



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**Distribución y diversidad de los mamíferos medianos  
y grandes en el municipio de Rayón, San Luis Potosí**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**B I O L O G O**

**P R E S E N T A:**

**Antonio Iván Manuell Nava**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**Dra. Livia León Paniagua**

**2013**





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## RESUMEN

Este trabajo se enfocó en actualizar la información sobre la presencia o ausencia las especies de mamíferos de talla mediana y mayor en una región del límite oeste de la Huasteca Potosina, específicamente en el municipio de Rayón, mediante el uso de técnicas y métodos de muestreo tanto tradicionales como modernos como estaciones olfativas, trampas Tomahawk, registro de rastros y colecta de excretas y el uso de trampas cámara. El trabajo de campo se realizó en el periodo de Febrero 2011 a Julio 2012, donde se obtuvieron un total de 219 registros de 16 especies diferentes, destacando *Panthera onca*, *Leopardus wiedii* y *Sciurus oculatus* que se encuentran en alguna de las categorías de riesgo. Se obtuvieron 219 registros distribuidos en 3 localidades principalmente, las cuales fueron analizadas con un índice de similitud que demostró una gran homogeneidad entre las mismas. Mediante un análisis altitudinal se determinó que existe una mayor riqueza de especies de los 800 a los 1400 m y un análisis considerando los diferentes tipos de vegetación reveló que el bosque tropical perennifolio es el que cuenta con una mayor variedad de especies.

El muestreo está lejos de registrar el total de especies que supuestamente habitan en el estado de San Luis Potosí, por lo que sería necesario continuar con el muestreo para aumentar la cantidad de especies registradas de mamíferos medianos y grandes.

Palabras clave: distribución, diversidad, abundancia, San Luis Potosí, trampas cámara, mamíferos medianos y grandes.

## ABSTRACT

This work focused on updating information on the presence or absence of species of medium-sized and large mammals in a region of the western boundary of the Huasteca Potosina, specifically in the region of Rayon, using sampling techniques and methods of both traditional and modern such as scent stations, Tomahawk traps, record tracks and excreta collection and use of camera traps. Fieldwork was conducted in the period from February 2011 to July 2012, obtaining a total of 219 records of 16 different species, highlighting *Panthera onca*, *Leopardus wiedii*, and *Sciurus oculatus* found threatened or in one of the categories of risk. 219 records were obtained in 3 main localities, which were analyzed with a similarity index that showed a great homogeneity between them. By analyzing the altitude patterns, it was determined that there is a higher species richness in the range of 800 to 1400 m and an analysis considering the different types of vegetation found that the tropical rain forest is the one with a greater variety of species.

The sampling record is far from the total of species that supposedly inhabit the state of San Luis Potosi, so it would be necessary to continue the field work to increase the number of recorded species of medium-sized and large mammals.

Keywords: distribution, diversity, abundance, San Luis Potosi, camera traps, medium-sized and large mammals.

## INTRODUCCIÓN

El estado de San Luis Potosí alberga un total de 154 especies de mamíferos (Martínez de la Vega 1995) pero el último y tal vez único trabajo realizado para describir la mastofauna del estado a detalle es el realizado por Dalquest en 1953. Esta suma representa un 29.33% del total de especies de mamíferos del país, por lo que este porcentaje hace al estado un excelente representante de la mastofauna mexicana.

El estado consta de dos regiones principales, la Neártica y la Neotropical, a su vez la Neotropical se divide en Neotropical alta, que son las altas montañas de la Sierra Madre Oriental, y la Neotropical baja, la cual comprende la planicie costal del golfo extendiéndose hacia el este hasta los límites del estado con Veracruz (Dalquest, 1953).

Los mamíferos silvestres son generalmente nocturnos y de hábitos sigilosos, por lo que es difícil observarlos o estudiarlos directamente. Sin embargo, la actividad nocturna de los mamíferos puede quedar impresa en los caminos y veredas, ya sea en forma de huellas, excrementos o rascaderos, de manera que un recorrido por esos lugares puede proporcionar información sobre los mamíferos que ahí habitan (Aranda *et al.*, 1980).

Se han descrito una serie de técnicas de estudio, en unos casos basadas en observaciones directas de los individuos en el medio (Ej.: transectos nocturnos, foto-trampeo), y en otros casos, como se mencionó

anteriormente basadas en los rastros dejados por las diferentes especies (Ej.: huellas, excrementos, madrigueras, etc.) (Torre *et al.*, 2003). Las técnicas directas e indirectas presentan ventajas e inconvenientes, siendo necesario combinarlas en muchas ocasiones para obtener un reflejo más aproximado de la composición de las comunidades (Gil-Sánchez *et al.* 2001).

El trampeo fotográfico es una técnica no invasiva que permite obtener información simultánea sobre la mayoría de especies que componen una comunidad de carnívoros (Naves *et al.* 1996, Raspall *et al.* 1996). Las trampas cámara es la herramienta más nueva para investigadores que examinan la conducta animal y los patrones de actividad, también se han convertido en herramientas populares para evaluar la ocupación del hábitat y su uso, esto está generalmente calculado comparando abundancia relativa de especies en estudio a través de hábitats basados en las frecuencias fotográficas de captura (O'Connell *et al.* 2011). Las cámaras trampa pueden funcionar por periodos de tiempo prolongados en sitios remotos, esto las hace especialmente útiles como una herramienta de muestreo. Pueden estar activas durante las 24 horas del día, lo que permite que la misma técnica pueda ser útil para el muestreo diurno y nocturno. Por último, proveen un registro inequívoco de las especies, registran la fecha y el tiempo de detección, lo cual puede especialmente ser útil para estimar riqueza de especies en un sitio en particular, sobre todo cuando otras formas de muestreo se encuentran limitadas o poco favorecidas (O'Connell *et al.* 2011).

Uno de los problemas ambientales que han suscitado mayor interés

mundial en esta década es la pérdida de biodiversidad como consecuencia de las actividades humanas, ya sea de manera directa (sobreexplotación) o indirecta (alteración del hábitat) (Moreno, 2001). En México se han extinguido en los últimos dos siglos por lo menos 43 especies de vertebrados, de las cuales 15 son mamíferos (Ehrlich y Ceballos, 1997). La cacería y la pérdida del hábitat representan un impacto antropogénico de creciente intensidad, esto nos sugiere que la defaunación es diferencial: Los mamíferos medianos y grandes son los más afectados, mientras que los pequeños roedores son poco afectados e incluso algunas especies son favorecidas (Dirzo *et al.*, 2007). Estas extinciones han dejado una huella profunda en los ecosistemas de nuestro país. Las probabilidades de sobrevivencia a largo plazo de muchas de esas especies son muy bajas si no se instrumentan medidas efectivas para su conservación y manejo (Ceballos y Oliva, 2005). Por lo que es necesario realizar inventarios faunísticos que describan la cantidad de especies endémicas para su correcta conservación.

## ANTECEDENTES

El estudio de los mamíferos en el estado de San Luis Potosí existe desde mediados del siglo XX con los trabajos de Dalquest (1953) y un poco más tarde el de Hall (1981). Debido a esto, la diversidad y riqueza de mamíferos registrados para el estado ha sido modificada continuamente; Dalquest (1953) reporta 141 y Martínez de la Vega (1995) sugiere 154. Esta cifra se ha modificado a lo largo del tiempo debido a la acumulación de nuevos registros generados por nuevos trabajos de campo, además de los constantes cambios taxonómicos de algunas de las especies registradas para el estado.

Aunque existen relativamente pocos trabajos que consideran a los mamíferos medianos y grandes, la mayoría hacen un mayor énfasis en los roedores o en los murciélagos como los trabajos posteriores a 1953 de Dalquest o el trabajo de García-Morales y Gordillo-Chávez (2011), o tratan con especies o grupos específicos como es el caso de Mellink (1991, 1995), Mellink y Valenzuela (1995) y Martínez-Calderas *et al.* (2012). Otros trabajos relevantes a cerca de mamíferos en el estado de San Luis Potosí son el de Mellink *et al.* (1986) y los de Martínez de la Vega (1995, 1999).

A pesar de la existencia de estudios que involucran al estado de San Luis Potosí, aún existen enormes áreas vacías de conocimiento sobre la distribución de los mamíferos en este estado. No existen estudios que nos arrojen información actual de las diferentes especies pertenecientes a este grupo. Además, son escasos los estudios que incluyen a la vertiente poniente

de la Huasteca Potosina, la mayoría se enfocan más en la vertiente oriente o al correspondiente municipio de Tamasopo, además de limitar su estudio al análisis de una sola especie (*Panthera onca*) y sus presas, como es el caso de Ávila-Nájera (2009) y Villordo-Galván (2009).

En cuanto a la distribución de las especies, los mamíferos terrestres presentan en promedio una distribución amplia, alrededor del 25% de la superficie del país la mayoría de las especies, aunque existe enorme variación entre especies como el puma (*Puma concolor*) que habitan en todo el país y especies como el ratón *Microtus pennsylvanicus* que habita en un área menor de 100 hectáreas (Ceballos *et al.*, 2005). La mayoría (66%) de las especies terrestres son de tamaño pequeño (hasta 100 gr.), con un intervalo de variación de 3 o 4 gramos en algunos murciélagos y musarañas, hasta 450 Kg. en el bisonte (*Bison bison*) (Ceballos y Oliva 2005). La distribución de los tamaños corporales de los mamíferos terrestres de México muestra una gran variación a diferentes escalas geográficas (Arita y Figueroa, 1999). Alrededor del 27% de las especies, representadas por marsupiales, primates, carnívoros, xenartros, roedores y lagomorfos, presentan tamaños intermedios, de entre 101 g y 10 Kg. Sólo el 7% de las especies de carnívoros, perisodáctilos y artiodáctilos, son de tamaño grande (> 10 Kg) (Ceballos y Oliva 2005). Tomando en cuenta que 40 especies de los mamíferos de San Luis Potosí (24.84%) pueden ser consideradas como mamíferos medianos o grandes (medianos: >101 g y <10Kg, grandes: >10 Kg.) (*Panthera onca*, *Urocyon cinereoargenteus*, *Odocoileus virginianus*, *Spilogale gracilis*, por mencionar algunos), doce de ellas (30%) se encuentran

en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana (NOM\_059\_SEMARNAT\_2010), una extinta (*Canis lupus*), siete en peligro de extinción (*Antilocapra americana*, *Leopardus pardalis*, *Leopardus wiedii*, *Panthera onca*, *Eira barbara*, *Ursus americanus* y *Tamandua mexicana*), tres amenazadas (*Herpailurus yagouaroundi*, *Galictis vittata* y *Taxidea taxus*) y una sujeta a protección especial (*Sciurus oculatus*).

Los mamíferos medianos y grandes generalmente son de hábitos nocturnos, lo cual complica su observación y registro. Debido a esto tradicionalmente se utilizan métodos indirectos para su estudio, esto mediante huellas y excretas. Los rastros más comunes que se encuentran son huellas, excrementos, marcas en troncos, rascaderos, madrigueras, echaderos de descanso, partes de cuerpos (presa o evidencia de restos dejados por el depredador), y olores (Arévalo 2001). Otro método de muestreo son las trampas tipo Tomahawk, las cuales nos permiten registrar de forma directa algunas otras especies, ya que algunas especies son demasiado grandes para el tamaño de las trampas. Este tipo de trampas son muy pesadas, lo que limita su uso para generar registros con un tamaño de muestra mayor.

En las últimas décadas se han desarrollado nuevas herramientas y técnicas para el registro y monitoreo de mamíferos terrestres medianos y grandes, como el uso de trampas cámara, que son cámaras equipadas con un sensor infrarrojo que activa la cámara automáticamente al paso de cualquier evento que se encuentre dentro del rango de detección (Kelly 2008

y O'Brien, 2008). Una de las primeras apariciones de las trampas cámara es el trabajo desarrollado por Carey (1926) donde las cámaras trabajaban con un gatillo mecánico conectado a un cable que era activado principalmente por mamíferos o aves. Para las fotografías nocturnas se utilizaba una linterna constantemente iluminando la escena o polvo de magnesio de lenta combustión. Las trampas cámara han estado disponibles desde principios de siglo (XX), pero solo con la llegada de los formatos digitales y la subsecuente reducción de costos es que su utilización ha sido más extensa en la realización de inventarios de vida silvestre y para la investigación ecológica (Lyman 2002).

La gran ventaja de las trampas cámara comparando con otros métodos de muestreo como la observación directa, capturas, o la búsqueda de evidencias indirectas, es que pueden registrar datos muy precisos sin que el animal sea capturado o que el investigador esté presente (O'Connell *et al.* 2011). Las trampas cámara son ideales para la detección e identificación de especies terrestres con hábitos sigilosos, son útiles en la estimación de riqueza, diversidad, abundancia relativa, densidad y también en estudios de patrones de actividad (Tolber *et al.* 2008). En los últimos años, el uso de las trampas cámaras en el estudio de animales silvestres innegablemente ha mejorado nuestra comprensión de sus relaciones ecológicas y más recientemente, la dinámica demográfica. (O'Connell *et al.* 2011). Estos avances han permitido a los practicantes usar trampas cámaras más eficazmente y muestrear una colección variada de especies bajo diferentes condiciones medioambientales (O'Connell *et al.* 2011).

Poco a poco la utilización de las trampas cámara para evaluar la distribución de mamíferos medianos y grandes o para evaluar datos ecológicos de las especies se ha popularizado. Como es el caso de los trabajos de Botello (2004 y 2006), donde se utilizan las trampas cámara para determinar la diversidad de carnívoros en una zona de Oaxaca, y evalúa la actividad y hábitos alimenticios de 17 especies de mamíferos. Zarco-González (2007) que determina distribución y abundancia de mamíferos medianos y grandes con el uso de trampas cámara y registra 22 especies en la sierra de Nanchititla. Estado de México. Charre (2009) utiliza las trampas cámara, entre otros métodos, para determinar la distribución y la diversidad de 22 especies de mamíferos medianos y grandes en Arteaga, Michoacán, datos que le permitieron realizar modelos predictivos de la distribución de las especies. Un último ejemplo es el de Ávila-Najera (2009), donde se utilizaron estaciones dobles de cámaras trampa para averiguar la abundancia del jaguar en el extremo norte del municipio de Tamasopo, San Luis Potosí.

Los registros de las especies en cualquier trabajo normalmente tienen la finalidad de conocer la distribución de las especies con un mayor detalle además de conocer su situación poblacional actual. Aún en el supuesto de que conociéramos la distribución de cada una de las especies, el diseño adecuado de una red de reservas debería basarse en múltiples criterios. Debería considerarse, no sólo la cantidad de especies, sino su posición relativa en el árbol de la vida (su genealogía), su rareza, su endemidad o su interés ecológico (Moreno, 2001).

Ante la gran problemática de la conservación de los mamíferos medianos y grandes de nuestro país, es necesario seguir generando registros de distribución de las especie. En el estado de San Luis Potosí es esencial incrementar los estudios sistemáticos con la ayuda de trampas cámara para potencializar los resultados del esfuerzo de muestreo, ésto para actualizar las bases de datos y delimitar de forma real la distribución o la presencia o ausencia de las especies en el estado, enfatizando en las especies que se encuentran bajo alguna categoría de riesgo según las autoridades mexicanas.

## **OBJETIVO GENERAL**

- Conocer la riqueza, abundancia relativa y actualizar los registros de las especies de los mamíferos medianos y grandes para el Municipio de Rayón, San Luís Potosí.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Analizar la abundancia relativa de los mamíferos medianos y grandes a través de imágenes obtenidas por trampas cámara.
- Analizar la riqueza de las especies a nivel local.
- Determinar los niveles de similitud entre las tres localidades estudiadas exhaustivamente.
- Evaluar las distribuciones de los mamíferos medianos y grandes con respecto a un gradiente altitudinal y a los diferentes tipos de vegetación.

## **HIPÓTESIS**

Tomando en cuenta la situación geográfica de la Huasteca Potosina, desde sus variables climáticas, la complejidad y dimensión de su topografía accidentada, hasta la presencia de ambientes tanto secos como templados y tropicales, la zona aloja poblaciones de la mayoría de las especies de mamíferos medianos y grandes. Estas poblaciones pueden ser registradas combinando diferentes métodos de muestreo tanto tradicionales como

modernos, los cuales evidencian a distintos niveles la presencia o ausencia de las especies.

Analizando la presencia o ausencia de las mismas, relacionando este factor con variables como la altitud, el tipo de vegetación donde se encuentran, podremos inferir su distribución a nivel local y regional.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Área de Estudio**

- **Localización Geográfica**

El municipio de Rayón se localiza al este del estado de San Luis Potosí, en las estribaciones de la vertiente occidental de la Sierra Madre Oriental. Se encuentra situado entre las coordenadas geográficas 21° 51' latitud norte y 99° 39' longitud oeste (INAFED 2012). Colinda al norte con los municipios de Cárdenas, Alaquines y Tamasopo; al este con el municipio de Tamasopo; al sur con los municipios de Santa Catarina, Lagunillas y San Ciro; y al oeste con el municipio de Río Verde. El Municipio cuenta con una extensión de 758.92 Km<sup>2</sup>, lo que representa el 1.25% del territorio estatal, y su distancia a la capital del estado es de 177Km (INEGI 2011).

- **Geología**

El origen de los suelos así como de los sistemas montañosos del municipio de Rayón tienen su origen en el Mesozoico; El Diente y El Jabalí las elevaciones principales con una elevación de 1300 y 1020 msnm respectivamente (INAFED 2012).

- **Hidrología**

El río más importante es el "Río Verde", éste atraviesa el municipio de este a oeste formando en su camino la cascada La Llovizosa de 40 metros de altura. Destacan arroyos de carácter intermitente en épocas de lluvias, tales como Atarjez, El Panteón, El Parian, Los Gamotes, La Manzanilla y el Paisano (INAFED 2012).

- **Clima**

En el municipio de Rayón se consideran 2 grandes tipos de clima: Aw y Cw. Al oriente hay tres tipos de clima: en el sureste cálido subhúmedo; al centro semicálido subhúmedo; y al extremo noreste semicálido húmedo. El clima semiseco o semicálido, predomina en la parte poniente del municipio. Su temperatura media anual es de 22°C y la precipitación pluvial es de 778.9 mm. (INEGI 2011) Los Climas de acuerdo con Köppen son:

Aw: Clima tropical lluvioso con lluvias predominantes en verano.

Cw: Clima templado subhúmedo con lluvias en verano.

- **Vegetación**

La vegetación mantiene un gradiente altitudinal ascendente de Bosque tropical perennifolio, Bosque tropical caducifolio, Bosque de pino-encino, Bosques de encinos y Bosques de pinos y Bosque espinoso en las zonas mas altas (Fig. 1), (Rzedowski, 2006).

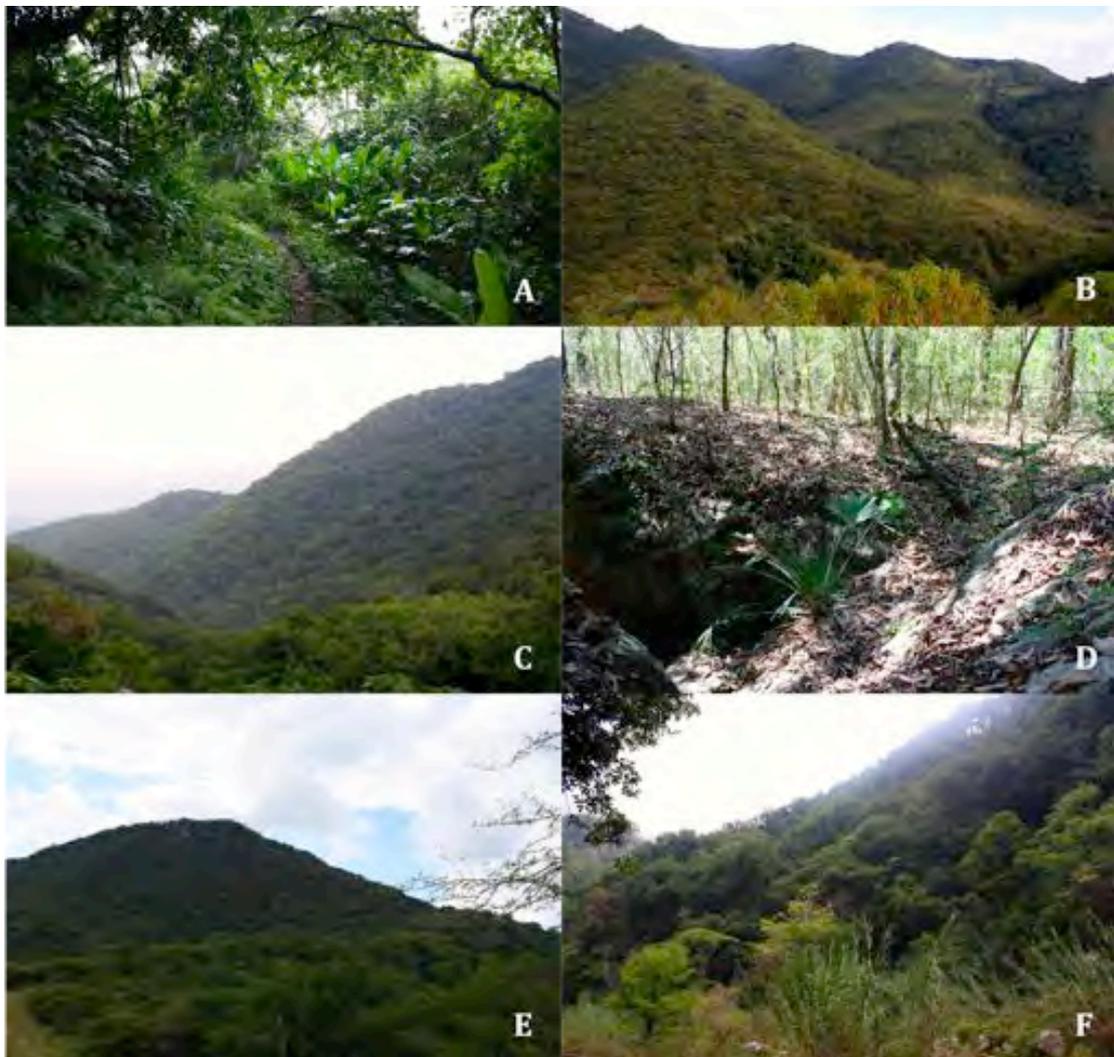


Figura 1. Tipos de vegetación observados en el área de estudio: A) Bosque Tropical Perennifolio, B) Bosque Tropical Caducifolio, C) Bosque de Pino-Encino, D) Bosque de Encino, E) Bosque Espinoso y F) Vegetación Secundaria.

#### • Localidades Estudiadas

Se realizaron dos tipos de intensidad de muestreo en las localidades estudiadas, intensivo y exploratorio. El muestreo intensivo se llevo a cabo en tres localidades (Las Guapas, La Chicharrilla y La Peñita), en el que se realizaron diez salidas a campo, los cuales en total corresponden a 80 días de trabajo de campo entre Febrero del 2011 y Julio del 2012. El muestreo exploratorio se llevo a cabo en 4 localidades y/o sitios adicionales, los cuales fueron visitados un par de ocasiones, esto sirvió para generar una mayor cantidad de registros de distribución para las especies mejorando su



2011 a Diciembre del 2011) se realizó una salida de reconocimiento con una duración de 8 días para determinar las localidades a estudiar intensivamente, y adicionalmente cinco salidas con una duración entre 7 y 11 días en las que se recolectaron registros en cinco localidades (Las Guapas, La Joyita, La Peñita, La Chicharrilla y Los Chorros) donde se realizaron transectos nocturnos exploratorios, colecta de restos orgánicos (cráneos, huesos y pieles), colecta de excretas, reconocimiento de rastros (huellas, rascaderos, madrigueras, etc.), estaciones olfativas y trampas tipo Tomahawk (Fig. 3). Los rastros fueron identificados según Aranda (2000). Considerando los datos se generó una base de datos donde se integró la información taxonómica según Wilson y Reeder (2011) con la información geográfica (coordenadas, altitud y localidad), ecológica (tipo de vegetación), y tipo de registro (huella, excreta, observación directa, cráneo, estación olfativa y/o trampa Tomahawk).



Figura 3. Ejemplos de registros de mamíferos de manera directa e indirecta: A) Excreta de *Puma concolor*, B) Observación directa de *Urocyon cinereoargenteus*, C) Huellas de *Procyon lotor* y D) Ejemplar de *Spilogale gracilis* en trampa Tomahawk.

Se colocaron 6 estaciones olfativas cebadas con fragancia de imitación de “Obsession” de Calvin Klein para hombre para cada localidad estudiada intensivamente solamente durante las salidas de Agosto y Octubre del 2011, esto debido a que el esfuerzo de muestreo era muy alto con respecto a los pocos resultados obtenidos mediante este método. Durante todas las salidas de esta primera fase se colocaron 7 trampas Tomahawk por salida, las cuales fueron cebadas con sardina y la fragancia de imitación de “Obsession” de Calvin Klein para hombre. Adicionalmente se realizaron recorridos nocturnos con el objetivo de obtener información a través de observaciones directas o

mediante evidencias indirectas (huellas, excretas, madrigueras, rascaderos, etc.), así como para recolectar cráneos o ejemplares muertos que ocasionalmente se encontraban durante los recorridos. Estos recorridos nocturnos se realizaron tanto en la mayoría de los senderos de las localidades como dentro de la vegetación del área de estudio.

Durante la segunda fase (Enero a Julio del 2012) se realizaron cuatro salidas con una duración de 7 a 8 días en las que se recolectaron registros en cinco localidades (Las Guapas, El Carpintero, La Peñita, La Chicharrilla y Los Chorros) donde se implementó el uso de trampas cámara y de algunas de las metodologías ya mencionadas (transectos diurnos y nocturnos, colecta de restos orgánicos, cráneos, huesos y pieles, reconocimiento de rastros huellas, rascaderos, madrigueras, etc. y trampas tipo Tomahawk) (Fig. 4), con la finalidad de incrementar el número de registros de las especies.



Figura 4. Ejemplos de registros en la segunda fase: A) *Didelphis virginiana* (Trampa Tomahawk), B) *Urocyon cinereoargenteus* (Trampa Tomahawk), C) *Nasua narica* (Trampa Cámara), D) *Leopardus wiedii* (Trampa Cámara), E) *Panthera onca* (Trampa Cámara) y F) *Odocoileus virginianus* (Trampa Cámara).

Durante esta etapa se redujo el esfuerzo de trampeo de las trampas Tomahawk a 4 trampas por salida, las cuales fueron cebadas con sardina y la fragancia de imitación de “Obsession” de Calvin Klein para hombre, esto para invertir un mayor esfuerzo en la selección de los sitios y en la colocación de las trampas cámara.

Se colocaron 10 trampas cámara (X5IR Digital Scouting Camera de 5 megapíxeles), con una distancia no menor a 500 m entre las cámaras distribuidas estratégicamente dentro de las tres localidades del área de estudio (4 cámaras en Las Guapas, 4 cámaras en La Chicharrilla y 2 cámaras en La Peñita). Una de las diez cámaras solo trabajo de Enero a Abril del 2012 debido a problemas técnicos de la misma ya que dejo de funcionar. Se continuó con los recorridos nocturnos para incrementar el número de registros a través de observaciones directas o mediante evidencias indirectas.

Por último se elaboraron a lo largo de ambas fases entrevistas informales a los habitantes de las localidades.

## **ANÁLISIS DE DATOS**

### **Riqueza de especies a nivel de localidad**

Otra herramienta potencialmente útil en el análisis de la riqueza específica de muestras de diferente tamaño son las funciones de acumulación de especies (Moreno, 2001). Tomando en cuenta los registros durante los diferentes muestreos, se genera una lista de las especies registradas a lo largo del tiempo. Conforme la lista de especies aumenta, la probabilidad de añadir una nueva especie a la lista en cierto intervalo de tiempo disminuye proporcionalmente con el tamaño actual de la lista, hasta que eventualmente alcanza cero. Es un modelo útil cuando hacemos un muestreo de áreas relativamente pequeñas, un grupo bien conocido, o ambos, y eventualmente todas las especies serán registradas (Soberón y Llorente, 1993).

### **Riqueza específica y abundancia relativa**

La base para un análisis objetivo de la biodiversidad y su cambio reside en su correcta evaluación y monitoreo (Moreno, 2001). La riqueza específica ( $S$ ) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies ( $S$ ) obtenido por un censo de la comunidad (Moreno, 2001). La evaluación de la riqueza específica en este estudio se realizó en las tres localidades estudiadas intensivamente (Las Guapas, La Chicharrilla y La Peñita). El número de especies presentes dentro de una muestra dependerá

del esfuerzo de muestreo (Ludwing y Reynolds, 1988). Tomando en cuenta sólo los registros obtenidos con las cámaras trampa se calcularon las abundancias relativas de los mamíferos medianos y grandes siguiendo la fórmula:

$$\text{Abundancia Relativa} = \frac{\text{Foto registros independientes por especie}}{\text{Foto registros independientes totales}} \times (100)$$

Considerando un registro independiente como una o mas fotografías obtenidas de un individuo o un grupo de individuos reconocibles por cada ciclo de 24 horas. En caso de obtenerse varias fotografías en una misma cámara en distintos horarios de la misma especie y no reconocibles como individuos distintos, se consideran como un solo registro independiente (Botello 2004). El índice de abundancia relativa es útil para evaluar cambios o tendencias poblacionales pero no nos permiten inferir el tamaño de las poblaciones silvestres o su densidad (Villalobos 1998).

### **Similitud entre las tres localidades muestreadas**

La diversidad entre hábitats es el grado de reemplazamiento de especies o cambio biótico a través de gradientes ambientales (Whittaker 1972). Las proporciones o diferencias pueden evaluarse con base en índices o coeficientes de similitud, de disimilitud o de distancia entre las muestras a partir de datos cualitativos (presencia-ausencia de especies) o cuantitativos (abundancia proporcional de cada especie medida como número de

individuos, biomasa, densidad, cobertura, etc.) (Magurran 1988 y Wilson y Shmida 1984). En el caso de los índices cualitativos el más usado es el de Jaccard (J), pero una de las desventajas de utilizar este índice es que no responde a diferencias de abundancia entre las localidades, además de dar el mismo peso a especies raras y a abundantes (Clements y Newman 2002). El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies (Moreno, 2001).

$$J = \frac{j}{(a + b - j)}$$

Donde: a = número de especies presentes en el sitio A

b = número de especies presentes en el sitio B

j = número de especies presentes en ambos sitios (A y B)

Es preferible proteger un espacio que posee un número mayor de especies, pero también aquel que contiene más especies raras (raras por tener poblaciones escasas o por tener una distribución geográfica reducida) o aquel otro que posee organismos muy diferentes desde el punto de vista genealógico (Moreno, 2001).

### **Análisis altitudinal y por tipo de vegetación**

Para el análisis altitudinal de los mamíferos medianos y grandes se establecieron intervalos de 200 metros, los cuales van desde los 600 hasta los 1400 msnm. Se considero el número de especies presentes así como el

número de registros de cada una de las especies por intervalo de elevación considerando todos los registros independientemente de el tipo de metodología correspondiente. Adjunto a esto se analizó la distribución de las especies con respecto al tipo de vegetación (Bosque de Pino-Encino, Bosque de Encino, Bosque Tropical Caducifolio, Bosque Tropical Perennifolio, Bosque Espinoso y Vegetación Secundaria ) en donde fueron registrados dentro del área de estudio.

## RESULTADOS

### Riqueza de especies a nivel de localidad

Para las localidades estudiadas de forma intensiva se registraron un total de 16 especies, de las cuales 8 se registraron adicionalmente en 3 localidades estudiadas solo de manera exploratoria. Se observaron claras diferencias entre el número de especies por localidad. La mayor riqueza la obtuvo la localidad de La Chicharrilla con un total de 13 especies, seguida por la localidad de Las Guapas con 12 especies y por último La Peñita con 8 (Fig. 6). Seis especies (*Didelphis virginiana*, *Urocyon cinereoargenteus*, *Sciurus oculatus*, *Dasypus novemcinctus*, *Leopardus wiedii* y *Procyon lotor*) fueron registradas en las tres localidades, mientras que otras cinco fueron registradas solo en una de las localidades, *Spilogale gracilis*, *Pecari tajacu* y *Odocoileus virginianus* en La Chicharrilla y *Mustela frenata* y *Bassariscus astutus* en Las Guapas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Número de registros por especie por localidad.

Especies	Localidades		
	Las Guapas	La Chicharrilla	La Peñita
<i>Didelphis virginiana</i>	4	31	1
<i>Dasypus novemcinctus</i>	1	22	1
<i>Canis latrans</i>	2	0	0
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	8	21	3
<i>Leopardus wiedii</i>	3	2	4
<i>Puma concolor</i>	0	3	1
<i>Panthera onca</i>	23	1	0
<i>Mustela frenata</i>	1	0	0
<i>Conepatus leuconotus</i>	1	1	1
<i>Spilogale gracilis</i>	0	1	0
<i>Bassariscus astutus</i>	1	0	0
<i>Nasua narica</i>	15	7	0
<i>Procyon lotor</i>	5	1	12
<i>Odocoileus virginianus</i>	0	7	0
<i>Pecari tajacu</i>	0	8	0
<i>Sciurus oculatus</i>	23	1	3

Se generó una curva de acumulación de especies para evaluar el esfuerzo de muestreo en campo con respecto al número total de especies registradas. Se combinaron los tipos de registros de todas las metodologías de campo. Se consideraron siete periodos de muestreo (Enero del 2011 a Julio del 2012). En la curva se observa una tendencia ascendente durante el 2011, la cual incrementa abruptamente para los últimos tres periodos correspondientes al 2012, estos últimos son en los periodos en los que se utilizó el método de muestreo de trampas cámara. Debido a lo anterior, no se

observa una asíntota clara en la curva, pero si se observa representado el total de especies registradas durante todo el muestreo (Fig. 5).

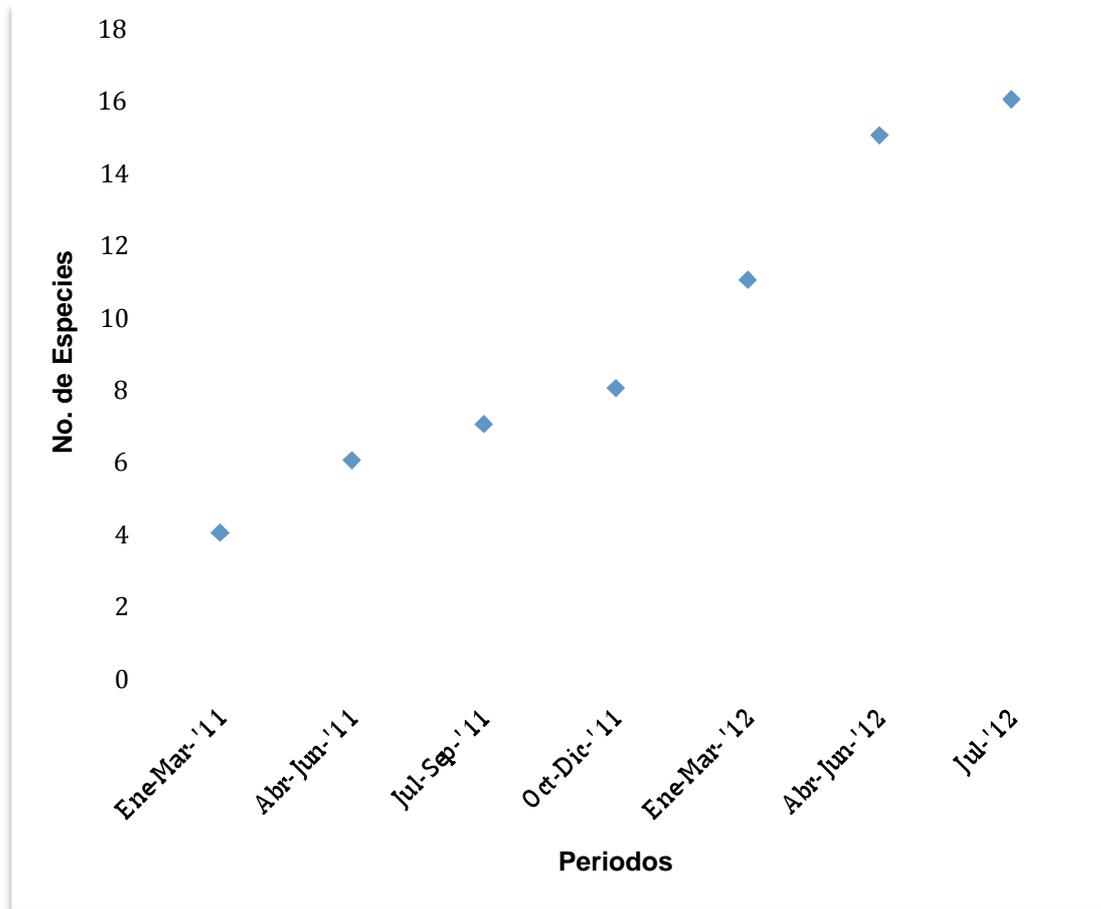


Figura 5. Curva de acumulación de especies (Enero 2011 a Julio 2012).

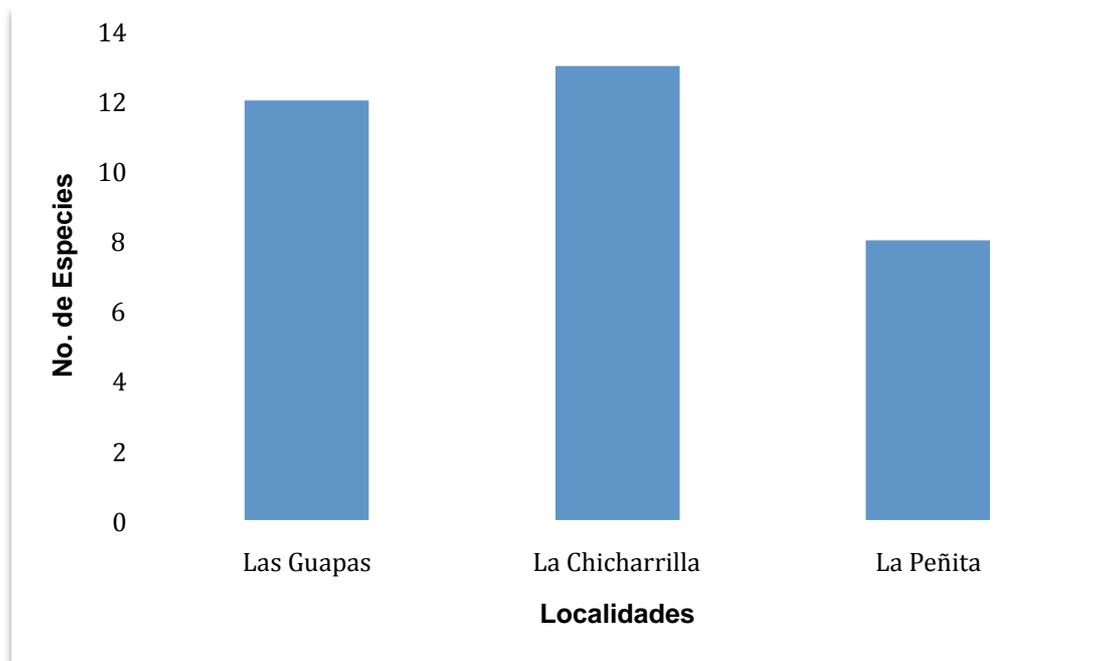


Figura 6. Riqueza de especies en las tres localidades estudiadas.

### **Riqueza específica y abundancia relativa**

Se generaron 219 registros pertenecientes a 16 especies de mamíferos medianos y grandes en el municipio de Rayón, San Luis Potosí (Cuadro 2). El método de muestreo que tuvo el mayor número de registros fueron las trampas cámara (180), seguidas por las observaciones directas (13) y de las trampas Tomahawk (11 registros).

Cuadro 2. Especies registradas, número y método de registro.

Orden	Familia	Especie	No. de Registros	Tipo de Registro*
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	39	OD, TT, TC
Xenarthra	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	24	OD, C, TC
Carnivora	Canidae	<i>Canis latrans</i>	2	OD
		<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	32	E, OD, C, EO, TT, TC
	Felidae	<i>Leopardus wiedii</i>	9	OD, TC
		<i>Puma concolor</i>	4	H, TC
		<i>Panthera onca</i>	24	E, TC
	Mustelidae	<i>Mustela frenata</i>	1	OD
	Mephitinae	<i>Conepatus leuconotus</i>	3	C, TC
		<i>Spilogale gracilis</i>	1	TT
	Procyonidae	<i>Bassariscus astutus</i>	1	H, E
		<i>Nasua narica</i>	22	E, OD, C, TC
<i>Procyon lotor</i>		18	H, C, TC	
Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	7	OD, C, TC
	Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i>	8	H, OD, TC
Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus oculatus</i>	27	OD, TC

\*H=Huella, E=Excreta, OD= Observación Directa, C=Cráneo (Evidencia ósea o de tejido), EO= Estación Olfativa, TT=Trampa Tomahawk y TC=Trampa Cámara.

De los mamíferos identificados en la región, se destaca la obtención de 83 registros de tres especies en alguna categoría de riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010) (Fig. 7): dos especies en peligro de extinción, *Leopardus wiedii* (9 registros) y *Panthera onca* (24 registros), y una especie sujeta a protección especial, *Sciurus oculatus* (27 registros).



Figura 7. Especies en categorías de riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010): a) *Panthera onca*, b) *Leopardus wiedii* y c) *Sciurus oculatus*.

En San Luis Potosí se estima que existen 49 especies de mamíferos medianos y grandes (Dalquest 1953), de los cuales 16 (32.7%) fueron registrados en este estudio. Cabe destacar que existen otras 9 especies con presencia potencial en la región donde se encuentra involucrada el área de estudio que no se registraron (*Philander oposum*, *Canis lupus*, *Herpailurus yagouaroundi*, *Leopardus pardalis*, *Lynx rufus*, *Mephitis macroura*, *Potos flavus*, *Glaucomys volans* y *Cuniculus paca*). La probabilidad de que estas especies se encuentren en la región es alta; en el caso del linco, la martucha o mico de noche y el tepezcuintle, los lugareños aseguran que se les ha visto, pero solo se recolectó información de las posibles localidades donde más recientemente se les ha registrado, pero estos datos no fueron considerados

en los diversos análisis de este estudio.

Con el uso de las trampas cámara se registraron 12 especies (Anexo 2), con un esfuerzo de captura de 1029 noches/trampa, para un total de 635 fotografías y 51 videos tomados, las cuales corresponden a 180 fotoregistros independientes (Cuadro 3). Se analizó la abundancia relativa de las especies registradas con este método. Las especies más abundantes fueron *Didelphis virginiana*, *Urocyon cinereoargenteus* y *Sciurus oculatus*. *Panthera onca* se observó en cuarto lugar. Las especies con menor frecuencia de aparición fueron *Odocoileus virginianus*, *Puma concolor* y *Canepatus leuconotus*.

Cuadro 3. Abundancias relativas de las especies registradas con trampas cámara.

<b>Especies</b>	<b>Fotografías Tomadas</b>	<b>Foto registros Independientes</b>	<b>Abundancia Relativa</b>
<i>Didelphis virginiana</i>	99 (2 videos)	29	16.48%
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	178	27	15.34%
<i>Sciurus oculatus</i>	29 (28 videos)	25	14.20%
<i>Panthera onca</i>	104	23	13.07%
<i>Dasybus novemcinctus</i>	61	21	11.93%
<i>Nasua narica</i>	28 (19 videos)	17	9.66%
<i>Procyon lotor</i>	74	16	9.09%
<i>Leopardus wiedii</i>	23	8	4.55%
<i>Pecari tajacu</i>	12 (2 videos)	6	3.41%
<i>Odocoileus virginianus</i>	14	3	1.70%
<i>Puma concolor</i>	7	3	1.70%
<i>Conepatus leuconotus</i>	6	2	1.12%
<b>TOTAL</b>	<b>635 (51 videos)</b>	<b>180</b>	<b>100%</b>

Los videos registrados se consideraron como foto registros independientes adicionales ya que la única diferencia del tipo de registro es el formato del resultado. La evidencia clara de las especies también se observa en los videos obtenidos.

Entre los demás métodos de muestreo el que mostró menor eficiencia fueron las estaciones olfativas, donde se registraron solo 2 especies: *Didelphis virginiana* y *Urocyon cinereoargenteus*. Mediante el muestreo con trampas tipo Tomahawk (Mayo, Agosto, Octubre, Noviembre y Diciembre del 2011 y Marzo del 2012) se capturaron tres especies, *Didelphis virginiana* (7 capturas), *Urocyon cinereoargenteus* (2 capturas) y *Spilogale gracilis* (1 captura). Todos los ejemplares fueron liberados posteriormente excepto un ejemplar de *Didelphis virginiana*.

Se colectaron 10 muestras de evidencia ósea, tejido y restos (Anexo 4), las cuales fueron depositadas en la colección de mamíferos del Museo de Zoología “Alfonso L. Herrera” de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México. Entre los restos colectados se destacan los de una especie incluida en alguna categoría de riesgo (NOM\_059\_SEMARNAT\_2010), la muestra es un cráneo de *Leopardus wiedii*.

### Similitud entre las tres localidades muestreadas

Cuadro 4. Índice de similitud de Jaccard entre las tres localidades.

	Las Guapas	La Chicharrilla	La Peñita
Las Guapas	1		
La Chicharrilla	0.562	1	
La Peñita	0.462	0.538	1

Se calculó el índice de similitud de Jaccard entre las tres localidades estudiadas (Cuadro 4). Estas presentaron valores altos de similitud considerando que geográficamente las más alejadas entre sí (18.48Km) son las que tienen el mayor índice (0.562). Por otro lado las localidades geográficamente más cercanas (7.11Km), presentaron un índice (0.538) muy cercano al mayor. Las localidades con mayor riqueza (Cuadro 5) mostraron mayor similitud.

Cuadro 5. Presencia de las especies en las localidades estudiadas.

<b>Especies</b>	<b>Las Guapas</b>	<b>La Chicharrilla</b>	<b>La Peñita</b>
<i>Didelphis virginiana</i>	X	X	X
<i>Dasypus novemcinctus</i>	X	X	X
<i>Canis latrans</i>	X		
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	X	X	X
<i>Leopardus wiedii</i>	X	X	X
<i>Puma concolor</i>		X	X
<i>Panthera onca</i>	X	X	
<i>Mustela frenata</i>	X		
<i>Conepatus leuconotus</i>	X	X	
<i>Spilogale gracilis</i>		X	
<i>Bassariscus astutus</i>	X		
<i>Nasua narica</i>	X	X	
<i>Procyon lotor</i>	X	X	X
<i>Odocoileus virginianus</i>		X	
<i>Pecari tajacu</i>		X	
<i>Sciurus oculatus</i>	X	X	X
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>7</b>

## **Análisis altitudinal y por tipo de vegetación**

Las especies registradas en las diferentes localidades presentaron variaciones entre los intervalos de elevación y los tipos de vegetación en los que se les registro (Cuadro 6 y 7). La especie registrada a la mayor elevación fue *Urocyon cinereoargenteus*, registrada a los 1332 m y la especie registrada a la menor elevación fue *Panthera onca*, registrada a los 656 m.

Se observó un recambio de especies entre los intervalos extremos de elevación (600-800 y 1200-1400 m), donde es similar el número de especies encontradas (8 y 7 respectivamente) pero la composición específica es diferente para cada intervalo. Los rangos intermedios de elevación (800-1000 y 1000-1200 m) fueron los que obtuvieron un mayor número de registros y una mayor riqueza de especies (12 y 11 respectivamente). Especies como *Didelphis virginiana*, *Nasua narica* y *Sciurus oculatus* presentaron la mayor distribución altitudinal, éstas se mantuvieron presentes desde los 680 a los 1300 m, al contrario de especies como *Canis latrans* que solo se registro a los 761 m, *Mustela frenata* a los 1220 m, *Spilogale gracilis* a los 816 m, *Bassariscus astutus* a los 880 m y *Pecari tajacu* a los 1145 m (Cuadro 6).

Cuadro 6. Intervalos de elevación (200 m) en los que se registró cada especie.

<b>Especies/Altitud (msnm)</b>	<b>600-800</b>	<b>800-1000</b>	<b>1000-1200</b>	<b>1200-1400</b>
<i>Didelphis virginiana</i>	X	X	X	X
<i>Dasypus novemcinctus</i>		X	X	X
<i>Canis latrans</i>	X			
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>		X	X	X
<i>Leopardus wiedii</i>	X	X	X	
<i>Puma concolor</i>		X	X	
<i>Panthera onca</i>	X	X		
<i>Mustela frenata</i>				X
<i>Conepatus leuconotus</i>	X		X	
<i>Spilogale gracilis</i>		X		
<i>Bassariscus astutus</i>		X		
<i>Nasua narica</i>	X	X	X	X
<i>Procyon lotor</i>	X	X	X	
<i>Odocoileus virginianus</i>		X	X	X
<i>Pecari tajacu</i>			X	
<i>Sciurus oculatus</i>	X	X	X	X

Cuadro 7. Especies registradas según el tipo de vegetación (Rzedowski, 2006).

Especies/Tipo de vegetación observada	Bosque de Pino-Encino	Bosque de Encino	Bosque Tropical Caducifolio	Bosque Tropical Perennifolio	Bosque Espinoso	Vegetación Secundaria
<i>Didelphis virginiana</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Dasypus novemcinctus</i>		X	X	X	X	
<i>Canis latrans</i>				X		
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>		X	X	X	X	X
<i>Leopardus wiedii</i>		X	X	X	X	X
<i>Puma concolor</i>	X	X	X			
<i>Panthera onca</i>	X		X	X		
<i>Mustela frenata</i>	X					
<i>Conepatus leuconotus</i>			X	X	X	
<i>Spilogale gracilis</i>			X			
<i>Bassariscus astutus</i>				X		
<i>Nasua narica</i>		X	X	X	X	
<i>Procyon lotor</i>	X	X		X		
<i>Odocoileus virginianus</i>		X	X			
<i>Pecari tajacu</i>		X				
<i>Sciurus oculatus</i>	X	X		X	X	

El tipo de vegetación en el que se identificó un mayor número de especies fue el bosque tropical perennifolio con 11, seguido del bosque tropical caducifolio y el bosque de encino con 10 especies (Fig. 8). En estos tipos de vegetación se registraron 15 de las 16 especies de todo el muestreo.

Cinco son especies compartidas (*Didelphis virginiana*, *Dasyopus novemcinctus*, *Leopardus wiedii*, *Urocyon cinereoargenteus* y *Nasua narica*) entre estos tres tipos de vegetación y 10 son las especies no compartidas (*Puma concolor*, *Panthera onca*, *Canis latrans*, *Conepatus leuconotus*, *Spilogale gracilis*, *Bassariscus astutus*, *Procyon lotor*, *Odocoileus virginianus*, *Pecari tajacu* y *Sciurus oculatus*). Solo *Mustela frenata* fue registrada fuera de estos tipos de vegetación, la cual fue registrada solo en el bosque de pino encino que junto a la vegetación secundaria fueron los tipos de vegetación donde se registro el menor número de especies (5 y 3 respectivamente). El bosque tropical perennifolio obtuvo el mayor número de registros (85), seguido del bosque tropical caducifolio y el bosque de encino, los cuales registraron el mismo número de especies, pero el número de registros fue diferente (63 y 39 respectivamente). Los tipos de vegetación con el menor número de registros fueron el bosque de pino encino y la vegetación secundaria (7 y 3 respectivamente) (Fig. 9).

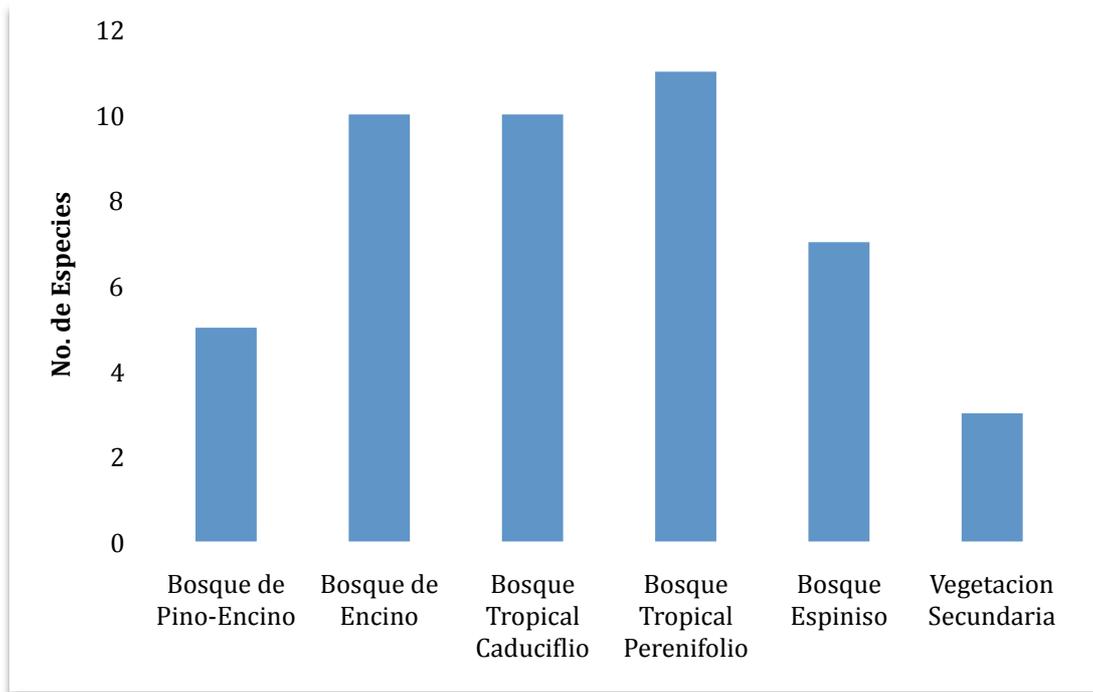


Figura 8. Número de especies de mamíferos medianos y grandes por tipo de vegetación determinado a nivel local (Rzedowski, 2006).

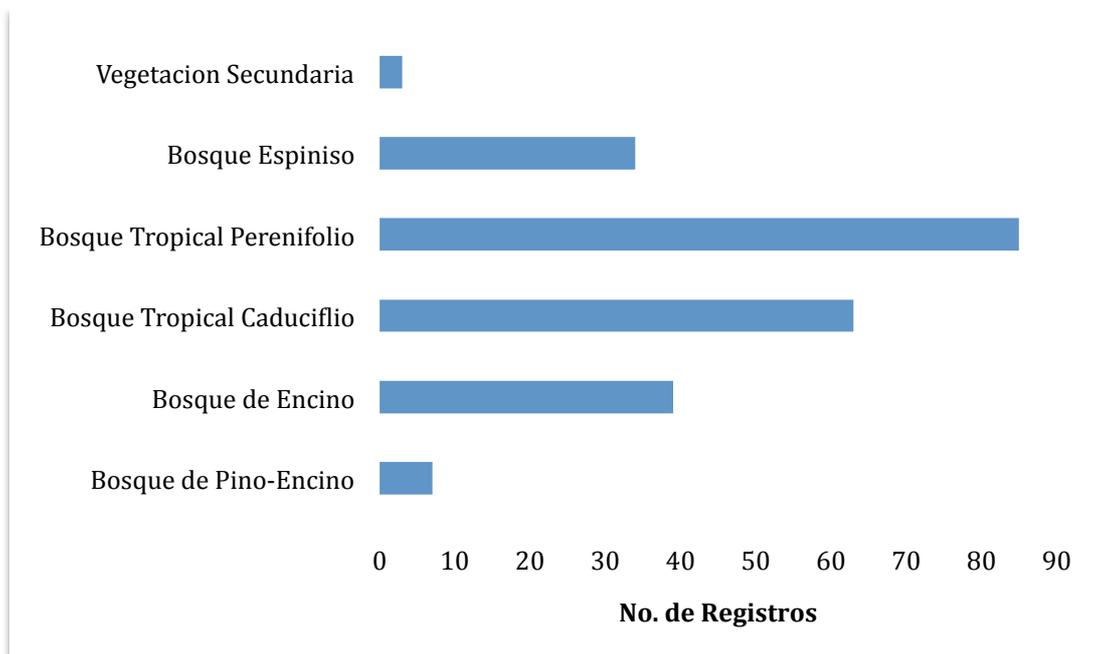


Figura 9. Número de registros de mamíferos medianos y grandes por tipo de vegetación determinada a nivel local (Rzedowski, 2006).

## DISCUSIÓN

### Riqueza de especies a nivel de localidad

Los efectos negativos del crecimiento de la población humana propician la disminución y en ocasiones provocan la extinción de flora y fauna; por ejemplo, la distribución y abundancia de algunos animales, en particular los de gran tamaño, *i.e.*, los carnívoros se han visto afectados drásticamente, de tal manera que sus poblaciones han disminuido de manera significativa en los últimos 500 años (Sánchez *et al.*, 2002). Tomando en cuenta que el muestreo fue estandarizado para las tres localidades observamos que dos de éstas obtuvieron una alta concentración del total de especies registradas en el estudio, 81.25% para Las Guapas y 75% para La Chicharrilla. Esto puede deberse a los diferentes ambientes y tipos de vegetación presentes o ausentes en las localidades. Seis especies fueron registradas solo para una localidad (*Canis latrans*, *Mustela frenata*, *Spilogale gracilis*, *Bassariscus astutus*, *Pecari tajacu* y *Odocoileus virginianus*), pero otras seis (*Didelphis virginiana*, *Dasypus novemcinctus*, *Sciurus oculatus*, *Leopardus wiedii*, *Procyon lotor* y *Urocyon cinereoargenteus*) fueron registradas en todas las localidades.

Considerando el total de especies registradas para evaluar la representatividad del esfuerzo de campo, podemos asegurar que el número de especies aún podría incrementar, ya que no se alcanzó una asíntota establecida durante periodo total del muestreo.

A pesar de que con trampas cámara no se registró la totalidad de las especies, sí fue el método que generó el mayor número de registros y de especies, en otros estudios en México también se reporta a este método como el que proporciona el mayor número de registros y un mayor número de especies (Botello, 2004). Los periodos en los que se empleó el uso de trampas cámara incrementaron notablemente el número de registros y el número de especies acumuladas, pero no podemos descartar el muestreo de las demás metodologías, ya que aunque las trampas cámara registraron tres cuartos del total de especies encontradas, aún existen otras cuatro especies (*Canis latrans*, *Mustela frenata*, *Spilogale gracilis* y *Bassariscus astutus*) que fueron registradas solo con otros métodos. Debido a lo anterior, el muestreo podría seguir generando importantes registros de nuevas especies o interesantes eventos de las ya registradas, como el caso de *Panthera onca* (Anexo 3), si se continúan empleando diversos métodos a la par del uso de las trampas cámara.

### **Riqueza específica y abundancia relativa**

Se registraron un total de 16 especies en el municipio de Rayón, San Luis Potosí, las cuales representan un total del 32.7% de los mamíferos medianos y grandes registrados para todo el estado en (Dalquest, 1953). Según Ceballos (2005) existen un total de 485 mamíferos terrestres en México, y de este total 165 (34.02%) son los considerados como medianos o grandes. Destacando dos especies en peligro de extinción y una especie sujeta a

protección especial dentro de la norma oficial mexicana. Los felinos son especies indicadoras y sombrilla, su presencia se considera como indicadora de la salud del ecosistema y equilibrio ecológico, su protección cobija a diversas especies por su amplio ámbito hogareño. El estudio de estos animales resulta en información relevante para plantear estrategias de conservación y planeación territorial (Sánchez et al., 2002). Estas especies son sensibles a la alteración y explotación del hábitat, por lo tanto su protección también cobija a las demás especies con las que coexisten (Steneck, 2005). Por esta razón debemos tomar en cuenta la conservación de los mamíferos medianos y grandes particularmente en el municipio de Rayón y en términos generales para la biodiversidad del estado de San Luis Potosí. Estos resultados son muy relevantes para aumentar la información de la distribución de las especies en una región del estado que hasta ahora comienza a ser estudiada.

La mezcla de metodologías generó una mayor variedad y cantidad de registros y por lo tanto un mayor número total de especies, ya que existen especies que por sus ámbitos hogareños pueden ser mejor registradas con ciertas metodologías específicas o diferentes, por ejemplo, *Puma concolor* presenta un ámbito hogareño amplio de 90 a 500 km<sup>2</sup> (Ceballos y Miranda, 2000). Otras especies tienen ámbitos hogareños relativamente pequeños, por ejemplo; el área de actividad de *Mustela frenata* varía entre 10 y 16 hectáreas (Ceballos y Miranda, 2000). Analizando cada metodología individualmente se observan diferentes riquezas. Especies similares en tamaño y/o dieta pueden presentar valores similares.

Las trampas cámara resultaron ser el método más exitoso con un total de 180 registros independientes, aunque éstas no hayan registrado la totalidad de las especies, esto pudo deberse a que esta metodología solo fue empleada en la segunda mitad del muestreo, por lo que algunas especies no fueron detectadas, o porque el mismo método no es el ideal para registrarlas. Los principales usos de las trampas cámara han sido estudiar la vida silvestre, hallazgos de especies raras, riqueza de especies y estimación de parámetros demográficos como la abundancia o la densidad (O'Connell *et al.* 2011). El uso de trampas cámara es práctico y disminuye el esfuerzo días/hombre; sin embargo, las evidencias fotográficas no son suficientes para identificar sin error y sin duplicidad a los individuos, un ejemplo son los armadillos, cuyo fenotipo los hace prácticamente irreconocibles y sus ámbitos hogareños y su capacidad de desplazamiento son pequeños por lo que podría estarse hablando de un mismo organismo en diferentes días de trampeo, en especies de talla grande como el venado macho, dada la coloración, el tamaño, y las astas facilitan la identificación; sin embargo, en el caso de hembras puede no ser así (Ávila-Nájera, 2009).

Las trampas Tomahawk resultaron ser otro método exitoso en cuanto a la frecuencia de captura, el sebo utilizado (sardina y fragancia de imitación de "Obsession" de Calvin Klein para hombre) obtuvo excelentes resultados comparando con los primeros intentos con métodos tradicionales, generando un total de 11 registros, el problema de este método radica en la variedad de especies capturadas, ya que solo se lograron capturar tres especies

diferentes (*Didelphis virginiana*, *Urocyon cinereoargenteus* y *Spilogale gracilis*), lo anterior debido a que no todas las especies cubren con los requerimientos de tamaño o son propensas a caer en este tipo de trampas.

Otros métodos como los transectos nocturnos, las estaciones olfativas y la búsqueda de evidencias indirectas como rastros y excretas no generaron grandes cantidades de registros, pero si fueron importantes considerando la riqueza total, ya que especies como *Mustela frenata* y *Bassariscus astutus* no hubieran sido registradas, por lo que de no haber considerado estas técnicas de muestreo hubiera resultado en una pérdida de información. Sin importar que las trampas cámara hayan generado la mayoría de los registros, es importante la combinación de los diferentes métodos de registro para especies de mamíferos medianos y grandes, ya que estas técnicas, tradicionales o modernas, se complementan abarcando un amplio espectro de registro de las evidencias, directas o indirectas, que las especies nos brindan.

Las especies de las cuales se obtuvo un mayor número de registros fueron *Didelphis virginiana*, *Urocyon cinereoargenteus*, *Dasyurus novemcinctus*, *Panthera onca* y *Nasua narica* (17.8%, 14.6%, 10.96%, 10.96% y 10.05% respectivamente del total de registros) de las cuales las primeras tres y *Nasua narica* son especies con una amplia distribución dentro del territorio mexicano y dentro del estado de San Luis Potosí. Estas abundancias nos permiten inferir que las poblaciones son relativamente estables, lo que las posiciona como presas potenciales para los carnívoros

debido a su rango trófico. Cabe destacar que *Panthera onca* presentó una alta abundancia considerando que se trata de una especie que regularmente no es de las más abundantes por su misma biología y ámbitos hogareños. Se lograron identificar (comparando los patrones únicos de manchas que la especie presenta) un total de seis individuos, dentro de los cuales se incluye una hembra con dos crías (Anexo 3). Esto nos indica que la población de esta especie se encuentra relativamente sana y con evidencias de reproducción activa. Se obtuvieron abundancias similares en otros estudios enfocados específicamente a poblaciones de jaguar. Ávila-Nájera (2009) identificó 3 individuos, dos machos y una hembra, en el extremo norte del municipio de Tamasopo, y Villordo-Galván (2009) identificó 12 individuos, ocho machos y cuatro hembras, estudiando todo el estado de San Luis Potosí. Por lo que los resultados obtenidos en este estudio con respecto al jaguar no son nada despreciables. Lo anterior nos indica que a pesar de que un gran territorio del estado se encuentre severamente fragmentado y con una alta densidad humana (>800,000 habitantes (INEGI 2011)), existen poblaciones activas que exigen una prioridad de conservación.

### **Similitud entre las tres localidades muestreadas**

La similitud obtenida entre las tres localidades no mostró enormes contrastes, tomando en cuenta que esta medida se ve poco afectada por la misma riqueza específica de las especies. Adicionalmente, considerando la distancia entre las tres localidades estudiadas intensivamente, las que mostraron un índice mayor de similitud (0.562) son las que geográficamente se encuentran

más alejadas entre sí, por lo que no podemos asumir que el mismo hábito hogareño de las especies es un factor determinante entre la similitud de las localidades. Esto puede ser debido a la alta abundancia de las especies comunes (*Didelphis virginiana*, *Urocyon cinereoargenteus*, *Dasyus novemcinctus* y *Nasua narica*), las cuales cuentan con un hábito hogareño restringido, pero se encuentran presentes en diversas ubicaciones. Especies que tradicionalmente son reconocidas por presentar un hábito hogareño amplio como *Panthera onca* y *Puma concolor* pueden desplazarse entre las localidades a lo largo de toda el área de estudio, por lo que las principales diferencias entre las localidades radican en la presencia de especies poco abundantes y con ámbitos hogareños restringidos como *Spilogale gracillis*, *Conepatus leuconotus* y *Mustela frenata*. Aún así no podemos descartar el efecto general de la riqueza total, ya que esto favorecerá una mayor similitud entre las localidades.

### **Análisis altitudinal y por tipo de vegetación**

El comportamiento de la distribución de los mamíferos medianos y grandes se manifestó con una alta heterogeneidad tanto en el gradiente altitudinal como en los diferentes tipos de vegetación. Obteniendo registros en seis diferentes tipos de vegetación distintos entre sí desde el Bosque Tropical Perennifolio hasta la Vegetación Secundaria y en altitudes desde los 656 msnm (*Panthera onca*) hasta los 1332 m (*Urocyon cinereoargenteus*) debido probablemente al buen estado de conservación de los diferentes tipos de vegetación, a pesar de su fragmentación, y a la variedad de hábitats

encontrados dentro del área de estudio, además de una abundante y bien distribuida fuente de recursos. El jaguar en San Luis Potosí es sin duda una especie que ofrece oportunidades y retos de manejo y conservación, la presencia del jaguar en la Huasteca Potosina es señal de que aún existen áreas con las condiciones ambientales requeridas por una especie que demanda vastas extensiones para su sobrevivencia (Ávila-Nájera, 2009). Sin embargo, aún existen muchas regiones del país que no han sido estudiadas como es el caso del estado de San Luis Potosí, en donde se comenzó recientemente la investigación sobre la presencia de la especie y del estatus de conservación (Villordo-Galván, 2009).

La distribución de los mamíferos en el gradiente altitudinal presentó una mayor abundancia en los intervalos de 800 a 1000 y 1000 a 1200 msnm con 12 y 11 especies respectivamente (75% y 68.75%) de las 16 encontradas, dejando a los márgenes del gradiente una menor variedad de especies. Con respecto a los tipos de vegetación los más abundantes con respecto a la presencia de las especies fueron el Bosque de Encino (10 spp), el Bosque Tropical Caducifolio (10 spp) y el Bosque Tropical Perennifolio (11 spp) con una representatividad del 62.5%, 62.5% y 68.75% respectivamente. Aunado a esto tomando en cuenta el número de registros en los diferentes tipos de vegetación en el Bosque Tropical Caducifolio y el Bosque Tropical Perennifolio fueron donde ocurrieron la mayor concentración de los registros (27.27% y 36.79% respectivamente). Actualmente se sugiere que las poblaciones residentes de jaguares se encuentre restringida exclusivamente a las zonas montañosas de la Sierra Madre Oriental en SLP (Villordo-Galván,

2009). La designación de las áreas prioritarias para la conservación del jaguar en México (Sanderson *et al.*, 2002) debería ser reconsiderada e incluir a la Sierra Madre Oriental, la cual provee un corredor natural uniendo poblaciones, principalmente del jaguar, en los estados de San Luis Potosí, Querétaro y Tamaulipas, lo que compromete a las autoridades a tomar medidas necesarias para la conservación de la Huasteca Potosina.

## CONCLUSIÓN

Se registró un total de 16 especies de mamíferos medianos y grandes en el municipio de Rayón, San Luis Potosí, dentro de las cuales se incluyen tres especies consideradas a nivel nacional que se encuentran dentro de alguna categoría de riesgo en la (NOM-059-SEMARNAT-2010) dos especies en peligro de extinción (*Leopardus wiedii* y *Panthera onca*) y una especie sujeta a protección especial (*Sciurus oculatus*). Adicionalmente se generó una base inicial para un monitoreo planteado a largo plazo de las especies dentro de la región o para el estado.

La mayoría de la riqueza de especies fue registrada mediante el uso de trampas cámara, pero no podemos descartar el empleo de métodos tradicionales como las trampas Tomahawk o el registro de evidencias indirectas, ya que sin la combinación de técnicas y la complementariedad que estos métodos representan, el listado presente no habría obtenido la misma riqueza de especies.

Las localidades de Las Guapas y La Chicharrilla fueron las que obtuvieron una mayor riqueza de especies, esto debido a que comparten condiciones ambientales que favorecen la presencia de ciertas especies. La similitud entre las tres localidades se ve afectada principalmente por la abundancia y la riqueza de las especies, aunado a la propia biología de las mismas y los diferentes tipos de vegetación presentes o ausentes dentro de las localidades.

Dado el comportamiento de la distribución de los mamíferos medianos y grandes del municipio de Rayón en San Luis Potosí, observamos que estas especies se distribuyen de acuerdo a condiciones ambientales específicas como el tipo de vegetación y la altitud. Especies como *Didelphis virginiana*, *Nasua narica* y *Sciurus oculatus* presentaron una alta distribución en el gradiente altitudinal y en los diferentes tipos de vegetación, lo cual representa una mayor disponibilidad de presas potenciales para los carnívoros medianos y grandes dentro de las diferentes condiciones ambientales, pero no implica que estos depredadores se distribuyan dentro de las mismas condiciones.

Los resultados obtenidos proporcionan una substancial mejora en la distribución y diversidad de los mamíferos medianos y grandes del municipio de Rayón, San Luis Potosí, lo que aporta conocimiento base esencial para el desarrollo de programas de conservación y posteriormente de monitoreo y manejo de las especies en esta zona.

## LITERATURA CITADA

Aranda Sánchez, M. A., C. Martínez del Río Méndez, L. C. Colmenero Rolón y V. M. Magallón Solórzano. 1980. *Los Mamíferos de la Sierra del Ajusco*. Comisión coordinadora para el desarrollo agropecuario del D.F. México, D.F.

Aranda, M. 2000. *Huellas y Otros Rastros de los Mamíferos Grandes y Medianos de México*. Instituto de Ecología. México.

Arévalo, J. E. 2001. Manual de campo para el monitoreo de mamíferos terrestres en áreas de conservación. Asociación Conservacionista de Monteverde. Instituto Nacional de Biodiversidad, Costa Rica.

Ávila-Nájera, D. M. 2009. *Abundancia del Jaguar (Panthera onca) y de sus presas en el municipio de Tamasopo, San Luis Potosí*. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados. Texcoco, Edo. De México.

Botello, F. J. 2004. *Comparación de cuatro metodologías para determinar la diversidad de carnívoros en Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca*. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.

Botello, F. J. 2006. *Distribución, actividad y hábitos alimentarios de carnívoros en la reserva de la biosfera Tehuacan-Cuicatlan, Oaxaca*. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.

Carey, H. R. 1926. *Camera-Trapping: A Novel Device for Wild Animal Photography*. Journal of Mammalogy, Vol. 7(4): 278-281.

Ceballos, G. y A. Miranda. 2000. *Guía de campo de los mamíferos de la costa de Jalisco, México*. Fundación ecológica de Cuixmala, A.C. Universidad Nacional Autónoma de México.

Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. *Los mamíferos silvestres de México*. Fondo de Cultura Económica, CONABIO, México.

Ceballos, G., J. Arrollo-Cabrales, R. Medellín, L. Medrano y G. Oliva. 2005. *Diversidad y Conservación de los Mamíferos de México*. In *Los mamíferos silvestres de México*. Ceballos, G. y G. Oliva. Fondo de Cultura Económica, CONABIO, México.

Charre, J. F. 2009. *Distribución y diversidad de mamíferos medianos y grandes en el municipio de Arteaga, Michoacán*. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.

Dalquest, W. W. 1953. *Mammals of the Mexican State of San Luis Potosí*. Louisiana State University, Studies in Biological Sciences Series, 1:1-229

Ehrlich, P. R. y G. Ceballos. 1997. *Población y medio ambiente: ¿Qué nos espera?*. *Ciencia* 48(4): 19-30.

Dirzo, R., E. Mendoza y P. Ortiz. 2007. *Size-Related Differential Seed Predation in a Heavily Defaunated Neotropical Rain Forest*. *Biotropica* 3:355-362.

García-Morales, R. y E. J. Gordillo-Chávez. 2011. *Murciélagos del estado de San Luis Potosí, México: revisión de su conocimiento actual*. *THERYA*, Vol. 2(2): 183-192.

Gil-Sánchez, J. M., M. Moleón, F. M. Molino y G. Valenzuela. 2001. *Distribución de los mamíferos carnívoros en la provincia de Granada*. *Galemys*, 13 (NE): 37-46.

Hall, E. R. 1981. *The mammals of North America*. Second Edition. Wiley & Sons.

INAFED 2012. Página del Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. <http://www.inafed.gob.mx>

INEGI 2011. Página del Instituto Nacional de Estadística y Geografía.  
<http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geografia/default.aspx>

Kelly, M. J. 2008. *Design, evaluate, refine: camera trap studies for elusive species*. *Animal Conservation*, 11: 182-184.

Lyman, A. J. 2002. *Métodos de trabajo de campo para definir y proteger poblaciones de gatos grandes: Los tigres indochinos como un estudio de caso*. In *El Jaguar en el Nuevo Milenio*. Medellín, R. A., C. Hequihua, C. L. B. Chetkiewicz, P. G. Creshaw, A. Rabinowitz, K. H. Redford, J. G. Rombinson, E. W. Sanderson y A. B. Taber (eds.). Fondo de Cultura Económica. Universidad Nacional Autónoma de México. Wildlife Conservation Society. México.

Magurran, A. E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey.

Martínez-Calderas, J.M., O. C. Rosas-Rosas, J. Palacio-Nuñez, J. F. Martínez-Montoya y J. A. Villordo Galván. 2012. *Nuevos registros de tigrillo (Leopardus wiedii) en San Luis Potosí, México*. *Acta Zoológica Mexicana*, 28(2): 482-486.

Martínez de la Vega, G. 1995. *La investigación faunística en el estado de San Luis Potosí: análisis, evaluación y perspectivas*. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Aguascalientes, Aguascalientes, México.

Mellink, E. 1991. *Rodent communities associated with three traditional agroecosystems in the San Luis Potosí Plateau, Mexico*. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Vol. 33(4): 363-375.

Mellink, E. 1995. *Uso del hábitat, dinámica poblacional y estacionalidad reproductiva de roedores en el altiplano potosino, México*. *Revista Mexicana de Mastozoología* 1: 1-8.

Mellink, E., J. R. Aguirre y J. M. García. 1986. *Utilización de la fauna silvestre en el altiplano potosino-zacatecano*. Centro Regional para Estudios de Zonas Áridas y Semiáridas, Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí.

Mellink, E. y S. Valenzuela. 1995. *Efecto de la condición de agostaderos sobre los roedores y lagomorfos en el altiplano potosino, San Luis Potosí, México*. Acta Zoológica Mexicana, 64: 35-44.

Moreno, C. E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T-Manuales y Tesis SEA, Vol. 1. Zaragoza.

Naves, J., A. Fernández, J. F. Gaona y C. Nores. 1996. *Uso de cámaras automáticas para la recogida de información faunística*. Doñana Acta Vertebrata, 23: 189-199.

O'Brien, T. G. 2008. *On the use of automated cameras to estimate species richness for large and medium-sized rainforest mammals*. Animal Conservation, 11:179-181.

O'Connell, A. F., J. D. Nichols, and K. U. Karanth, editors. 2011. *Camera traps in animal ecology: Methods and analices*. Springer, New York, New York, USA.

Raspall, A., L. Comas, y M. Mateu. 1996. *Trampeo fotográfico del género Martes en el Parque Nacional de Aigüestortes y Estany de Sant Maurici (Lleida)*. Doñana Acta Vertebrata, 23: 291-296.

Tobler, M. W., S. E. Carrillo-Percegui, R. L. Pitman, R. Mares y G. Powell. 2008. *An evaluation of camera traps for inventorying large and medium-sized terrestrial rainforest mammals*. Animal Conservation, 11: 169-178.

Sánchez O., J. Ramírez- Pulido, U. Aguilera-Reyes y O. Monroy-Vilchis. 2002. *Felid record from the State of México, México*. Mammalia 66 (2) 289-294.

Sanderson E., C. Chetkiewicz, R. Medellín, A. Robinowitz, K. Redford, J. Robinson, E. Sanderson Y A. Taber. 2002. *Un análisis geográfico del estado de conservación y distribución de los jaguares a través de su área de distribución*. In: Medellín, R.A., C. Chetkiewicz, A. Rabinowitz, K.H. Redford, J.G. Robinson, E. Sanderson, y A. Taber, Eds. *Jaguares en el nuevo milenio: Una evaluación de su estado, detección de prioridades y recomendaciones para la conservación de los jaguares en América*. Fondo de Cultura Económica, Universidad Nacional Autónoma de México/Wildlife Conservation Society. México D. F.

Soberón, J. y J. Llorente. 1993. *The use of species accumulation functions for the prediction of species richness*. Conservation biology, 7: 480-488.

Steneck, R. 2005. *An ecological context for the role of large carnivores in conserving biodiversity*. In: Ray, J., Redford, K., Steneck, R., Berger, J. Eds. *Large carnivores and the conservation of biodiversity*. Island Press. Washington, US.

Torre, I., A. Arrizabalaga y C. Flaquer. 2003. *Estudio de la distribución y abundancia de carnívoros en el parque natural del Montenegro y el corredor mediante trampeo fotográfico*. Museu de Granollers-Ciencies Naturals. Granollers, Barcelona.

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. Texcoco, Edo. De México.

Whittaker, R. H. 1972. *Evolution and measurement of species diversity*. Taxon, 21(2/3): 213-251.

Wilson, E. y M. Reeder. 2011. *Mammal species of the World, an on-line database of mammalian taxonomy*. 3rd Edition, (<http://www.vertebrates.si.edu/msw/mswcfapp/msw/index.cfm>) based in Mammal Species of the World, a taxonomic and Geographic reference. E. Wilson & DeeAnn M. Reeder. Johns Hopkins University Press.

Wilson, M. V. y A. Shmida. 1984. *Measuring beta diversity with presence-absence data*. In *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T-Manuales y Tesis SEA, Vol. 1. Moreno, C. E. 2001. Zaragoza.

Zarco-Gonzales, M. M. 2007. Distribución y abundancia de los mamíferos medianos y grandes en la Sierra de Nanchititla. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma del Estado de México. México.

## ANEXOS

Anexo 1. Lista taxonómica según la nomenclatura de Wilson y Reeder (2011) de los mamíferos medianos y grandes registrados en el municipio de Rayón, San Luis Potosí y su categoría de riesgo con respecto a la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (NOM\_059\_SEMARNAT\_2010).

---

### Estado de Conservación

ORDEN: DIDELPHIMORPHIA

FAMILIA: DIDELPHIDAE

*Didelphis virginiana* (Kerr, 1792)

ORDEN: CINGULATA

FAMILIA: DASYPODIDAE

*Dasypus novemcinctus* (Linnaeus, 1758)

ORDEN: RODENTIA

FAMILIA: SCIURIDAE

*Sciurus oculatus* (Peters, 1863) Pr

ORDEN: CARNIVORA

FAMILIA: FELIDAE

*Leopardus wiedii* (Schinz, 1821) P

*Puma concolor* (Linnaeus, 1771)

*Panthera onca* (Linnaeus, 1758) P

FAMILIA: CANIDAE

*Canis latrans* (Say, 1823)

*Urocyon cinereoargenteus* (Schreber, 1775)

FAMILIA: MUSTELIDAE

*Mustela frenata* (Lichtenstein, 1831)

FAMILIA: MEPHITIDAE

*Conepatus leuconotus* (Lichtenstein, 1832)

*Spilogale gracilis* (Merriam, 1890)

FAMILIA: PROCYONIDAE

*Bassariscus astutus* (Lichtenstein, 1830)

*Nasua narica* (Linnaeus, 1766)

*Procyon lotor* (Linnaeus, 1758)

ORDEN: ARTIODACTILA

FAMILIA: TAYASSUIDAE

*Pecari tajacu* (Linnaeus, 1758)

FAMILIA: CERVIDAE

*Odocoileus virginianus* (Zimmermann, 1780)

---

Anexo 2. Especies registradas mediante el uso de trampas cámara



Figura 9. *Didelphis virginiana*



Figura 10. *Dasypus novemcinctus*



Figura 11. *Puma concolor*



Figura 12. *Leopardus wiedii*



Figura 13. *Panthera onca*



Figura 14. *Urocyon cinereoargenteus*



Figura 15. *Nasua narica*



Figura 16. *Conepatus leuconotus*



Figura 17. *Odocoileus virginianus*



Figura 18. *Procyon lotor*



Figura 19. *Pecari tajacu*



Figura 20. Familia de *Pecari tajacu*

Anexo 3. Secuencia de fotos de *Panthera onca* hembra con 2 crías



WILDVIEW 05-21-2012 22:15:40 )



WILDVIEW 05-21-2012 22:15:44 )



WILDVIEW 05-21-2012 22:15:47 )



WILDVIEW 05-21-2012 22:15:50 )



WILDVIEW 05-21-2012 22:15:53 )



WILDVIEW 05-21-2012 22:15:56 )