



# **COLEGIO DE POSTGRADUADOS**

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN  
CIENCIAS AGRÍCOLAS

## **CAMPUS SAN LUIS POTOSÍ**

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN INNOVACIÓN EN MANEJO DE  
RECURSOS NATURALES

**ESTADO POBLACIONAL DE MAMÍFEROS EN DOS ÁREAS  
NATURALES PROTEGIDAS DE SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO.**

IRMA NALLELY DEL RIO GARCÍA

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE:

**MAESTRA EN CIENCIAS**

SALINAS DE HIDALGO, SAN LUIS POTOSÍ  
2016

La presente tesis titulada: **Estado poblacional de mamíferos en dos áreas naturales protegidas de San Luis Potosí, México**, realizada por la alumna: **Irma Nallely Del Rio García**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS  
INNOVACIÓN EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:



---

DR. OCTAVIO CÉSAR ROSAS ROSAS

ASESOR:



---

DR. LUIS ANTONIO TARANGO ARÁMBULA

ASESOR:



---

DR. ANUAR DAVID HERNÁNDEZ SAINTMARTÍN

ASESOR:



---

DR. JUAN FELIPE MARTÍNEZ MONTOYA

ASESOR:



---

DR. JUAN DE DIOS GUERRERO RODRÍGUEZ

Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, 15 de junio de 2016

# **ESTADO POBLACIONAL DE MAMÍFEROS EN DOS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DE SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO.**

Irma Nallely del Rio García, M. en C.

Colegio de Postgraduados, 2016

La Reserva de la Biosfera Sierra del Abra Tanchipa (RBSAT) y la Reserva Forestal Xilitla (RFX) son consideradas piedras de paso (*Steppen stones*) fundamentales para la conectividad de las poblaciones de mamíferos silvestres, sin embargo se sabe poco sobre su estado poblacional en estos sitios. En esta investigación se estimó la abundancia relativa de mamíferos medianos y grandes en dos Áreas Naturales Protegidas. El trabajo de campo consistió de dos temporadas de muestreo en las que se utilizaron dos técnicas no invasivas. Se obtuvieron Índices de Abundancia Relativa. Las especies más abundantes con información del fototrampeo fueron *Sylvilagus floridanus* y *Sciurus aureogaster* en la RBSAT y RFX y con rastros *Odocoileus virginianus* y *Mazama temama* en la RBSAT y la RFX. Hubo diferencias significativas en la abundancia de especies entre sitios, con menor abundancia por fototrampeo en RBSAT y mayor por rastros. La información generada en esta investigación sugiere que la abundancia de carnívoros decrece hacia el sur y que la RFX eventualmente pudiese no sostener una población de carnívoros a largo plazo. Por tal motivo es crucial generar estrategias de manejo para estas poblaciones de mamíferos a largo plazo en el Corredor Ecológico Sierra Madre Oriental.

**Palabras clave:** Abundancia relativa, corredor, fototrampeo, rastros, Tanchipa, Xilitla.

**POPULATION STATUS OF MAMMALS IN TWO PROTECTED NATURAL  
AREAS OF SAN LUIS POTOSI, MEXICO.**

Irma Nallely del Rio García, M. en C.

Colegio de Postgraduados, 2016

The Biosphere Reserve Sierra del Abra Tanchipa (RBSAT) and Forest Reserve Xilitla (RFX) have been identified as essential *steppen stones* for connectivity of wild mammal populations, however little is known about their conservation status on these sites. The objectives of this study were 1) to estimate the relative abundance of medium and large mammals two ANP, 2) to compare the relative abundance of two ANP. Data was obtained with utilization of two non-invasive techniques in during two sampling seasons; simultaneously habitat variables that can influence the presence of these species were measured. By camera traps were the most abundant *Sylvilagus floridanus* and *Sciurus aureogaster* in the RBSAT and RFX respectively; in contrast, by track and sign was *Odocoileus virginianus* and *Mazama temama*. There were significant differences in abundance of the species between sites, with lower abundance by photographs in RBSAT and RFX and higher by track and sign as well. The information generated in this research suggests that the abundance of carnivores decreases to the south and the RFX will eventually could not sustain a population of carnivores long term. For this reason, it is crucial to generate management strategies for these mammal populations in the long term in the Ecological Corridor Sierra Madre Oriental.

**Key words:** Camera-trapping, corridor, relative abundance, tracks, Tanchipa, Xilitla.

*ESPECIALMENTE A MIS PADRES: HERMINIA GARCÍA JARAMILLO  
Y JESUS DEL RIO SILVA.*

*PARA MI SOBRINOS: ANGEL MANUEL DEL RIO QUIÑONES Y  
VICTORIA JOSELINE DEL RIO QUIÑONES, POR HACER MÀS  
AGRADABLES MIS DÍAS.*

“La alegría de ver y entender es el más perfecto don de la naturaleza”

**Albert Einstein.**



## **AGRADECIMIENTOS**

Gracias a mi querido Dios, por haber permitido culminar esta etapa de mi vida tan anhelada.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por haberme otorgado la beca de maestría (CVU: 588862) para el desarrollo de la presente investigación.

A la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) especialmente al proyecto: Conservación del jaguar en el corredor sur de la Sierra Madre Oriental (PROCER) por brindarme el apoyo económico para realizar mi trabajo de campo.

Al Dr. Octavio Rosas Rosas por haberme aceptado como tesista y permitirme desarrollar un tema de mi interés. A los integrantes de mi consejo particular: Dr. Luis Antonio Tarango Arambula, Dr. Juan Felipe Martínez Montoya, Dr. Juan de Dios Rodríguez Guerrero y Dr. Anuar Hernández SaintMartín, gracias por haber contribuido con mi formación académica.

A todo el personal del Colegio de Postgraduados (COLPOS)-Campus San Luis Potosí por brindarme todas las facilidades y en especial su amistad.

Al M. en C. Jorge Agustín Villordo Galván por el tiempo proporcionado en las visitas a campo y por su gran entusiasmo para caminar, caminar y caminar cerro tras cerro.

A los guías de campo de la Reserva de la Biosfera Sierra del Abra Tanchipa y la Reserva Forestal Xilitla por la disposición para acompañarme en la instalación del equipo de fototrampeo y toma de datos.

A las familias de los guías de ambas reservas, por permitirme compartir momentos con ellas y hacerme sentir en casa.

## CONTENIDO

	Página
INTRODUCCIÓN .....	1
ANTECEDENTES. ....	4
OBJETIVOS. ....	8
MATERIAL Y MÉTODOS.....	9
Áreas de estudio. ....	9
A. Reserva de la Biosfera Sierra del Abra-Tanchipa (RBSAT). ....	9
B. Reserva Forestal Xilitla (RFX). ....	13
Muestreo.....	14
A. Fototrampeo. ....	15
B. Búsqueda e identificación de rastros.....	17
Análisis de datos. ....	18
A. Fototrampeo. ....	18
B. Búsqueda de rastros.....	19
RESULTADOS.....	20
DISCUSIÓN .....	27
CONCLUSIONES .....	31
LITERATURA CITADA .....	33

## LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Estados que conforman el Corredor Ecológico de la Sierra Madre Oriental, México (CESMO).	2
Figura 2. Areas Naturales Protegidas (ANP) que se encuentran dentro del Corredor Ecológico de la Sierra Madre Oriental (CESMO).	3
Figura 3. Localización de la Reserva de la Biosfera Sierra del Abra Tanchipa (RBSAT) y Reserva Forestal Xilitla (RFX), San Luis Potosí, los círculos negros representan la red de estaciones de fototrampeo.	9
Figura 4. Ubicación de las estaciones de fototrampeo en la RBSAT y la RFX.	16
Figura 5. Ubicación de transectos en la Reserva de la Biosfera Sierra del Abra Tanchipa.	17
Figura 6. Ubicación de transectos en la Reserva Forestal Xilitla.	18
Figura 7. Índices de Abundancia Relativa de las especies registradas en la primera temporada de muestreo (agosto 2014-enero 2015) mediante fototrampeo en la Reserva de la Biosfera Sierra del Abra Tanchipa.	21
Figura 8. Índices de Abundancia Relativa de las especies registradas en la segunda temporada de muestreo (agosto 2015-febrero 2016) mediante fototrampeo en la Reserva de la Biosfera Sierra del Abra Tanchipa.	21
Figura 9. Índices de Abundancia Relativa de las especies registradas en la primera temporada de muestreo (agosto 2014-enero 2015) mediante fototrampeo en la Reserva Forestal Xilitla.	22
Figura 10. Índices de Abundancia Relativa de las especies registradas en la primera temporada de muestreo (agosto 2014-enero 2015) mediante rastros en la Reserva de la Biosfera Sierra del Abra Tanchipa.	23

Figura 11.	Índices de Abundancia Relativa de las especies registradas en la segunda temporada de muestreo (agosto 2014-enero 2015) mediante rastros en la Reserva de la Biosfera Sierra del Abra Tanchipa.	24
Figura 12.	Índices de Abundancia Relativa de las especies registradas en la primera temporada de muestreo (agosto 2014-enero 2015) mediante rastros en la Reserva Forestal Xilitla.	25
Figura 13	Índices de Abundancia Relativa de las especies registradas en la segunda temporada de muestreo (agosto 2014-enero 2015) mediante rastros en la Reserva Forestal Xilitla.	25
Figura 14.	Comparación de los valores de $IAR_{FT}$ entre la RBSAT (loc1) y la RFX (loc2).	26
Figura 15.	Comparación de los valores de $IAR_{Ra}$ entre la RBSAT (loc1) y la RFX (loc2).	26

## LISTA DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Número de estaciones de fototrampeo utilizadas para estimar la riqueza y abundancia de mamíferos medianos y grandes en dos áreas protegidas de San Luis Potosí.	15

## INTRODUCCIÓN

La Sierra Madre Oriental (SMO), debido a su topografía, variedad climática y edafológica, es una de las provincias biogeográficas con mayor diversidad biológica de México (Luna *et al.*, 2004). Los ecosistemas más representativos en la SMO son el bosque templado de pino y encino, bosque mesófilo de montaña, selva mediana, selva baja, matorral y vegetación ribereña (Peña del Valle, 2013). En esta región habitan los dos felinos más grandes (jaguar *Panthera onca* y puma *Puma concolor*) que se distribuyen en el continente americano (Sunquist y Sunquist, 2002). Ambos, especies prioritarias para la conservación (SEMARNAT 2010).

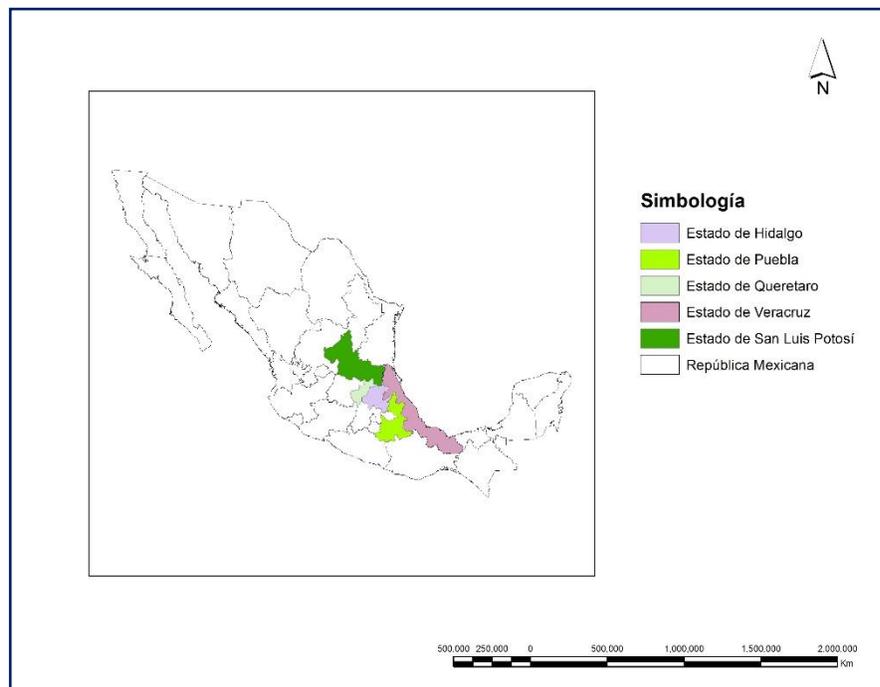
Sin embargo, gran parte de los ecosistemas de la SMO se encuentran fragmentados y amenazados por actividades antropogénicas (Reyes, 2007), lo que ha dado lugar a un sistema de parches de vegetación original distribuidos heterogéneamente en la región (Dueñas-López *et al.*, 2015). Con esto, es altamente probable que se dé una disminución en el intercambio de individuos de un área a otra, lo cual puede provocar que las poblaciones locales queden aisladas, reduciendo la pérdida de variabilidad genética, la capacidad de adaptación, sobrevivencia y reproducción de las poblaciones bajo nuevas condiciones del hábitat (Henle *et al.*, 2004).

Ante esta situación surge la necesidad de crear instrumentos de planificación para proteger la biodiversidad y detener el deterioro ambiental (Cuevas, 2013). Así, desde el año 2011 la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) con apoyo de la Agencia Alemana de Cooperación Internacional (GIZ) han impulsado la creación de un Corredor Ecológico de la Sierra Madre Oriental (CESMO) (Peña del Valle, 2013).

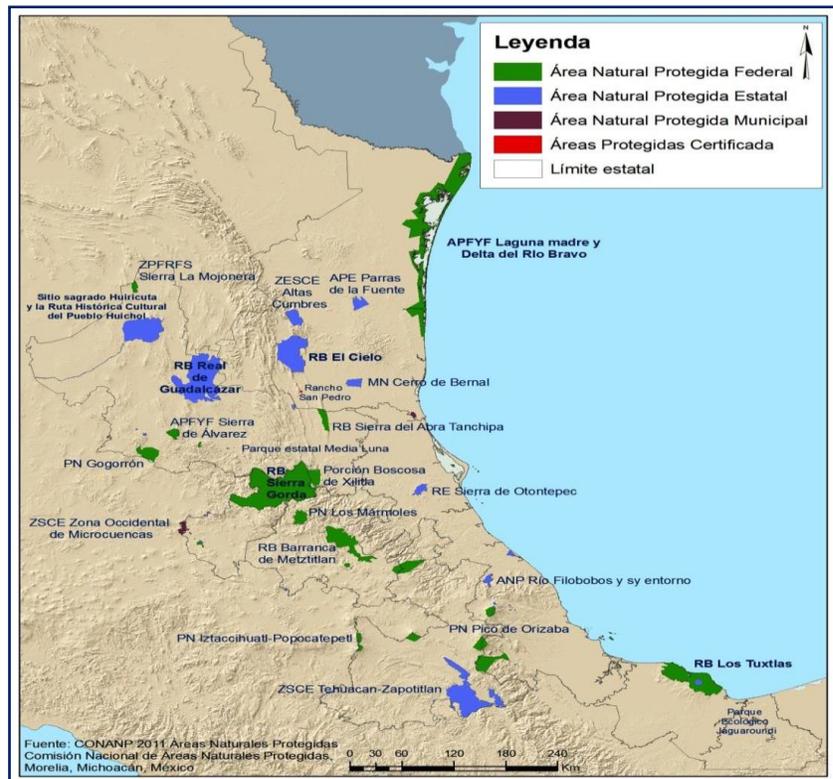
Los corredores ecológicos son instrumentos de ordenamiento territorial que sirven para conectar dos o más regiones naturales, permitiendo el traslado y dispersión de ejemplares de fauna silvestre, manteniendo así el flujo genético entre poblaciones (Álvarez-Icaza y Muñoz-Piña, 2008). El CESMO incluye parte

de los estados de San Luis Potosí, Querétaro, Hidalgo, Puebla y Veracruz (Figura 1), con una superficie de 2, 500 000 ha que incluye 14 áreas naturales protegidas (ANP) de distinta categoría de manejo, 7 de carácter federal, 6 estatal y 1 municipal (Peña del Valle, 2013) (Figura 2).

Dichas ANP son *pedras de paso* fundamentales para la conectividad de las poblaciones de grandes felinos en el CESMO (Dueñas-López *et al.*, 2015). Sin embargo, en la actualidad se sabe poco sobre el estado poblacional de la fauna silvestre en estos sitios.



**Figura 1.** Estados que conforman el Corredor Ecológico de la Sierra Madre Oriental, México (CESMO).



**Figura 2.** Áreas naturales Protegidas (ANP) que se encuentran dentro del Corredor Ecológico de la Sierra Madre Oriental (CESMO). Tomado de Cuevas, 2013.

Dentro de los recursos naturales del CESMO, la fauna silvestre es un elemento clave a considerar al momento de plantear acciones para la conservación (Andrade *et al.*, 2013). De manera particular, los mamíferos medianos y grandes son importantes en la dinámica y mantenimiento del ecosistema (Dirzo y Miranda, 1991). Ellos actúan como dispersores de semillas, controlan las poblaciones de sus presas (Bolaños y Naranjo, 2001) y al mismo tiempo son el alimento para mantener poblaciones de grandes depredadores en peligro de extinción (e.g. jaguar) (Hernández-SaintMartín *et al.*, 2013; Rueda *et al.*, 2013), además, muchas especies son de gran importancia para los pobladores locales (Naranjo y Cuarón, 2010; Ávila-Nájera *et al.*, 2011).

## ANTECEDENTES

Los mamíferos medianos y grandes son un grupo que presentan dificultades para su estudio directo (Ojasti, 2000) entre las que se encuentran su baja densidad poblacional, conducta evasiva y la dificultad de poder identificar sus rastros (Orjuela y Jiménez, 2004). La abundancia relativa es un parámetro que permite conocer el estado en que se encuentran las poblaciones en un determinado momento (Krebs, 1989; Ojasti, 2000) y es utilizada como un criterio de la evaluación de la calidad del hábitat (Ojasti, 2000). La abundancia relativa se refiere al número de animales o sus rastros detectados por unidad de esfuerzo de muestreo (Aranda, 2000; Ojasti, 2000).

Existen varias técnicas no invasivas que permiten medir este parámetro. El fototrampeo ha resultado ser una técnica muy eficiente para el estudio de los carnívoros mayores (Karanth y Nichols, 1998), es una herramienta no invasiva e importante para el uso en especies evasivas, raras y nocturnas (Maffei *et al.*, 2004). Permite identificar a los animales fotografiados por medio de marcas distintivas individuales (Otis *et al.*, 1980), así como la conducta de la especie (Rojas-Martínez *et al.*, 2013). Además es una técnica efectiva para calcular las densidades de ciertos mamíferos elusivos (Karanth y Nichols, 1998; Estrada, 2006; Hernández-SaintMartín *et al.*, 2013).

Algunas ventajas del fototrampeo son que el equipo no tiene que ser monitoreado constantemente, que se abarcan grandes extensiones de terreno de difícil acceso y con terrenos irregulares y los animales no tienen que ser capturados (Karanth *et al.*, 2004). Esta técnica se ha implementado para conocer la distribución, estimación de abundancia y patrones de actividad para las poblaciones de mamíferos medianos y grandes (Chávez *et al.*, 2007; Ayala y Wallace, 2008; Villordo-Galván, 2009).

Adicionalmente, para la identificación de especies animales se han usado la búsqueda de rastros (huellas, excretas, rascaderos, restos de presas, marcas en troncos, echaderos de descanso, trillas) (Bider, 1968; Edgardo, 2001). Esta

técnica es útil para conocer la presencia de especies, la abundancia relativa, así como el uso y selección del hábitat (Aranda, 2012). El rastreo por medio de huellas es una técnica que permite documentar los signos dejados por el animal e indicios de su presencia en un sitio, cuando hay estudios detallados de sus patrones, se puede determinar el sexo de los individuos, tamaño aproximado, comportamiento y sus estrategias de alimentación (Cossíos *et al.*, 2007). Las estimaciones con huellas es un método de bajo costo y de fácil aplicación para hacer evaluaciones a gran escala (Aranda 1996,1998). Otro rastro dejado por el animal son las excretas, mismas que ayudan a confirmar la presencia de especies y su abundancia relativa; y si se estudian a nivel de ADN pueden proporcionar la identidad a nivel de especie (Ojasti y Dallmeier, 2000). Diferentes estudios han combinado técnicas como el fototrampeo y búsqueda de rastros para conocer la diversidad y estado poblacional de mamíferos medianos y grandes (Altamirano *et al.*, 2009; Gordillo-Chávez *et al.*, 2015; Cinta-Magallón *et al.*, 2012).

Se han realizado varios estudios de mamíferos terrestres en el CESMO los cuales se han enfocado principalmente en la distribución de especies (Ortega-Urrieta, 2006; Villordo-Galván *et al.*, 2010; Coronado, 2011, García-Marmolejo *et al.*, 2013; Espinoza-García *et al.*, 2014; Martínez-Calderas *et al.*, 2011, 2016), a las características de hábitat asociadas a artiodáctilos (García-Marmolejo *et al.*, 2015), hábitos alimentarios (Hernández-SaintMartín *et al.*, 2013, Rueda *et al.*, 2013; Benítez-Alemán, 2014), y abundancia y densidad de felinos (Hernández-SaintMartín, 2014, Martínez-Hernández *et al.*, 2015; Galindo-Aguilar, 2015).

Esta información evidencia que la SMO aún cuenta con poblaciones importantes de mamíferos, en especial de felinos que actualmente se encuentran en alguna categoría de riesgo (e. g. jaguar *P. onca*, ocelote *Leopardus pardalis*, tigrillo *Leopardus wiedii*, yaguarundi *Puma yagouaroundi*) (NOM-059-SEMARNART-2010) y por ende es considerada como un lugar

importante para su conservación, y con necesidad imperante de promover la conectividad entre áreas y así permitir el intercambio genético entre poblaciones (Dueñas-López *et al.*, 2015). Sin embargo, la pérdida de hábitat, la cacería furtiva y el establecimiento de asentamientos humanos (Villordo-Galván *et al.*, 2010) han generado un gradiente en el tamaño de los parches de hábitat adecuados, los de mayor tamaño se encuentren al norte y más pequeños al sur (Dueñas-López *et al.*, 2015). Dicha condición es posible que pueda reflejar en la abundancia de los mamíferos.

La abundancia de mamíferos en el CESMO posiblemente se relaciona con elementos del hábitat de tipo, físicos, climático y ecológico (García-Marmolejo *et al.*, 2013). Dado que todos los animales se distribuyen de manera heterogénea dentro las áreas que habitan, esta se ve influenciada por los requerimientos de hábitat de cada especie, así como de las características ambientales, topográficas y perturbación humana (López-González *et al.*, 2011).

La abundancia y densidad es constituyen información de gran importancia para el planteamiento de planes de manejo y conservación (Wilson and Delahay, 2001), ya que permiten conocer tendencias entre poblaciones (Conroy, 1996). Sin embargo, el comportamiento elusivo de muchas especies de mamíferos hace difícil su estimación. Ante esta situación, los Índices de Abundancia Relativa son una opción para evaluar el estado poblacional de los mamíferos de manera sencilla y rápida (Sutherland, 2009).

Para determinar la composición de una comunidad hay diversas técnicas que detectan la presencia de las especies (Barea-Azcón *et al.*, 2007), el uso de varias técnicas para ratificar el estado de una población es importante ya que permite una estimación aceptable, además cada técnica proporciona información útil de las poblaciones (Sadler, 2004). El fototrampeo y la búsqueda de rastros (huellas, excretas, rascaderos, echaderos, madrigueras, restos de presas), son técnicas no invasivas que ayudan a monitorear especies

crípticas y poco abundantes como son los mamíferos de talla grande y mediana (Lyra-Jorge *et al.*, 2008). La selección de la técnica más adecuada depende de la especie a estudiar, de la información que se desee obtener, de la accesibilidad del hábitat, así como del tiempo y recursos con los que se cuente (Ojasti, 2000). En el presente trabajo se determinó el estado poblacional de los mamíferos terrestres en dos áreas naturales protegidas del Corredor Ecológico de la Sierra Madre Oriental en San Luis Potosí. Los objetivos fueron; a) registrar la riqueza de mamíferos medianos y grandes en cada área, b) estimar la abundancia relativa de mamíferos por medio de dos técnicas no invasivas, c) comparar la riqueza y abundancia de mamíferos entre las dos áreas.

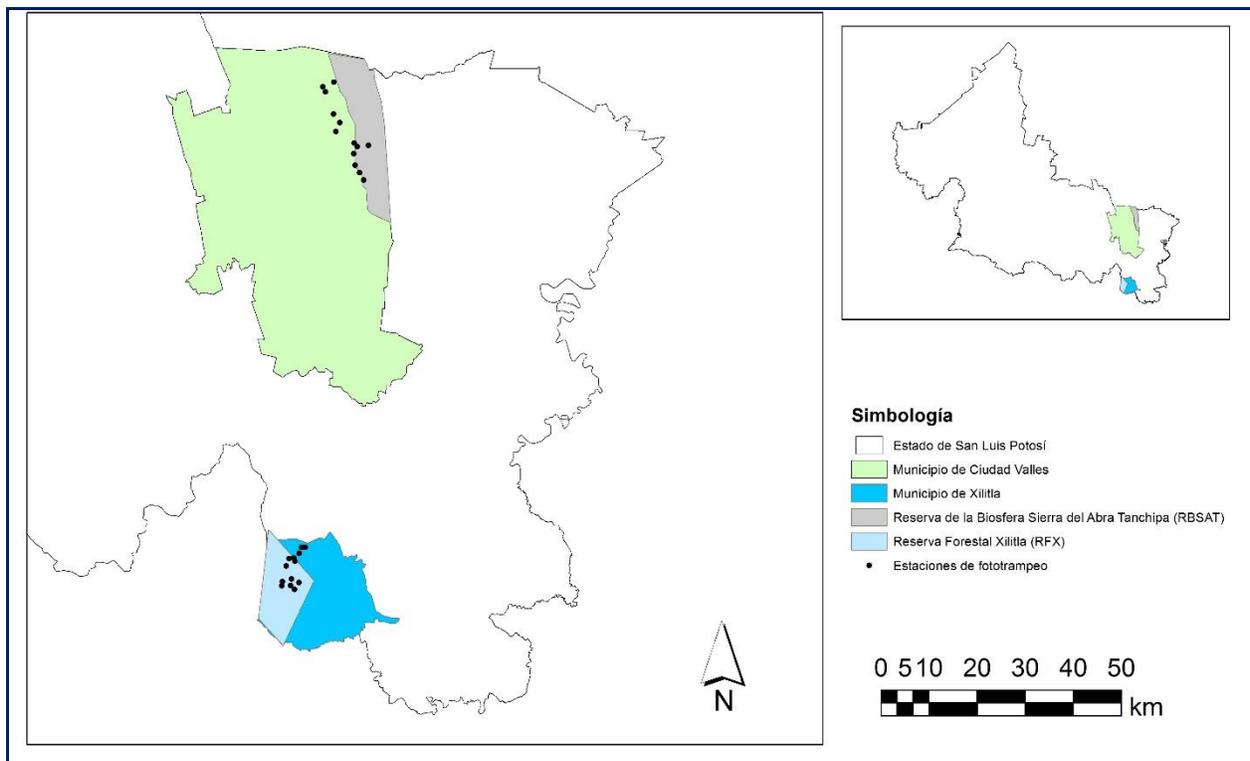
## **OBJETIVOS**

- Registrar la riqueza de mamíferos medianos y grandes en dos áreas naturales protegidas de San Luis Potosí.
- Estimar la abundancia relativa de mamíferos por medio de dos técnicas no invasivas.
- Comparar la riqueza y abundancia de mamíferos entre las dos áreas.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Áreas de estudio.

El presente trabajo se realizó en dos áreas naturales protegidas de la Huasteca Potosina, la Reserva de la Biosfera Sierra del Abra-Tanchipa y la Reserva Forestal Xilitla en el estado de San Luis Potosí (Figura 3).



**Figura 3.** Localización de la Reserva de la Biosfera Sierra del Abra Tanchipa (RBSAT) y Reserva Forestal Xilitla (RFX), San Luis Potosí, los círculos negros representan la red de estaciones de fototrampeo.

#### *A. Reserva de la Biosfera Sierra del Abra-Tanchipa (RBSAT).*

Está localizada en la porción media este de la gran sierra plegada o provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental, es una de las principales cadenas montañosas del país. Cuenta con una superficie de 21,464-44-25 hectáreas, comprende parte de los municipios de Ciudad Valles y Tamuín al este del estado de San Luis Potosí; ubicada entre las coordenadas 22° 05' 00" y 22° 24'

22" de Latitud Norte y 98°52'46" y 99° 01' 00" de Longitud Oeste (Diario Oficial de la Federación, 6 de junio de 1994).

Clima. -Presenta un clima definido como cálido subhúmedo con lluvias en verano, ligeramente extremoso (García, 1981), con una precipitación promedio de 965 mm, con las precipitaciones mayores en los meses de julio y septiembre y las menores de noviembre a marzo. La temperatura promedio anual es de 25.7° (INEGI, 2000).

Topografía y geología. La Sierra del Abra Tanchipa se conformó como frente fisiográfico de la Sierra Madre Oriental, constituyéndose como una prominencia alargada de aproximadamente de 50 km de longitud (EESCIHA, 1995), cuya topografía no rebasa los 800 msnm en las partes más altas, cuyas dimensiones son. Se localiza en la estructura paleo geográfica de edad mesozoico conocida como Plataforma Valles-San Luis Potosí (Santacruz y Ramos, 2009). Las filtraciones de agua en el área generaron ríos subterráneos conectados, cuya presencia se hace notable a través de diversos sótanos, cuevas y hoyas que formaron sistemas, como el de Montecillos, ubicado en la porción septentrional de la Reserva de la Biosfera. También se encuentran estalactitas y estalagmitas y en algunos lugares afloramiento de fósiles diversos (SEMARNAT, 2000).

Geomorfología y suelos. Los tipos de suelos encontrados en la RBSAT son tres: Feozem calcárico, Rendzina y Litosol, encontrándose en mayor proporción este último (81%), seguido por el Rendzina (18%) y en un porcentaje casi imperceptible el Feozem calcárico (INIFAP-CONABIO, 1995).

Vegetación. La RBSAT presenta una buena condición de conservación, lo que representa que existan ecosistemas únicos, sobresaliendo el bosque tropical caducifolio, considerado como los más diversos entre los bosques tropicales secos del mundo (Rzedowski, 1993).

De acuerdo con Rzedowski (1978) la Reserva de la Biosfera presenta los siguientes tipos de vegetación:

- *Selva Baja Caducifolia*: con una superficie de 19,105.66 has que representa el 89% de la superficie del área protegida. El estrato arbóreo normalmente es de 4 a 10 m de altura, llegando en algunos casos hasta 15m. La mayoría de las especies pierden sus hojas durante la temporada seca que va de 5 a 7 meses, lo cual provoca un enorme contraste en la fisonomía de la vegetación entre la temporada seca y lluviosa. El estrato herbáceo es bastante escaso y sólo se aprecia después del inicio de la temporada de lluvias. Los bejucos son abundantes al igual que las plantas epífitas, de éstas últimas sobresalen bromelias del género *Tillandsia*. Las especies características son: rajador (*Lysiloma divaricatum*), aguacatillo (*Ocotea tampicensis*) chaca (*Bursera simaruba*), palo blanco (*Myrcianthes fragrans*), vara blanca (*Croton niveus*), palo leche (*Sapium appendiculatum*), chirimoyilla (*Annona globiflora*), huapilla (*Bromelia pinguin*), culiantrillo (*Adiantum tricholepis*), barajilla (*Hippocratea celastroides*), farolito o uva (*Cardiospermum* sp.), paixtle (*Tillandsia ionantha*) y soyate (*Beaucarnea inermis*) esta última especie en categoría de amenazada de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010).
- *Selva Mediana Subcaducifolia*: con un área dentro de la reserva de 1,659.28 ha, representan el 7.73 % de la superficie total del área natural protegida. La altura máxima de los árboles fluctúa en los 25 a 30 m. La cobertura del follaje es más densa por lo que el estrato herbáceo es más reducido que en la Selva Baja Caducifolia. La característica fisonómica más importante es que la mitad o las tres cuartas partes de las especies pierden sus hojas en la temporada seca. Algunas especies representantes de este tipo de vegetación son: higuérón (*Ficus cotinifolia*), rajador (*Lysiloma divaricatum*), uva o uvero (*Coccoloba barbadensis*), palo santo (*Dendropanax arboreus*) y frijolillo (*Cojoba arborea*).

En el caso de potreros y terrenos de cultivo son superficies reducidas que en conjunto abarcan 473.871 hectáreas de la zona de amortiguamiento. Los tipos de vegetación reportados para la Sierra del Abra Tanchipa, le confieren una marcada importancia en diversidad vegetal dentro de los ecosistemas presentes en la Huasteca Potosina, sobre todo si se considera que existe una proyección de estos tipos de vegetación más hacia el Norte y que puede llegar a representar un corredor ecológico entre los estados de San Luis Potosí y Tamaulipas.

Fauna. Estudios recientes mencionan que las especies más comunes en la Reserva son venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), pecarí de collar (*Pecari tajacu*), temazate (*Mazama americana*) (Rosas-Rosas *et al.*, 2009) y también se han reportado el jaguar (*P. onca*), el puma (*P. concolor*), el ocelote (*L. pardalis*), el tigrillo (*L. wiedii*), y el yaguarundi (*P. yagouaroundi*) (Villordo-Galván *et al.*, 2010; Coronado, 2011; Martínez-Calderas *et al.*, 2011; Hernández-SaintMartín *et al.*, 2013).

Entorno sociodemográfico.- El territorio de la RBSAT está conformado por los terrenos de seis ejidos que incluyen nueve asentamientos humanos con una población total de 3860 habitantes, la mayoría radicados en el poblado de Laguna del Mante, donde las principales actividades económicas son la agricultura de temporal y la ganadería extensiva de bovinos (INEGI, 2010). La actividad ganadera ocupa el 1.09% de la superficie dentro de los límites de la Reserva de la Biosfera (230.60 has), particularmente en la porción sureste, donde pequeños propietarios tienen establecidos potreros y zonas de agostadero con ganado cebú y pardo suizo que es destinado al mercado local o bien para autoconsumo (INEGI, 2010).

El uso de suelo.- En el área comprendida por la Reserva de la Biosfera, se destina en un 1.09 % al uso ganadero mientras que el 98.91% restante se destina para el uso forestal (SEMARNAT, 2010).

### *B. Reserva Forestal Xilitla (RFX).*

Esta área alberga en la parte más alta de la sierra, la última zona en buen estado de conservación de bosques templados y mesófilo de la Huasteca. Constituye una zona de recarga de los mantos acuíferos debido a las características del subsuelo, que asimismo ha condicionado la morfología de su paisaje, caracterizado por dolinas (conocidas como “hoyas”). Estos bosques constituyen verdaderos reservorios biológicos, en el estrato arbóreo suelen dominar árboles caducifolios y coníferos de clima templado, mientras que en sotobosque predominan especies perennifolias tropicales. Se encuentra localizada con las siguientes coordenadas, al norte 21° 30' 23.4”, 99° 07' 33.8”; al este 21° 24' 24.8”, 99° 02' 3.9”; al sur 21° 17' 44.1”, 99° 05' 48.2” y al oeste 21° 20' 09.5”, 99° 08' 46”. Dentro de esta reserva se encuentran los siguientes ejidos: La Trinidad, Miramar Viejo, Miramar Nuevo, El Chalahuite, Joya de las Vacas, Cerro Quebrado, Ollita del Pino, Rincón de Zacatipa, Joya del Durazno y la Silleta (DOF, 1923).

Clima. Se presentan climas templados con lluvias abundantes en verano, las precipitaciones van de 1800 hasta los 2500 mm, la temperatura media anual es de 22°C, con una máxima absoluta de 39°C y una mínima de 3°C (García, 2004).

Topografía y geología. Pertenece a la subprovincia del Carso Huasteco dentro de la provincia de la Sierra Madre Oriental, geológicamente está constituida por calizas. Alcanza alturas de 2800 metros sobre el nivel del mar. Las corrientes superficiales más importantes son el río Tancuilín, localizado al sureste, el cual delimita la colindancia con el municipio de Matlapa y Tamazunchale.

Geomorfología y suelos. En esta zona predominan los suelos Litosoles y Luvisoles. El área funciona como zona de recarga de acuíferos que alimenta a buena parte de los ríos de la Huasteca (INEGI, 2009).

Vegetación. Al norte y este se localizan grandes acumulaciones de selva alta perennifolia; en la porción central predomina el bosque y selva mediana; al sur existe mayor acumulación de selva mediana, al oeste la vegetación con mayor superficie es tipo bosque de encino, pinos y liquidámbar. Las áreas de pastizal cultivado son mínimas (Rzedowski, 1965).

Fauna. En cuanto a la fauna de esta zona, se encuentra muy poco estudiada, aunque se mencionan algunas especies como el tigrillo (*L. wiedii*), ocelote (*L. pardalis*), yaguarundi (*P. yagouaroundi*), gato montés (*Lynx rufus*), puma (*P. concolor*), jaguar (*P. onca*), armadillo (*Dasypus novemcinctus*), venado cola blanca (*O. virginianus*), venado temazate (*M. temama*), tuza real o tepezcuintle (*Agouti paca*), mapache (*Procyon lotor*), hocofaisán (*Crax rubra*), guajolote silvestre (*Meleagris gallopavo*), pecarí de collar (*P. tajacu*) y coatí (*Nasua narica*) (Villordo-Galván, 2009).

Entorno sociodemográfico. Las principales actividades económicas que se desarrollan son la agricultura (de café, naranja, palmilla, maíz, caña); la ganadería (cría de ganado bovino, porcino y aves de corral); industria (purificadoras de agua, bloquera, maquiladora de ropa, elaboración de comida natural), los servicios principales con los que cuenta son: banco, hoteles, tienda de abarrotes, tortillería, dulcerías, panaderías, carnicerías, etc.

### **Muestreo.**

Se realizaron dos temporadas de muestreo en cada zona, la primera entre agosto 2014 a enero de 2015; y la segunda entre agosto 2015 a febrero de 2016. Durante cada temporada, se instaló una red de estaciones de fototrampeo con un número variable de estaciones (Cuadro 1), y un sistema de transectos para el registro de mamíferos medianos y grandes.

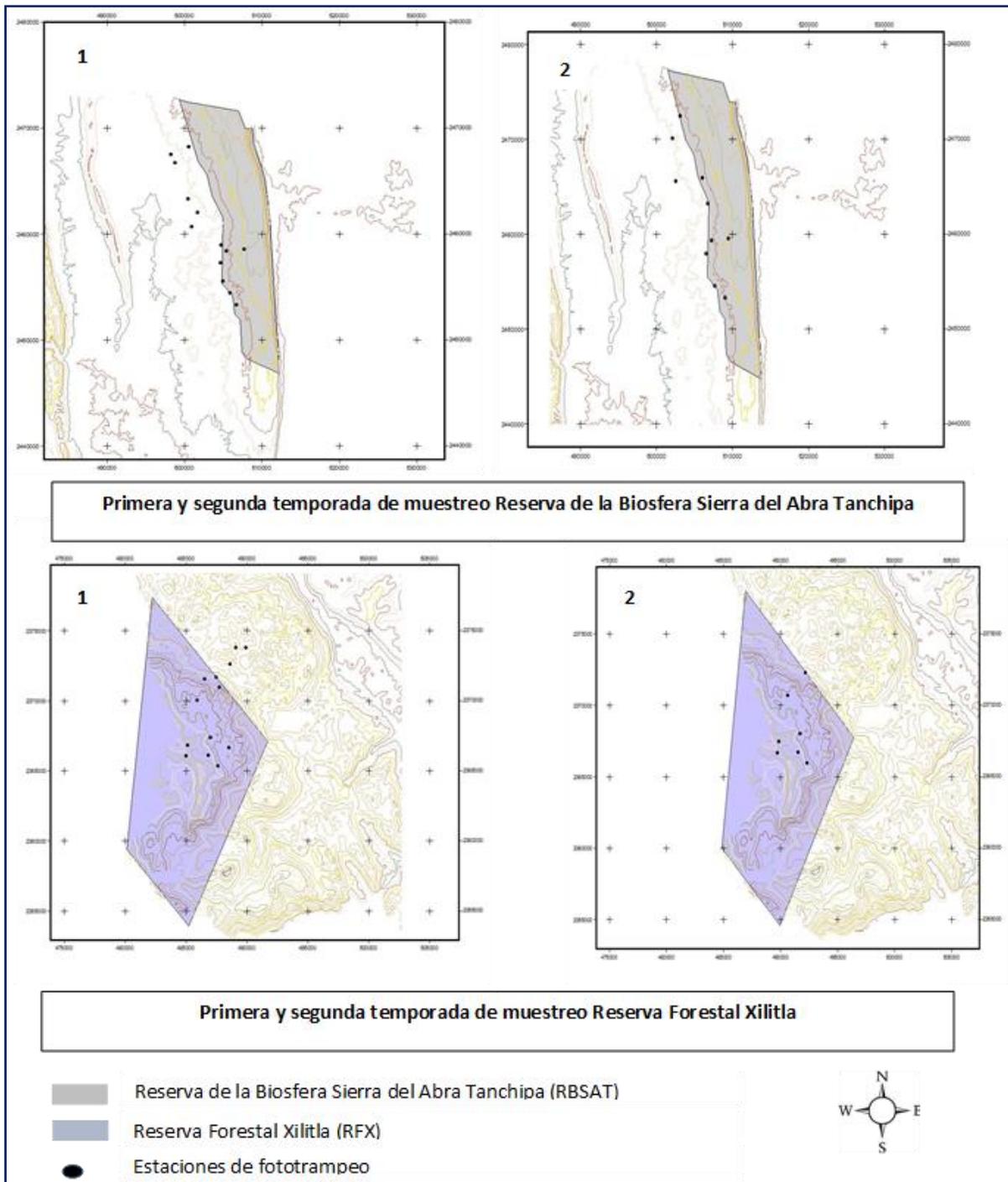
**Cuadro 1.** Número de estaciones de fototrampeo utilizadas para estimar la riqueza y abundancia de mamíferos medianos y grandes en dos áreas protegidas de San Luis Potosí.

<b>Temporada</b>	<b>Estaciones</b>	
	<b>RBSAT</b>	<b>RFX</b>
<b>Primera temporada</b>	13	13
<b>Segunda temporada</b>	11	7

*A. Fototrampeo.*

Las fototruampas fueron marca Stealth cam, Bushnell modelo Delta 8 (Gran Praire, TX, USA) con resolución de 8.0 mega píxeles y Cuddeback Attack 12 megapíxeles. Fueron colocadas en sitios donde se localizaron rastros de mamíferos silvestres (e.g. huellas, excretas, rascaderos), se instalaron a una distancia no mayor de 3.0 km entre ellas, con la finalidad de no dejar espacios equivalentes a un ámbito hogareño de la especie de mayor tamaño en las zona (jaguar 28 km<sup>2</sup>, Núñez *et al.*, 2002; Figura 4).

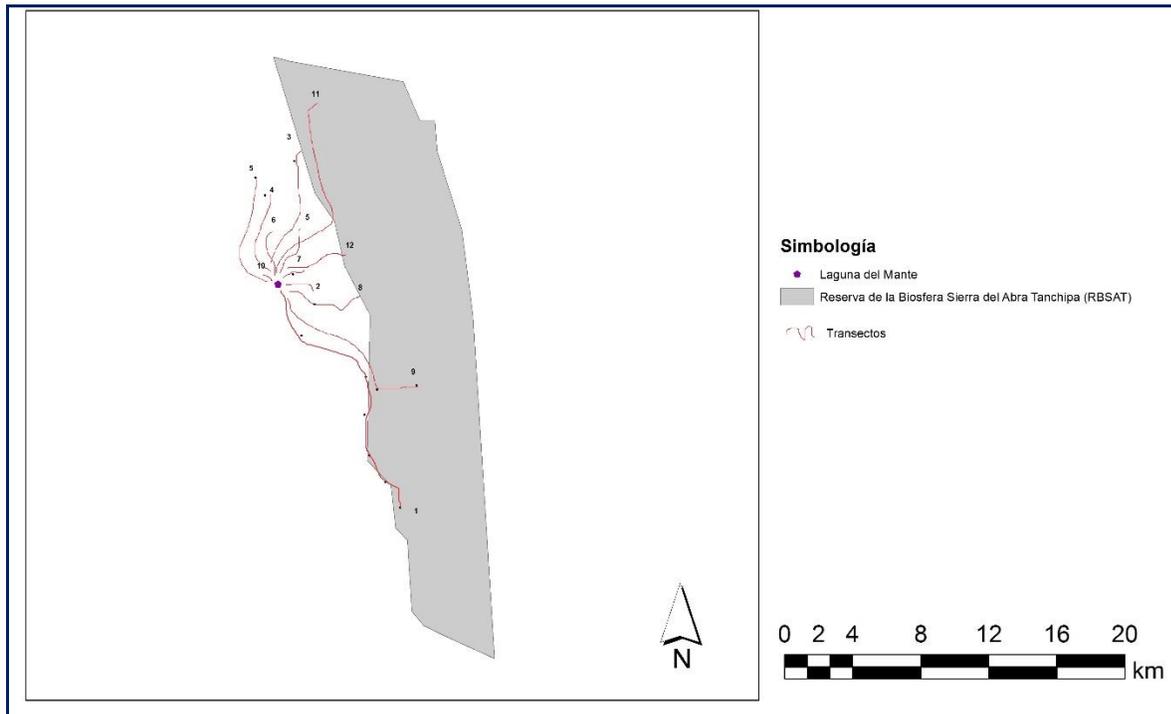
Cada estación consistió en una o dos cámaras fijadas a los arboles a una altura entre 40-60 cm del suelo, con una separación de por lo menos 3 metros de distancia al sendero. Las cámaras se programaron para funcionar 24 horas, con intervalo de 3 segundos entre cada foto. Las estaciones se visitaron cada mes para verificar el correcto funcionamiento del equipo, descarga de datos, el reemplazo de baterías y memorias SD. Para cada una de las estaciones se registraron los siguientes datos: la ubicación geográfica (coordenadas UTM), la identificación la (las) cámara (s) (dependiendo si fue estación sencilla o doble), el nombre del transecto, la altitud, fecha de instalación, así como fecha de retiro.



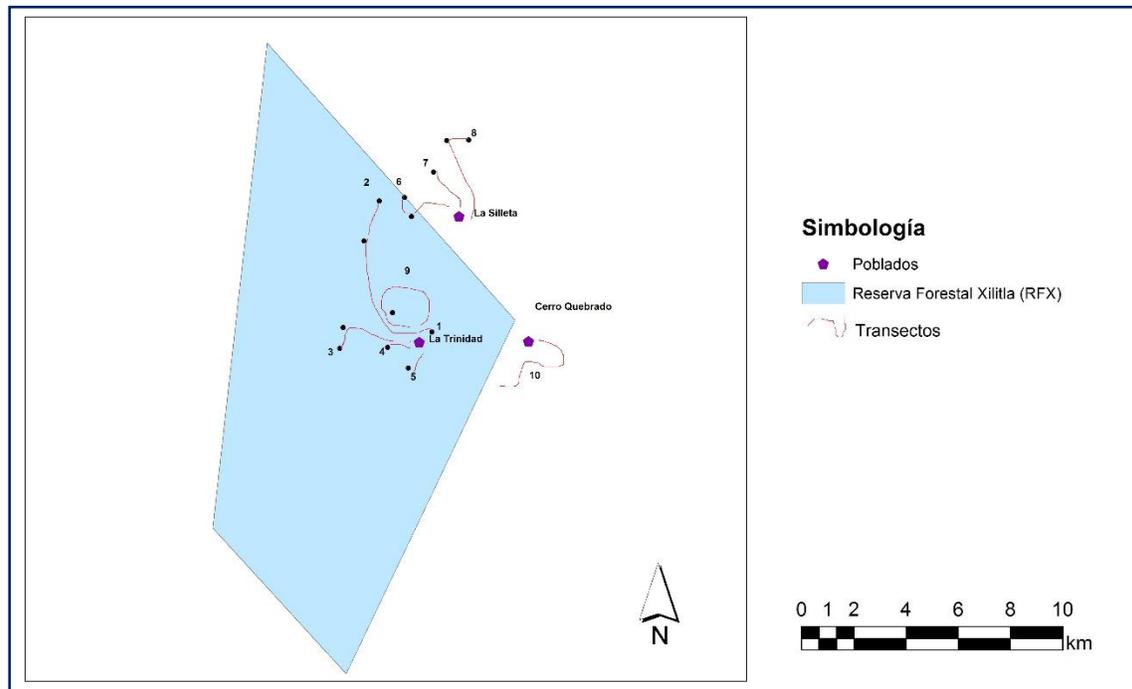
**Figura 4:** Ubicación de las estaciones de fototrampeo en la RBSAT y la RFX.

### B. Búsqueda e identificación de rastros.

De manera simultánea al fototrampeo se registró la presencia de mamíferos mediante la observación de rastros (e.g. huellas, excretas, echaderos, rascaderos), se utilizaron los transectos recorridos para la colocación de las fototampas y en otros senderos especialmente para la búsqueda de rastros, 12 en la RBSAT (Figura 5) y 10 en la RFX (Figura 6). Los transectos tuvieron una longitud variable dependiendo de las condiciones de cada sitio. Los rastros localizados se identificaron de acuerdo con las características diagnósticas propuestas por Aranda (2012). Para cada registro se anotó la fecha, localidad, ubicación geográfica, altitud, nombre del transecto, nombre de la especie, tipo de rastro y observaciones generales como medidas. Además, se utilizó una cámara digital marca KODAK de 8.2 megapíxeles, en modo manual, para el registro fotográfico de todos los rastros (siempre con una referencia de tamaño a un lado como moneda, navaja, etc.).



**Figura 5.** Ubicación de transectos en la Reserva de la Biosfera Sierra del Abra Tanchipa (RBSAT).



**Figura 6.** Ubicación de transectos en la Reserva Forestal Xilitla (RFX).

### Análisis de datos.

#### A. Fototrampeo.

El índice de abundancia relativa se obtuvo mediante los registros obtenidos de las fototrampas. Del total de fotografías, se seleccionaron los eventos independientes, para evitar la sobreestimación; según Botello *et al.*, (2008) y Medellín *et al.*, (2006), los eventos independientes fueron:

- a) Fotografías consecutivas de individuos de diferentes especies
- b) Fotografías consecutivas de diferentes individuos de la misma especie
- c) Fotografías consecutivas de individuos de una misma especie en un lapso de 24 horas
- d) Fotografías de animales de la misma especie que puedan ser identificados individualmente
- e) Individuos de la misma especie presentes en una sola fotografía

El Índice de Abundancia relativa para fototrampeo ( $IAR_{Ft}$ ) se estandarizó a 100 noches trampa con la siguiente fórmula:

$$IAR_{Ft} = \frac{\text{Eventos independientes de la especie}}{\text{esfuerzo total de muestreo}} \times 100$$

El esfuerzo total de muestreo se expresó como noches-trampa, multiplicando el número total de cámaras funcionales a lo largo de las temporadas por el total de días de muestreo (Medellín *et al.*, 2006).

#### *B. Búsqueda de rastros.*

Para determinar el índice de abundancia relativa de los mamíferos registrados mediante rastros se utilizó la relación entre el número de rastros encontrados y la distancia recorrida (km) para cada área (Aranda, 2000).

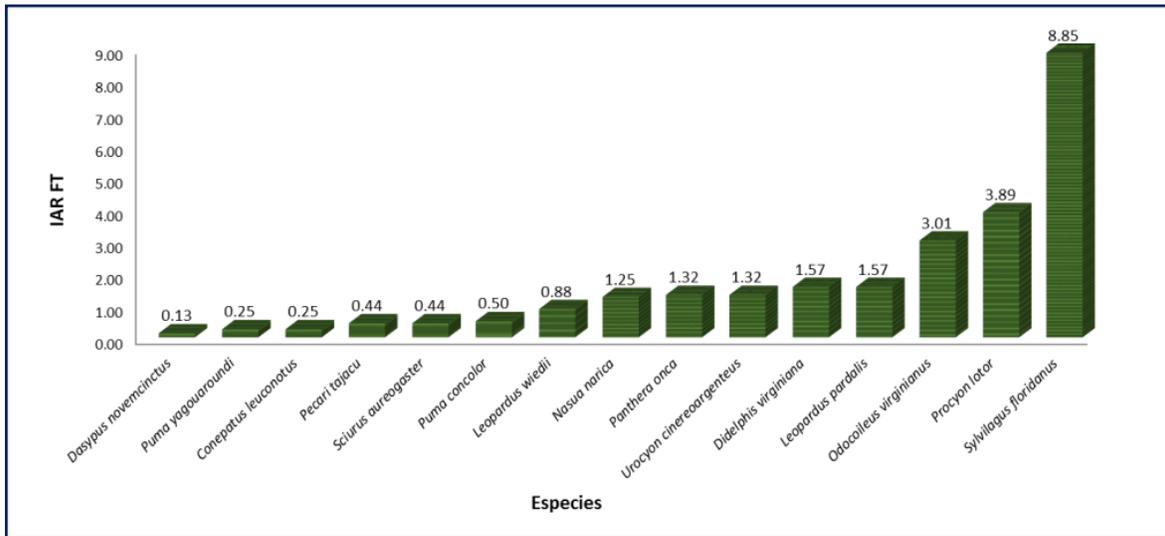
$$IAR_{Ra} = \frac{\text{Número de rastros}}{\text{distancia recorrida}}$$

Para determinar si existen diferencias significativas en la abundancia de mamíferos entre las dos áreas de estudio, se realizó una prueba no paramétrica U de Mann-Whitney con los valores de  $IAR_{Ft}$  y de  $IAR_{Ra}$  de todas las especies registradas (Zar, 2010; Cortes-Marcial y Briones-Salas, 2014). Se utilizó el software estadístico SAS, 2014, con una  $p=0.05$ .

## RESULTADOS

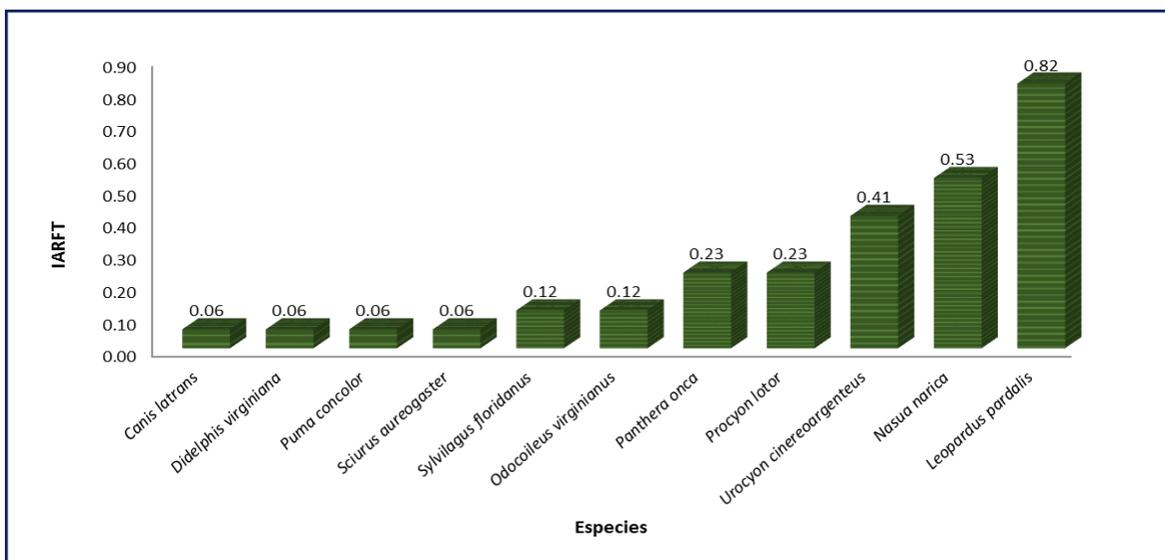
Se obtuvieron un total de 3830 fotografías de fauna de las cuales 611 fueron registros independientes, con un esfuerzo total de muestreo de 4178 noches-trampa. Durante las dos temporadas se obtuvo una riqueza específica de 20 especies de mamíferos medianos y grandes. Las especies registradas fueron: coyote (*Canis latrans*), zorrillo de espalda blanca (*Conepatus leuconotus*), tuza real (*C. paca*), armadillo (*D. novemcinctus*), tlacuache común (*Didelphis virginiana*), viejo de monte (*Eira barbara*), ocelote (*L. pardalis*), tigrillo (*L. wiedii*), venado temazate (*M. temama*), coatí (*N. narica*), venado cola blanca (*O. virginianus*), jaguar (*P. onca*), puma (*P. concolor*), yaguarundi (*P. yaguarundi*), pecarí de collar (*P. tajacu*), mapache (*P. lotor*), ardilla gris (*Sciurus aureogaster*), conejo castellano (*Sylvilagus floridanus*), zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*). Dentro de estas especies destaca la presencia de 1 especie de fauna doméstica *Canis lupus familiaris*. Estas se agruparon en 6 órdenes, 12 familias y 17 géneros.

Para la primera temporada (agosto 2014-enero 2015) en la RBSAT se obtuvieron 2986 fotografías correspondientes a 409 registros independientes, pertenecientes a 15 especies, con un esfuerzo de muestreo de 1594 noches-trampa. La especie de mayor abundancia relativa fue *Sylvilagus floridanus* ( $IAR_{FT} = 8.85$ ) seguida de *Procyon lotor* ( $IAR_{FT} = 3.9$ ) y la de menor fueron *Dasypus novemcinctus* ( $IAR_{FT} = 0.13$ ), *Puma yagouarundi* y *Conepatus leuconotus* ( $IAR_{FT} = 0.25$ ) (Figura 7).



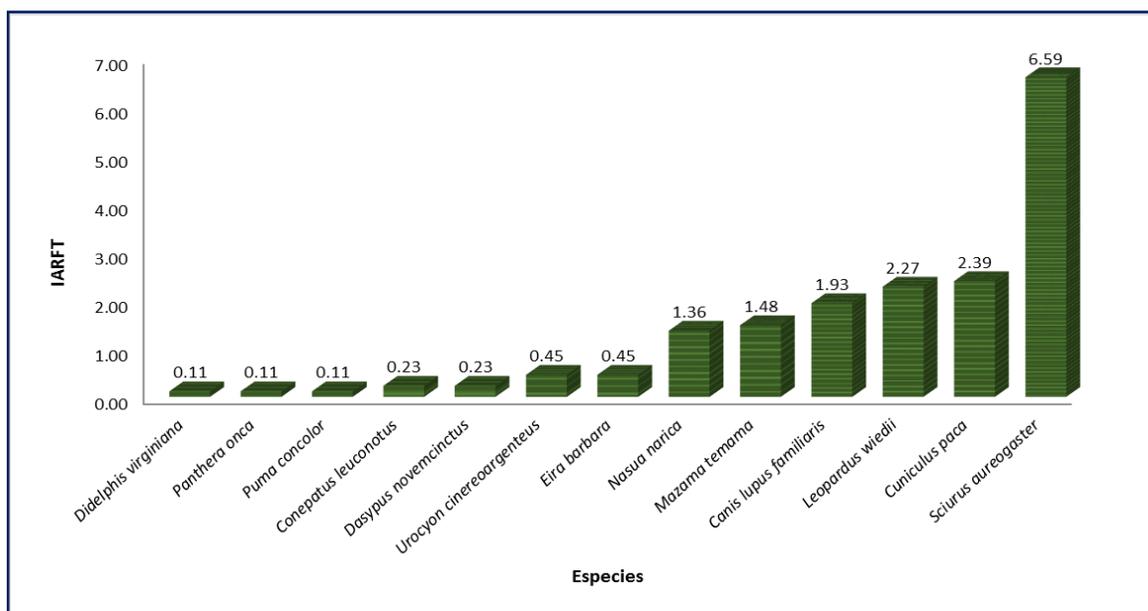
**Figura 7.** Índices de Abundancia Relativa de las especies registradas en la primera temporada de muestreo (agosto 2014-enero 2015) mediante fototrampeo en la Reserva de la Biosfera Sierra del Abra Tanchipa (RBSAT).

Para la segunda temporada (agosto 2015-febrero 2016) con un esfuerzo de muestreo de 1704 noches-trampa se obtuvieron 344 fotografías correspondientes a 46 registros independientes. Se registraron 11 especies, las especies de mayor abundancia fueron *Leopardus pardalis* (0.82) y *Nasua narica* (0.52), mientras que *Canis latrans*, *Didelphis virginiana*, *Puma concolor* y *Sciurus aureogaster* fueron las de menor abundancia con 0.06 (Figura 8).



**Figura 8.** Índices de Abundancia Relativa de las especies registradas en la segunda temporada de muestreo (agosto 2015-febrero 2016) mediante fototrampeo en la Reserva de la Biosfera Sierra del Abra Tanchipa (RBSAT).

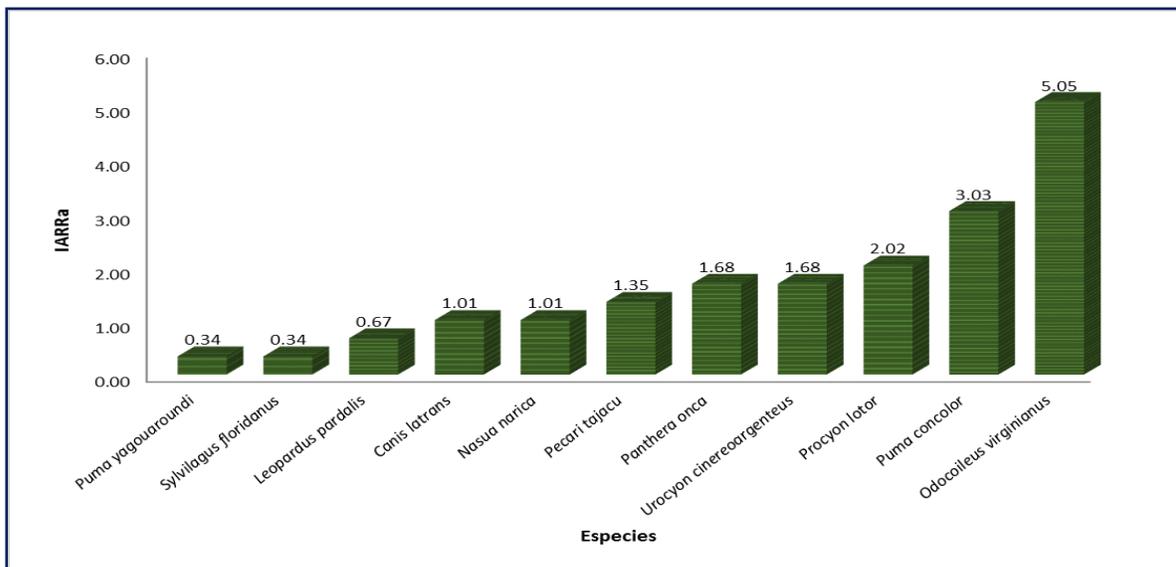
En cuanto a la RFX solo se cuenta con datos de la primera temporada de monitoreo (agosto 2014-enero 2015), ya que en la segunda temporada hubo una falla generalizada con todos los equipos que no permitió la obtención de registros. Con un esfuerzo de muestreo total de 880 noches-trampa se obtuvieron 156 registros independientes de 500 fotografías, correspondientes a 13 especies incluida la especie doméstica. Destaca con mayor índice de abundancia *Sciurus aureogaster* ( $IAR_{FT}=6.5$ ), en contraste con *Didelphis virginiana*, *Panthera onca* y *Puma concolor* que tuvieron el menor valor  $IAR_{FT}=0.11$  (Figura 9).



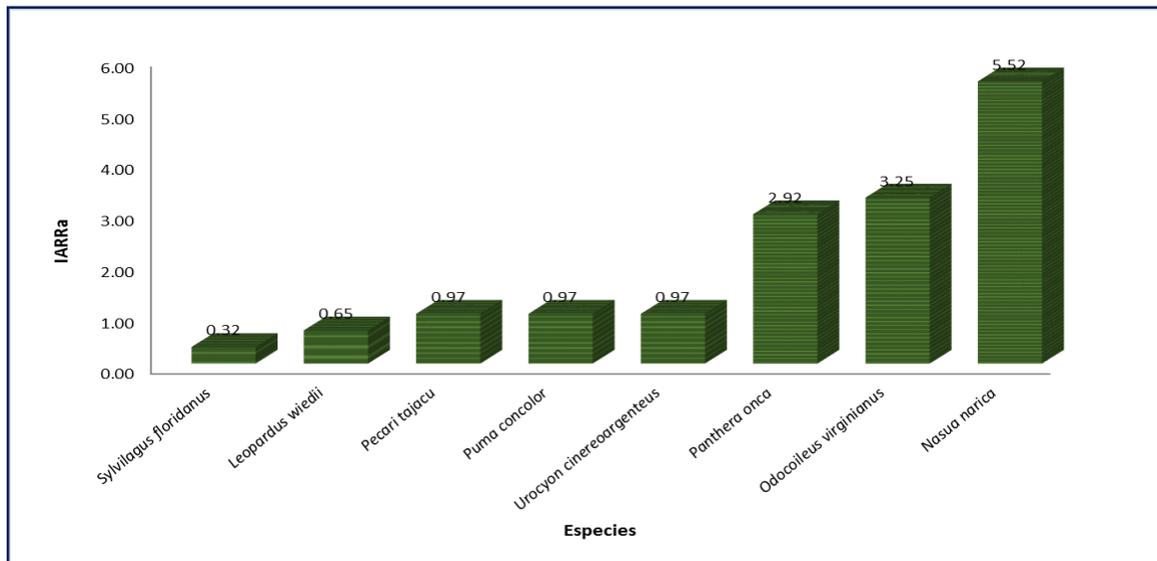
**Figura 9.** Índices de Abundancia Relativa de las especies registradas en la primera temporada de muestreo (agosto 2014-enero 2015) mediante fototrampeo en la Reserva Forestal Xilitla (RFX).

Con los rastros se obtuvo una riqueza específica de 17 especies sumando la primera y segunda temporada. Se encontraron un total de 160 rastros, con un total de 60.5 y 47.0 kilómetros recorridos para la RBSAT y la RFX, respectivamente.

En la primera temporada para la RBSAT se recorrieron 29.7 km donde se obtuvieron 54 rastros pertenecientes a 11 especies, de los cuales *O. virginianus* presentó mayor abundancia ( $IAR_{Ra} = 5.05$ ), a diferencia de *P. yagouaroundi* y *S. floridanus* ( $IAR_{Ra} = 0.34$ ) (Figura 10). Referente a la segunda temporada donde se recorrieron 30.8 km se registraron 8 especies con un total de 48 rastros, destacando la mayor abundancia para *N. narica* con  $IAR_{Ra} = 5.52$  y la menor para *S. floridanus* ( $IAR_{Ra} = 0.32$ ) (Figura 11).



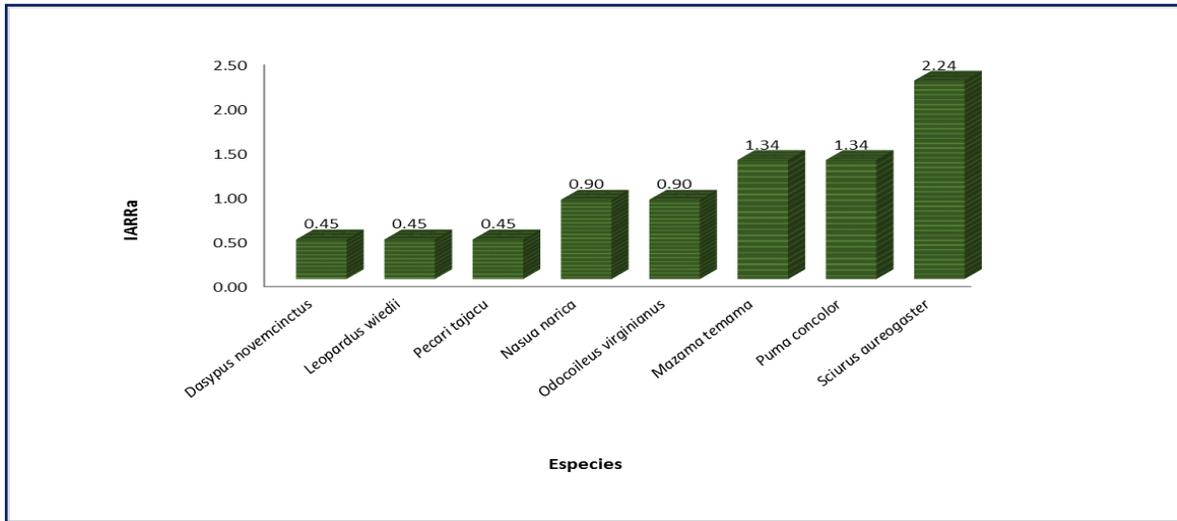
**Figura 10.** Índices de Abundancia Relativa de las especies registradas en la primera temporada de muestreo (agosto 2014-enero 2015) mediante rastros en la Reserva de la Biosfera Sierra del Abra Tanchipa (RBSAT).



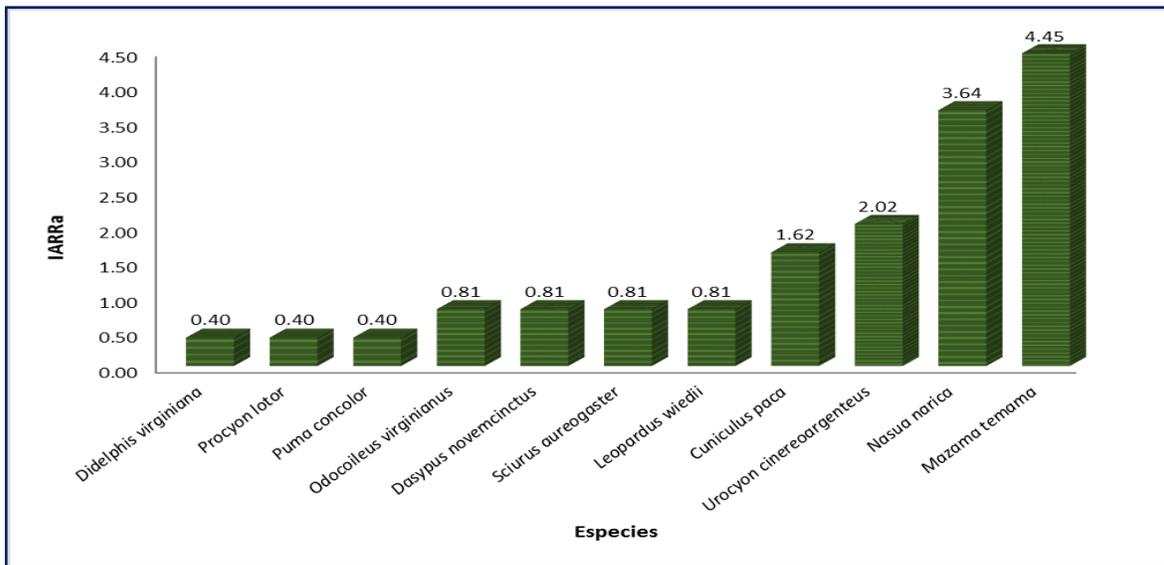
**Figura 11.** Índices de Abundancia Relativa de las especies registradas en la segunda temporada de muestreo (agosto 2014-enero 2015) mediante rastros en la Reserva de la Biosfera Sierra del Abra Tanchipa (RBSAT).

Para la RFX en la primera temporada se recorrieron 22.3 km registrando 18 rastros referentes a 8 especies donde la *S. aureogaster* ( $IAR_{RA}=2.24$ ) presentó la mayor abundancia y *D. novemcinctus*, *L. wiedii* y *P. tajacu* ( $IAR_{RA} =0.45$ ) la menor abundancia (Figura 12). Durante la segunda temporada la distancia recorrida fue 24.7 km encontrando 40 rastros de 11 especies, en esta ocasión *M. temama* con  $IAR_{RA} =4.45$  fue el más abundante al contrario del *D. virginiana*, *P. lotor* y *P. concolor* con  $IAR_{RA} =0.40$  (Figura 13).

De todas las especies registradas en ambos sitios, cinco se encuentran catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo alguna categoría de riesgo; *P. yagouaroundi* como especie amenazada (A) y *L. wiedii*, *L. pardalis*, *P. onca* y *Eira barbara* como especies en peligro de extinción (P). Asimismo, cuatro especies (*P. yagouaroundi*, *L. wiedii*, *L. pardalis* y *P. onca*) se encuentran incluidas en el Apéndice I (especies en Peligro de Extinción) del CITES y 2 (*P. onca* y *L. wiedii*) enlistadas en la IUCN como especies casi amenazadas.

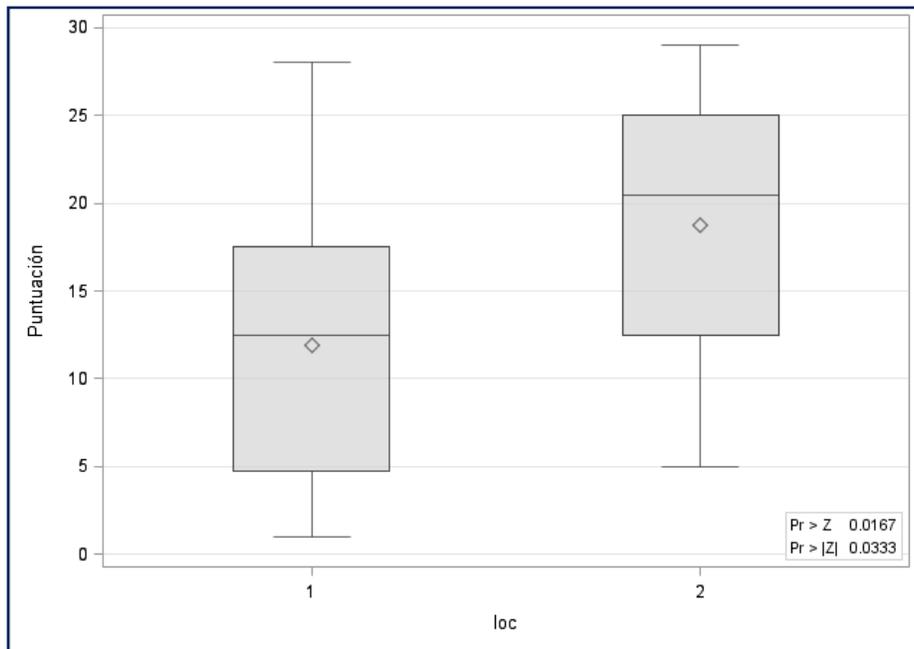


**Figura 12.** Índices de Abundancia Relativa de las especies registradas en la primera temporada de muestreo (agosto 2014-enero 2015) mediante rastros en la Reserva Forestal Xilitla (RFX).

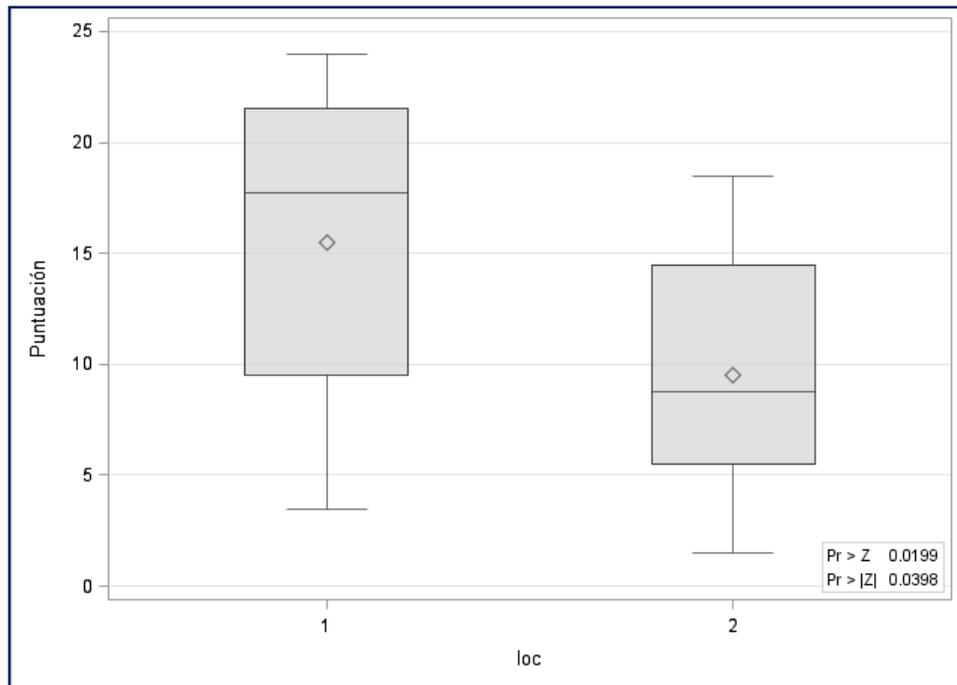


**Figura 13.** Índices de Abundancia Relativa de las especies registradas en la segunda temporada de muestreo (agosto 2014-enero 2015) mediante rastros en la Reserva Forestal Xilitla (RFX).

La Prueba de U Mann-Whitney mostró que existen diferencias significativas en la abundancia de las especies entre ambos sitios de estudio, con una menor abundancia en la RBSAT por fototrampeo ( $\chi^2= 4.62$ ,  $df: 1$ ,  $P= 0.031$ ) y mayor por rastros ( $\chi^2= 4.35$ ,  $df: 1$ ,  $P= 0.037$ ) (Figuras 14 y 15).



**Figura 14.** Comparación de los valores de IAR<sub>FT</sub> entre la RBSAT (loc1) y la RFX (loc2).



**Figura 15.** Comparación de los valores de IAR<sub>RA</sub> entre la RBSAT (loc1) y la RFX (loc2).

## DISCUSIÓN

La utilización de diversas técnicas complementarias como el fototrampeo y la búsqueda de rastros en la estimación de la abundancia proporcionan certeza en los resultados, ya que permite registrar especies que no son detectadas por una u otra técnica y corroborar si las estimaciones son cercanas a la realidad (Lyra-Jorge *et al.*, 2008). En este caso, el 100% de las especies encontradas (n=20) se registraron con la técnica de fototrampeo, mientras que con la técnica de búsqueda de rastros se registraron 17, las tres especies no registradas fueron *C. leuconotus*, *C. lupus familiaris* y *E. barbara*. La falta de detectabilidad en estas especies con esta técnica pudo estar influida por el tipo de sustrato, ya que en su mayoría el suelo estuvo cubierto por hojarasca o roca, lo que evitaba la correcta impresión de las huellas (Aranda 2012).

En este trabajo, la abundancia de las especies obtenida por las dos técnicas fue diferente. El fototrampeo es una técnica ampliamente utilizada para la estimación de IAR (Karanth y Nichols, 2002, Silveira *et al.*, 2003, Gerber *et al.*, 2010); sin embargo, su correcta utilización depende de una cuidadosa selección de los sitios de muestreo (Harmsen *et al.*, 2010), así como de un correcto funcionamiento de los equipos (Foster y Harmsen, 2012). Por otro lado, los rastros permiten detectar especies que pudieran no ser fotografiadas (Hernández-SaintMartín *et al.*, 2013) (e.g. especies de hábitos arborícolas). Esto remarca la importancia del uso de técnicas complementarias que ayuden a obtener información sobre las especies de interés, considerando las características de cada área de estudio. Adicionalmente de igual importancia, el uso de análisis estadísticos para evaluar las técnicas utilizadas y así obtener datos robustos. Sobre todo cuando esta información se utiliza para tomar decisiones de manejo.

Los resultados muestran que la abundancia de mamíferos estimada con base en las fotocapturas es mayor en la RFX que en la RBSAT; sin embargo, esta información debe ser tomada con precaución considerando que la especie más

abundante en la RFX fue *Sciurus aureogaster*, una especie que presenta ámbitos hogareños muy reducidos (Valdez-Alarcón y Téllez-Girón, 2005), por lo que su abundancia podría estar sobreestimada al tratarse de pocos individuos capturados muchas veces.

La riqueza de mamíferos fue mayor para el Orden de los carnívoros incluyendo 5 de las 6 especies de felinos silvestres de México, esto muestra que tanto la RBSAT como la RFX aún presentan un buen estado de conservación (Macdonald *et al.*, 2010). Sin embargo, en la RBSAT la abundancia relativa de los grandes depredadores (jaguar y puma) y del (ocelote) fue mayor, tanto por fototrampeo como por rastros. La presencia y abundancia de estos felinos depende de que cuenten con una base de presas adecuada (Villordo-Galván *et al.*, 2010, Martínez-Hernández *et al.*, 2015).

En la RBSAT las presas principales de estas tres especies de felinos (pecarí de collar para el jaguar, venado cola blanca para el puma Hernández-SaintMartín *et al.*, 2015; conejo para el ocelote Benítez-Alemán, 2014), son más abundantes en comparación con la RFX. Esto sugiere que la RFX, aunque es una “steppen stone” (piedra de paso) importante para las poblaciones de felinos (Dueñas-López *et al.*, 2015), pudiera tener una base de presas no adecuada para el mantenimiento de una población de felinos. Esta diferencia entre las dos zonas obedece a varios factores, se ha observado que la densidad poblacional de estos felinos silvestres está influida por diferencias en la productividad dentro de un gradiente latitudinal (Gutiérrez-González *et al.*, 2012, Di Bitteti *et al.*, 2008), por lo que la diferente localización geográfica de RBSAT y RFX podría influir en el tamaño poblacional de estas especies. La evidencia encontrada en este estudio, sugiere que este patrón también pudiera aplicarse al tigrillo.

Sin embargo, es importante mencionar que la RFX en el año 2010 sufrió un incendio lo que pudo mermar parte de las poblaciones de fauna existentes o en el mejor de sus casos provocar la emigraron a otras áreas. Cabe resaltar que

existen áreas aledañas a las ANP que pueden ser utilizadas por la fauna como corredores ecológicos y de esta manera permitir el flujo de animales de un área a otra.

Por otro lado, la RFX sufre de un acelerado proceso de cambio en el uso de suelo (Villordo-Galván *et al.*, 2010) por lo que sólo los sitios más altos y escarpados mantienen una buena cobertura vegetal. La fragmentación y el estado de sucesión de la vegetación es una variable que influye en la presencia y abundancia de las presas de jaguares y pumas en San Luis Potosí (Villordo-Galván *et al.*, 2010, García-Marmolejo *et al.*, 2015). Debido a esto, las condiciones actuales de la RFX son una amenaza para el mantenimiento de una población de felinos a largo plazo. La RBSAT, ha sido reconocida como un área fundamental para la conservación de los mamíferos silvestres del CESMO (Rosas-Rosas *et al.*, 2009) y es un sitio con una importante población reproductiva de jaguares (Hernández-SaintMartín y Rosas-Rosas, 2014). Posiblemente los individuos que nacen en RBSAT y que se dispersan hacia el sur utilizan sitios como la RFX como lugares de paso hacia otras áreas protegidas (e. g. Reserva de la Biosfera de Sierra Gorda, Querétaro, Ortega-Urrieta, 2005).

Los datos obtenidos de esta investigación sugieren que los mamíferos en la RBSAT son más abundantes en comparación con RFX. Posiblemente la transformación de origen antrópico (cambio de uso de suelo, carreteras, cacería ilegal, entre otras) en sur de San Luis Potosí (Villordo-Galván *et al.*, 2010) influyen en las características del hábitat en ambas áreas, lo que a su vez influye en la abundancia de los mamíferos (García-Marmolejo *et al.*, 2013).

Es imperante promover acciones de restauración de hábitat para promover la conectividad entre ambas zonas de estudio a través del manejo y mejoramiento de hábitat, lo que posiblemente incremente el potencial de recuperación de las especies de mamíferos hacia el sur a corto y mediano plazo. Para ello, el

aprovechamiento sustentable extensivo e intensivo de algunas especies (e. g. pecarí de collar, venados y tuza real), pueden representar una alternativa viable para las comunidades locales. Estas acciones de manejo y conservación apoyarán a cumplir con los objetivos de un corredor ecológico funcional en la Sierra Madre Oriental.

## CONCLUSIONES

La RFX presentó los mayores índices de abundancia relativa, aunque la baja presencia de especies indicadoras como jaguar y puma, apunta a que esta ANP está pasando por procesos de fragmentación a causa del desmonte de vegetación natural para dar paso a la agricultura de temporal, por lo que es necesario implementar estrategias cuyo objetivo sea la conservación de la biodiversidad y el mejoramiento de la calidad de vida de los pobladores rurales.

Tanto en la RBSAT y la RFX se documentó la presencia de especies catalogadas en alguna categoría de riesgo, lo que indica que estas áreas deben ser conservadas para evitar su desaparición.

El uso de técnicas complementarias es útil cuando se desea conocer la presencia, diversidad y abundancia de mamíferos en un área determinada. Mediante dos técnicas no invasivas fue posible estimar la abundancia de mamíferos presentes en las dos áreas de estudio.

Se registró la presencia de 5 de los 6 felinos presentes en México, destacando la presencia de *P. onca* especie clave utilizada en planes de manejo y conservación para la fauna silvestre y principalmente es utilizada en el diseño e implementación de los corredores ecológicos, aunque la especie fue registrada en las dos áreas, fue más abundante en la RBSAT.

Es posible que el ejemplar registrado en la RFX andaba patrullando su territorio, o que es un individuo proveniente de la Sierra Gorda de Querétaro, ya que esta área se encuentra relativamente cerca. Sin embargo, no se puede confirmar ninguna de las dos suposiciones puesto que por las condiciones climáticas del área de estudio no se hizo falta mayor esfuerzo de muestreo y con ello mayor número de registros. Existen posibilidades de que utilice esta zona como área de alimentación, ya que se registraron algunas de sus presas potenciales.

Conocer de manera detallada las características del hábitat que se asocian a la presencia de determinada especie es fundamental, ya que con esta información se pueden realizar planes de manejo que integren este conocimiento, además de esta manera se va recabando datos para conocer sobre los aspectos fundamentales de cada especie en particular.

## LITERATURA CITADA

- Altamirano, T., M. Soriano-Sarabia., A. J. García-Bernal., N. P. Miranda-González y B. Jiménez-Gutiérrez. 2009. Mamíferos medianos y grandes de la comunidad El Paredón, Miacatlán, Morelos, México. *Revista de Zoología*. Sin mes, 17-29.
- Álvarez-Icaza, P. y C. Muñoz-Piña. 2008. [Instrumentos](#) territoriales y económicos que favorecen la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad, en Capital natural de México, vol. III: Políticas públicas y perspectivas de sustentabilidad. Conabio, México, pp. 229-258.
- Andrade-Pérez, A., B. Herrera-Fernández y R. Cazzolla-Gatti. (eds.). 2013. Building Resilience to Climate Change: Ecosystem-based adaptation and lessons from the field. Gland, Switzerland: IUCN. 164pp.
- Aranda M. 1998. Densidad y estructura de una población del jaguar (*Panthera onca*) en la Reserva de la Biósfera Calakmul, Campeche, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 75: 199-201.
- Aranda M. y V. Sánchez-Cordero. 1996. Prey spectra of jaguar (*Panthera onca*) and puma (*Puma concolor*) in tropical forest México. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 31: 65-67.
- Aranda, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, México. 212 p.
- Aranda, M. 2012. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, México. 260 p.
- Ávila-Nájera, D. M., O. C. Rosas-Rosas, L. A. Tarango-Arambula, J. F. Martínez-Montoya y E. Santoyo-Brito. 2011. Conocimiento, uso y valor cultural de seis presas del jaguar (*Panthera onca*) y su relación con éste, en San Nicolás de los Montes, San Luis Potosí, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82: 1020-1028.
- Ayala, G. y R. Wallace. 2008. El jaguar en el Parque nacional Madidi. *Wildlife Conservation Society* (WSC). 32 p.
- Barea-Azcón, J., E. Virgós., E. Ballesteros-Duperón., M. Moleón y M. Chiroso. 2007. Surveying carnivores at large spatial scales: a comparison of four broad-applied methods. *Biodiversity and Conservation*. 16: 1213-1230.

- Benítez-Alemán, H. E. 2014. Identificación molecular de heces y análisis de hábitos alimenticios de carnívoros en la reserva de la biósfera "Sierra del Abra Tanchipa", San Luis Potosí, México. Maestría. Colegio de Postgraduados. 73 págs.
- Bider, R. 1968. Animal Activity in Uncontrolled Terrestrial Communities as Determined by a Sand Transect Technique. *Ecological Monographs*, Vol. 38. N° 4. Pp. 269-308.
- Botello, F., V. Sánchez-Cordero y G. González. 2008. Diversidad de carnívoros en Santa Catarina Ixtepeji, sierra Madre de Oaxaca, México. In *Avances en el estudio de los mamíferos de México*, vol. II, C. Lorenzo, E. Espinoza y Ortega (eds.). Asociación Mexicana de Mastozoología, México, d. f. p. 335-354.
- Chávez, C., G. Ceballos., R. List y H. Zarza. 2007. Conservación y manejo del jaguar en México: estudios de caso y perspectivas. Conabio, lianza WWF-Telcel y Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Cinta-Magallón, C. C., C. R. Bonilla-Ruiz., I. Alarcón-D y J. Arroyo-Cabrales. 2012. Dos nuevos registros de margay (*Leopardus wiedii*) en Oaxaca, México, con datos sobre hábitos alimentarios. *Cuadernos de Investigación* 4(1): 33-40.
- CITES (2013) Apéndices I, II y III. [www.cites.org](http://www.cites.org).
- Comisión Nacional De Áreas Naturales Protegidas-Fondo Mexicano Para La Conservación De La Naturaleza A.C.-The Nature Conservancy. 2011. Guía para la elaboración de programas de adaptación al cambio climático en áreas naturales protegidas. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, México.
- Conroy, M. J. 1996. Abundance indices. Pp. 179-192 in D. Wilson *et al.* (eds.) *Measuring and monitoring of biological diversity: standard methods for mammals*. Smithsonian Institute Press, Washington, D.C.
- Coronado, W. 2011. Distribución geográfica y ecológica del jaguarundi (*Puma yagouaroundi*) en el estado de San Luis Potosí, México. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Texcoco, México. 59 p.
- Cortés-Marcial, M. y M. A. Briones-Salas. 2014. Diversidad, abundancia relativa y patrones de actividad de mamíferos medianos y grandes en una selva seca del istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. *Revista Biología Tropical* 62:1433-1448.

- Cossíos, D., F. Beltrán-Saavedra., M. Bennet., N. Bernal., U. Fajardo., M. Lucherini., M. J. Merino., J. Marino., C. Napolitano., R. Palacios., P. Perovic., Y. Ramírez., L. Villalba., S. Walker. y C. Sillero-Zubiri. 2007. Manual de metodologías para relevamientos de carnívoros alto andinos. Alianza Gato Andino. Buenos Aires, Argentina. 72 p.
- Cuevas, M. L. 2013. Análisis de sitios prioritarios para la conservación en la Sierra Madre Oriental. Reporte final. 107 p.
- Di Bitetti, M. S., A. Paviolo., C. D, De Angelo y Y. E. Di Blanco. 2008. Local and continental correlates of the abundance of a Neotropical cat, the ocelot (*Leopardus pardalis*). *Journal of Tropical Ecology*, 24(02), 189-200.
- Dirzo, R. y A. Miranda. 1991. Altered patterns of herbivory and diversity in the forest understory: a case study of the possible consequences of contemporary defaunation. In: Plant-Animal Interactions: Evolutionary Ecology in tropical and temperate regions. P. W. Price, T. M. Lewinsohn, G. W. Fernandes & W. W. Benson (Eds.). Wiley and Sons Pub. New York pp: 273-287.
- DOF (Diario Oficial de la Federación). 1923. Acuerdo declarando Reservas Forestales con el carácter de inalienables e imprescriptibles, distintas porciones arboladas de la Republica. 3 de noviembre de 1923.
- DOF (Diario Oficial De La Federación). 1994. Decreto por el que se declara como área natural protegida, con el carácter de reserva de la Biósfera, la región conocida como Sierra del Abra Tanchipa, ubicada en los municipios de Ciudad Valles y Tamuín, Estado de San Luis Potosí.
- Dueñas-López, G. O.C. Rosas-Rosas., L. Chapa-Vargas., L.C. Bender., L.A. Tarango-Arámbula., J.F. Martínez-Montoya y J.L. Alcántara-Carbajal. 2015. Connectivity among jaguar populations in the Sierra Madre Oriental, México. *Therya*. 6 (2): 449-467.
- Edgardo, J. A. 2001. Manual de campo para el monitoreo de mamíferos terrestres en áreas de conservación. Asociación conservacionista de Monteverde. 16 p.
- EESCIHA. 1995. Estudio geológico de la Sierra del Abra Tanchipa y “las Anonas”. Escuela de Educación Superior en Ciencias Históricas y Antropológicas de San Luis Potosí. S.L.P. Fundación Eduard Seler. San Luis Potosí. 56 p.
- Estrada, C. G. 2006. Dieta, uso de hábitat y patrones de actividad del puma (*Puma concolor*) y el jaguar (*Panthera onca*) en la selva maya. Tesis de

- licenciatura. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias químicas y farmacia. 54 p.
- Espinoza-García, C. R., J. M. Martínez-Calderas., J. Palacio-Núñez., A.D. Hernández-SaintMartín. 2014. Distribución potencial del coatí (*Nasua narica*) en el noreste de México: Implicaciones para su conservación. *Therya*. 5 (1): 331-345.
- Foster, R. J. y B. J. Harmsen. 2012. A critique of density estimation from camera trap data. *The Journal of Wildlife Management*. 76(2), 224-236.
- Galindo-Aguilar, R. E. 2015. Distribución, abundancia y conservación del jaguar y sus presas en los bosques tropicales de dos municipios de la Sierra Negra de Puebla y la Sierra Mazateca de Oaxaca, México. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillos, Estado de México.
- García E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Apuntes de Climatología. Talleres Larios. México.
- García, E. 2004. Modificación al Sistema de clasificación climática de Köppen. Quinta edición. Instituto de Geografía. UNAM. Serie libros. Núm. 6. 90 p.
- García-Marmolejo, G., Chapa-Vargas, L., Huber-Sannwald, E., Weber, M., Rosas-Rosas, O. C. and J. Martínez-Calderas. 2013. Potential distributional patterns of three wild ungulate species in a fragmented tropical region of northeastern Mexico. *Tropical Conservation Science*. Vol. 6(4):539-557.
- García-Marmolejo, G., L. Chapa-Vargas., M. Weber., y E. Huber-Sannwald. 2015. Landscape composition influences abundance patterns and habitat use of three ungulate species in fragmented secondary deciduous tropical forests, Mexico. *Global Ecology and Conservation*. 3: 744-755.
- Gerber, B., S. M., Karpanty. C. Crawford., M. Kotschwar., y J. Randrianantenaina. 2010. An assessment of carnivore relative abundance and density in the eastern rainforests of Madagascar using remotely-triggered camera traps. *Oryx* 44(02), 219-222.
- Gordillo-Chávez, E. J., A. E. Mata-Zayas, R. García-Morales, M. A., Morales-Garduza, C. Villanueva-García y J. D. Valdez-Leal. 2015. Mastofauna del humedal Chaschoc-Sejá en Tabasco, México. *Therya*. 6(3): 535-544.
- Gutiérrez-González, C. E., M. Á. Gómez-Ramírez y C. A. López-González. 2012. Estimation of the density of the near threatened jaguar *Panthera onca* in

- Sonora, Mexico, using camera trapping and an open population model. *Oryx*. 46(03): 431-437.
- Harmsen, B. J., R. J. Foster., S. Silver., L. Ostro y C. P. Doncaster. 2010. Differential use of trails by forest mammals and the implications for camera-trap studies: a case study from Belize. *Biotropica* 42:126-133.
- Henle, K., K. Davies., M. Kleyer, C. Margules y J. Settele. 2004. Predictors of Species sensitivity to fragmentation. *Biodiversity and conservation*. 13: 207-251.
- Hernández-SaintMartín, A. D. 2014. Ecología del jaguar (*Panthera onca*) y el puma (*Puma concolor*) en la reserva de la biosfera del Abra-Tanchipa. México. Tesis de doctorado. Colegio de Postgraduados. Campus san Luis Potosí. 74 p.
- Hernández-SaintMartín, A. D. y O. C. Rosas-Rosas. 2014. Diversidad y abundancia de la base de presas para *Panthera onca* y *Puma concolor* en una Reserva de la Biosfera de México. *Agroproductividad*. 7 (7): 45-50.
- Hernández-SaintMartín, A. D., O. C. Rosas-Rosas., J. Palacio-Núñez., L. A. Tarango- Arambula., F. Clemente-Sánchez y A. L. Hoogesteijn. 2013. Patrones de actividad del jaguar, puma y sus presas potenciales en San Luis Potosí, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s) 29:520-533.
- Hernández-SaintMartín, A. D., O. C. Rosas-Rosas., J. Palacio-Núñez., L. A. Tarango-Arambula., F. Clemente-Sánchez. y A. L. Hoogesteijn. 2015. Food habits of jaguar and puma in a protected area and adjacent fragmented landscape of Northeastern Mexico. *Natural Areas Journal*, 35(2), 308-317.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática). 2000. Anuario estadístico del Estado de Oaxaca. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 333 p.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática). 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Xilitla, san Luis Potosí.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática). 2010. Censo de Población y Vivienda.
- INIFAP- CONABIO. 1995. Mapa edafológico. Escalas 1:250 000 y 1:1000000. Instituto Nacional de investigaciones Forestales y Agropecuarias - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

- IUCN 2015. *The IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2015-4.*
- Karanth, K. U. y J. D. Nichols. 1998. Estimation of tiger densities in India using photographic captures and recaptures. *Ecology* 79: 2852-2862.
- Karanth, K. U. y J. D. Nichols. 2002. Monitoring tigers and their prey: a manual for researchers, managers, and conservationists in tropical Asia. Centre for Wildlife Studies.
- Karanth, K.U., J.D. Nichols y N.S. Kumar. 2004a. Photographic sampling of elusive mammals in tropical forest. Pp 229-247 en: Thomson W. L. (ed.). *Sampling rare or elusive species*. Island Press. Washington.
- Krebs, C. J. 1989. *Ecological Methodology*. HarperCollins Publishers New York, USA. 654 p.
- López-González, C. A., C. E. Gutiérrez, y N. E. Lara. 2011. Carnívoros: Inventarios y monitoreo. Pp. 127-148 in Manual de técnicas para el estudio de fauna (Gallina-Tessaro, S., y C. A. López-González, eds.). Volumen I. Universidad Autónoma de Querétaro-Instituto de Ecología, A. C. Querétaro, México.
- Luna I., J. J. Morrone y D. Espinosa. 2004 (eds.). La biodiversidad de la Sierra Madre Oriental. CONABIO, UNAM. México, Distrito Federal. 527 p.
- Lyra-Jorge, M. C., G. Ciocheti., V. R. Pivello y S. T. Meirelles. 2008. Comparing methods for sampling large and medium sized mammals: camera traps and track plots. *European Journal Wildlife Research*. 54: 739-744.
- Macdonald, D. W., A. J. Loveridge y K. Nowell. 2010. Dramatis personae: an introduction to the wild felids *In*: Macdonald D. A., and A. J. Loveridge (eds.) *Biology and conservation of wild felids*. Oxford University Press. Oxford. pp: 3-58.
- Maffei, L., E. Cuéllar y A. Noss. 2004. One thousand jaguars (*Panthera onca*) in Bolivia's Chaco? Camera trapping in Kaa-Iya National Park. *Journal of Zoology* 262 (3): 295-304.
- Martínez-Calderas J. M., A. D. Hernández-SaintMartín. O. C. Rosas-Rosas, J. Palacio-Núñez, J. A. Villordo-Galván y A. Olivera-Méndez. 2016. Potential distribution of margay (*Leopardus wiedii*, Schinz 1821) in Northeastern Mexico. *Therya* 7(2): 241-256.
- Martínez-Calderas J. M., O. C. Rosas-Rosas, J. F. Martínez-Montoya, L. A. Tarango- Arambula, F. Clemente-Sánchez, M. M. Crosby-Galván y M. D.

- Sánchez- Hermosillo. 2011. Distribución del ocelote (*Leopardus pardalis*) en San Luis Potosí, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82:997-1004.
- Martínez-Hernández, A., O. C. Rosas-Rosas., F. Clemente-Sánchez., L. A. Tarango-Arámbula., J. Palacio-Núñez., L. C. Bender y J. G. Herrera-Haro. 2015. Density of threatened ocelot *Leopardus pardalis* in the Sierra Abra-Tanchipa Biosphere Reserve, San Luis Potosí, México. *Oryx* 49(04), 619-625.
- Medellín, R. A., D. Azuara, L. Maffei, H. Zarza, H. Bárcenas, E. Cruz, R. Legaria, I. Lira, G. Ramos-Fernández, O. Gaona y S. Ávila. 2006. Censos y monitoreos, In memorias del primer simposio. El jaguar mexicano en el siglo XXI: Situación actual y manejo, C. Chávez y G. Ceballos (eds.). CONABIO/Alianza WWF-Telcel/UNAM, México, D. F. p. 25-35.
- Naranjo, E. y A. Cuarón. 2010. Uso de la fauna silvestre. In G. Ceballos, L. Martínez, A. García, E. Espinoza, J. Bezaury y R. Dirzo (Eds.), *Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las selvas secas del Pacífico de México* (pp. 271-283). México: Fondo de Cultura Económica, CONABIO.
- 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.
- Núñez R., B. Miller y F. Lindezey. 2002. Ecología del jaguar en la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco, México In: Medellín R., C. Equihua, C. Chetkiewicz, P. Crawshaw, A. Rabinowitz, K. Redford, J. Robinson, E. Sanderson, y A. Taber (comp.). *El jaguar en el nuevo milenio*. Fondo de Cultura Económica-UNAM-Wildlife *Conservation Society*. México, Distrito Federal. Pp: 107-126.
- Ojasti J. y F. Dallmeier (editor). 2000. *Manejo de Fauna Silvestre Neotropical*. SI/MAB Series # 5. Smithsonian Institution/MAB Biodiversity Program, Washington D.C.
- Ojasti, J. 2000. *Manejo de fauna silvestre Neotropical*. SI-MAB. Maryland. Estados Unidos. 290 p.
- Orjuela, J. y G. Jiménez. 2004. Estudio de la abundancia relativa para mamíferos en diferentes tipos de coberturas y carretera, finca Hacienda Cristales, área Cerritos-La Virginia, municipio de Pereira. *Universitas Scientiarum* 9:87-96.

- Ortega-Urrieta, A. 2005. Distribución y uso de hábitat del jaguar (*Panthera onca*) y el puma (*Puma concolor*) en la reserva de la biosfera Sierra Gorda, Querétaro, México. Maestría. Universidad Autónoma de Querétaro, México.
- Ortega-Urrieta, A. 2006. Distribución y uso de hábitat del jaguar (*Panthera onca*) y el puma (*Puma concolor*) en la reserva de la biosfera Sierra Gorda, Querétaro, México. Tesis Maestría, Universidad Autónoma de Querétaro, México.
- Otis, D. 1980. Statistical Inference from Capture Data on Closed Animal Populations. Wildlife Monographs. N°. 62. Pp. 3-135.
- Peña Del Valle Isla, Ana Elisa. 2013. Análisis multi-escalar de vulnerabilidad al cambio climático de ecosistemas terrestres prioritarios y estrategias de vida de la población rural en la Sierra Madre Oriental, México. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). México.
- Reyes, H. H. 2007. Los procesos de deforestación en la Región Huasteca Potosina, sus implicaciones ante el cambio climático y escenarios futuros. Proyecto de investigación. CONACYT- SEMARNAT. México. 20 p.
- Rojas-Martínez, A. E., M. Aguilar-López., y B. Muñoz-Vázquez. 2013. Cuidados maternos y registros recientes de puma (*Puma concolor*) y gato montés (*Lynx rufus*) en el estado de Hidalgo, México. *Theyra* Vol. 4(3):565-573.
- Rosas-Rosas O.C., J. G. Torres y M. S. Sierra R. 2009. Determinación de la distribución y abundancia de los mamíferos mayores en la región de la Reserva de la Biosfera Sierra del Abra Tanchipa y su zona de influencia. Informe final. Iniciativa de México para la protección del clima en el corredor ecológico Sierra Madre Oriental y en las lagunas costeras Laguna Madre y Marismas Nacionales (Cambio Climático en Áreas Naturales Protegidas). Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH (Cooperación Técnica Alemana), Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU) en cooperación con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).
- Rueda P., G. D. Mendoza., D. Martínez y O. C. Rosas-Rosas. 2013. Determination of the jaguar (*Panthera onca*) and puma (*Puma concolor*) diet in a tropical forest in San Luis Potosí, México. *Journal of Applied Animal Research* 41(4): 484-489.

- Rzedowski J. 1965. Vegetación de San Luis Potosí. Acta Científica Potosina 5(1-2): 1-291.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa. México, D. F. 178 p.
- Rzedowski, J. 1993. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. En: Diversidad Biológica de México. Orígenes y Distribución. México: Instituto de Biología. Rammamorthy, T.P., R. Bye, A. Lot, y J. Fa, (Eds.). UNAM. Pp. 129-148.
- Sadlier, L., C. Webbon., P. Baker y S. Harris. 2004. Methods of monitoring red foxes *Vulpes vulpes* and badgers *Meles meles*: are field signs the answer? Mammal Review. 34: 75-98.
- Santacruz de León, G. y J. A. Ramos L. 2009. Estudio del comportamiento hidrogeológico del área natural protegida el Abra Tanchipa. Informe Final. Iniciativa de México para la protección del clima en el corredor ecológico Sierra Madre Oriental y en las lagunas costeras Laguna Madre y Marismas Nacionales (Cambio Climático en Áreas Naturales Protegidas). Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH (Cooperación Técnica Alemana), Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU) en cooperación con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).
- SAS Institute Inc. 2014. SAS/STAT® 9.2 User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2000. Programa de manejo de la Reserva de la Biosfera de la Sierra Del Abra Tanchipa. Escuela de Educación Superior en Ciencias Históricas y Antropológicas de San Luis Potosí. San Luis Potosí, S.L.P. (Borrador).
- SEMARNAT (Secretaría 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. Diario Oficial, 56, 2ª. Sección: 1-85.
- Silveira, L., A. Jácomoa y J. Diniz-Filhoa, 2003. Camera trap, line transect census and track surveys: a comparative evaluation. Biological Conservation, 114: 351-355.
- Sunquist, M. y F. Sunquist. 2002. Wild Cats of the World. The University of Chicago Press. Illinois. 452.

- Sutherland, W. J. 2009. Ecological census techniques. Cambridge University Press. 432 pp.
- Valdez-Alarcón, M. y G. Téllez-Girón. 2005. *Sciurus oculatus*. pp. 556-557. In: Ceballos, G. y Oliva, G. (Eds.). *Los Mamíferos Silvestres de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Fondo de Cultura Económica. México, D. F.
- Villordo-Galván, J. A. 2009. Distribución y estado de conservación del jaguar (*Panthera onca*) en San Luis Potosí, México. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados. 93 p.
- Villordo-Galván J. A., O. C. Rosas-Rosas, F. Clemente-Sánchez, J. F. Martínez-Montoya, L. A. Tarango-Arambula, G. Mendoza-Martínez, M. D. Sánchez-Hermosillo y L. C. Bender. 2010. The jaguar (*Panthera onca*) in San Luis Potosí, México. *The Southwestern Naturalist* 55: 394-402.
- Wilson, G. J. y R. J. Delahay. 2001. A review of methods to estimate the abundance of terrestrial carnivores using field signs and observation. *Wildlife Research*, 28(2), 151-164.
- Zar, J. 2010. Biostatistical analysis. Pearson Prentice Hall. New Jersey. 944 p.