tlatlautepec, Yaonáhuac, Zacapoaxtla, Zapotitlán de Méndez, Zongozotla, Xiutetelco, Zoquitlán   |
|                     | VERACRUZ        | Acajete, Acatlán, Actopan, Alto Lucero de Gutiérrez Barrios, Altotonga, Amatlán de los Reyes, Atzacan, Atzalan, Tlaltetela, Calcahualco, Coatepec, Cousatlán de Carvajal, Coscomatepec, Cuichapa, Chiconquiaco, Chocomán, Emiliano Zapata, Fortín, Huatusco, Huayacocotla, Ilimatlán, Ixhuacán de los Reyes, Ixhucán del Café, Ixhuatlancillo, Ixtaczoquitlán, Jalacingo, Xico, Landero y Coss, Mariano Escobedo, Miahuatlán, Las Minas, Misantla, Naolinco, Omealca, La Perla, Las Vigas de Ramírez, Tatatila, Tenochtitlán, Tepetlán, Texcatepec, Tezonapa, Tlacolulan, Tlalnahuayocan, Tonayán, Yanga, Zcaualpan, Zongolica |

| APTITUD DEL HÁBITAT | ESTADO          | MUNICIPIOS  |
|---------------------|-----------------|---|
| SUB-ÓPTIMO          | SAN LUIS POTOSÍ | El Naranjo, Matlapa, Xilitla, Axtla de Terrazas, Tanlajás, Tamuín, Tampamolón Corona, Tamazunchale, Tamasopo, Santa Catarina, San Cirio de Acosta, San Antonio, Rioverde, Rayón, Lagunillas, Huehuatlán, Coxcatlán, Ciudad Valles, Tancanhuitz, Ciudad del Maíz, Cárdenas, Aquismón, Alaquines, Tula, Ocampo, Nuevo Morelos   |
|                     | QUERÉTARO       | Arroyo Seco, Jalpan de Serra, Landa de Matamoros, Pinal de Amoles, San Joaquin, Peñamiller, Atarjea   |
|                     | HIDALGO         | Metepec, Acatlán, Agua Blanca de Iturbide, Acaxochitlán, Atotonilco el Grande, Cardonal, Chapulhuacán, Huasca de Ocampo, Jacala de Ledezma, Juárez Hidalgo, Lolotla, San Agustín Metzquitlán, La Misión, Molango de Escamilla, Nicolás Flores, Pacula, Pisaflores, San Bartolo Tutotepec, Tenango de Doria, Tepehuacán de Guerrero, Tianguistengo, Tlahuilepa, Tlanchinol, Xochicoatlán, Zacualtipán de Ángeles, Zimapán, Eloxochitlán, Metztlán  |
|                     | PUEBLA          | Huehuetla, Jonotla, Zoquiapan, Ahuacatlán, Ahuazotepec, Amixtlán, Aquixtla, Atempan, Camocuautla, Coatepec, Coyomeapan, Coyomeapan, Cuetzalan del Progreso, Chiconcuautla, Chichiquila, Chignahuapan, Chignautla, Honey, Eloxochitlán, Huauchinango, Hueyapan, Hueytamalco, Hueytlalpan, Huitzilán de Serdán, Atlequizayan, Juan Galindo, Naupan, Nauzontla, Olintla, Pahuatlán, Quimixtlán, San Felipe Tepatlán, San Sebastián Tlacotepec, Tepango de Rodríguez, Tepetzintla, Tetela de Ocampo, Teteles de Avila Castillo, Teziutlán, Tlaola, Tlapacoya, Tlatlauquitepec, Xochiapulco, Xochitlán de Vicente Suárez, Yaonáhuac, Zacapoaxtla, Zacatlán, Zapotitlán de Méndez, Zaragoza, Zautla, Zihuateutla, Zongozotla, Ajalpan, Zoquitlán  |
|                     | VERACRUZ        | Acajete, Acajete, Acultzingo, Alto Lucero de Gutiérrez Barrios, Altotonga, Amatlán de los Reyes, Atlahuilco, Atzacan, Atzalan, Tlaltetela, Ayahualulco, Calcahualco, Camerino Z. Mendoza, Coacoatzintla, Coatepec, Comapa, Coetzala, Córdoba, Cosautlán de Carvajal, Coscomatepec, Cuichapa, Chiconquiaco, Chocamán, Emiliano Zapata, Fortín, Huatusco, Huayacocotla, Huiloapan de Cuauhtémoc, Ilatlán, Ixhuacán de los Reyes, Ixhuatlán del Café, Ixhuatlancillo, Ixtaczoquitlán, Jalacingo, Xalapa, Jalcomulco, Xico, Jilotepec, Magdalena, Mariano Escobedo, Miahuatlán, Las Minas, Misantla, Mixtla de Altamirano, Naolinco, Naranjal, Nogales, Omealca, Orizaba, La Perla, Las Vigas de Ramírez, Puente Nacional, Rafael Delgado, Los Reyes, Río Blanco, San Andrés Tenejapan, Sochiapa, Soledad Atzompa, Tatatila, Tehuipango, Tenampa, Tenochtitlán, Teocelo, Tepatlaxco, Tepetlán, Tequila, Texcatepec, Texhuacán, Tezonapa, Tlacolulan, Tlacotepec de Mejía, Tlalnahuayocan, Tlaquilpa, Tlilapan, Tomatlán, Tonayán, Totutla, Xoxocotla, Yanga, Zacualpan, Zentla, Zongolica |