

# Importance of natural protected areas for the conservation of terrestrial mammals in southern Sierra Madre Oriental, San Luis Potosí, Mexico

## Importancia de las áreas naturales protegidas para la conservación de mamíferos terrestres en el sur de la Sierra Madre Oriental, San Luis Potosí, México

Del Río-García, I. N.<sup>1</sup>; Tarango-Arámbula, Luis A.<sup>1</sup>; Hernández-SaintMartin, A. D.<sup>3</sup>; Rosas-Rosas, Octavio C.<sup>1,2\*</sup>; Martínez-Montoya, Juan F.<sup>1</sup>; Guerrero-Rodríguez, J.D.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí, Postgrado de Innovación en Manejo de Recursos Naturales. Iturbide 73, Colonia Centro, Salinas de Hidalgo, S.L.P. CP 78620. <sup>2</sup>Campus Puebla, Boulevard Forjadores de Puebla 205, Santiago Momoxpan, San Pedro, Cholula, Puebla, C.P. 72760. <sup>3</sup>Pronatura, Península de Yucatán. Calle 32 #269 x 47 y 47- A. Col. Pinzón II. CP. 97205. Mérida, Yucatán.

\*Autor de correspondencia: [octaviocrr@colpos.mx](mailto:octaviocrr@colpos.mx)

### ABSTRACT

**Objective:** to determine the population status of land mammals in two natural protected areas of the Sierra Madre Oriental Ecological Corridor in San Luis Potosí, Mexico.

**Design/methodology/approach:** the field work was carried out in two sampling periods (from August 2014 to January 2015 and from August 2015 to February 2016) in which two non-invasive techniques were used (photo-traps and tracks identification). The Relative Abundance Index was obtained for each technique. The Mann-Whitney U nonparametric test was performed.

**Results:** the most abundant species via photo-trapping were *Sylvilagus floridanus* and *Sciurus aureogaster*, and with tracks were *Odocoileus virginianus* and *Mazama temama* in the RBSAT and RFX, respectively. There were significant differences in the abundance of species between sites, being lower in the RBSAT by photo-trapping and higher by tracks. Twenty species were recorded by photo-trapping and 17 by tracks.

**Limitations on study/implications:** the results of this study can be used in natural protected areas and their influence areas, however, the methodology can be applicable elsewhere.

**Findings/conclusions:** based on the information generated, it is suggested that carnivore abundance decreases southward, and that RFX eventually could not sustain a carnivore population in the long term. Species listed in some risk category were found in both areas, so these areas must be conserved to avoid the disappearance of these wildlife species.

**Keywords:** corridor, photo-trapping, relative abundance, tracks, Tanchipa, Xilitla.

### RESUMEN

**Objetivo:** determinar el estado poblacional de los mamíferos terrestres en dos áreas naturales protegidas del Corredor Ecológico de la Sierra Madre Oriental en San Luis Potosí, México.

**Diseño/metodología/aproximación:** el estudio de campo se realizó en dos temporadas de muestreo (agosto de 2014 a enero de 2015 y de agosto 2015 a febrero 2016) en las que se utilizaron dos técnicas no invasivas (foto trampas e identificación de rastros). Se obtuvo el Índice de Abundancia Relativa para cada método. Se realizó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney.

**Agroproductividad:** Vol. 13, Núm. 6, junio. 2020. pp: 65-69.

**Recibido:** diciembre, 2019. **Aceptado:** mayo, 2020.

**Resultados:** las especies más abundantes vía foto trampeo fueron *Sylvilagus floridanus* y *Sciurus aureogaster* y con rastros *Odocoileus virginianus* y *Mazama temama* en la RBSAT y la RFX, respectivamente. Hubo diferencias significativas en la abundancia de especies entre sitios, siendo menor en la RBSAT por foto trampeo y mayor por rastros. Se registraron 20 especies por foto trampeo y 17 con rastros.

**Limitaciones del estudio/implicaciones:** los resultados de este estudio pueden usarse en áreas naturales protegidas y sus áreas de influencia, así como en otros lugares.

**Hallazgos/conclusiones:** con base a la información generada se 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. En ambas áreas se encontraron especies listadas en alguna categoría de riesgo, por lo que estas áreas deben ser conservadas para evitar su desaparición.

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

ca parte de los estados de San Luis Potosí, Querétaro, Hidalgo, Puebla y Veracruz e incluye 14 áreas naturales protegidas (ANP) (Peña del Valle, 2013). Dichas ANP son "pedras de paso" fundamentales para la conectividad de las poblaciones de felinos grandes 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. Por ello, en el presente trabajo se determinó el estado poblacional de los mamíferos terrestres en dos áreas naturales protegidas, resaltando su importancia, en el Corredor Ecológico de la Sierra Madre Oriental en San Luis Potosí, México.

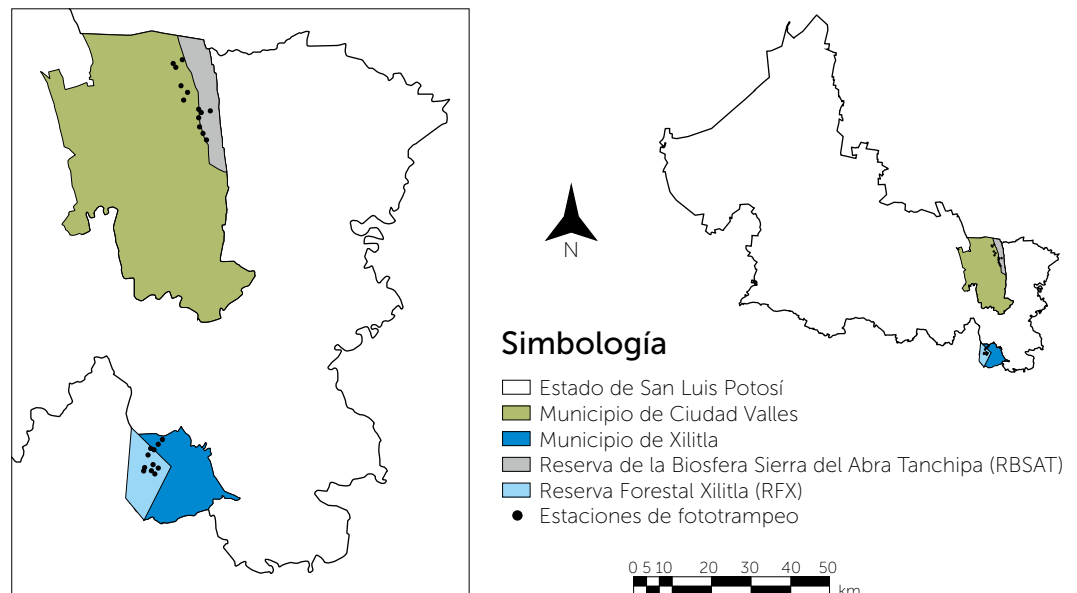
## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en dos áreas naturales protegidas de la Huasteca Potosina. Los muestreos se realizaron durante dos temporadas; la primera fue de agosto de 2014 a enero de 2015 y la segunda de agosto de 2015 a febrero de 2016. En cada sitio se instalaron de siete a trece estaciones de foto trampeo (Figura 1), y para registrar la

## INTRODUCCIÓN

La Sierra Madre Oriental (SMO) es una de las provincias biogeográficas con mayor diversidad biológica de México (Luna *et al.*, 2004). En esta región habitan los dos felinos más grandes (jaguar, *Panthera onca*, y puma, *Puma concolor*) que se distribuyen en el continente americano. Sin embargo, gran parte de los ecosistemas de la SMO se encuentran fragmentados y amenazados por actividades antropogénicas. Estas condiciones de hábitat pueden provocar que las poblaciones de fauna locales queden aisladas, afectando su variabilidad genética, la capacidad de adaptación, sobrevivencia y reproducción (Henle *et al.*, 2004).

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 conectan dos o más regiones naturales, permitiendo el traslado y dispersión de ejemplares de fauna silvestre (Álvarez-Icaza y Muñoz-Piña, 2008). El CESMO abar-



**Figura 1.** Localización de la Reserva de la Biosfera Sierra del Abra Tanchipa (RBSAT) y Reserva Forestal Xilitla (RFX), San Luis Potosí, México. Los puntos negros representan estaciones de foto trampeo.

presencia de mamíferos medianos y grandes se utilizó un sistema de transectos lineales.

**Foto trampeo.** El registro de individuos se realizó con cámaras equipadas con sensores de calor y movimiento marca Stealth cam, Bushnell modelo Delta 8 (Gran Praire, TX, USA) con resolución de 8.0 mega píxeles y Cuddeback Attack 12 megapíxeles (De Pere, WI, USA). Las cámaras trampa se instalaron en sitios con rastros de mamíferos silvestres (huellas, excretas, rascaderos) y a una distancia entre ellas de al menos 3.0 km para no dejar espacios entre el ámbito hogareño de la especie de mayor tamaño en las dos zonas (jaguar 28 km<sup>2</sup>, Núñez et al., 2002). El análisis realizado fue el índice de abundancia relativa se obtuvo con los registros de las fototampas. Del total de fotografías, se seleccionaron los eventos independientes, para evitar la sobreestimación; según Botello et al. (2008).

El Índice de abundancia relativa para fototrampeo (IAR<sub>Ft</sub>) 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.

**Búsqueda e identificación de rastros.** De manera simultánea se realizó el registro de mamíferos mediante la observación de rastros (huellas, excretas, echaderos, rascaderos). Para ello, se utilizaron los transectos recorridos para la colocación de las fotos trampa y otros senderos; 12 transectos en la RBSAT y 10 en la RFX. Los rastros por especie se identificaron de acuerdo con Aranda (2012). Para su análisis se determinó el índice de abundancia relativa de los mamíferos registrados mediante rastros utilizando la relación de número de rastros encontrados y la distancia recorrida (km) por sitio (Aranda, 2000) con la siguiente ecuación:

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

Para determinar si existieron diferencias significativas en la abundancia de mamíferos entre las dos áreas de estudio, se realizó la prueba no paramétrica U de Mann-

Whitney con los valores de IAR<sub>Ft</sub> y de IAR<sub>Ra</sub> de todas las especies registradas (Cortés-Marcial y Briones-Salas, 2014). Se utilizó el software estadístico SAS, 2014, con una p=0.05.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

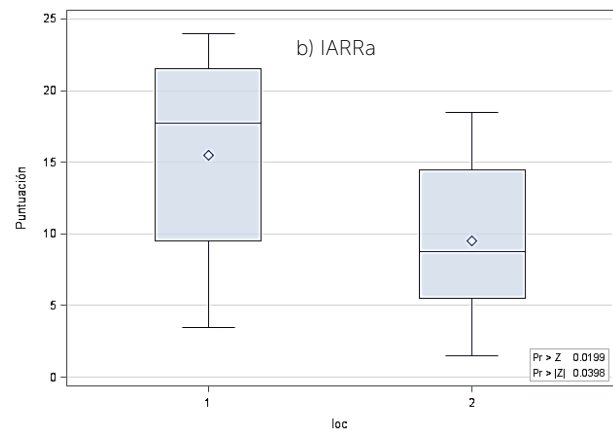
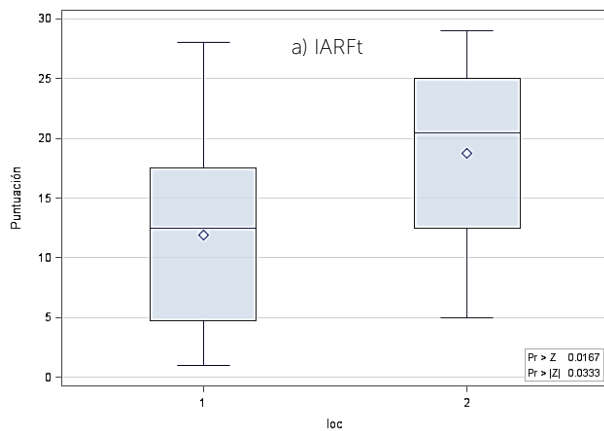
Se obtuvieron 3830 fotografías de especies de fauna, de las cuales 611 fueron independientes, el esfuerzo total de muestreo fue de 4178 noches-trampa. Durante las dos temporadas se obtuvo una riqueza específica de 20 especies de mamíferos medianos y grandes. Las especies registradas fueron: coyote (*Canis latrans*), zorrillo (*Conepatus leuconotus*), tuza real (*C. paca*), armadillo (*D. novemcinctus*), tlacuache (*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. yagouaroundi*), pecarí de collar (*P. tajacu*), mapache (*P. lotor*), ardilla gris (*Sciurus aureogaster*), conejo castellano (*Sylvilagus floridanus*) y zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*). Destacó la presencia de *Canis lupus familiaris*.

De todas las especies registradas en ambos sitios, cinco se encuentran catalogadas en la NOM-059-SE-MARNAT-2010 bajo alguna categoría de riesgo; *P. yagouaroundi* (amenazada, A) y *L. wiedii*, *L. pardalis*, *P. onca* y *Eira barbara* (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.

Con los rastros totales (n=160) y recorrido total de 60.5 y 47.0 km para la RBSAT y la RFX, respectivamente, se obtuvo una riqueza específica total de 17 especies. En la RBSAT la especie más común encontrada con esta técnica fue *O. virginianus* y *N. narica*. Por otro lado, en la RFX las especies más comunes fueron *S. aureogaster* y *M. temama*.

Con la prueba de U Mann-Whitney se encontraron diferencias significativas entre la abundancia de las especies por área de estudio, con una abundancia mayor en la RBSAT por fototrampeo ( $\chi^2=4.62$ , df: 1, P=0.031) y menor por rastros ( $\chi^2=4.35$ , df: 1, P=0.037) (Figura 2).

La combinación de técnicas de muestreo, como el fototrampeo y la búsqueda de rastros, proporcionan mayor



**Figuras 2.** Comparación de los valores del índice de abundancia relativa por fototrampeo (a) y por rastros (b) entre la RBSAT (loc1) y la RFX (loc2).

certeza en los resultados. En este caso, el 100% de las especies encontradas (n=20) se registraron con la técnica de fototrampeo, mientras que con la búsqueda de rastros se registraron sólo 17. La no detección de tres especies mediante rastros pudo estar influida por el tipo de sustrato (suelo cubierto por hojarasca o roca), lo que evitó la impresión de huellas (Aranda, 2012).

En este estudio, la abundancia de las especies con ambas técnicas fue diferente. El fototrampeo es una técnica ampliamente utilizada para la estimación de IAR (Gerber *et al.*, 2010); sin embargo, su utilización correcta depende de una buena selección de los sitios de muestreo y del funcionamiento correcto de los equipos. Por otro lado, los rastros permiten detectar especies que pudieran no ser fotografiadas (Hernández-SaintMartín *et al.*, 2015), como los de hábito arborícola. Esto remarca la importancia de la combinación de técnicas para el registro de especies de fauna y de la estimación de su abundancia.

Con los resultados obtenidos se demuestra que la estimación de la abundancia de mamíferos con base en las fotocapturas fue mayor en la RFX que en la RBSAT; sin embargo, esta información debe ser tomada con reserva considerando que la especie más abundante en la RFX fue *Sciurus aureogaster*, la cual tiene un ámbito hogareño muy reducido y por ende su abundancia podría estar sobreestimada.

La riqueza de mamíferos incluyó a cinco de las seis especies de felinos silvestres de México, esto demuestra que la RBSAT y 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 ocelote, fue mayor. Es muy probable que la presencia y abundancia de estos felinos

dependa de la presencia y cantidades adecuadas de sus presas (Villordo-Galván *et al.*, 2010; Martínez-Hernández *et al.*, 2014).

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), y 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 contener una base de presas menor. Esta diferencia entre zonas puede obedecer a que la densidad poblacional de estos felinos silvestres depende de la productividad primaria dentro de un gradiente latitudinal (Gutiérrez-González *et al.*, 2012), por lo que la localización geográfica diferente de RBSAT y RFX, pudiera tener un efecto en el tamaño poblacional de estas especies.

Es importante mencionar que en 2010 la RFX sufrió un incendio lo que pudo mermar las poblaciones de fauna o en el mejor de los casos, provocaron su emigración a otras áreas utilizando corredores ecológicos adenaños a las ANP. Asimismo, la RFX sufre de un proceso de cambio acelerado en el uso de la tierra (Villordo-Galván *et al.*, 2010) y sólo los sitios más altos y escarpados mantienen una buena cobertura vegetal. La fragmentación afecta la presencia y abundancia de las presas para jaguares y pumas en San Luis Potosí (Villordo-Galván *et al.*, 2010), por lo que preocupa que las condiciones actuales de la RFX sean una amenaza para el mantenimiento de una población de felinos.

Por el contrario, la RBSAT es estratégica para la conservación de los mamíferos silvestres del CESMO.



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 más protegidas.

Con base a la información derivada de esta investigación, se puede decir que los mamíferos en la RBSAT son más abundantes en comparación con RFX. Posiblemente la transformación de origen antrópico (cambio de uso de la tierra, carreteras, cacería ilegal, entre otras) en el sur de San Luis Potosí (Villordo-Galván et al., 2010), impactan 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).

## CONCLUSIONES

La RFX presentó los mayores índices de abundancia relativa, la baja presencia de especies indicadoras, como jaguar y puma, apunta a que esta ANP enfrenta procesos de fragmentación del hábitat. En la RBSAT y en 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. Se registró la presencia de cinco de seis especies de felinos que se distribuyen en México, destacando la presencia de *P. onca*, la cual fue más abundante en la RBSAT. Se resalta la importancia de las áreas naturales protegidas para la conservación de las especies de fauna silvestre amenazadas. El conocer la preferencia de hábitat por las especies registradas en este estudio, será fundamental para el diseño de estrategias de manejo y conservación de especies presentes en las dos áreas naturales protegidas, que son fundamentales para la conservación a largo plazo de los mamíferos terrestres en el CESMO.

## LITERATURA CITADA

- Álvarez Icaza, P., & Muñoz Piña, C. (2008). Instrumentos territoriales y económicos que favorecen la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad. *Capital natural de México*, 3, 229-258. CONABIO, México.
- Aranda, M. (2000). Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. CONABIO, México. (No. C/599 A7).
- Aranda S., J. M. (2012). Manual para el rastreo de mamíferos silvestres en México. CONABIO, México. (No. 599 A7).
- Benítez-Alemán, H. E. (2014). Identificación molecular de heces y análisis de hábitos alimenticios de carnívoros en la reserva de la biosfera Sierra del Abra Tanchipa, San Luis Potosí, México. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Texcoco, México.
- Botello, F., Sánchez-Cordero, V., & Gonzalez, G. (2008). Diversidad de carnívoros en Santa Catarina Ixtepeji, Sierra Madre de Oaxaca, México. *Avances en el estudio de los mamíferos de México. Publicaciones especiales*, 2, 335-354.
- Cortés-Marcial, M., & Briones-Salas, M. (2014). Diversidad, abundancia relativa y patrones de actividad de mamíferos medianos y grandes en una selva seca del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. *Revista de Biología Tropical*, 62(4), 1433-1448.
- Dueñas-López, G., Rosas-Rosas, O. C., Chapa-Vargas, L., Bender, L. C., Tarango-Arámbula, L. A., Martínez-Montoya, J. F., & Alcántara-Carbajal J. L. (2015). Connectivity among jaguar populations in the Sierra Madre Oriental, México. *Therya*, 6(2), 449-467.
- García-Marmolejo, G., Chapa-Vargas, L., Huber-Sannwald, E., Weber, M., Rosas-Rosas, O. C., & Martínez-Calderas, J. (2013). Potential distributional patterns of three wild ungulate species in a fragmented tropical region of northeastern Mexico. *Tropical Conservation Science*, 6(4), 539-557.
- Gerber, B., Karpanty, S. M., Crawford, C., Kotschwar, M., & Randrianantenaina, J. (2010). An assessment of carnivore relative abundance and density in the eastern rainforests of Madagascar using remotely-triggered camera traps. *Oryx*, 44(2), 219-222.
- Gutiérrez-González, C. E., Gómez-Ramírez, M. Á., & López-González, C. A. (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(3), 431-437.
- Henle, K., Davies, K. F., Kleyer, M., Margules, C., & Settele, J. (2004). Predictors of species sensitivity to fragmentation. *Biodiversity & Conservation*, 13(1), 207-251.
- Hernández-SaintMartín, A. D., Rosas-Rosas, O. C., Palacio-Núñez, J., Tarango-Arambula, L. A., Clemente-Sánchez, F. & Hoogesteijn, A. L. (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.
- Luna, I., Morrone, J. J., & Espinosa, D. (eds.). (2004). La biodiversidad de la Sierra Madre Oriental (No. Sirsi) i9789703215263. *Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM*, 527p.
- Lyra-Jorge, M. C., Ciocheti, G., Pivello, V. R., & Meirelles, S. T. (2008). Comparing methods for sampling large-and medium-sized mammals: camera traps and track plots. *European Journal of Wildlife Research*, 54(4), 739.
- Macdonald, D. W., Loveridge, A. J., & Nowell, K. (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.
- Martínez-Hernández, A., Rosas-Rosas, O. C., Clemente-Sánchez, F., Tarango-Arámbula, L. A., Palacio-Núñez, J., Bender, L. C., & Herrera-Haro, J. G. (2014). Density of threatened ocelot *Leopardus pardalis* in the Sierra Abra-Tanchipa Biosphere Reserve, San Luis Potosí, México. *Oryx*, 49(04), 619-625.
- Núñez, R., Miller, B., & Lindzey, F. (2002). Ecología del jaguar en la reserva de la biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco, México (p107-126). En: *El jaguar en el nuevo milenio*, Fondo de Cultura Económica-UNAM-Wildlife Conservation Society. México.
- Peña Del Valle, I., A. E. (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.
- Villordo-Galván J. A., Rosas-Rosas, O. C., Clemente-Sánchez, F., Martínez-Montoya, J. F., Tarango-Arámbula, L. A., Mendoza-Martínez, G., Sánchez-Hermosillo, M. D., & Bender, L. C. (2010). The jaguar (*Panthera onca*) in San Luis Potosí, México. *The Southwestern Naturalist*, 55, 394-402.