



Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Ciencias Naturales  
Licenciatura en Biología



## “DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE MAMÍFEROS DENTRO DEL ÁREA NATURAL PROTEGIDA SIERRA DE LOBOS, GUANAJUATO.”

### TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de  
Licenciada en Biología

**Presenta:**

María Fernanda Cruz Torres

**Dirigido por:**

Dr. Carlos Alberto López González

Centro Universitario  
Querétaro, Qro.  
2 de Abril del 2014  
México

## RESUMEN

Se describe la distribución potencial para 14 especies de mamíferos dentro del área natural protegida “Sierra de Lobos” en el estado de Guanajuato, con base en los registros para el mismo estado provenientes de colecciones nacionales e internacionales, fuentes bibliográficas y un muestreo realizado entre los meses de Diciembre del 2011 y Febrero del 2013 dentro del ANP utilizando estaciones con cámaras trampa y transectos con trampas Sherman, donde 294 nuevos registros fueron obtenidos, pertenecientes a 5 órdenes, 9 familias, 18 géneros y 22 posibles especies. El conjunto de registros, 19 variables ambientales de temperatura y precipitación y una variable altitudinal fueron utilizados para la generación de los mapas de distribución potencial utilizando el programa MaxEnt. Debido a la falta de muestreo de mamíferos en el área y a la falta de registros bien georreferenciados, del total de 1283 registros obtenidos se utilizaron sólo 520 para correr el programa, obteniendo una proyección de la distribución potencial para 31 especies abarcando distintas áreas del estado, de las cuáles sólo para 14 se logró una proyección dentro del polígono del ANP.

**(Palabras clave:** Mamíferos, áreas naturales protegidas, bases de datos, distribución potencial)

## SUMMARY

Distributional data of 14 species of mammals from the natural protected area “Sierra de Lobos” in the state of Guanajuato, México is described, with information obtained from records of presence from national and international collection sites, bibliographic sources and a study made between December of 2011 and February of 2013 in the NPA “Sierra de Lobos” using camera trap stations and Sherman traps transects, 294 new records were obtained from that study, belonging to 5 orders, 9 families, 18 genera and 22 possible species. The set of records, 19 environmental variables of temperature and precipitation, and an altitudinal variable were used for the generation of the potential distribution maps using the software MaxEnt. Due to the lack of studies of mammals in the area and to the lack of records properly georeferenced, from the total set of 1283 records obtained only 520 were used to run MaxEnt. This resulted in the projection of potential distribution for 31 species reaching different areas of the state; the projection inside the limits of the natural protected area was achieved only for 14 of these species.

**(Key words:** Mammals, natural protected areas, data based records, potential distribution)

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi familia por su apoyo incondicional a lo largo de toda mi vida.

A mis amigos y compañeros por todos estos años de crecimiento profesional.

A mis profesores y director de tesis por el aprendizaje, los conocimientos y los consejos que me permitieron cumplir con mis objetivos durante la carrera.

# ÍNDICE

RESUMEN.....	ii
SUMMARY .....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
ÍNDICE .....	v
ÍNDICE DE CUADROS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
I.I Objetivo.....	6
I.II Objetivos particulares.....	6
II. METODOLOGÍA.....	7
II.I Área de estudio.....	7
II.II Muestreo de mamíferos.....	9
II.II.I Muestreo de mamíferos medianos y grandes.....	9
II.II.II Muestreo de mamíferos pequeños.....	12
II.II.III Otros Registros.....	13
II.II.IV Registros provenientes de Colecciones.....	14
II.III Análisis de los datos.....	15
II.III.I Mapas de Distribución Potencial.....	15
II.III.II Valoración de los mapas.....	18
II.III.III Selección del umbral.....	18
III. RESULTADOS .....	20
III.I Muestreo de Mamíferos.....	20
III.I.I Muestreo de mamíferos medianos y grandes.....	20
III.I.II Muestreo de mamíferos pequeños.....	20
III.I.III Otros registros.....	21
III.I.IV Registros de Colecciones.....	23
III.II Mapas de distribución potencial.....	30
IV. DISCUSION Y CONCLUSIONES.....	38
V. REFERENCIAS.....	43

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Clave de las variables ambientales utilizadas en MaxEnt para la predicción de la distribución potencial de las especies registradas.....	17
<b>Cuadro 2.</b> Trampas cámara y trampas tipo Sherman colocadas en cada predio muestreado dentro del área de estudio.....	21
<b>Cuadro 3.</b> Número de registros obtenidos para el área de estudio durante el periodo de muestreo comprendido entre los meses de Diciembre del 2011 y Febrero del 2013.....	22
<b>Cuadro 4.</b> Origen del total de registros obtenidos para el estado de Guanajuato. .	24
<b>Cuadro 5.</b> Listado taxonómico de las especies registradas en este estudio para el estado de Guanajuato.....	25

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Imagen 1.</b> Localización geográfica del área de estudio, los estados colindantes, los municipios en los que se encuentra ubicado dentro del estado de Guanajuato, los predios donde se realizaron los muestreos y el tipo de vegetación perteneciente al polígono del ANP Sierra de Lobos. ....	8
<b>Imagen 2.</b> Localización geográfica de las estaciones de fototrampeo dentro del área de estudio, se muestra el tipo de vegetación perteneciente a cada estación colocada. ....	10
<b>Imagen 3.</b> Distribución potencial de <i>Bassariscus astutus</i> dentro del ANP Sierra de Lobos, Guanajuato. ....	31
<b>Imagen 4.</b> Distribución potencial de <i>Canis latrans</i> dentro del ANP Sierra de Lobos, Guanajuato. ....	31
<b>Imagen 5.</b> Distribución potencial de <i>Corynorhinus townsendii</i> dentro del ANP Sierra de Lobos, Guanajuato. ....	32
<b>Imagen 6.</b> Distribución potencial de <i>Cratogeomys tylosinus</i> dentro del ANP Sierra de Lobos, Guanajuato. ....	32
<b>Imagen 7.</b> Distribución potencial de <i>Lepus californicus</i> dentro del ANP Sierra de Lobos, Guanajuato. ....	33
<b>Imagen 8.</b> Distribución potencial de <i>Mephitis macroura</i> dentro del ANP Sierra de Lobos, Guanajuato. ....	33
<b>Imagen 9.</b> Distribución potencial de <i>Lynx rufus</i> dentro del ANP Sierra de Lobos, Guanajuato. ....	34
<b>Imagen 10.</b> Distribución potencial de <i>Odocoileus virginianus</i> dentro del ANP Sierra de Lobos, Guanajuato. ....	34
<b>Imagen 11.</b> Distribución potencial de <i>Peromyscus sp.</i> dentro del ANP Sierra de Lobos, Guanajuato. ....	35
<b>Imagen 12.</b> Distribución potencial de <i>Puma concolor</i> dentro del ANP Sierra de Lobos, Guanajuato. ....	35
<b>Imagen 13.</b> Distribución potencial de <i>Sigmodon fulviventer</i> dentro del ANP Sierra de Lobos, Guanajuato. ....	36
<b>Imagen 14.</b> Distribución potencial de <i>Spermophilus variegatus</i> dentro del ANP Sierra de Lobos, Guanajuato. ....	36

**Imagen 15.** Distribución potencial de *Thomomys umbrinus* dentro del ANP Sierra de Lobos, Guanajuato. ....37

**Imagen 16.** Distribución potencial de *Urocyon cinereoargenteus* dentro del ANP Sierra de Lobos, Guanajuato.....37

## I. INTRODUCCIÓN

México cuenta con cerca de 900 Áreas Naturales Protegidas (ANP) con algún decreto federal, estatal, del Distrito Federal o municipal vigente; muchas de ellas tienen el potencial de ser una herramienta importante en la conservación de la biodiversidad por las características ambientales que aun presentan. Sin embargo, no todas estas ANPs se han decretado con el pleno conocimiento de lo que se está protegiendo; muchas veces se protegen áreas basándose en la escasa información existente por no contar con la investigación necesaria para la elaboración de inventarios faunísticos y florísticos (Bezaury-Creel & Gutiérrez Carbonell, 2009).

El estado de Guanajuato cuenta con 23 ANPs que abarcan una superficie de 346,505.39 ha en estado de protección; entre ellas las ANP federales abarcan 256 560 ha (8.3% del estado) mientras que la sierra gorda abarca 583,388.15 ha (19.06% de la superficie estatal). Todas éstas en alguna categoría de protección ya sea como reserva de conservación, área de uso sustentable, restauración ecológica ó monumentos naturales (Elbers, 2011). Del total de ANP en Guanajuato sólo cinco de las estatales cuentan con un plan de manejo y 9 están decretadas cómo área de uso sustentable (Bezaury-Creel & Gutiérrez Carbonell, 2009; CONABIO, 2012). Tal es el caso de Sierra de Lobos que cuenta con 104 068.24 ha y fue decretada en 1997 como una ANP para uso sustentable abarcando el 3.39% del estado (Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato, 2004; Vásquez *et al.*, 2004; CONABIO, 2012).

A pesar del esfuerzo realizado para la obtención de registros en Guanajuato el conocimiento de los mamíferos silvestres ha permanecido incompleto (Magaña-Cota, 2004). Hasta 1981 el estado contaba con el registro de 59 especies de mamíferos de 40 géneros, 17 familias y 8 órdenes, muchos de ellos en colecciones extranjeras. Actualmente cuenta con 364 especímenes de mamíferos en su colección pertenecientes a 5 familias, 14 géneros y 25 especies (20 roedores y 5 murciélagos). De éstas, 3 son roedores endémicos de México (*Peromyscus difficilis*, *P. levipes* y *P. melanophrys*) y una de ellas es un murciélago

(*Leptonycteris yerbabuena*) con estatus de protección. Junto con los registros que se tienen en colecciones extranjeras, en total se suman 98 especies de mamíferos registradas para Guanajuato (Elizalde-Arellano *et al.*, 2010).

Una de las áreas naturales protegidas que ha recibido atención en cuanto a la generación de conocimiento de su biodiversidad es la Reserva de Sierra Gorda Guanajuato (decretada en 2007) (Secretaría de Gobernación, 2007). A diferencia de ésta última, el área natural protegida Sierra de Lobos (decretada en 1997) no cuenta con un inventario reciente de su fauna aun cuando se trata de una zona importante por conservar características y funciones de importancia ecológica, éstas incluyen la regulación del flujo de agua hacia el área urbana, el favorecimiento de su absorción y retención en el suelo, disminución de asolvamiento de cuerpos de agua y una cobertura que por sus características alberga gran variedad de especies: 176 de aves, 40 de reptiles, 33 de mamíferos, 7 de anfibios y 29 especies del género *Quercus* (SEMARNAT, 1998; Periódico Oficial de la Federación, 2004). Dentro de esta diversidad se encuentran algunas especies con categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo hasta hoy, el registro de fauna silvestre en el estado es considerado escaso en Guanajuato; hasta 1995 el estado contaba sólo con 83 publicaciones elaboradas acerca de mastofauna, nivel bajo al tratarse de un estado considerado rico en diversidad faunística (SEMARNAT, 2010; Guevara-Chumacero, 2001).

Un factor importante dentro de las ANP es la presencia de la comunidad de mamíferos que forma una parte importante en el nivel de conservación del lugar, por su habilidad para estructurar y conducir las dinámicas de ecosistemas completos (Hackett IV, 2008).

La presencia de mamíferos, principalmente carnívoros en un ecosistema es muy importante, su presencia suele reflejar un buen nivel de conservación en el área (Crooks, 2002). Se trata de organismos que ocupan un puesto relevante en la cadena trófica por modelar el número, distribución y comportamiento de sus presas (Morrison *et al.* 2007).

Los mamíferos carnívoros son más vulnerables a extinciones locales en hábitats fragmentados por poseer requerimientos más específicos como bajos números en sus poblaciones, distribuciones amplias a lo largo de áreas con hábitat continuo y una determinada abundancia de presas, su declive y extirpación de hábitats fragmentados puede generar cascadas tróficas que alteren la estructura de las comunidades ecológicas, por lo que pueden servir como una herramienta útil para el estudio de disturbios ecológicos (Hackett IV, 2008; Crooks, 2002).

El ANP Sierra de Lobos cuenta con una población aproximada de 8,975 habitantes distribuidos en 73 comunidades; la mayor parte de su superficie es propiedad privada, sólo al sureste y suroeste se ubican propiedades ejidales (Periódico Oficial de la Federación, 2004). Aunado a lo anterior, se trata de una zona cercana a asentamientos urbanos importantes como la ciudad de León, cuyo crecimiento y actividad humana dentro del ANP podrían estar causando cambios en la distribución espacial de los mamíferos. Por ello, predecir la distribución potencial de las especies de mamíferos a lo largo del área puede ser útil para una futura detección de cambios en su distribución (Kowalski, 2013).

La recopilación de registros de presencia de especies junto con modelos de distribución potencial son muy útiles cuando se intentan tomar decisiones en el manejo y conservación de muchas especies de mamíferos, sobre todo si se trata de especies en alguna categoría de riesgo (Delfín-Alfonso, 2011). Esto se vuelve aún más crucial si existen problemas para la conservación de un área en específico, como es el caso de Sierra de Lobos, que a pesar de estar decretada como área de uso sustentable muchas de las actividades de aprovechamiento se llevan a cabo de manera clandestina y sin regulación (SEMARNAT, 1998).

Uno de los problemas que enfrenta el área actualmente es que la reducción del bosque de encino (Vásquez et. al., 2004). Éste abarcaba una superficie de 4824 ha en 1970 que para el 2007 disminuyó a 4770 ha, con una tasa de deforestación anual de 1.53 ha que va en aumento debido al crecimiento de la población y su cercanía a la ciudad, así como la explotación excesiva de los recursos naturales de la zona (SEMARNAT, 1998; Turcios-Caciano *et al.*, 2011).

Por otro lado, el matorral (rosetófilo, sarcocaulé, crasicaulé y arbustivo) tuvo un incremento de casi 2% de 1970 a 2007, aumentando 10.87 ha cada año por la invasión de vegetación arbustiva sobre áreas agrícolas abandonadas (Turcios-Caciano *et al.*, 2011). Además de éstos y otros problemas registrados, también están las plagas, enfermedades en encinos y erosión del suelo, que deterioran la abundancia de los factores bióticos y abióticos y podrían estar provocando que la fauna sea desplazada (Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato, 2004; Vásquez *et al.*, 2004).

El cambio en el uso de suelo puede causar que muchas especies salgan o entren en el área natural protegida, dando lugar a un cambio en la composición de las especies, por lo que también es importante identificar que partes del área cuentan con las condiciones adecuadas para la presencia de las especies para priorizar su conservación (Kharouba y Kerr, 2010). Actualmente se puede contar con datos ambientales muy detallados y con poderosas herramientas computacionales gratuitas que han demostrado ser efectivas modelando una predicción de los requerimientos ambientales de las especies y sus distribuciones geográficas (Yáñez Cajo, 2011).

El uso de Modelos de distribución para la especie mejor conocido como SDMs por sus siglas en inglés y constituyen una herramienta importante para la conservación, generando mapas de distribución potencial de especies animales; útiles para ayudar a encontrar nuevas poblaciones (Hu y Jiang, 2010) y para priorizar zonas de conservación.

El conocimiento de la distribución de las especies puede ser usado para evaluar el impacto que pudieran estar teniendo las actividades humanas en la fauna del área. Además, puede ayudar a que el plan de manejo sea mejorado, permitiendo tomar decisiones adecuadas para la conservación tanto de las zonas que poseen mostradas como “ideales” en los mapas como de las que no lo son (Tobler, *et al.*, 2008). Incluso, en un monitoreo a largo plazo los mapas pueden servir para orientar posteriores muestreos, sobre todo en el caso de las especies

endémicas o que se encuentran en alguna categoría de protección (Naoki, *et al.*, 2006; Elizalde-Arellano *et al.*, 2010).

Este estudio se realiza debido a la falta de registros, a la influencia de las áreas urbanas y actividades humanas en la distribución de mamíferos, a la importancia de un inventario faunístico actualizado que refleje la diversidad de la zona y a la necesidad de mapas que muestren la distribución de las especies de mamíferos presentes en el área de protección. Así mismo, con la finalidad de contribuir al conocimiento de la mastofauna del ANP Sierra de Lobos en el estado de Guanajuato, se llevaron a cabo muestreos utilizando cámaras trampa para el registro de mamíferos medianos y grandes (López-González *et al.*, 2011; Tobler, *et al.*, 2008; Kowalski, 2013) (método ampliamente utilizado por su eficacia en el registro de especies elusivas, con baja densidad poblacional y de hábitos nocturnos (Pereira Munari *et al.*, 2001; Crooks, 2002)) y transectos lineales de trampas tipo Sherman para pequeños mamíferos (López-González *et al.*, 2011). Éstos últimos permitieron el registro y la generación de mapas de algunas especies de mamíferos presentes en el área natural protegida modelando su distribución potencial utilizando Modelos de Distribución Espacial (SDMs) como MaxEnt Versión 3.3.3 k (utilizado para el modelado de nichos ecológicos y proyección de distribuciones geográficas) y Sistemas de Información Geográfica (SIG) (Phillips *et al.*, 2006) .

Basándonos en que los nichos ecológicos y distribuciones geográficas de las especies se encuentran determinadas por las condiciones ambientales del lugar, en este caso se utilizaron 20 variables; 19 climáticas (de temperatura y precipitación) y 1 ambiental (altitud) que podrían estar influyendo en la distribución de los mamíferos en el área (Phillips *et al.*, 2006; Mateo *et al.*, 2011; Iloldi-Rangel *et al.*, 2004).

Los registros obtenidos del muestreo, fueron completados con los registros provenientes de colecciones nacionales e internacionales pertenecientes al estado de Guanajuato, ya que muchos ejemplares se encuentran ahí depositados (Locke *et al.*, 2012; Elizalde-Arellano *et al.*, 2010). Dichos registros de presencia fueron

utilizados para el modelado de la distribución potencial de los mamíferos (Pearce *et al.*, 2006).

La integración de la información ambiental del lugar junto con los registros de presencia de las especies mostró no solo las zonas cuyo conjunto de variables ambientales se muestran “ideales”, por reunir las condiciones propicias para la especie aunque ésta no haya sido registrada en el lugar de proyección, sino también las zonas donde las proyecciones no mostraron una presencia probable, esto es porque las variables utilizadas no son naturalmente favorables para la especie o porque se está generando algún tipo de manejo en el área que impide que lo sean (Naoki, *et al.*, 2006; Elizalde-Arellano *et al.*, 2010; Martínez-Meyer y Sánchez-Cordero, 2006).

### **I.I Objetivo.**

Generar una inferencia acerca de la distribución potencial de las especies de mamíferos presentes en el ANP con base en las características de hábitat de los sitios donde se tienen registradas a las especies.

### **I.II Objetivos particulares.**

- Generar un listado completo y actualizado de los mamíferos presentes en el área de estudio.
- Desarrollar mapas de distribución potencial para los mamíferos registrados.

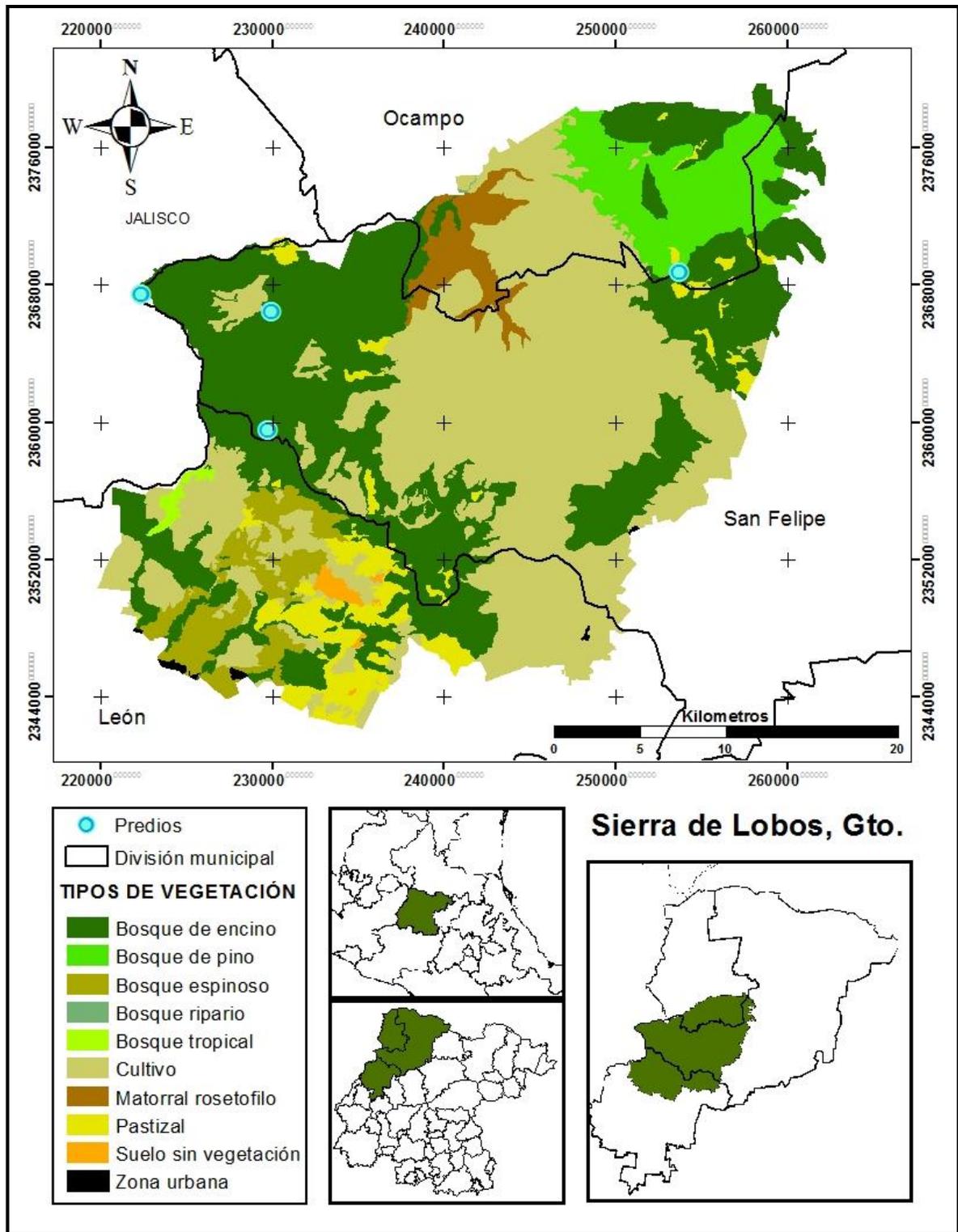
## II. METODOLOGÍA

### II.I Área de estudio.

El estudio se llevó a cabo en el Área Natural Protegida Sierra de Lobos, al noroeste del estado de Guanajuato, la cual está formada por un conjunto de tres sierras que colindan al norponiente con el estado de Jalisco, al sur con el municipio de León, al norponiente y oriente con el municipio de San Felipe y al norte con el municipio de Ocampo, abarcando una superficie total de 104,068-24-97.29 hectáreas (SEMARNAP, 1998). La localización geográfica del área de estudio se muestra en la **Imagen 1**.

La vegetación predominante se compone de bosques de encino, pino-encino, chaparral, matorral subinerme y matorral espinoso, con un clima templado con lluvias en verano, precipitación de entre 600 y 800 mm y un promedio de temperatura de 17° C que varía entre 2.7° C y 31° C (Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato, 2004).

Los Predios donde se realizaron los muestreos corresponden a los siguientes tipos de vegetación; bosque de pino, bosque de encino, zona de cultivos, bosque espinoso y pastizal (**Imagen 1**).



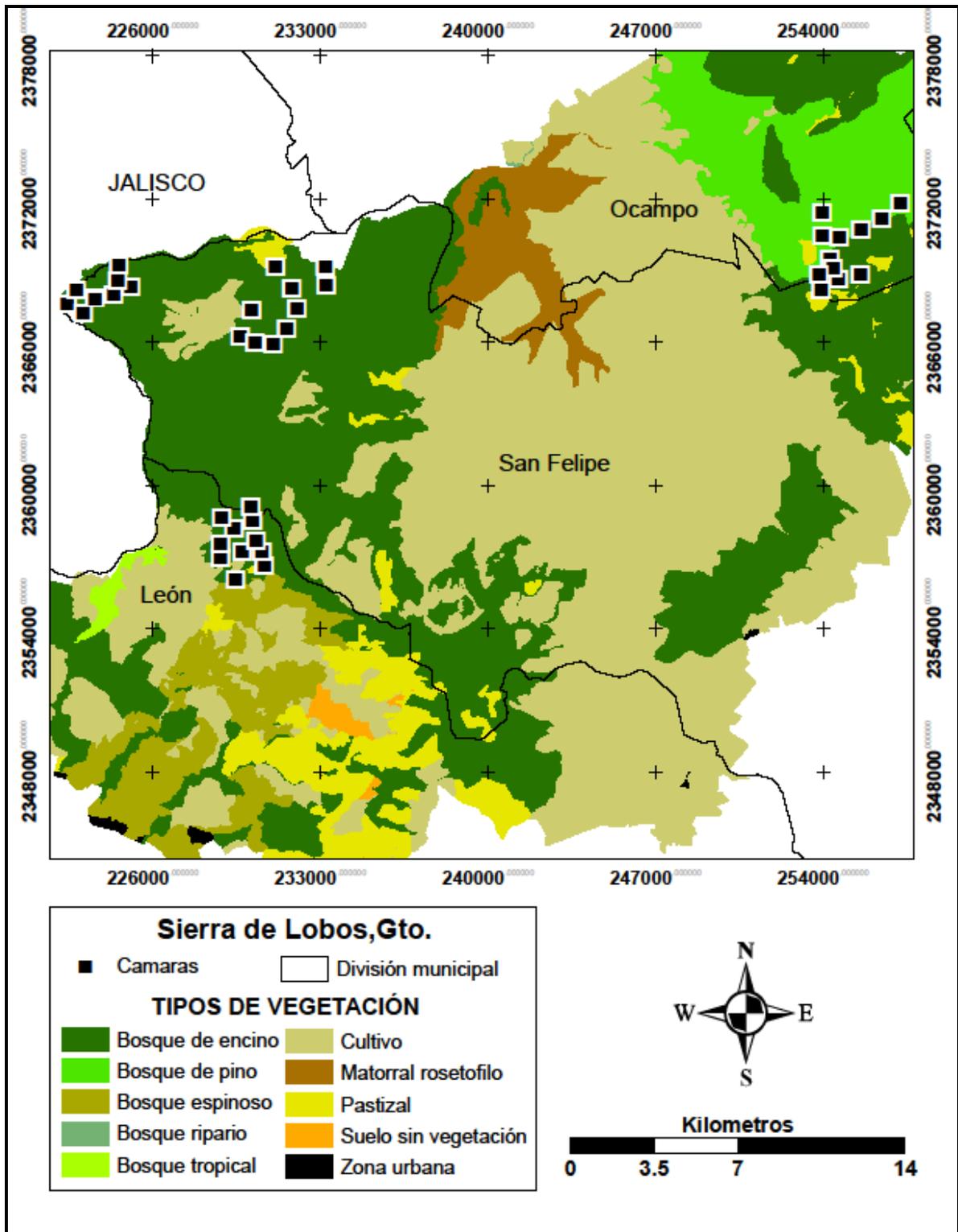
**Imagen 1.** Localización geográfica del área de estudio, los estados colindantes, los municipios en los que se encuentra ubicado dentro del estado de Guanajuato, los predios donde se realizaron los muestreos y el tipo de vegetación perteneciente al polígono del ANP Sierra de Lobos.

## **II.II Muestreo de mamíferos.**

### **II.II.I Muestreo de mamíferos medianos y grandes.**

Cámaras trampa.

Se utilizó un muestreo aleatorio donde se eligieron 4 sitios diferentes dentro del área de estudio dependiendo de la disponibilidad con la que se contó en cada uno de estos predios. Cada sitio fue monitoreado utilizando cámaras trampa durante un aproximado de 28 días, periodo en el cuál las cámaras permanecieron activas hasta el momento en que fueron retiradas del lugar. La metodología por fototrampeo se basó en un método utilizado para el registro de mamíferos (medianos y grandes) silvestres y de especies crípticas, empleando técnicas de captura-recaptura (Carbone *et al.*, 2001). Los muestreos se realizaron en 4 periodos de tiempo entre los meses de Enero del 2012 y Febrero del 2013. Se colocaron un total de 41 cámaras activas durante un periodo de 103 días con 1057 noches trampa repartidas en los 4 sitios de muestreo dejando una distancia aproximada de 0.5 a 1 km entre una y otra de manera que la distancia entre ellas resultara lo más homogénea posible. La ubicación de las estaciones de fototrampeo se muestra en la **Imagen 2**.



**Imagen 2.** Localización geográfica de las estaciones de fototrampeo dentro del área de estudio, se muestra el tipo de vegetación perteneciente a cada estación colocada.

De acuerdo al supuesto de que todos los individuos que se encontraron en la zona tuvieron las mismas posibilidades de ser registrados, cada cámara fue colocada en lugares donde se encontraron rastros de paso de fauna, veredas animales, presencia de excretas, huellas o pelo y se sujetaron a la vegetación existente a unos 50 cm del suelo (altura que cubre la gama de tamaños para las especies de mamíferos en México) (López-González, *et al.* 2011; Silver, *et al.* 2004; Tobler, *et al.* 2008). Para minimizar el número de fotografías causadas por sombras o por la luz del sol, fueron colocadas con orientación norte-sur, fueron programadas para tomar una serie de tres fotos por exposición, con un tiempo de retraso entre serie de 5 minutos y se limpió el área de alcance del sensor quitando hierbas altas y algunas ramas que pudieran obstruir su campo de visión (Locke, *et al.*, 2012). Las cámaras fueron recogidas después de un promedio de tres semanas de actividad; sardina enlatada, avena y vainilla fueron usadas como atrayentes en cada estación de fototrampeo.

El número de trampas cámaras que fueron utilizadas por predio dependió del tamaño y accesibilidad del terreno; lo anterior también influyó en la distancia a la que se lograron colocar unas de otras (Locke, *et al.* 2012). Se contó con un aproximado de 18 cámaras trampa disponibles para su uso en cada predio, las cámaras son propiedad del Laboratorio de Zoología de la Universidad Autónoma de Querétaro y corresponden a las marcas Cuddeback® y Wildview® modelo 2, 5 e Infrared Xtreme® (**Cuadro2**).

Todas las estaciones fueron georreferenciadas utilizando un geoposicionador portátil Garmin 12XL y se generó una base de datos en Excel. Se utilizó un formato de este software que incluyó el nombre científico de las especies capturadas en las fotografías, la fecha correspondiente a la colocación y retiro de las cámaras, fecha y hora en la que fueron tomadas las fotos, número de individuos en cada foto, número de la foto, géneros y especies observadas y las coordenadas de ubicación en el área de estudio.

En el caso de las especies que no pudieron ser identificadas por individuo se generó una base de datos con los eventos independientes provenientes de todos

los registros obtenidos entre un intervalo de 24 horas, dicho filtro se realizó por cámara y por especie para evitar sobreestimar el número de individuos registrados; para aquellas especies que pudieron ser identificados individualmente por sus características físicas se llevó a cabo una comparación fotográfica con el fin de eliminar todos aquellos registros repetidos para el mismo individuo, ya que algunas especies pasan largos periodos de tiempo enfrente de la cámara (Tobler *et al.*, 2008).

### **II.II.II Muestreo de mamíferos pequeños.**

Transectos con trampas Sherman.

Para la obtención del registros de pequeños mamíferos (peso de menos de 500g) se colocaron transectos lineales de manera sistemática en el área para lograr una representatividad de las distintas asociaciones vegetales presentes (Mandujano, 2011) utilizando trampas caja plegables de la marca Sherman de distintos tamaños (chicas, medianas y grandes) en los predios dentro del área de estudio y dentro del mismo periodo de colocación de las cámaras. Se colocaron un total de 31 transectos repartidos entre los 4 predios con un total de 731 trampas, un aproximado de 20 trampas por transecto, con una distancia entre trampas de 20 metros y con una longitud total de 400 metros por transecto, las trampas fueron colocadas a nivel del suelo y debajo de la vegetación existente.

El número utilizado de transectos y trampas que se muestran en el **Cuadro 2** varió en función del tamaño y heterogeneidad de cada uno de los predios visitados, al igual que la distancia a la que fueron colocados los transectos, en la mayoría de los casos se logró una distancia aproximada de 1 km entre transectos (López-González, *et al.* 2011).

Las trampas fueron cebadas con una mezcla de avena, crema de cacahuate y vainilla (Castaño y Corrales, 2010), los transectos fueron colocados durante la tarde antes del anochecer entre 6 y 8 pm y empezaron a ser revisadas y retiradas antes del amanecer entre 6 y 8 am. Durante las capturas cada individuo fue pesado y medido; la longitud total, longitud de cuerpo, cola, pata y oreja derecha fueron registrados. Todas las capturas fueron georreferenciadas para la posterior

liberación del espécimen y se tomó un registro fotográfico de las características principales de cada individuo, para la posterior identificación de las especies capturadas.

### **II.II.III Otros Registros.**

Además de la obtención de registros usando los métodos anteriores se tomaron en cuenta todas las observaciones directas (avistamientos, animales cazados o atropellados) e indirectas (excretas, huellas y pelo) durante la colocación de las trampas cámara y de los transectos. Los individuos fueron georreferenciados, se tomó registro fotográfico y en algunos casos se realizó la colecta del espécimen para su posterior identificación, preparación y adición a la colección de mamíferos del Laboratorio de Zoología de la Universidad Autónoma de Querétaro.

Para la identificación de este tipo de rastros se utilizó la guía de Elbroch (2003) *Mammal Tracks & Sign: A guide to North American Species*. En cuanto a las especies registradas durante el muestreo fueron identificadas utilizando la guía de Reid (2006) *Mammals of North America*.

El trampeo, manejo y colecta se basó en los lineamientos de la guía de Sikes (2011) *Guidelines of the American Society of Mammalogists for the use of wild mammals in research*.

Se generó una curva de acumulación de especies para establecer si el muestreo fue suficiente para obtener un estimado representativo del número total de pequeños y medianos mamíferos presentes en el ANP Sierra de Lobos utilizando el programa EstimateS 10 (Colwell, 2000). El número de especies esperadas con el estimador no paramétrico Jackknife 1 fue de 27 de 22 obtenidas en el muestreo, dicho estimador fue elegido por su eficiencia en estudios similares (Tobler, 2008; Walter y Moore, 2005); la eficiencia de muestreo calculada con el mismo estimador fue del 80.29% (Pineda y Verdú, 2013; Magurran, 2004).

#### II.II.IV Registros provenientes de Colecciones.

Debido a la falta de registros anteriores para el área de estudio y para cumplir con la proyección de mapas de distribución potencial para las especies presentes en el área natural protegida, se realizó una recopilación de los registros de mamíferos presentes en el estado de Guanajuato en distintas colecciones zoológicas, las cuáles cumplen una función muy importante en el conocimiento de la biodiversidad, tratándose de una fuente importante en la generación de conocimiento acerca de mamíferos mexicanos (Espinoza, *et. al.*, 2006; Martínez-Meyer y Sánchez-Cordero, 2006).

Para este estudio se utilizaron buscadores en línea y de libre acceso como *Global Biodiversity Information Facility* (Portal de datos GBIF; <http://www.gbif.net>), *Mammal Networked Information System* (MaNIS; <http://manisnet.org/index.html>); un sistema de bases de datos en red de 17 colecciones mastozoológicas y Comisión nacional para el conocimiento de la biodiversidad (CONABIO) que posee la Red Mundial de Información sobre Biodiversidad (REMIB; [http://www.conabio.gob.mx/remib/doctos/remib\\_esp.html](http://www.conabio.gob.mx/remib/doctos/remib_esp.html)) el cuál contiene la información proveniente de 8 bases de datos para mamíferos con distribución en el país. Además se utilizaron como complemento los registros provenientes de las publicaciones de Hall (2005) en su libro *The Mammals of North America* y los registros de un muestreo para vertebrados realizado en el 2010 en la Reserva de Sierra Gorda de Guanajuato (RSGG) por la Universidad Autónoma de Querétaro. Los registros de presencia han permitido generar aproximaciones en cuanto a la distribución geográfica de las especies utilizando modelos de nicho ecológico como el que aquí se propone para los mamíferos del ANP “Sierra de Lobos”; los registros para las especies de mamíferos y su número obtenido de cada colección se muestran desglosados en el **Cuadro 4** (Martínez-Meyer y Sánchez-Cordero, 2006).

Utilizando los registros provenientes de las colecciones consultadas y de los recursos bibliográficos se generó una base de datos en Excel en conjunto con los registros obtenidos del presente muestreo en el ANP Sierra de Lobos.

## II.III Análisis de los datos.

### II.III.I Mapas de Distribución Potencial

Se realizó una selección del total de registros obtenidos para ser utilizados en el modelado con Maxent. Los registros con las mismas coordenadas para la misma especie no fueron utilizados y se realizó una proyección de las coordenadas pertenecientes a todos los registros utilizando el software ArcMap 10 (ESRI, 2011), con el fin de utilizar solo los registros por especie que se encontraban a una distancia mínima de 1km, de manera que la presencia de la misma especie no fuera sobreestimada en el mismo punto.

Las especies que contaban con uno y dos registros en la base de datos tampoco fueron consideradas para las proyecciones de distribución, debido a que sólo fueron incluidas especies silvestres de mamíferos, las especies *Sus scrofa*, *Eqqus caballus*, *E. asinus*, *Camelus bactria*, *Ovis aries*, *Canis familiaris*, *Felis catus*, *Mus musculus* y *Rattus Rattus* no fueron incluidas por tratarse de especies introducidas o asociadas a áreas urbanas.

Debido a lo anterior y a que algunos de los registros obtenidos no contaban con coordenadas geográficas y no pudieron ser geo-referenciados utilizando el programa GEOLocate (MVZ, 2001), se tomaron para la generación de los mapas sólo 520 registros de los 1283 obtenidos del muestreo en el ANP “Sierra de Lobos” y de la bibliografía para ser ingresados al programa MaxEnt (**Cuadro 5**).

Para la generación de los mapas de distribución potencial se utilizó un modelo para distribución de especies (SDM`s); con el fin de predecir qué tan adecuado es el ambiente para las especies de las cuáles se obtuvieron registros, al modelo le fueron asignadas variables ambientales representativas del área de estudio, en este caso relacionadas con la precipitación, temperatura y altitud (Guisan y Thuiller. 2005; Naoki *et. al.* 2006).

Para este estudio se utilizó el software *Maximum Entropy Metod* (Maxent; Version 3.3.3k) uno de las más utilizados con el propósito de generar predicciones de distribución potencial (Guisan y Thuiller, 2005; Phillips *et al.*, 2006; Hu *et al.*,

2011). El programa utiliza algoritmos determinísticos, un método de máxima entropía que generó predicciones basadas en información incompleta (registros de presencia de especies) y estimó una probabilidad de distribución de 0 a 1 relacionada a la información ambiental disponible para el área (Berger *et al.*, 1996; Phillips *et al.*, 2006).

Se siguieron los ajustes por defecto del programa; multiplicador de regularización en 1, umbral de convergencia en  $10^{-5}$ , número máximo de puntos de fondo en 10 000, replicados en 5 y tipo de ejecución replicada utilizando validación cruzada. Adicionalmente se seleccionó porcentaje de la prueba al azar del 25%, un máximo de 1000 interacciones, la opción random seed y se omitió la selección de las opciones Extrapolar y Clamping.

El formato de salida logístico y formato ASCII para las predicciones fue seleccionado por permitir una interpretación más sencilla del modelo (Phillips y Dudi'k, 2008) y se eligió el análisis de jackknife para examinar la aportación de cada variable ambiental utilizada al modelo generado; los mismos ajustes descritos fueron aplicados para la parametrización de todas las especies de mamíferos.

La información ambiental fue obtenida de *BioClim* (Hijmans *et al.*, 2005), recurso gratuito en línea (BioClim; <http://www.worldclim.org>) que contiene bases de datos climáticos a una resolución de  $1\text{km}^2$  para ser usadas en el modelado ecológico y Sistemas de Información Geográfica (SIG). Para este estudio fueron utilizadas 20 variables ambientales, 19 obtenidas de *BioClim* y una capa altitudinal modelo digital de elevación? obtenida de , todas las capas fueron editadas utilizando la herramienta “clip” del software ArcMap 10 (ESRI, 2011) para ajustarlas a el tamaño, área y proyección correspondientes al estado de Guanajuato (área donde se proyectará la distribución de los mamíferos registrados para). El mismo programa fue utilizado para cambiar el formato de las capas climáticas a formato ASCII (formato de entrada requerido por Maxent) utilizando la herramienta “RASTER to ASCII” del software.

Debido a que algunos de los muestreos en Sierra de Lobos fueron realizados en los límites estatales entre Guanajuato y Jalisco, se añadió un buffer de 5 km para cada una de las 20 capas de variables ambientales.

No se discriminó el uso de ninguna de las 19 capas climáticas obtenidas de *BioClim* (BioClim; <http://www.worldclim.org>) para la generación de los mapas.

**Cuadro 1.** Clave de las variables ambientales utilizadas en MaxEnt para la predicción de la distribución potencial de las especies registradas.

Clave	Variable ambiental
BIO1	Temperatura Promedio Anual
BIO2	Rango Diurno Promedio (Promedio mensual (máxima temperatura – mínima temperatura))
BIO3	Isotermalidad (BIO2/BIO7) (* 100)
BIO4	Temperatura por Estacionalidad (desviación estándar *100)
BIO5	Temperatura Máxima del mes más cálido
BIO6	Temperatura Mínima del mes más frío
BIO7	Rango de Temperatura Anual (BIO5-BIO6)
BIO8	Promedio de Temperatura del Cuarto más Húmedo
BIO9	Promedio de Temperatura del Cuarto más Seco
BIO10	Promedio de Temperatura del Cuarto más Cálido
BIO11	Promedio de Temperatura del Cuarto más Frío
BIO12	Precipitación Anual
BIO13	Precipitación del mes más Húmedo
BIO14	Precipitación del mes más Seco
BIO15	Precipitación por Estacionalidad (Coeficiente de variación)
BIO16	Precipitación del Cuarto más Húmedo
BIO17	Precipitación del Cuarto más Seco
BIO18	Precipitación del Cuarto más Húmedo
BIO19	Precipitación del Cuarto más Frío

Variables ambientales de temperatura y precipitación a una resolución de 1km<sup>2</sup>, obtenidas de BioClim (<http://www.worldclim.org>).

Ya que algunos de los registros de mamíferos provenientes de las colecciones científicas pertenecen a bases de colecta que datan del año 1881

(registro más viejo utilizado perteneciente a la colección del museo Alfredo Dugués del estado de Guanajuato, que posee los registros mastozoológicos más antiguos del país (Espinoza *et. al.*, 2006)) ninguna variable de vegetación para el estado de Guanajuato fue ingresada. Una capa de los tipos de vegetación actual perteneciente al polígono del área de estudio fue utilizada únicamente para mostrar los resultados finales de las proyecciones de distribución potencial.

### **II.III.II Valoración de los mapas.**

De las 5 réplicas generadas por MaxEnt para cada especie se seleccionaron los mejores mapas de acuerdo a los criterios de porcentaje de omisión (cantidad de puntos de presencia no predichos por el modelo) y el valor resultante para la curva ROC de cada mapa. Se eligieron los mapas que mostraran menor porcentaje de omisión y valores de AUC mayores a 9.

### **II.III.III Selección del umbral.**

La selección del umbral óptimo para transformar la probabilidad resultante en datos de presencia ausencia en un mapa es muy importante, aunque existen muchos enfoques para determinar los umbrales no se ha propuesto ninguna regla que determine un umbral óptimo (Hu y Jiang, 2010).

Debido a que parte de la información obtenida para la proyección de los mapas provino de bases de datos de colecciones mastozoológicas en línea y parte de esos registros de presencia pertenecen a registros muy antiguos (lo cual disminuye la confiabilidad), se eligió un umbral de corte basándonos en la aproximación correspondiente al percentil 10, retirando de la proyección final el 10% de la distribución predicha por MaxEnt.

Se utilizó la herramienta “ACII to RASTER” de ArcMap 10 para la transformación del formato de salida de las probabilidades de MaxEnt y utilizando la herramienta “Raster calculator” se realizó la transformación de esas probabilidades en valores de presencia ausencia correspondiente al umbral percentil 10 en cada especie.

La herramienta “*Mask*” fue utilizada para delimitar la proyección de la distribución al polígono del ANP “Sierra de Lobos” y una capa de tipos de vegetación actualizada fue utilizada para la proyección final de las especies dentro del ANP.

### III. RESULTADOS

#### III.I Muestreo de Mamíferos

##### III.I.I Muestreo de mamíferos medianos y grandes.

A partir del muestreo sistemático utilizando trampas cámara se obtuvo un total de 101 registros independientes de mamíferos silvestres pertenecientes a 7 familias, 12 géneros y 12 especies diferentes registradas dentro del ANP Sierra de Lobos; dichas especies se encuentran descritas en el **Cuadro 3**.

##### III.I.II Muestreo de mamíferos pequeños

A partir del muestreo por transectos utilizando trampas tipo Sherman se obtuvo un total de 110 registros de roedores de la familia Muridae para el área de estudio, pertenecientes a 4 géneros y 7 posibles especies (**Cuadro 3**).

Debido a que el género *Peromyscus* presenta gran variación morfológica entre y dentro de las poblaciones y debido a que frecuentemente existen traslapes entre los caracteres que se recomiendan para la identificación entre especies, los registros para el género obtenidos en este estudio fueron clasificados en cuatro grupos que podrían estar representando el registro de 4 posibles especies para el área de estudio, haciendo referencia posterior a ellas en el texto como *Peromyscus sp. 1*, *sp. 2*, *sp. 3* y *sp. 4*.(Ramírez-Pulido *et. al.* 2001).

La clasificación de los grupos se basó únicamente en las diferencias observadas entre sus características morfométricas, utilizando el registro fotográfico obtenido de cada individuo y las mediciones hechas en campo.

De acuerdo a la bibliografía es posible que dichos grupos correspondan a las especies: *P. gratus* (*sp. 1*), *P. levipes* (*sp. 2*), *P. difficilis* (*sp. 3*) y *P. pectoralis* (*sp. 4*), ésta última anteriormente registrada para el área de estudio y todas registradas para el estado de Guanajuato. Sin embargo, la colecta de machos adultos y análisis genéticos serían necesarios para la identificación certera a nivel de especie de los individuos registrados para el área de estudio de este grupo tan diverso.

**Cuadro 2.** Trampas cámara y trampas tipo Sherman colocadas en cada predio muestreado dentro del área de estudio.

Predio	Cámaras	Noches trampa	Registros independientes	Transectos Sherman	Trampas Sherman	Registros independientes
"El Malacate"	10	270	16	5	100	5
"El Vergel de la Sierra"	8	208	17	4	80	14
"Pozo Redondo"	11	231	19	16	411	71
"El Desierto"	12	348	49	6	140	20
<b>TOTAL</b>	<b>41</b>	<b>1057</b>	<b>101</b>	<b>31</b>	<b>731</b>	<b>110</b>

Por predio, se muestra el número de trampas Sherman y cámaras colocadas, el número de noches trampa en el caso de las cámaras y el total de registros independientes obtenidos con las dos técnicas de muestreo.

### III.I.III Otros registros.

Adicionalmente se obtuvieron 83 registros provenientes de observaciones directas e indirectas pertenecientes a 8 familias 12 géneros y 13 especies diferentes. De los éstos, *Lepus californicus*, *Sylvilagus auduboni* y *Didelphis virginiana* no fueron registrados por ninguno de los métodos anteriores.

En total se obtuvieron 294 registros independientes pertenecientes a 5 órdenes, 9 familias, 18 géneros y 22 posibles especies de mamíferos para el área muestreada; la cantidad de registros por especie se presenta en el **Cuadro 3**.

**Cuadro 3.** Número de registros obtenidos para el área de estudio durante el periodo de muestreo comprendido entre los meses de Diciembre del 2011 y Febrero del 2013.

Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común	Número de registros
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis</i>	<i>virginiana</i>	Tlacuache	2
Carnivora	Felidae	<i>Lynx</i>	<i>rufus</i>	Gato montes	4
		<i>Puma</i>	<i>concolor</i>	Puma ó León	6
	Canidae	<i>Canis</i>	<i>latrans</i>	Coyote	20
		<i>Urocyon</i>	<i>cinereoargenteus</i>	Zorra gris	33
	Mephitidae	<i>Conepatus</i>	<i>leuconotus</i>	Zorrillo cadeno	1
		<i>Mephitis</i>	<i>macroura</i>	Zorrillo	8
	Procyonidae	<i>Bassariscus</i>	<i>astutus</i>	Cacomixtle	10
		<i>Procyon</i>	<i>lotor</i>	Mapache	8
				Venado cola	
	Artiodactila	Cervidae	<i>Odocoileus</i>	<i>virginianus</i>	blanca
Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus</i>	<i>sp.</i>	Ardilla	3
		<i>Spermophilus</i>	<i>variegatus</i>	Ardillón	24
				Ratón	
	Muridae	<i>Onychomys</i>	<i>arenicola</i>	chapulinero	3
		<i>Peromyscus</i>	<i>sp1</i>	Ratón	30
		<i>Peromyscus</i>	<i>sp2</i>	Ratón	56
		<i>Peromyscus</i>	<i>sp3</i>	Ratón	7
		<i>Peromyscus</i>	<i>sp4</i>	Ratón	8
		<i>Reithrodontomys</i>	<i>fulvescens</i>	Ratón	3
		<i>Sigmodon</i>	<i>hispidus</i>	Ratón	3
Lagomorpha	Leporidae	<i>Lepus</i>	<i>californicus</i>	Liebre	3
		<i>Sylvilagus</i>	<i>auduboni</i>	Conejo	1
		<i>Sylvilagus</i>	<i>floridanus</i>	Conejo castellano	6
				<b>TOTAL</b>	<b>294</b>

El número de registros obtenidos utilizando cámaras trampa, transectos de trampas Sherman y observaciones directas e indirectas en el Área Natural Protegida Sierra de Lobos en el estado de Guanajuato.

### **III.I.IV Registros de Colecciones.**

Se obtuvieron 989 registros de mamíferos principalmente roedores y murciélagos pertenecientes a 14 colecciones nacionales e internacionales provenientes de las siguientes fuentes de consulta disponibles en línea: Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO), *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF) y *Mammal Networked Information System* (MANIS) (**Cuadro 4**).

En conjunto se obtuvo un total de 1283 registros tomando en cuenta los resultados del muestreo Diciembre 2011-Febrero 2013 (**Cuadro 4**); pertenecientes a 8 órdenes, 19 familias, 56 géneros y 88 especies (**Cuadro 5**).

Se realizó una revisión de la sinonimia de las especies registradas para utilizar la nomenclatura científica actual utilizando fuentes en línea como "IUCN" (2013), "Mammal Species of the World" de Wilson & Reeder's (2005) y el artículo de Sánchez y Magaña-Cota (2008) titulado "Murciélagos de Guanajuato: Perspectiva Histórica y Actualización de su Conocimiento".

**Cuadro 4.** Origen del total de registros obtenidos para el estado de Guanajuato.

<b>COLECCIÓN DE ORIGEN</b>	<b># DE REGISTROS</b>
<b>CAS-</b> California Academy of Sciences	<b>10</b>
<b>CNMA-IBUNAM-</b> Colección Nacional de Mamíferos	<b>1</b>
<b>FMNH-</b> Field Museum	<b>2</b>
<b>HM-</b> Harvard Museum	<b>2</b>
<b>UK-</b> University of Kansas Biodiversity Research Center	<b>207</b>
<b>LACM-</b> Los Angeles County Museum of Natural History	<b>2</b>
<b>LSUMZ-</b> Museum of Natural Science	<b>1</b>
<b>MADUG-MA-</b> Museo de Historia Natural Alfredo Duguéz	<b>70</b>
<b>UMMZ-</b> University of Michigan Museum of Zoology	<b>4</b>
<b>MLZ-</b> Moore Laboratory of Zoology	<b>2</b>
<b>MSUM-</b> Michigan State University Museum	<b>74</b>
<b>NHM-</b> Natural History Museum	<b>1</b>
<b>NMNH-</b> Smithsonian National Museum of Natural History	<b>192</b>
<b>TTU-</b> Museum of Texas Tech University	<b>3</b>
<b>Sin origen</b>	<b>7</b>
<b>OTRAS FUENTES</b>	
(Hall, 2005)	<b>30</b>
(Elizalde-Arellano, 2010)	<b>29</b>
Muestreo vertebrados SGG 2010	<b>352</b>
<b>TOTAL</b>	<b>989</b>
<b>Muestreo Diciembre 2011-Febrero 2013</b>	<b>294</b>
<b>TOTAL</b>	<b>1283</b>

El número de registros obtenidos de cada institución consultada en las bases de datos de la CONABIO (*Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad*), GBIF (*Global Biodiversity Information Facility*) y MANIS (*Mammal Networked Information System*) y en otras fuentes se muestran los registros provenientes de la bibliografía. El total incluye los registros generados durante el periodo de muestreo entre Diciembre 2011 y Febrero 2013 en el área de estudio.

**Cuadro 5.** Listado taxonómico de las especies registradas en este estudio para el estado de Guanajuato.

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA DE PROTECCIÓN	REGISTROS OBTENIDOS	REGISTROS USADOS
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis</i>	<i>virginiana</i>	Tlacuache		22	10
Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus</i>	<i>novemcinctus</i>	Armadillo		13	10
Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus</i>	<i>depei</i>	Ardilla		1	*
		<i>Sciurus</i>	<i>oculatus</i>	Ardilla de Peter	<b>Pr Endémica</b>	3	*
		<i>Spermophilus</i>	<i>mexicanus</i>	Juancito		14	4
		<i>Spermophilus</i>	<i>spilosoma</i>	Ardilla moteada		1	*
		<i>Spermophilus</i>	<i>variegatus</i>	Ardillón		47	35
	Cricetidae	<i>Baiomys</i>	<i>musculus</i>	Ratón pigmeo		1	*
		<i>Baiomys</i>	<i>taylori</i>	Ratón pigmeo		75	16
		<i>Neotoma</i>	<i>leucodon</i>	Rata nopalera		8	5
		<i>Neotoma</i>	<i>mexicana</i>	Rata mexicana		2	*
		<i>Onychomys</i>	<i>arenicola</i>	Ratón saltamontes arenero		3	3
		<i>Peromyscus</i>	<i>difficilis</i>	Ratón		31	4
		<i>Peromyscus</i>	<i>eremicus</i>	Ratón de cactus	<b>A Endémica</b>	5	4
		<i>Peromyscus</i>	<i>gratus</i>	Ratón		28	9
		<i>Peromyscus</i>	<i>levipes</i>	Ratón		19	8
		<i>Peromyscus</i>	<i>leucopus</i>	Ratón		1	*
		<i>Peromyscus</i>	<i>maniculatus</i>	Ratón norteamericano	<b>A Endémica</b>	92	13

	<i>Peromyscus</i>	<i>melanophrys</i>	Ratón		23	6
	<i>Peromyscus</i>	<i>pectoralis</i>	Ratón		12	5
	<i>Peromyscus</i>	<i>sp.</i>	Ratón		101	14
	<i>Reithrodontomys</i>	<i>fulvescens</i>	Ratón		31	19
	<i>Reithrodontomys</i>	<i>megalotis</i>	Ratón		7	5
	<i>Oryzomys</i>	<i>couesi</i>	Ratón arrocero	<b>A Endémico</b>	2	*
	<i>Sigmodon</i>	<i>fulviventer</i>	Ratón		38	5
	<i>Sigmodon</i>	<i>hispidus</i>	Ratón		11	8
	<i>Sigmodon</i>	<i>leucotis</i>	Ratón		4	3
Heteromyidae						
	<i>Dipodomys</i>	<i>merriami</i>	Rata canguro de merriam	<b>A Endémico</b>	4	3
	<i>Dipodomys</i>	<i>ordii</i>	Rata canguro		15	*
	<i>Dipodomys</i>	<i>phillipsi</i>	Rata canguro de Phillip	<b>Pr Endémico</b>	14	6
	<i>Liomys</i>	<i>irroratus</i>	Ratón de abazones		13	6
	<i>Chaetodipus</i>	<i>eremicus</i>	Ratón de abazones		4	4
	<i>Chaetodipus</i>	<i>hispidus</i>	Ratón espinoso		11	3
	<i>Chaetodipus</i>	<i>nelsoni</i>	Ratón de abazones		3	3
	<i>Perognathus</i>	<i>flavus</i>	Ratón sedoso		24	8
Geomyidae						
	<i>Cratogeomys</i>	<i>tylorhinus</i>	Tuza		12	5
	<i>Thomomys</i>	<i>umbrinus</i>	Tuza		15	4
Lagomorpha						
Leporidae						
	<i>Lepus</i>	<i>callotis</i>	Liebre		5	*
	<i>Lepus</i>	<i>californicus</i>	Liebre		7	6
	<i>Sylvilagus</i>	<i>audubonii</i>	Conejo		3	*
	<i>Sylvilagus</i>	<i>floridanus</i>	Conejo		33	14
Soricomorpha						
Soricidae						

Chiroptera		<i>Cryptotis parva</i>	Musaraña orejillas mínima	<b>Pr Endémica</b>	<b>2</b>	*
		<i>Sorex saussurei</i>	Musaraña		<b>1</b>	*
	Phyllostomatidae					
		<i>Desmodus rotundus</i>	Vampiro común		<b>13</b>	<b>13</b>
		<i>Anoura geoffroyi</i>	Murciélago de nariz grande		<b>3</b>	<b>3</b>
		<i>Choeronycteris mexicana</i>	Murciélago mexicano de nariz grande	<b>A No Endémica</b>	<b>6</b>	*
		<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago		<b>3</b>	<b>3</b>
		<i>Leptonycteris curasoae</i>	Murciélago de nariz grande	<b>A No Endémica</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
		<i>Leptonycteris yerbabuena</i>	Murciélago de nariz grande		<b>8</b>	<b>6</b>
		<i>Sturnira liliu</i>	Murciélago		<b>2</b>	*
		<i>Sturnira ludovici</i>	Murciélago		<b>2</b>	*
		<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago		<b>2</b>	*
		<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélago		<b>2</b>	*
		<i>Dermanura azteca</i>	Murciélago		<b>3</b>	*
	Moormopidae					
		<i>Mormoops megalophylla</i>	Murciélago bigotudo		<b>2</b>	*
		<i>Pteronotus parnelli</i>	Murciélago		<b>1</b>	*
	Molossidae					
		<i>Promops centralis</i>	Murciélago		<b>1</b>	*
	<i>Tadarida brasiliensis</i>	Gran murciélago cola libre		<b>22</b>	<b>4</b>	
Vespertilionidae						
	<i>Eptesicus fuscus</i>	Gran murciélago café		<b>2</b>	*	
	<i>Lasiurus cinereus</i>	Murciélago		<b>8</b>	<b>6</b>	
	<i>Lasiurus blosevilli</i>	Murciélago		<b>2</b>	*	
	<i>Rhogeessa alleni</i>	Murciélago		<b>1</b>	*	

	<i>Pipistrellus</i>	<i>hesperus</i>	Murciélago		3	3
	<i>Corynorhinus</i>	<i>mexicanus</i>	Murciélago mula- mexicano		19	3
	<i>Corynorhinus</i>	<i>townsendii</i>	Murciélago mula- norteamericano		12	5
	<i>Antrozous</i>	<i>pallidus</i>	Murciélago alacrano		3	3
	<i>Myotis</i>	<i>californicus</i>	Murciélago		2	*
	<i>Myotis</i>	<i>fortidens</i>	Murciélago		2	*
	<i>Myotis</i>	<i>thysanodes</i>	Murciélago		2	*
	<i>Myotis</i>	<i>velifer</i>	Murciélago		27	3
	<i>Myotis</i>	<i>yumanensis</i>	Murciélago		5	4
Carnívora						
	Felidae					
	<i>Leopardus</i>	<i>pardalis</i>	Ocelote	<b>P No Endémica</b>	8	5
	<i>Leopardus</i>	<i>wiedii</i>	Tigrillo o margay	<b>P No Endémica</b>	4	*
	<i>Lynx</i>	<i>rufus</i>	Gato montés		9	9
	<i>Puma</i>	<i>concolor</i>	Puma o león		21	16
	<i>Panthera</i>	<i>onca</i>	Jaguar o tigre		1	*
	Cánidae					
	<i>Canis</i>	<i>latrans</i>	Coyote		34	26
	<i>Urocyon</i>	<i>cinereoargenteus</i>	Zorrillo gris		87	48
	Mustelidae					
	<i>Mustela</i>	<i>frenata</i>	Comadreja		10	*
	<i>Taxidea</i>	<i>taxus</i>	Tlalcoyote o tejón	<b>A No Endémica</b>	2	*
	Mephitidae					
	<i>Conepatus</i>	<i>leuconotus</i>	Zorrillo cadeno		3	3
	<i>Conepatus</i>	<i>mesoleucus</i>	Zorrillo cadeno		1	*
	<i>Mephitis</i>	<i>macroura</i>	Zorrillo		20	12
	<i>Spilogale</i>	<i>angustifrons</i>	Zorrillo manchado sureño		2	*
	<i>Spilogale</i>	<i>putorius</i>	Zorrillo manchado		2	*

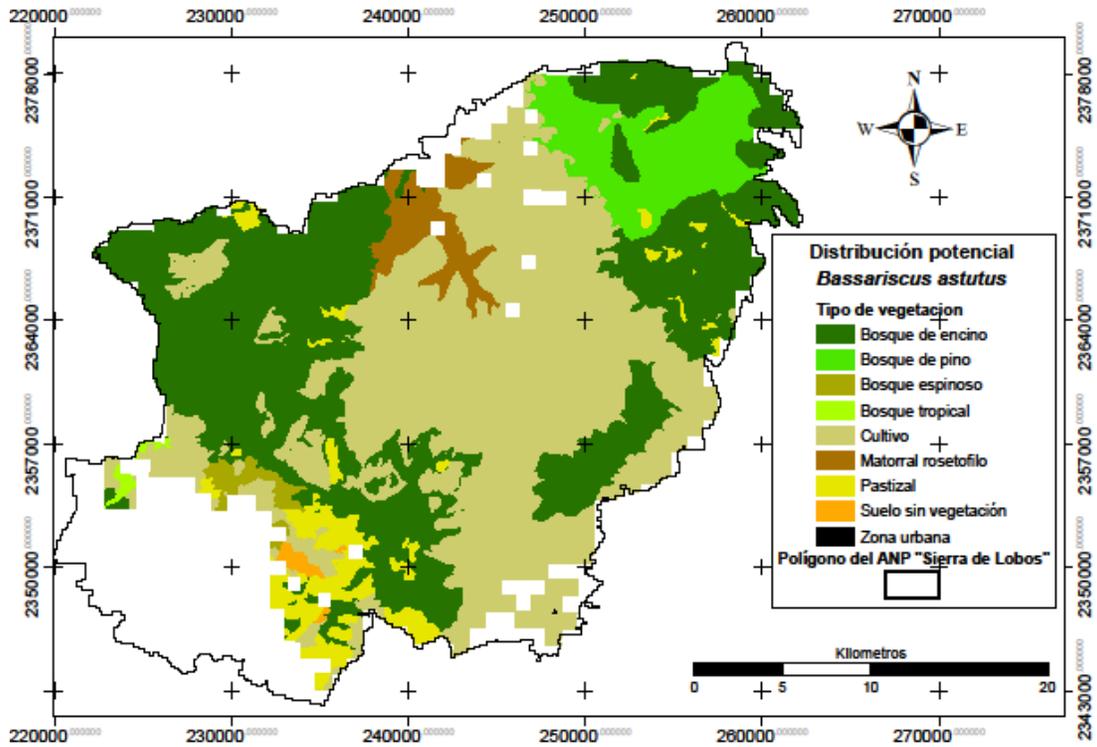
	Procyonidae	<i>Bassariscus</i>	<i>astutus</i>	Cacomixtle	<b>A Endémica</b>	<b>29</b>	<b>20</b>
		<i>Nasua</i>	<i>narica</i>	Coatí		<b>21</b>	<b>17</b>
		<i>Procyon</i>	<i>lotor</i>	Mapache		<b>18</b>	<b>11</b>
Artiodactila	Tayassuidae	<i>Pecari</i>	<i>tajacu</i>	Jabalí de collar	<b>A Endémica</b>	<b>7</b>	<b>5</b>
	Cervidae	<i>Odocoileus</i>	<i>virginianus</i>	Venado cola blanca		<b>82</b>	<b>41</b>
<b>TOTAL</b>						<b>1283</b>	<b>520</b>

Se muestra categoría de protección para las especies según la NOM 059 de SEMARNAT-2010; sujetas a protección especial (Pr), amenazada (A) y en peligro de extinción (P). Adicionalmente se presenta el total de registros obtenidos y el número de éstos utilizados para la generación de los mapas de distribución potencial utilizando el programa MaxEnt, después de ser depurados.

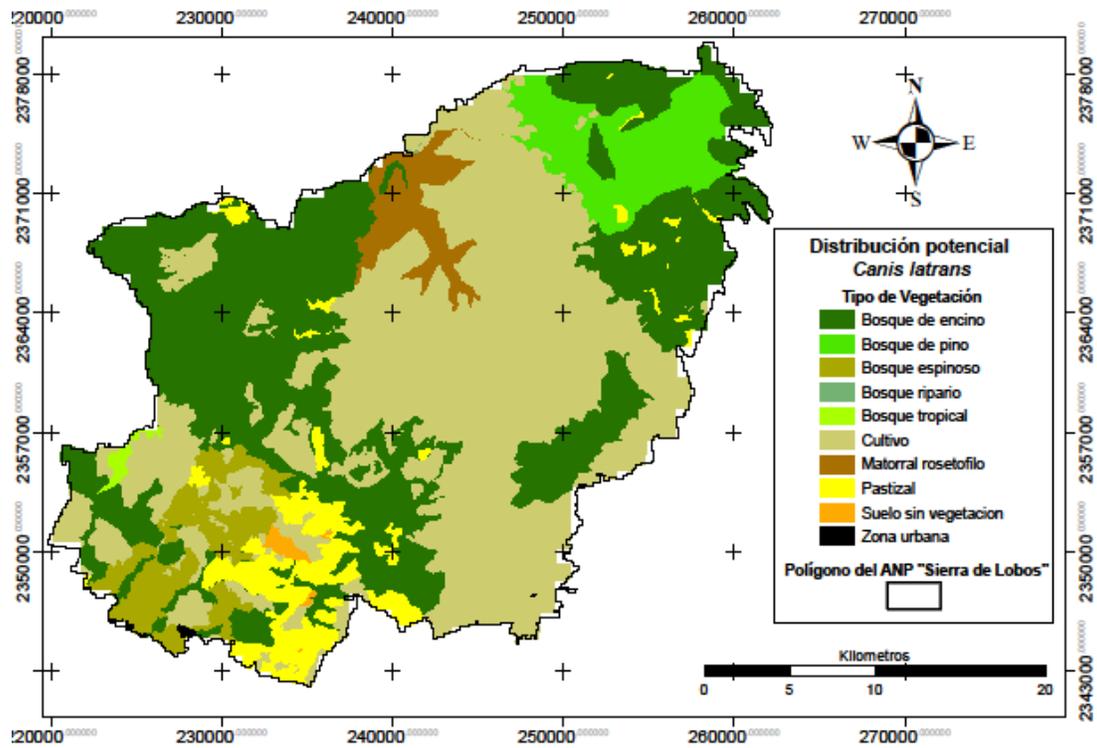
### III.II Mapas de distribución potencial

De los 1283 registros obtenidos sólo se utilizaron 520 registros de presencia pertenecientes a 56 especies de mamíferos para ser introducidos en el programa MaxEnt, el cual sólo proporcionó resultados para 31 especies cuya distribución abarcó distintas áreas del estado de Guanajuato. De las anteriores, sólo para 14 especies se logró proyectar una distribución potencial dentro del Área Natural Protegida Sierra de Lobos.

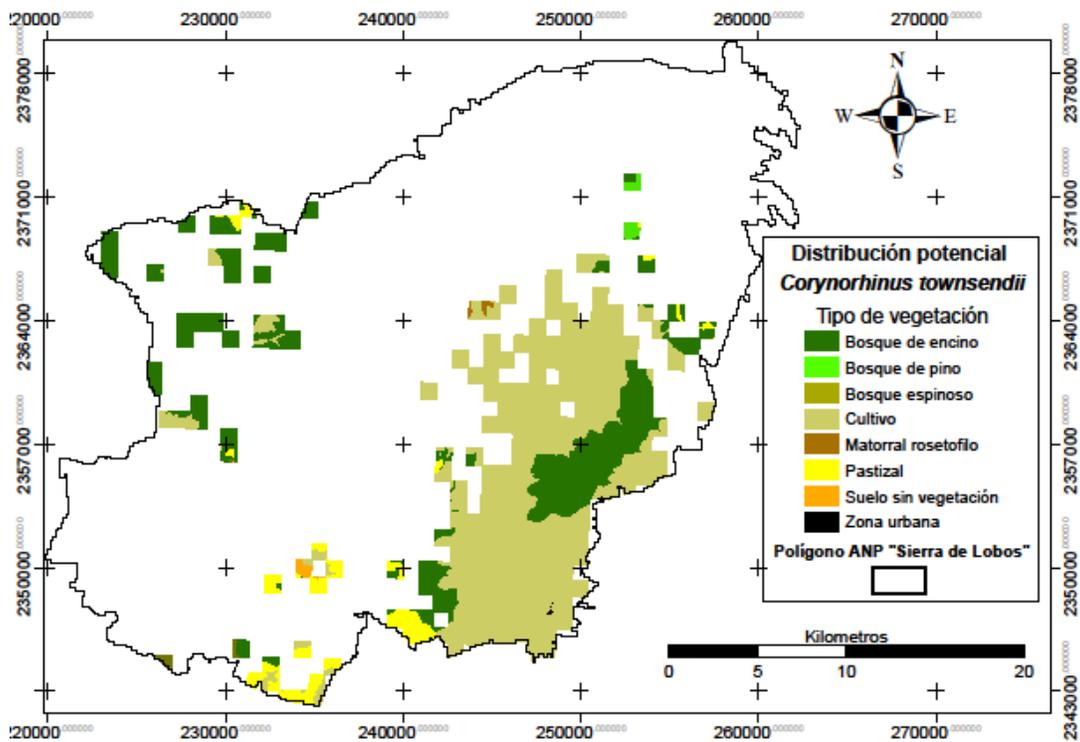
Utilizando los ajustes elegidos para el programa y los criterios descritos en la metodología se obtuvieron mapas de distribución potencial para las siguientes especies dentro del área de estudio; *Bassariscus astutus*, *Canis latrans*, *Corynorhinus townsendii*, *Cratogeomys tylosinus*, *Lepus californicus*, *Mephitis macroura*, *Lynx rufus*, *Odocoileus virginianus*, *Peromyscus sp.*, *Puma concolor*, *Sigmodon fulviventis*, *Spermophilus variegatus*, *Thomomys umbrinus* y *Urocyon cinereoargenteus*.



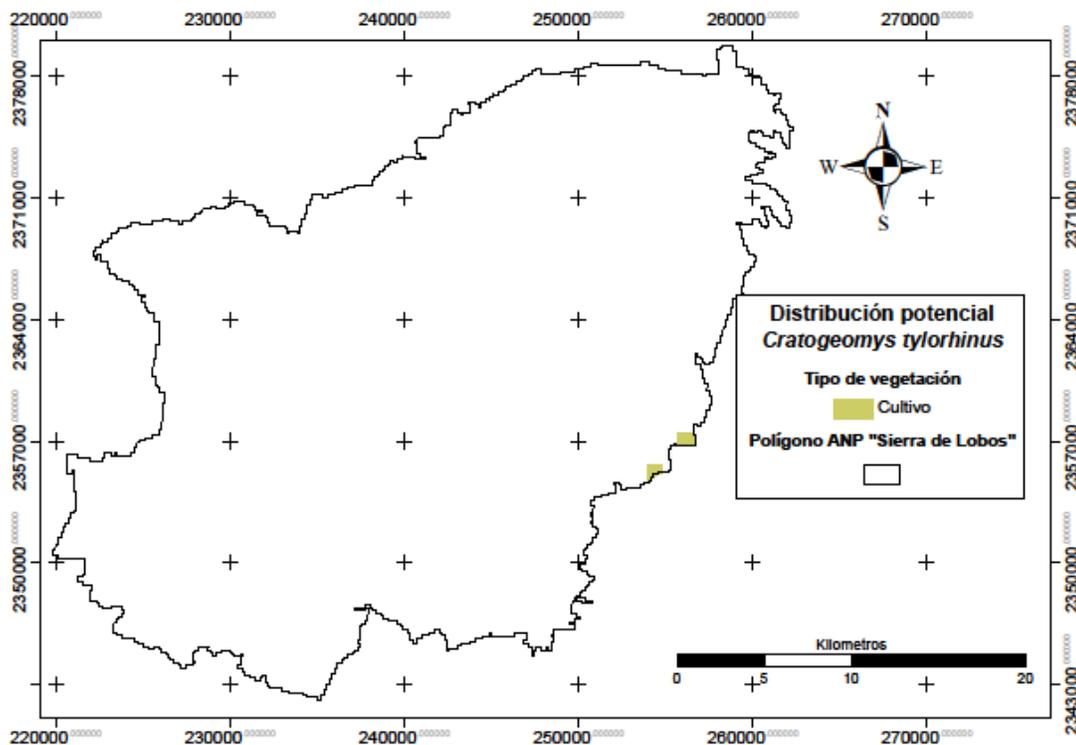
**Imagen 3.** Distribución potencial de *Bassariscus astutus* dentro del ANP Sierra de Lobos, Guanajuato.



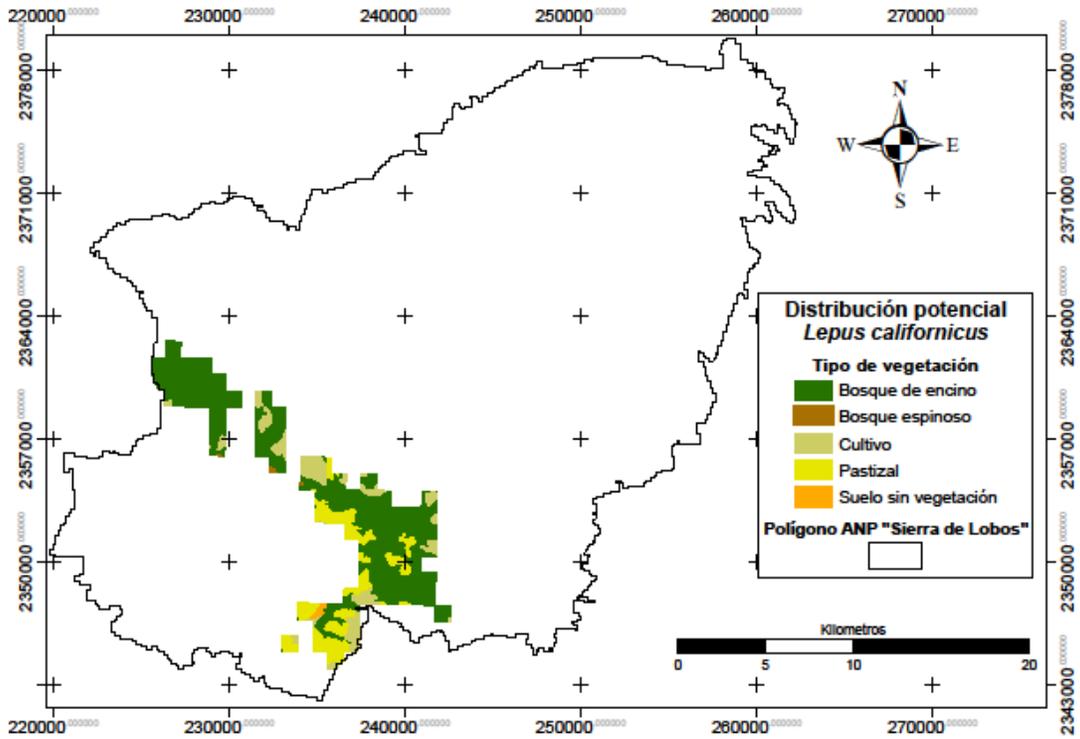
**Imagen 4.** Distribución potencial de *Canis latrans* dentro del ANP Sierra de Lobos, Guanajuato.



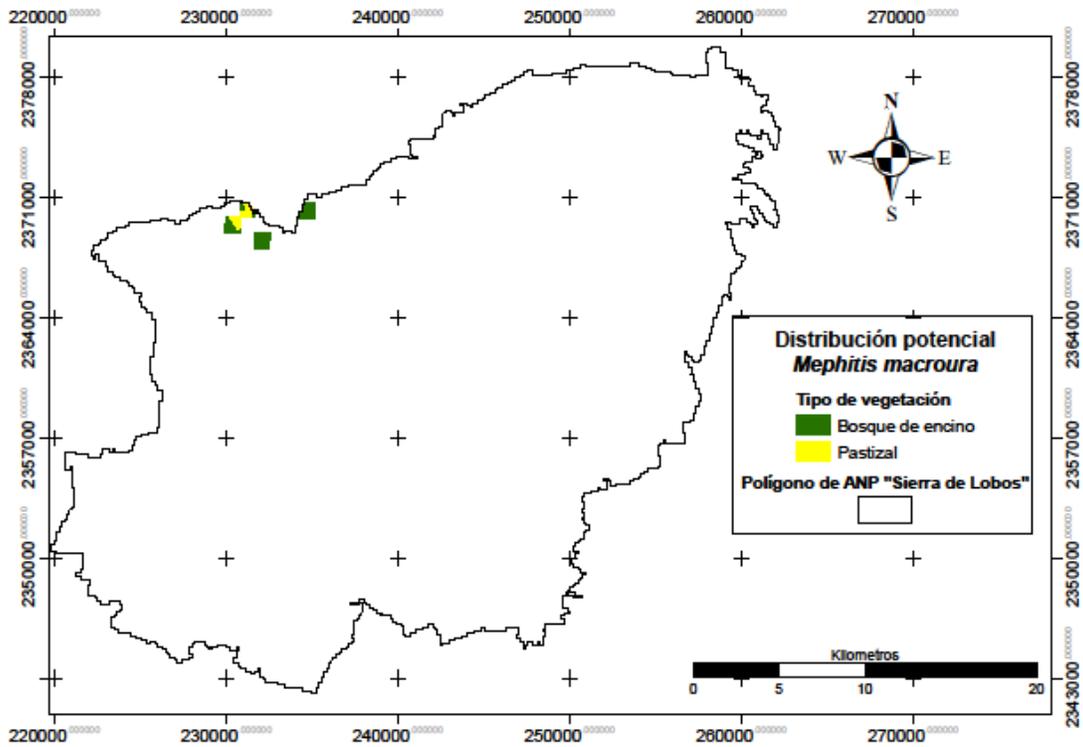
**Imagen 5.** Distribución potencial de *Corynorhinus townsendii* dentro del ANP Sierra de Lobos, Guanajuato.



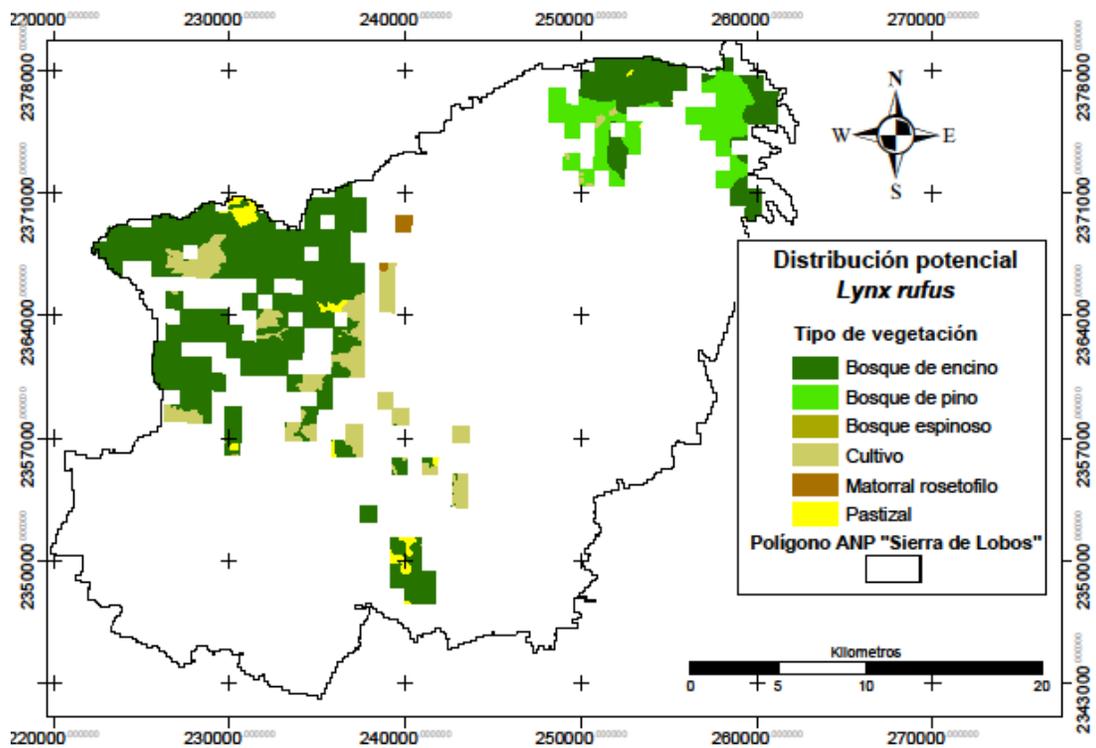
**Imagen 6.** Distribución potencial de *Cratogeomys taylorhinus* dentro del ANP Sierra de Lobos, Guanajuato.



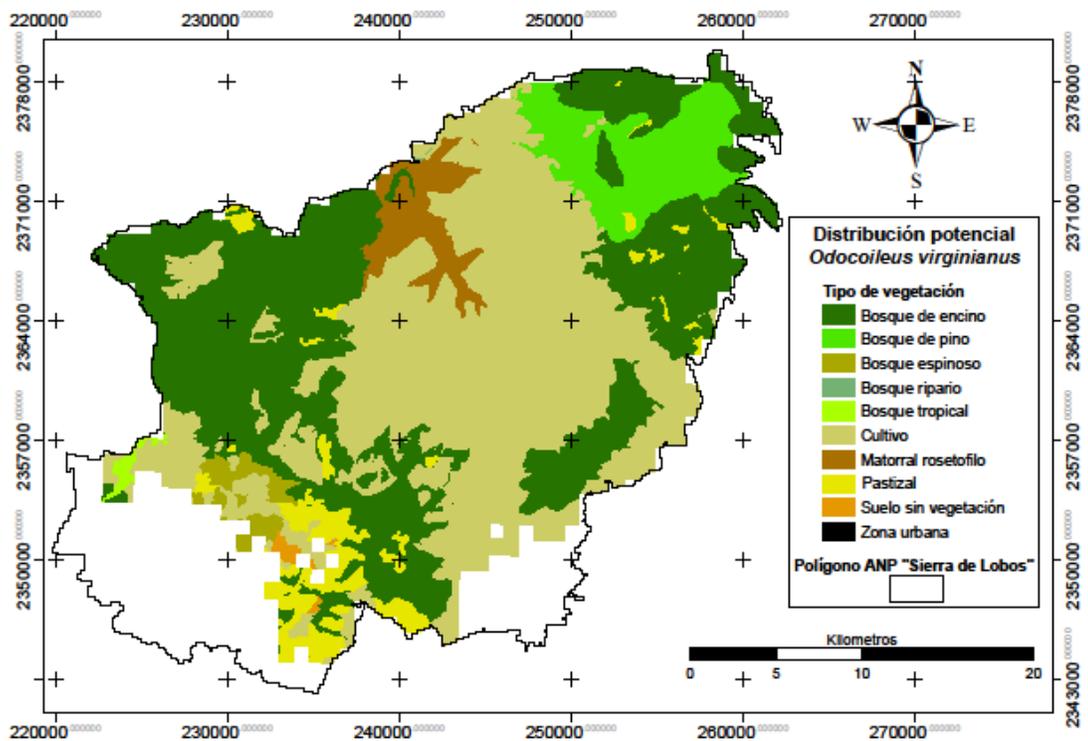
**Imagen 7.** Distribución potencial de *Lepus californicus* dentro del ANP Sierra de Lobos, Guanajuato.



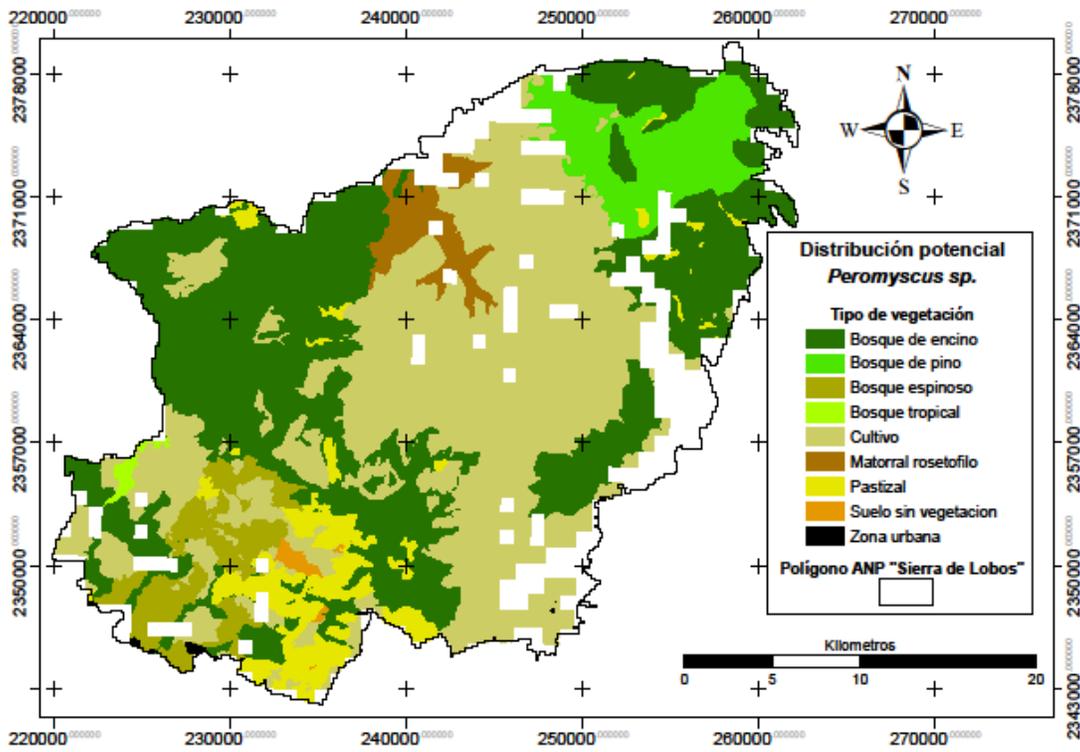
**Imagen 8.** Distribución potencial de *Mephitis macroura* dentro del ANP Sierra de Lobos, Guanajuato.



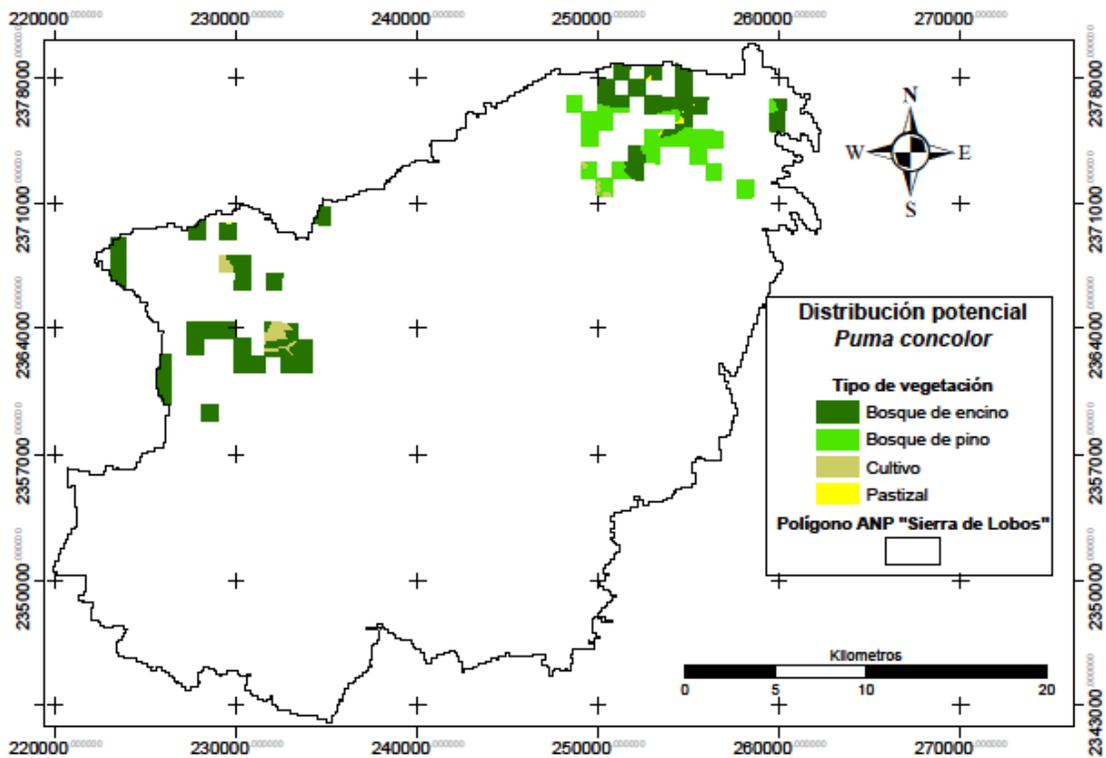
**Imagen 9.** Distribución potencial de *Lynx rufus* dentro del ANP Sierra de Lobos, Guanajuato.



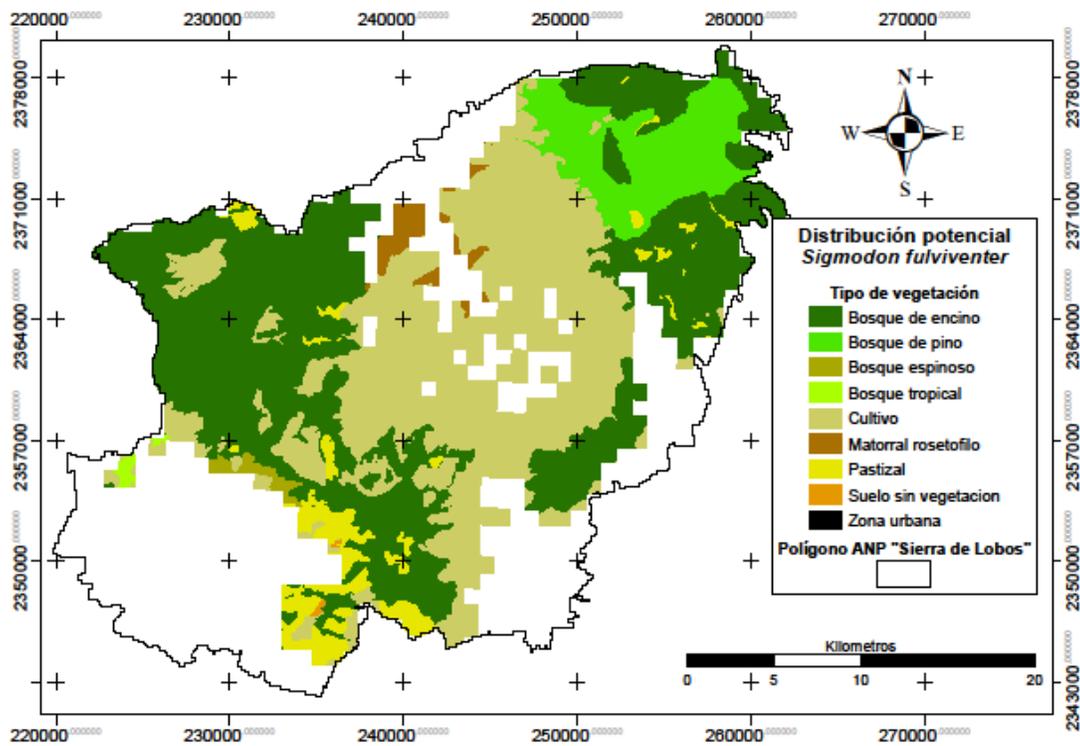
**Imagen 10.** Distribución potencial de *Odocoileus virginianus* dentro del ANP Sierra de Lobos, Guanajuato.



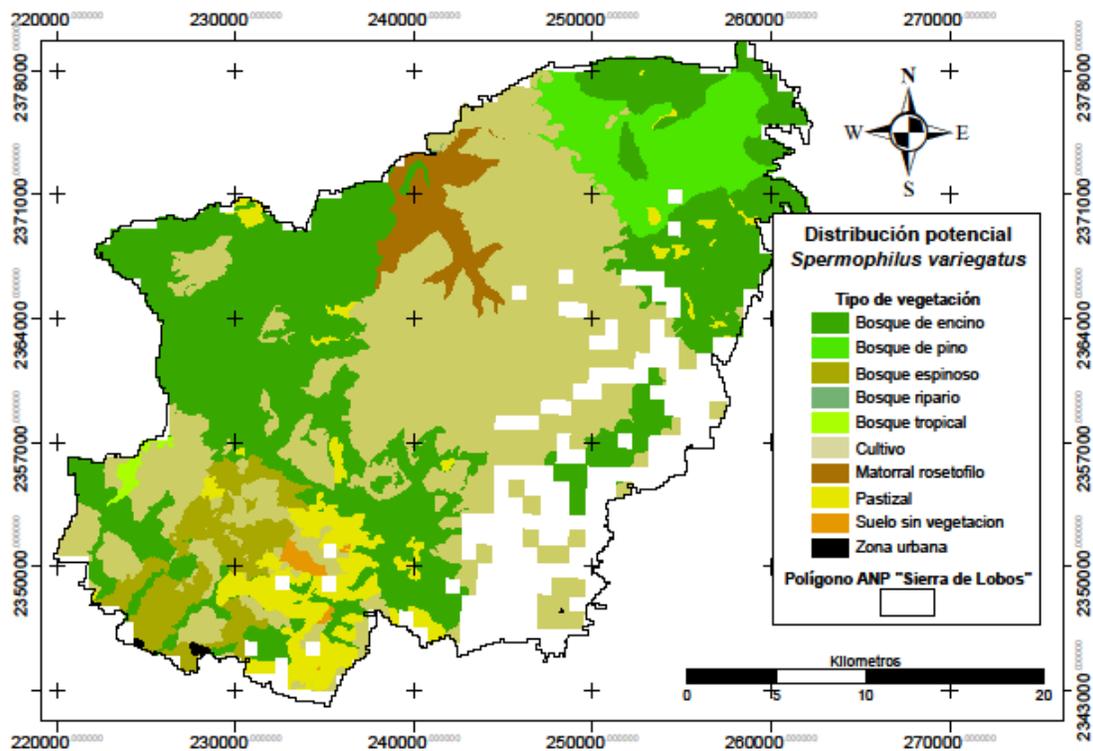
**Imagen 11.** Distribución potencial de *Peromyscus sp.* dentro del ANP Sierra de Lobos, Guanajuato.



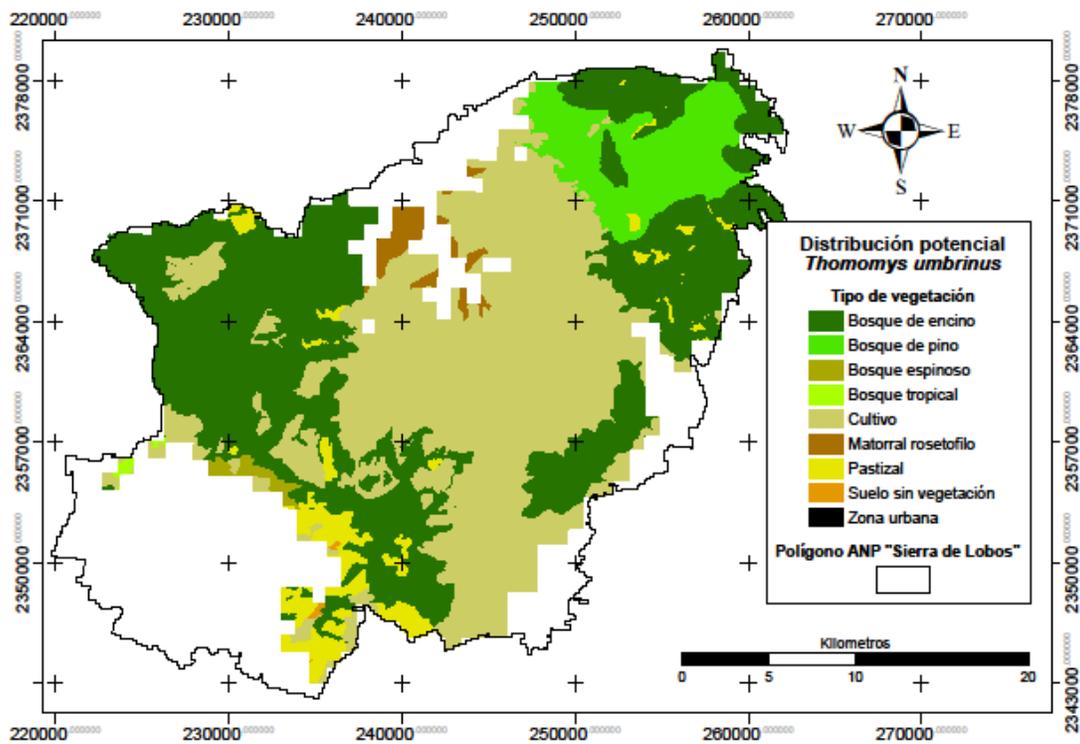
**Imagen 12.** Distribución potencial de *Puma concolor* dentro del ANP Sierra de Lobos, Guanajuato.



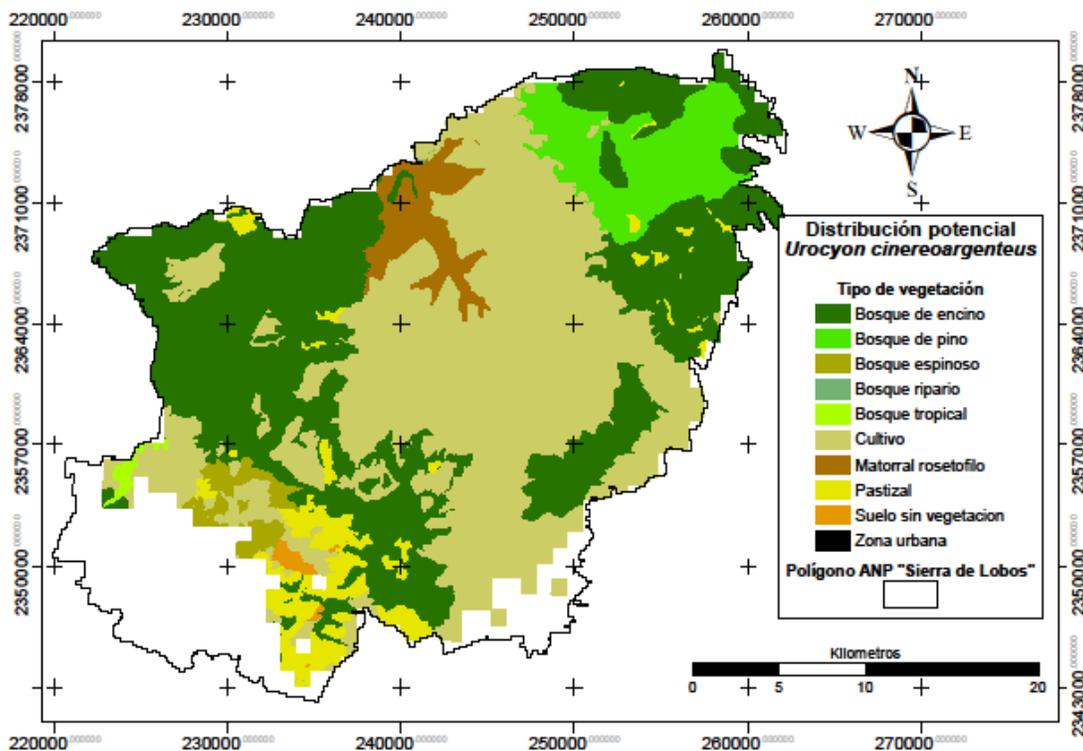
**Imagen 13.** Distribución potencial de *Sigmodon fulviventer* dentro del ANP Sierra de Lobos, Guanajuato.



**Imagen 14.** Distribución potencial de *Spermophilus variegatus* dentro del ANP Sierra de Lobos, Guanajuato.



**Imagen 15.** Distribución potencial de *Thomomys umbrinus* dentro del ANP Sierra de Lobos, Guanajuato.



**Imagen 16.** Distribución potencial de *Urocyon cinereoargenteus* dentro del ANP Sierra de Lobos, Guanajuato.

#### IV. DISCUSION Y CONCLUSIONES

De los 1283 registros obtenidos para el estado de Guanajuato 294 fueron generados en el muestreo dentro del ANP "Sierra de Lobos". Las proyecciones mostraron resultados para 14 mapas representando su distribución en el área de estudio; lo anterior no implica que las demás especies de mamíferos registradas para el resto de Guanajuato no pudieran encontrarse también dentro del área natural protegida. La revisión bibliográfica y de bases de datos en línea reflejó que el conocimiento de los mamíferos silvestres conocidos para el estado permanece incompleto (Sánchez y Magaña-Cota, 2008).

En el caso del orden Chiroptera, como resultado de la obtención de bases de datos provenientes de colecciones se obtuvo un registro para el estado de Guanajuato de 28 especies, a diferencia de las 17 especies propuestos por Sánchez y Magaña- Cota (2008). Debido a que no se realizó un muestreo para la obtención de registros de este género dentro del ANP es probable que el número de especies presentes sea menor a las 28 aquí propuestas, o que dichos autores hayan subestimado la presencia de las demás especies. *Corynorhinus townsendii* fue la única especie para este orden de la cual se obtuvo una proyección de su distribución dentro del ANP.

De los mapas de distribución potencial generados, sólo 9 de esas especies de mamíferos fueron registrados durante el muestreo realizado en Diciembre 2011- Febrero 2013 en el área de estudio; *Basariscus astutus*, *Canis latrans*, *Lepus californicus*, *Mephitis macroura*, *Lynx rufus*, *Odocoileus virginianus*, *Puma concolor*, *Spermophilus variegatus* y *Urocyon cinereoargenteus*.

Las especies *Corynorhinus townsendii*, *Cratogeomys tylosinus*, *Sigmodon fulviventer* y *Thomomys umbrinus* no se registraron durante el muestreo en el ANP, sin embargo mapas de distribución potencial de estas especies fueron obtenidos, por lo que es posible que existan las condiciones adecuadas para su presencia y que se requiera de posteriores muestreos para su registro.

El análisis de los registros utilizando MaxEnt y los parámetros antes mencionados omitió la presencia de *Procyon lotor* dentro del ANP, una especie

con hábitos generalistas (Vilá *et al.*, 2006), de la cuál si se obtuvieron registros de en el área de estudio durante el muestreo Diciembre 2011-Febrero 2013 pero no se logró la proyección de su área distribución. Este error de omisión pudo deberse principalmente a la falta de registros para la especie.

El registro durante el muestreo realizado en este estudio en Sierra de Lobos y la proyección de la distribución de felinos dentro de los límites del ANP como *Puma concolor* y *Lynx rufus* es importante. En México las poblaciones de estos organismos se han visto seriamente afectadas y reducidas a lo largo de su área de distribución, por su vulnerabilidad a la fragmentación del hábitat y caza ilegal (Ceballos y Oliva, 2005; Morrison *et al.*, 2007). El puma es una especie que por sus amplios requerimientos de hábitat y su sensibilidad a la presión antropogénica se le da una importancia como especie clave o indicadora de la calidad ambiental, además de que ambos felinos son importantes depredadores de una gran variedad de vertebrados terrestres, regulando las poblaciones de sus presas (Moreno-Ruiz, 2006; Darelum *et al.* 2008; Di Bitetti *et al.*, 2008),

Aunado a lo anterior, la protección de estas especies por efecto del ANP beneficia la presencia de otras especies simpátricas, de distribución y requerimientos más restringidos (Davis *et al.*, 2010). Y su pérdida, según Crooks (2002), llevaría a la alteración de la estructura de las comunidades ecológicas, por ser importantes agentes de cambio en los sistemas naturales.

El registro de *Onychomys arenicola* en el muestreo realizado en el ANP constituye el primer registro para la especie en el estado de acuerdo a la base de datos proveniente de las colecciones y fuentes mencionadas; podría tratarse de la extensión de distribución para esta especie en el estado.

Los resultados obtenidos en la generación de los mapas de distribución potencial reflejó una falta de registros para la zona; a pesar de tratarse de un estado con una alta diversidad en cuanto a fauna silvestre se refiere, la cantidad de registros aún son limitados y muchos pertenecen a colectas antiguas y poco actualizadas como es el caso de Sierra de Lobos, donde el área protegida se ve afectada por varios factores que resultan en un mal manejo del área como son;

turismo irresponsable, tala y extracción de carbón de encinares, cambio de uso de suelo, fuerte pastoreo, falta de saneamiento y presencia de encinos enfermos que impiden actualmente la completa recuperación del lugar (Turcios-Casiano *et al.*, 2011).

El ANP Sierra de Lobos, se trata de un fragmento de vegetación natural que se encuentra amenazado por su cercanía a áreas urbanas, cómo la ciudad de León, con muchas actividades humanas y con la mayor flota vehicular en la entidad (CONABIO, 2012). La ciudad está localizada en el municipio con el mismo nombre, uno de los más importantes del centro de México y principal generador de monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno en el estado con una población en constante crecimiento (420 000 en 1970 y 1 134 842 en el 2000) (INEGI, 2008).

Lo anterior, junto con la tala y uso de encinos para la producción de carbón, representa una amenaza para la conservación del lugar y constituyen algunas de las principales las causas de fragmentación y pérdida de biodiversidad para la zona. Debido al mal manejo al que se ha visto sometida el ANP a través del tiempo, y a pesar de ser un área de protección para la fauna y flora, la zona se ha caracterizado por la falta de conservación del bosque de encino tanto en la época actual como en el pasado.

Según Vásquez, *et. al.* (2004) la historia del lugar indica periodos de tala excesiva que llevaron en algún punto a una remoción de la cobertura original y a la regeneración sólo por rebrotes; lo anterior, aunado al registro de fuertes nevadas entre 1997-2002, sequías acompañadas de incendios en 1998 que pudieron haber contribuido al declive de estos bosques mixtos (encino y pino) y a la presencia actual de encinos de segundo y tercer crecimiento, con alturas y diámetro de fuste reducidos que actualmente se atienen a un plan de manejo deficiente para la generación de carbón e impiden la recuperación total del lugar.

Es probable que las especies de pino dentro del área de estudio hayan sufrido la misma suerte en el pasado por encontrarse en su mayoría en bosque mixto junto con encinos. Durante el muestreo realizado se observaron zonas de

pino y pino-encino escasas, restringidos a las zonas más altas y con individuos de poca altura.

De acuerdo con Sánchez-González (2008), en el estado se encuentran menos de 10 especies registradas, dos de ellas endémicas: *P. rzedowski* y *P. cembroides*, según la CONABIO (2012) ésta última presente en el área de estudio y utilizada por lugareños para la obtención de semillas comestibles o piñones.

De acuerdo a Vázquez (2004), las sequias, las fuertes heladas y los incendios todavía provocan estrés y daños en la vegetación causando que algunas especies de encinos sean más susceptibles al ataque de patógenos como algunas especies de hongos del género *Nectria* e *Hypoxylon* que aceleran la muerte de especies de encino como *Quercus eduardii*. De acuerdo al mismo autor el predio “Pozo Redondo” y “El Vergel de la Serra” presentan algún nivel de infestación en sus encinos por hongos de los géneros antes mencionados, en general como resultado del mal manejo forestal en el pasado.

Aunque el efecto de la fragmentación sobre las especies de éste grupo no fue evaluado para el presente estudio, es probable que aunado a la falta de manejo y destrucción de hábitat histórico y actual de la vegetación en el área natural protegida, no hayan permitido una recuperación total de la vegetación de la zona por la continua transformación del hábitat y la presencia actual de pinos y encinos de poca altura afectados por patógenos, tenga un efecto directo sobre las poblaciones de mamíferos que aún se encuentran en el lugar (Crooks, 2002; Gallina et. al. sin año). Hace falta un seguimiento y posteriores análisis sobre el estado de las poblaciones en el área que puedan tomar en cuenta los datos obtenidos en éste estudio para comprobarlo.

Es importante recordar que las proyecciones que aquí se presentan corresponden a la representación geográfica de la distribución de cada especie y que definir el nicho ecológico en el cuál cada especie encuentra sus rangos óptimos dentro de las variables ambientales es mucho más complejo (Martínez-Meyer y Sánchez-Cordero, 2006). Si bien se lograron los objetivos correspondientes a la generación de nuevos registros para el estado y en

específico para el ANP, éstos no fueron suficientes para la proyección de la distribución potencial de todas las especies de mamíferos pequeños y medianos registradas para el área utilizando este método. Más estudios de monitoreo e inventario faunístico a largo plazo serían necesarios con el fin de complementar este trabajo y mostrar resultados que puedan estar reflejando cambios en la distribución de las especies debido a la intensa actividad humana en el área.

## V. REFERENCIAS

- Berger, A. L., Della Pietra, V. J., Della Pietra, S. A. 1996. A maximum Entropy Approach to Natural Language Processing. Association for Computational Linguistics. 22 (1): 39-71.
- Bezaury-Creel, J. & Gutiérrez Carbonell, D. 2009. Capítulo 9. Áreas naturales protegidas y desarrollo social en México. En: Dirzo, R., González, R. y March, I. J. (compiladores) Capital Natural de México. Volumen II Estado de conservación y tendencias de cambio. México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 82 pp.
- Carbone, C., Christie, S., Conforti, K., Coulson, T., Franklin, N., Ginsberg, J. R., Griffiths, M., Holden, J., Kawanishi, K., Kinnaird, M., Laidlaw, R., Lynam, A., Macdonald, D. W., Martyr, D., McDougal, C., Nath, L., O'Brien, T., Seidensticker, J., Smith, D. J. L., Sunquist, M., Tilson, R. and Wan Shahrudin, W. N. 2001. The use of photographic rates to estimate densities of tigers and other cryptic mammals. *Animal Conservation*, 4. 75-79 pp.
- Castaño, J. C. y Corrales, J. D. 2010. Mamíferos de la cuenca del río La Miel (Caldas): Diversidad y uso cultural. *Boletín científico Museo de Historia Natural*. 14(1): 56-75.
- Ceballos, G y G. Oliva (coordinadores). 2005. Los Mamíferos Silvestres de México. CONABIO-Fondo de Cultura Económica. México. 981, p.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2012. La biodiversidad en Guanajuato: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)/ Instituto de Ecología del Gobierno del Estado de Guanajuato (IEE). México.
- Colwell, R. K. 2000. *EstimateS: Statistical estimation of species richness and shares species from samples. Version 10*. User's guide and application. <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>.

- Crooks, K. R. 2002. Relative Sensitivities of Mammalian Carnivores to Habitat Fragmentation. Department of Biology, University of California, Santa Cruz, CA 95064, USA. *Conservation Biology*. 16(2): 488-502.
- Darelum, F., M. J. Somers., K. E. Kunkel, and E. Z. Cameron. 2008. The potential for Large Carnivores to act as Biodiversity Surrogates in Southern Africa. *Biodivers Conserv*. 17: 2939-2949 pp.
- Davis, M. L., M. J. Kelly, and D. F. Stauffer. 2010. Carnivore Co-existence and Habitat use in the Mountain Pine Ridge Forest Reserve, Belize. *Animal Conservation*. 14: 56-65. Zoological Society of London.
- Delfín-Alfonso, C. A. 2011. Análisis de viabilidad poblacional para la conservación de oso negro americano (*Ursus americanus* Pallas 1780) en la Sierra Madre Occidental. Tesis de doctorado en Recursos Bióticos. Universidad Autónoma de Querétaro. 97 pp.
- Di Bitetti, M. S. A. Paviolo., C. D. De Angelo, and Y. E. Di Blanco. 2008. Local and Continental correlates of the abundance of a Neotropical cat, the Ocelot (*Leopardus pardalis*). *Journal of Tropical Ecology*. Cambridge University Press. United Kingdom. 24: 189-200.
- Elbers, J. (Editor). 2011. Las áreas protegidas de América Latina: Situación actual y perspectivas para el futuro. Quito, Ecuador, UICN. 227 pp.
- Elbroch, M. 2003. *Mammal tracks & Sign. A guide to North American Species*. Stackpole books. Primera edición. Mechanicsburg, Pennsylvania, USA. 778 pp.
- Elizalde-Arellano, C., López-Vidal, J. C., Uhart, E. Q., Campos Rodríguez, J. I. & Hernández-Arciga, R. 2010. Nuevos registros y extensiones de distribución de mamíferos para Guanajuato, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 26(1): 73-98.
- Espinoza, E., C. Lorenzo y M. Briones. 2006. "Integración del conocimiento de las colecciones mastozoológicas de México", en C. Lorenzo, E. Espinoza, M.

- Briones et al. (eds.), Colecciones mastozoológicas de México. México, Instituto de Biología-UNAM.
- ESRI 2011. ArcGIS Desktop: Release 10. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.
- Gallina, S., González-Romero, A. y H. Manson, R. sin año. Capítulo 12. Mamíferos pequeños y medianos. 161-180 pp. En: Agrosistemas Cafetaleros de Veracruz.
- Guevara-Chumacero L. M., R. López-Wilchis & V. Sánchez-Cordero. 2001. 105 años de investigación Mastozoológica en México (1890-1995): Una revisión de sus enfoques y tendencias. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* 83: 35-72.
- Guisan, A. and Thuiller, W. 2005. Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecology Letters*. 8: 993-1009.
- Hackett IV, H. M. 2008. Occupancy Modeling of forest carnivores in Missouri. Tesis para obtener el grado de Doctorado. Universidad de Missouri-Columbia. 178 pp.
- Hall, R. E. 2005. The Mammals of North America. Volume 1 and Volume 2. John Wiley and Sons, New York.
- Hijmans, R.J., Cameron, S.E., Parra, J.L., Jones, P.G. & Jarvis, A. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *Int. J. Climatol.* 25: 1965–1978.
- Hu, J. y Jiang, Z. 2010. Predicting the potential distribution of the endangered Przewalski's gazelle. *Journal of Zoology*. 282:54-63.
- Hu J, Jiang Z. 2011. Climate Change Hastens the Conservation Urgency of an Endangered Ungulate. *PLoS ONE* 6(8): e22873. doi:10.1371/journal.pone.0022873.

- Illoldi-Rangel, P., Sánchez-Cordero, V. y Peterson, T. 2004. Predicting distributions of mexican mammals using ecological niche modeling. *Journal of Mammalogy*. 85(4):658-662.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2008. II conteo de población y vivienda 2005. México y sus municipios. Aguascalientes, México.
- IUCN 2013. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.1. <<http://www.iucnredlist.org>>. Downloaded on 02 July 2013.
- Kharouba, H. M. and Kerr, J. T. 2010. Just passing through: Global change and the conservation of biodiversity in protected areas. *Biological Conservation*. 143 (5): 1094-1101.
- Kowalski, B. L. 2013. Effects of landscape covariates on the distribution and detection probabilities of mammalian carnivores on the former fort ord, California. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias en "Coastal and Watershed Science and Policy". Facultad de la división de Ciencia y Política ambiental. California State University Monterey Bay.
- Locke, S. L., Parker, I. D. & López, R. 2012. Chapter 12. Use of remote Cameras in Wildlife Ecology. In: *The Wildlife Techniques Manual*. Volume 1: Research. The Jhon Hopkins University Press. 7th edition. United States of America. 311 pp.
- López González, C. A., Gutiérrez González, C. E. & Lara Díaz, N. E. 2011. Capítulo 6. Carnívoros: Inventarios y Monitoreo. En: *Manual de Técnicas para el estudio de la Fauna*. Instituto de Ecología, A. C. Universidad Autónoma de Querétaro. México. 133 pp.
- Mandujano Rodríguez, S. 2011. Capítulo 2. Conceptos de ecología poblacional en el manejo de fauna silvestre. En: *Manual de Técnicas para el estudio de la Fauna*. Instituto de Ecología, A. C. Universidad Autónoma de Querétaro. México. 133 pp.

- Magaña-Cota, G. E. 2004. Colección científica del Museo de Historia Natural Alfredo Dugés. Universidad de Guanajuato. Bases de datos SNIB2010-CONABIO. Proyecto No. V002. México, D.F.
- Magurran, A. E. 2004. Measuring biological diversity. Blackwell Publishing. 256 pp.
- Mateo, G. R., Felicísimo, A. M. y Muñoz, J. 2011. Modelos de distribución potencial. *Revista Chilena de Historia Natural*. 84: 217-240.
- Martínez-Meyer, E. y Sánchez-Cordero, V. 2006. Capítulo 9: Uso de datos de colecciones mastozoológicas. Departamento de Zoología, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. 177-186 pp.
- Moreno-Ruiz, R. S. 2006. Parámetros Poblacionales y Aspectos Ecológicos de los Felinos y Sus Presas en Cana, Parque Nacional Darien, Panamá. Tesis de Maestría. Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. 135 p.
- Morrison, J., W. Sechrest., E. Dinerstein., D. Wilcove, and J. Lamoreux. 2007. Persistence of Large Mammal Faunas as Indicators of Global Impacts. *Journal of Mammalogy*, 88 (6): 1363-1380
- Naoki, K., Gómez, M. I., López, R. P., Meneses, R. I. y Vargas, J. 2006. Comparación de modelos de distribución de especies para predecir la distribución potencial de la vida silvestre en Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 41(1): 65-78.
- Pearce, J. L. y Boyce, M. S. 2006. Modelling distribution and abundance with presence-only data. *Journal of Applied Ecology*. 43: 405-412.
- Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato. 2004. Número 108. Segunda parte. Gobierno del Estado- Poder ejecutivo. Resumen del programa de manejo del Área Natural Protegida en la categoría de área de uso sustentable "Sierra de Lobos", ubicada en los municipios de León, Ocampo y San Felipe.

- Pereira Munari, D., Keller, C., Martins Venticinqu, E. 2011. An evaluation of field techniques for monitoring terrestrial mammal populations in Amazonia. *Mammalian Biology*. 76: 401-408.
- Phillips, S. J., Anderson, R. P. & Schapire R. E. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modeling*. (190):231-259.
- Phillips, S.J. and Dudi'k, M. 2008. Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*, 31: 161–175.
- Pineda López, R. y Verdú Faraco, J. R. 2013. Medición de la biodiversidad: diversidades alfa, beta y gamma. Editorial Universitaria. 114 pp.
- Portal de datos de GBIF, [www.gbif.net](http://www.gbif.net)
- Ramírez-Pulido, J. Castro-Campillo, A. y Salame-Méndez, A. 2001. Los peromyscus (Rodentia: Muridae) en la colección de Mamíferos de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa (UAMI). *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 83: 83-114.
- Ried, F. A. 2006. Peterson Field guides: Mammals of North America. Houghton Mifflin. Cuarta edición. 579 pp.
- Sánchez, O. y Magaña- Cota, G. E. 2008. Murciélagos de Guanajuato: Perspectiva Histórica y Actualización en su Conocimiento. Universidad de Guanajuato. *Acta Universitaria*. 8 (3): 39.
- Sánchez-González, A. 2008. Una visión actual de la diversidad y distribución de los pinos de México. *Madera y Bosques*. 14(1): 107-120.
- Secretaría de Gobernación, 2007. DECRETO por el que se declara área natural protegida, con el carácter de reserva de la biosfera, la zona conocida como Sierra Gorda de Guanajuato localizada en los municipios de Atarjea, San Luis de la Paz, Santa Catarina, Victoria y Xichú en el Estado de Guanajuato. *Diario Oficial de la Federación*, 2 de febrero de 2007.

- SEMARNAT. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 1998. DECRETO por el cual se establece como área natural protegida la Sierra de Lobos en el estado de Guanajuato. Enero 16 de 1998.
- SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación (DOF), jueves 30 de diciembre de 2010.
- Sikes, R. S., Gannon, W. L. y "The animal Care and Use Committee of the American Society of mammalogists". 2011. Guidelines of the American Society of Mammalogists for the use of wild mammals in research. *Journal of Mammalogy*. 92 (1): 235-253.
- Silver, S. C., Ostro, E. T., Marsh, L.K., Maffei, L., Noss, A. J., Kelly, M. J., Wallace, R. B. Gómez, H. and Ayala, G. 2004. The use of camera traps for estimating jaguar *Panthera onca* abundance and density using capture/recapture analysis. *Oryx*. 38 (2): 1-7.
- Swann, D. E., Kawanishi, K. & Palmer, J. 2011. Chapter 3. Evaluating Types and Features of Camera Traps in Ecological Studies: A Guide for Researchers. In: *Camera Traps in Animal Ecology: Methods and Analyses*. United States of America. Springer. 27 pp.
- The Museum of Vertebrate Zoology (MVZ), University of California, Berkeley. 2001. GEOLocate, software and services for georeferencing of natural history collections data. Available online at [http://www.gbif.org/orc/?doc\\_id=4524](http://www.gbif.org/orc/?doc_id=4524).
- Tobler, M. W., Carrillo-Percegué, S. E., Leite Pitman, R., Mares, R y Powell, G. 2008. An evaluation of camera traps for inventorying large- and medium-sized terrestrial rainforest mammals. *Animal Conservation*. 11: 169-178.
- Turcios-Caciano, R., Estrada-Ávalos, J., Cerano-Paredes, J. y Rivera-González, M. 2011. Interpretación del cambio en vegetación y uso de suelo. *Terra Latinoamericana*. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A. C. Redalyc. 29 (4): 359-367.

- Vásquez Silva, L., Tamarit Urias, J. C. y Quintanar Olguín, J. 2004. Caracterización de la declinación de bosques de encinos en “Sierra de Lobos” Guanajuato, México. *Polibotánica*. 17:1-14.
- Vilà M., Bacher S., Hulme P., Kenis M., Kobelt M., Nentwig W., Sol D., Solarz W. 2006. Impactos ecológicos de las invasiones de plantas y vertebrados terrestres en Europa. *Ecosistemas. Revista científica y técnica de ecología y medio ambiente*. 12 pp.
- Walter, B. A. and Moore, J. L. 2005. The concepts of bias, precision and accuracy, and their use in testing the performance of species richness estimators, with a literature review of estimator performance. *Ecography*. 28: 815-829.
- Wilson, D. E. and Reeder, D. M. (editors). 2005. *Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference*. Tercera edición. Johns Hopkins University Press. Pp. 2,142 (Disponible en: Johns Hopkins University Press, 1-800-537-5487 o (410) 516-6900 <http://www.press.jhu.edu>).
- Yáñez Cajo, D. 2011. Modelos de distribución de especies y su aplicación para la gestión del territorio. Teledetección. CLIRSEN. Componente Sistemas Productivos Agropecuarios y cobertura vegetal Natural.