



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MÉXICO



FACULTAD DE CIENCIAS

FOTOTRAMPEO DE MAMÍFEROS DE LA ZONA SUJETA A
CONSERVACIÓN ECOLÓGICA FINCA SANTA ANA,
CHIAPAS

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE BIÓLOGO

PRESENTA:

DIANA JATZIRI GUZMÁN BÁEZ

DIRECTORES:

DRA. MARTHA MARIELA ZARCO GONZÁLEZ

DR. OCTAVIO MONROY VILCHIS

TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO

OCTUBRE 2017

DEDICATORIAS

A mi papá, porque siempre me ha apoyado en todas mis decisiones, y cuando he cometido errores me los ha hecho saber, pero siempre dándome consejos y recomendaciones que me hagan ser una buena persona. A ti “pap” porque fuiste de las pocas personas que me apoyó y me animó a elegir la carrera de Biología y porque desde chiquita me enseñaste a respetar y amar la naturaleza y los seres vivos que me rodean, dándome una excelente enseñanza de vida.

A mi mamá, que siempre me ha inculcado valores como respeto, honestidad, perseverancia y que ha hecho muchos sacrificios por mí. Te dedico este trabajo que con esfuerzo y dedicación saqué adelante, porque a pesar de la distancia y las adversidades siempre he sentido como me echas porras y sé que siempre has querido lo mejor para mí. Te agradezco mucho el alentarme a ser estudiosa y siempre verle el lado positivo a la vida.

A mis hermanos David y Héctor, por todos sus consejos tanto escolares como de vida y por apoyarme en momentos difíciles. Por todas esas veces que me molestaban (como buenos hermanos mayores) y hacer de mí una persona fuerte y segura de mi misma. Y, sobre todo, por el cariño y protección que siempre me han brindado.

A Tony, porque me adoptaste como una hija más, te preocupas por nosotros y puedo ver en ti a una amiga que has estado conmigo en los peores y mejores momentos. Gracias por escucharme y ayudarme, en verdad lo valoro mucho.

A Thalía, te dedico este pequeño escalón de mi vida (porque aún falta mucho por aprender) y te agradezco el que me motives a hacer una mejor persona día a día, ver que la vida no es fácil pero con esfuerzo y dedicación se pueden lograr grandes cosas; te admiro mucho. Gracias porque estuviste al pendiente de mi avance de la tesis y apoyarme en todo lo que esté a tu alcance para mi crecimiento profesional y personal.

A mis abuelitos paternos (Caty y Héctor) y maternos (Gus y Tere), por todo su amor y porque siempre fueron y serán una parte hermosa de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A mi asesora de tesis Martha, por haberme apoyado en los viajes a Chiapas, por presionarme (en buen plan) a avanzar con la tesis, por darte el tiempo a contestar cada una de las dudas que me surgían y por todos esos consejos tanto académicos como personales que me diste. Gracias por ser una asesora dedicada y ayudarme en este capítulo de mi vida a ser una mejor bióloga e inspirarme a seguir aprendiendo, mejorar y contribuir a la conservación de la fauna silvestre.

A mi asesor de tesis Tavo, porque me brindaste apoyo cuando te platique el proyecto que quería realizar en Finca Santa Ana, por ser el respaldo y prestarme el equipo necesario para poder lograr que este trabajo se llevara a cabo. Por tus observaciones y contribuciones para mejorar mi trabajo y por las lecciones de aprendizaje que obtuve contigo a lo largo de la carrera.

A Giovany, porque aunque no eras mi asesor, siempre mostraste actitud positiva para ayudarme y sobre todo me tuviste mucha paciencia con todas las dudas que tuve al realizar mi tesis. Gracias por el tiempo que empleaste para que yo entendiera mejor las cosas.

A Dídac, porque amablemente aceptaste ser mi revisor, y a pesar de tus diversas actividades, te diste el tiempo para hacerme observaciones y darme tips para que yo pudiera mejorar mi tesis.

A Felipe, Rosalino, Dilex, los guardaparques y a la Secretaría de Medio Ambiente, Vivienda e Historia Natural, por el apoyo que nos brindaron en Finca Santa Ana, al estar al pendiente de las cámaras- trampa, al brindarme hospedaje, ser amables y entusiastas con el proyecto.

A mis amigos biólogos Moni, Ana, Gaby, Patitas, Miriam, Rodrigo, Citlali, “la miss”, Luis, Uriel y Robertín, porque cada uno de ustedes me ayudo en diferentes etapas de mi vida a ser una mejor persona y una mejor bióloga. Porque con cada uno de ustedes tuve experiencias de vida inolvidables y aunque cada quien tome rumbos diferentes, siempre serán una parte muy importante de mi vida.

A mis amigas de vida Yamile, Meme, Judith, Normita, Dany y Terecita por todas las locuras que hemos hecho, todos los consejos, y, sobre todo, la excelente amistad que me brindan que sé que será para siempre.

A mi partner Deii, que en este poco tiempo que llevamos de conocernos me has demostrado que eres una gran amiga, de la cual admiro el profesionalismo, dedicación y compromiso que tienes como bióloga.

CONTENIDO

RESUMEN	5
INTRODUCCIÓN	7
ANTECEDENTES	12
OBJETIVOS	15
MATERIALES Y MÉTODO	16
ÁREA DE ESTUDIO	16
OBTENCIÓN DE DATOS	18
ANÁLISIS DE DATOS	19
ABUNDANCIA RELATIVA (IAR)	20
PATRÓN DE ACTIVIDADES	21
RELACIÓN DE LA FASE LUNAR Y PATRÓN DE ACTIVIDADES	21
COMPARACIÓN DE LA RIQUEZA, DENSIDAD, E IAR CON OTRAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (ANP)	22
RESULTADOS	23
ABUNDANCIA RELATIVA	23
PATRÓN DE ACTIVIDADES	27
RELACIÓN DE LA FASE LUNAR Y PATRÓN DE ACTIVIDADES	31
COMPARACIÓN DE LA RIQUEZA, DENSIDAD E IAR CON OTRAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (ANP)	31
DISCUSIÓN	39
CONCLUSIONES	44
LITERATURA CITADA	45
ANEXO 1	54

RESUMEN

En la Zona Sujeta a Conservación Ecológica Finca Santa Ana, Chiapas, se encuentran recursos bióticos potencialmente aprovechables, los cuales brindan servicios ambientales en la región, sin embargo, hasta ahora no se habían realizado estudios enfocados en los mamíferos de la zona. Con el método de fototrampeo se actualizaron los registros de las especies de mamíferos silvestres, identificando la riqueza, abundancia relativa y patrón de actividades, relacionando el registro de las especies de mamíferos medianos y grandes de la zona con la fase lunar. El muestreo se llevó a cabo de abril de 2016 a abril de 2017, con un esfuerzo total de 966 días-trampa. Se obtuvieron 560 registros fotográficos independientes de 15 especies, de las cuales las más abundantes fueron *Procyon lotor*, *Philander opossum*, *Leopardus pardalis* y *Cuniculus paca*, mientras que las menos abundantes fueron *Canis latrans*, *Tayassu pecari*, *Puma yagouaroundi* y *Didelphis* sp. Cabe destacar que se obtuvieron los primeros registros de *Canis latrans*, *Didelphis virginiana*, *Dasyprocta mexicana*, *Puma yagouaroundi*, *Odocoileus virginianus* y *Tayassu pecari* para la región. Se obtuvo que Finca Santa Ana tiene una densidad de especies de mamíferos medianos y grandes mayor que otras reservas más grandes como la Reserva de la Biosfera Montes Azules y la Reserva de la Biosfera La Encrucijada, ambas en Chiapas, y los Petenes del noroeste de la Península de Yucatán. Asimismo, la riqueza de Finca Santa Ana es mayor que en la Reserva de la Biosfera Montes Azules, el Parque Nacional Cañón del Sumidero, Chiapas, los Chimalapas Oaxaca y los Petenes del noroeste de la Península de Yucatán, incluso cuando en estas últimas el esfuerzo de muestreo fue mayor. El

77.7% de las especies registradas mostraron un patrón de actividades nocturno (20:00 a 07:00 horas). Se encontró que la fase lunar tiene influencia en la actividad de las especies evaluadas, de manera que son más activas cuando hay luna nueva. Adicionalmente, se obtuvo que la efectividad del fototrampeo fue de 71%, demostrando que es una técnica efectiva para el monitoreo de especies de mamíferos medianos y grandes. El 35% de las especies de mamíferos terrestres que habitan en Finca Santa Ana se encuentran en alguna categoría de riesgo, por lo que es importante aplicar medidas para su conservación, con énfasis en *Leopardus pardalis*.

INTRODUCCIÓN

Para lograr los objetivos de conservación de las poblaciones de mamíferos de un sitio, los planes de manejo necesitan una correcta estimación de la abundancia de las especies (Silver *et al.*, 2004), principalmente para implementar estrategias que protejan a especies en peligro de extinción; esta estimación debe ser precisa, ya que una sobreestimación puede dar un falso diagnóstico poblacional y comprometer los esfuerzos de conservación (Kelly *et al.*, 2008; Sharma *et al.*, 2009). Por lo tanto, la base para programas de monitoreo e investigaciones ecológicas sobre poblaciones de mamíferos, es la estimación de abundancia absoluta o relativa, con el objetivo de hacer inferencias sobre su variación en el espacio y/o tiempo (Walker *et al.*, 2000; O'Brien, 2011).

En las estimaciones de abundancia y densidad de fauna silvestre es frecuente encontrar ciertos inconvenientes para realizar conteos directos de los individuos, así como censos o capturas. En particular, los estudios de mamíferos silvestres son complicados debido a factores como la dificultad para localizarlos visualmente, así como su captura, ya que algunos individuos recorren áreas extensas que difícilmente pueden ser muestreadas en su totalidad (Pinto de Sá Alves y Andriolo, 2005; O'Brien, 2011), además, la mayoría de las especies de mamíferos, tanto medianos como grandes, son de hábitos nocturnos, evasivos y se encuentran en bajas densidades, generalmente. Por lo anterior, es recomendable un método de muestreo donde se obtengan índices de abundancia relativa (Naranjo, 1995; Azuara y Medellín, 2007). Estos índices son resultado del monitoreo de una fracción de la

población y se expresan como el número de individuos contados por unidad de muestreo, relacionándose con la abundancia real a través de la probabilidad de detección y de igual manera están positivamente correlacionados con la densidad de una población, lo que permite comparar los resultados de dos o más conjuntos de observaciones efectuadas bajo el mismo procedimiento (Naranjo, 1995; Monroy-Vilchis *et al.*, 2011; O'Brien, 2011; Chávez *et al.*, 2013).

Debido a los aspectos previamente mencionados, numerosos métodos no invasivos han sido recientemente desarrollados para los estudios ecológicos de las especies, especialmente de los mamíferos terrestres medianos y grandes. Uno de ellos es la implementación de cámaras que han sido utilizadas como “trampas” para evaluar el estado de conservación en un área determinada (Pinto de Sá Alves y Andriolo, 2005; Tobler *et al.*, 2008; Trolliet *et al.*, 2014). La invención de las cámaras-trampa por George Shiras a finales de la década de 1980 fue utilizada primeramente por los cazadores, creando con ello un mercado y el surgimiento de las compañías para manufacturar estos equipos a gran escala (Chávez *et al.*, 2013). Más tarde los científicos reconocieron que las herramientas estadísticas desarrolladas para otros métodos de muestreo también podían ser aplicadas al fototrampeo siempre y cuando se contara con el número suficiente de cámaras y de datos (Sanderson y Harris, 2012; Chávez *et al.*, 2013). Los primeros estudios usando cámaras-trampa con el propósito de la conservación de grandes mamíferos se realizaron en la década de 1990, por Ullas Karanth y Jim Nichols, principalmente con tigre (*Panthera tigris*); los temas analizados en estos estudios fueron la estimación de ámbito

hogareño y el tamaño de la población (O' Brien, 2001; Silver, 2004; Karanth *et al.*, 2011; Trollet *et al.*, 2014).

El uso del fototrampeo para los estudios de la fauna silvestre se ha incrementado de manera exponencial para investigaciones biológicas en la última década, ya que es una herramienta fácilmente replicable, rentable y eficiente para el estudio y seguimiento de mamíferos terrestres (Rovero *et al.*, 2014). Con este método es posible confirmar la presencia de especies difíciles de reconocer por rastros (Maffei *et al.*, 2002; Tobler *et al.*, 2008; Chávez *et al.*, 2013; Hamel *et al.*, 2013; Rovero *et al.*, 2014). El fototrampeo es adecuado para coleccionar datos estandarizados, debido a que es posible calcular el esfuerzo de muestreo, lo que permite comparar estudios en diferentes zonas (Rovero *et al.*, 2014). Asimismo, las cámaras-trampa han permitido a los investigadores responder preguntas relacionadas con dinámicas poblacionales, describir y comparar patrones de actividades diarias o estacionales y el comportamiento de los individuos, monitorear la distribución de especies, hacer inventarios, comparar la abundancia relativa de una especie bajo diferentes condiciones ecológicas o entre especies, así como estimar la abundancia absoluta de las especies de mamíferos para los cuales es posible la identificación individual (por patrón de coloración) sin interferir con su conducta, con menor perturbación, esfuerzo y costo en comparación con el trampeo directo (Maffei *et al.*, 2002; Wallace *et al.*, 2003; Maffei *et al.*, 2004; Di Bitetti *et al.*, 2006; Kelly *et al.*, 2008; Di Bitetti *et al.*, 2014; Rich *et al.*, 2014). Aunque recientemente, Meek y colaboradores (2014) comprobaron que algunas especies de mamíferos pueden ver la luz infrarroja

emitida por las cámaras (539-870 nm), así como el sonido emitido por el funcionamiento de los equipos (20-60 kHz). Recientemente se ha podido determinar el estado de salud de algunas especies, observando la presencia de garrapatas (Hofmeester *et al.*, 2017) y heridas (Pérez-Flores *et al.*, 2016).

Actualmente existen dos tipos de cámaras-trampa según su sistema de activación: 1.- el sistema activo (SA), en el cual hay un haz de luz infrarrojo y al ser interrumpido se activa la cámara, y 2.- el sistema pasivo (SP), que detecta por medio de un sensor (receptor) el movimiento y el calor generado por un animal u objeto dentro de un área conocida como “zona de detección”; estas cámaras-trampa también cuentan con retrasos automáticos o temporizadores que permiten tomar imágenes en momentos o intervalos específicos (Chávez *et al.*, 2013; Hamel *et al.*, 2013).

En México, a través de fototrampeo se han registrado nuevos sitios de presencia de especies como el tapir (*Tapirus bairdii*) en la sierra Madre de Oaxaca (Lavariega *et al.*, 2013), el jaguar (*Panthera onca*) en el centro occidente de México, Tabasco, norte de Chiapas y Oeste de Campeche (Charre-Medellín *et al.*, 2014; Hidalgo-Mihart *et al.*, 2015), los primeros registros de coyote (*Canis latrans*) en Campeche (Hidalgo-Mihart *et al.*, 2013), ocelote (*Leopardus pardalis*) en el Parque Nacional Lagunas de Zempoala, Estado de México y la Sierra del Laurel, Aguascalientes (Valdez-Jiménez *et al.*, 2013; Aranda *et al.*, 2014), yaguarundi (*Puma yagouaroundi*) en Michoacán, tigrillo (*Leopardus wiedii*), lince rojo (*Lynx rufus*), puma (*Puma concolor*) y yaguarundi en el sur de Puebla (Farías *et al.*, 2015). Sin embargo,

son pocos los estudios en el país que se han enfocado al análisis de parámetros ecológicos, más allá de los registros de presencia.

En la Zona Sujeta a Conservación Ecológica Finca Santa Ana, en el estado de Chiapas, se han realizado acciones estratégicas para la conservación, manejo y educación ambiental, a través de las cuales se han obtenido un total de 375 registros de fauna silvestre mediante métodos de monitoreo directo (observación) e indirecto (huellas, excrementos, echaderos, entre otros). De igual forma, en Finca Santa Ana se encuentran recursos bióticos potencialmente aprovechables que resultan de importancia para la pesca, agricultura, investigación y educación ambiental (SEMAVIHN, S/F). Sin embargo, hasta ahora no se han realizado estudios enfocados en los mamíferos de la zona de manera sistemática. Este es el primer estudio realizado a través del método de fototrampeo, el cual permitirá estimar parámetros ecológicos de las especies, como la abundancia relativa, además de actualizar los registros de las especies de mamíferos que se tienen desde el año 2006 (SEMAVIHN, S/F).

ANTECEDENTES

Los estudios que se han realizado en México usando el método de fototrampeo para obtener abundancia relativa de mamíferos han sido principalmente en el centro y sur del país. En la Selva Lacandona, Chiapas, se registraron 14 especies de carnívoros y ungulados, por lo que, de acuerdo con los autores, este método es útil para estudiar la presencia y abundancia de mamíferos terrestres, particularmente felinos (Azuara y Medellín, 2007). En la Sierra de Nanchititla, Estado de México, se menciona que los métodos de trampeo tradicionales requieren de mucho tiempo de trabajo y están limitados al hábitat con alta visibilidad, por lo que el uso de cámaras-trampa es una alternativa más precisa; en este caso se registraron 19 especies de mamíferos (Monroy-Vilchis *et al.*, 2011). En Santiago Comaltepec, Sierra Norte de Oaxaca, el fototrampeo fue más exitoso en comparación con el método de búsqueda de rastros, identificando 16 especies de mamíferos (Del Rio-García *et al.*, 2014). En los Chimalapas, Oaxaca, se registraron 20 especies de mamíferos medianos y grandes, concluyendo que el uso de cámaras-trampa es una alternativa que complementa los métodos convencionales (Lira-Torres y Briones-Salas, 2012). Respecto al patrón de actividades de mamíferos, se ha evaluado en la Sierra Nanchititla, Estado de México, identificando que el patrón de actividades del jaguar (*Panthera onca*) fue entre las 00:00-6:00 horas, y del puma (*Puma concolor*) entre las 04:00-06:00 y entre las 18:00-22:00 (Monroy-Vilchis *et al.*, 2009). En la misma zona, se realizó un análisis de la actividad de diferentes especies de mamíferos, encontrando que el 67% de las especies son nocturnas (Monroy-Vilchis *et al.*, 2011). En los Chimalapas, Oaxaca, se observó que el ocelote (*Leopardus pardalis*) tiene

mayor actividad entre 01:00-06:00 horas (Pérez-Irineo y Santos-Moreno, 2014), también los autores concluyeron que el monitoreo de 24 horas provee datos confiables sobre el patrón de actividades en comparación con otros métodos, como transectos lineales para observaciones directas o censos (Lira-Torres y Briones-Salas, 2012). En el noreste de la península de Yucatán se obtuvo el patrón de actividades de 16 especies de mamíferos, agrupando en 4 tipos: diurno/nocturno-crepuscular, crepuscular/nocturno, crepuscular/diurno y nocturno (Hernández-Pérez *et al.*, 2015).

El estudio de los efectos de la luz de la luna en la actividad de los mamíferos es un tema poco estudiado en la ecología del comportamiento. Es probable que con la luna llena aumente la visibilidad de los felinos y la vulnerabilidad de sus presas (Harmsen *et al.*, 2011), también se ha observado que algunos roedores alteran su patrón de actividades en relación con la fase lunar, intercambiando la eficiencia de forrajeo para disminuir la susceptibilidad a la depredación en las noches luminosas (Harmsen *et al.*, 2011). Con respecto al análisis de la actividad de depredadores y presas en relación con las fases lunares, Harmsen y colaboradores (2011) y Huck y Fernández-Duque (2017), proponen:

- Si la actividad de la presa cambia con la fase de la luna, también puede cambiar la actividad del depredador.
- Si las presas permanecen más tiempo en sus madrigueras en noches luminosas, los depredadores pueden volverse más activos para compensar la menor disponibilidad de presas.

- Los depredadores pueden disminuir su actividad para ahorrar energía y cazar de manera más eficiente durante las noches más oscuras o pueden cambiar a una actividad diurna durante este período.
- Si los depredadores tienen más éxito bajo la luz de la luna, es probable que las presas respondan cambiando sus propios patrones de actividad (hipótesis de evitación de depredadores).
- El patrón de actividades nocturno podría depender de las capacidades de visión (hipótesis de la agudeza visual).

OBJETIVOS

- Evaluar la riqueza y abundancia relativa de los mamíferos medianos y grandes en la Zona Sujeta a Conservación Ecológica Finca Santa Ana, México.
- Analizar el patrón de actividades y evaluar el efecto de la fase lunar en la actividad de los mamíferos medianos y grandes en la zona de estudio.
- Comparar la diversidad y densidad de mamíferos medianos y grandes de la zona de estudio, con la de otras zonas con vegetación de selva mediana subperennifolia.

MATERIALES Y MÉTODO

Área de estudio

El Área Natural Protegida Finca Santa Ana, Chiapas, fue decretada el 19 de junio de 1996 con carácter de Zona Sujeta a Conservación Ecológica (ZSCE), la cual cuenta con una superficie de 553.79 hectáreas. Se encuentra a 200 msnm entre 17° 35' 46" - 17° 32' 57" Norte y 93° 03' 38" - 93° 01' 58" Oeste (Figura 1); el clima es cálido húmedo (Am) caracterizado por tener una temperatura media anual de 26.5° C y una precipitación media anual de 3,982.5 mm. En cuanto a su vegetación presenta el 77% de selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria y áreas de uso agropecuario en las partes cercanas a la carretera, como pastizales cultivados y cultivos permanentes y semipermanentes de plátano y cacao. Se encuentra a 9 km de la cabecera municipal de Pichucalco, y es considerada de importancia para la economía del municipio debido a que su cubierta forestal actúa captando el agua proveniente de las lluvias, originando escurrimientos y arroyos que alimentan al río Pichucalco, por lo que brinda el servicio ambiental hidrológico a la región (OPGE, 2006; SEMAVIHN, S/F; Sánchez, 2013). En cuanto a la importancia ecológica del sitio, con respecto a los vertebrados se han registrado 5 familias de anfibios, 10 familias de reptiles, 32 familias de aves y 13 familias de mamíferos, dentro de los cuales se pueden mencionar especies como: tlacuache común (*Didelphis marsupialis*), tlacuache cuatro ojos (*Philander opossum*), armadillo (*Dasyus novemcinctus*), conejo pie de trapo (*Sylvilagus brasiliensis*), ardilla gris (*Sciurus aureogaster*), tuza (*Orthogeomys hispidus*), tepezcuintle (*Cuniculus paca*), mapache (*Procyon lotor*) y coatí (*Nasua narica*). Cabe destacar

que se han registrado especies que se incluyen en categorías de riesgo, específicamente en peligro de extinción (P) como el mono saraguato (*Alouatta palliata*), ocelote, cuica de agua (*Chironectes minimus*), hormiguero pigmeo (*Cyclopes didactylus*) y oso hormiguero (*Tamandua mexicana*); amenazados (A) como el zorro platanero (*Caluromys derbianus*) y puercoespín (*Coendou mexicanus*); y finalmente una especie sujeta a protección especial (Pr), el mico de noche (*Potos flavus*) (OPGE, 2006; SEMAVIHN, S/F; SEMARNAT, 2010; Sánchez, 2013).

Una de las problemáticas ambientales a las que se enfrenta Finca Santa Ana es que está rodeada por un sistema de producción ganadera de tipo extensivo el cual es una fuente de contaminación para la Finca, debido al uso de productos químicos que son arrastrados por el río y depositados en los sedimentos. Otro aspecto importante es que es un área forestal con especies maderables, por lo que es susceptible a la tala clandestina por parte de los habitantes de las comunidades vecinas (SEMAVIHN, S/F).

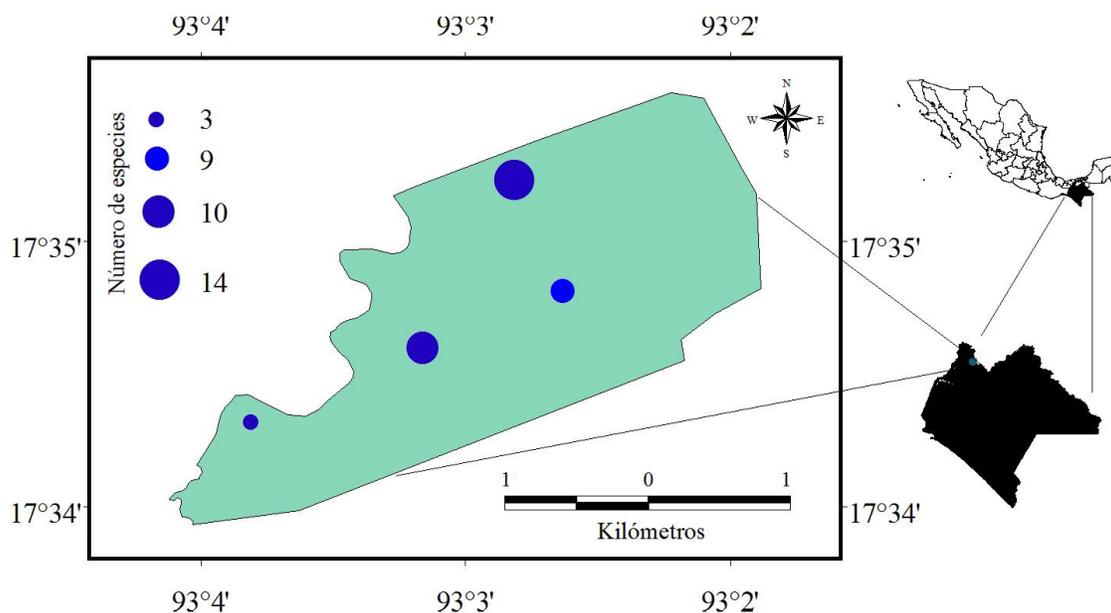


Figura 1. Zona Sujeta a Conservación Ecológica Finca Santa Ana, Chiapas, México y referencia de la ubicación de las cámaras-trampa

Obtención de datos

El muestreo se llevó a cabo de abril de 2016 a abril de 2017, con el fin de cubrir tanto la época de lluvias como la de secas. Se identificaron en el polígono de la zona los sitios que presentaban una alta probabilidad de registrar mamíferos, principalmente veredas y orillas de ríos. Se colocaron 4 estaciones sencillas de fototrampeo sin atrayentes (Figura 1), distribuidas con una separación promedio de 1 km² entre sí, que es la distancia que se recomienda para el estudio de mamíferos medianos (Maffei *et al.*, 2002; Kelly, 2008).

Las cámaras-trampa se colocaron a una altura de 35-40 cm por encima del suelo, sujetas al tronco de un árbol, dicha altura se basó en un estudio previo en el cual se comprobó que el ángulo de la zona de detección y la distancia a la cual pasa una

especie frente a la cámara-trampa influye en la probabilidad de detección de las especies (González, 2013). Todos los modelos utilizados corresponden a equipos con sensor pasivo. Los equipos se programaron para obtener fotografías y videos, y permanecer en funcionamiento las 24 horas, con un retraso mínimo de 20 segundos entre cada disparo (Monroy-Vilchis *et al.*, 2009). Las cámaras fueron revisadas cada 3 meses para verificar su funcionamiento, hacer cambio de baterías y tarjetas de almacenamiento.

Las especies fotografiadas se identificaron por comparación con literatura especializada (Reid, 1997; Ceballos y Oliva, 2005), además de considerar las especies potenciales según la distribución de acuerdo con la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN). Sólo se consideraron a los mamíferos terrestres medianos y grandes, es decir, aquellas especies con un peso promedio mayor a 500 g (Monroy-Vilchis *et al.*, 2011; González, 2013)

Análisis de datos

Para el análisis de las fotografías se utilizó el método propuesto por Sanderson y Harris (2012, <http://www.smallcats.org/CTA-executables.html>). Este método permite el análisis confiable y automatizado de grandes cantidades de registros fotográficos, minimizando los errores que se pudieran cometer por los autores al procesar bases con grandes cantidades de fotografías. El método consiste en ordenar los registros fotográficos por número de individuos de cada especie y estación de trampeo, además permite renombrar los registros de manera

automatizada y calcula abundancia relativa, esfuerzo de muestreo, Tiempo de Latencia para la Primera Detección (TDL), riqueza de especies, patrón de actividades y patrón de actividad por la fase lunar.

A continuación se describe cada parámetro calculado por el método de Sanderson y Harris (2012).

Abundancia relativa (IAR)

Para el análisis de abundancia relativa únicamente se consideraron las fotografías independientes, que fueron los siguientes casos: 1) fotografías consecutivas de diferentes especies; y 2) fotografías consecutivas de individuos de la misma especie separadas por más de 60 minutos. Este criterio fue aplicado para disminuir la dependencia de los datos cuando no es claro si una serie de fotografías corresponden al mismo individuo, de modo que las fotografías tomadas dentro de un periodo de 60 minutos se consideraron como un solo registro (Di Bitetti *et al.*, 2014).

Para obtener el Índice de abundancia relativa (IAR) de cada especie, se utilizó la siguiente fórmula: **$IAR = (R/EM) \times 100$** , donde R es el número de registros fotográficos independientes; EM es el esfuerzo total de muestreo que es la suma de los días-trampa que cada cámara-trampa permaneció activa; se consideran 100 días trampa como unidad de estandarización para poder comparar los datos con otros estudios (Monroy-Vilchis *et al.*, 2009; Rovero *et al.*, 2014; Cusack *et al.*, 2015).

Patrón de actividades

El patrón de actividades se determinó para aquellas especies de las que se obtuvieron al menos 11 registros fotográficos, que es el número mínimo considerado en estudios previos (Maffei *et al.*, 2002; Monroy-Vilchis *et al.*, 2009). Adicionalmente, se cuantificó el porcentaje de registros obtenidos en intervalos de una hora y se representó en histogramas de frecuencia. La descripción general de los patrones de actividad se hizo con base en cuatro intervalos de tiempo: a) diurnos, entre las 09:00 a 18:00 horas; b) nocturnos, entre las 20:00 a 07:00 horas; y c) crepúsculo del amanecer, de 07:00 a 09:00 horas y crepúsculo del anochecer 18:00 a 20:00 horas (Monroy-Vilchis *et al.*, 2011). Posteriormente se realizó una prueba de G para evaluar si la actividad de las especies era independiente del horario.

Relación de la fase lunar y patrón de actividades

Se seleccionaron las especies que tuvieran por lo menos 12 registros independientes, durante el horario nocturno y de acuerdo al horario en el que anochecía (20:00 horas) y amanecía en el estado de Chiapas (07:00 horas). Esto bajo el criterio de que, en teoría, se pudiera obtener al menos un registro fotográfico por mes. Se hizo una prueba de ji cuadrada para evaluar si había diferencias en la actividad de las especies entre los periodos de luna llena y luna nueva.

Comparación de la riqueza, densidad, e IAR con otras Áreas Naturales Protegidas (ANP)

Se consideraron ANP con selva mediana subperennifolia como tipo de vegetación dominante. Para que los datos fueran comparables se consideró el área de cada área, así como el esfuerzo de muestreo aplicado en cada estudio.

RESULTADOS

Con el método de Sanderson y Harris (2012) se obtuvieron un total de 1,686 registros fotográficos, de los cuales 560 (33.21%) fueron independientes y 587 registros se consideraron para el patrón de actividades. Se registraron 15 especies de mamíferos medianos y grandes, con un esfuerzo de muestreo de 966 días-trampa. En 23 fotos la identificación sólo fue posible a nivel de género, particularmente con *Sylvilagus* y *Didelphis*. Las especies identificadas se clasifican en 6 órdenes y 11 familias, el orden mejor representado fue Carnívora con 3 familias y 5 especies (Cuadro 1).

Abundancia relativa

Las especies más abundantes fueron el mapache (IAR=33.75, $n=326$), tlacuache cuatro ojos (IAR=4.24, $n=41$), ocelote (IAR=4.24, $n=41$) y tepezcuintle (IAR=3.00, $n=29$), mientras que las menos abundantes fueron el coyote (*Canis latrans*) (IAR=0.10, $n=1$), pecarí de labios blancos (*Tayassu pecari*) (IAR=0.10, $n=1$), yaguarundi (*Puma yagouaroundi*) (IAR=0.21, $n=2$) y *Didelphis* sp. (IAR=0.52, $n=5$, Cuadro 1). Adicionalmente, en el caso particular del ocelote, separamos los registros fotográficos en carpetas por perfil derecho e izquierdo, con respecto a la cámara trampa, para identificar individuos con base en el patrón de coloración (rosetas; Trolle y Kéry, 2003). De acuerdo con este análisis, identificamos que el número de individuos presentes en Finca Santa Ana es de 13 individuos (Anexo 1), de estos se pudo confirmar que 4 eran machos, por la presencia de testículos, de los nueve restantes no se pudo distinguir el sexo, debido a que el objetivo del estudio

no estaba directamente enfocado al cálculo de la densidad de esta especie, las estaciones de trampeo constaron de una sola cámara, lo que limita la aplicación de modelos de captura-recaptura.

Considerando el Tiempo de Latencia para la Primera Detección (TDL), que es expresado como el esfuerzo de colecta desplegado (días-trampa) antes de obtener el primer registro, tanto el tlacuache norteño (*Didelphis virginiana*) como el mapache tuvieron la probabilidad de detección mayor, ya que pasó solo 1 día de la colocación de las cámaras-trampa para que fueran registradas, al contrario del coyote que fue registrado después de 310 días.

Cuadro 1. Listado taxonómico de mamíferos medianos y grandes, número de registros fotográficos independientes e IAR de cada especie en Finca Santa Ana, Chiapas, México.

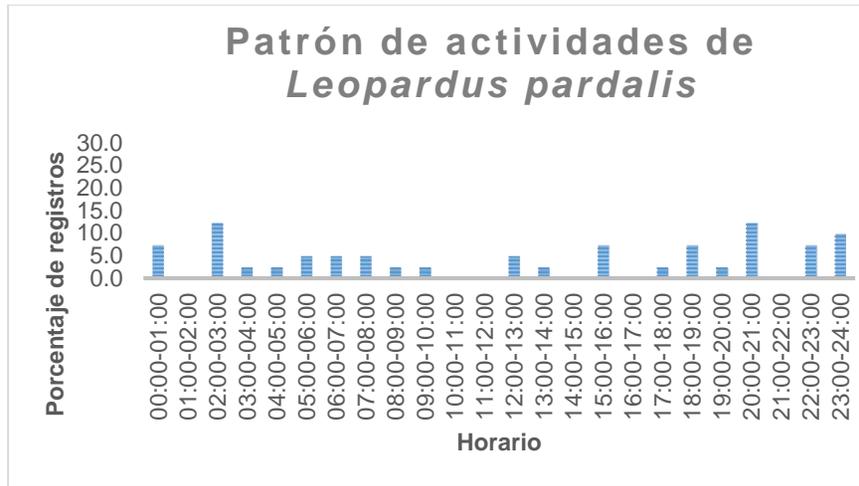
ORDEN	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	REGISTROS INDEPENDIENTES	TIEMPO DE LATENCIA	PORCENTAJE DE REGISTROS	IAR
Didelphimorphia	Didelphidae	Tlacuache norteño	<i>Didelphis virginiana</i>	25	1	4.46	2.59
		Tlacuache	<i>Didelphis</i> sp.	5	130	0.89	0.52
		Tlacuache cuatro ojos	<i>Philander opossum</i>	41	23	7.32	4.24
Xenarthra	Dasypodidae	Armadillo de nueve bandas	<i>Dasybus novemcinctus</i>	10	89	1.78	1.04
	Myrmecophagidae	Oso hormiguero	<i>Tamandua mexicana</i>	13	7	2.32	1.35
Carnívora	Canidae	Coyote	<i>Canis latrans</i>	1	310	0.17	0.10
	Felidae	Yaguarundi	<i>Puma yagouaroundi</i>	2	117	0.35	0.21
		Ocelote	<i>Leopardus pardalis</i>	41	4	7.32	4.24
	Procyonidae	Coatí	<i>Nasua narica</i>	24	2	4.28	2.48
		Mapache	<i>Procyon lotor</i>	326	1	58.21	33.75
Artiodactyla	Cervidae	Venado cola blanca	<i>Odocoileus virginianus</i>	18	38	3.21	1.86

	Tayassuidae	Pecarí de labios blancos	<i>Tayassu pecari</i>	1	118	0.17	0.10
Rodentia	Cuniculidae	Tepezcuintle	<i>Cuniculus paca</i>	29	7	5.17	3.00
	Dasyproctidae	Guaqueque	<i>Dasyprocta mexicana</i>	6	123	1.07	0.62
Lagomorpha	Leporidae	Conejo	<i>Sylvilagus</i> sp.	18	7	3.21	1.86
			Fotos totales	560		100	

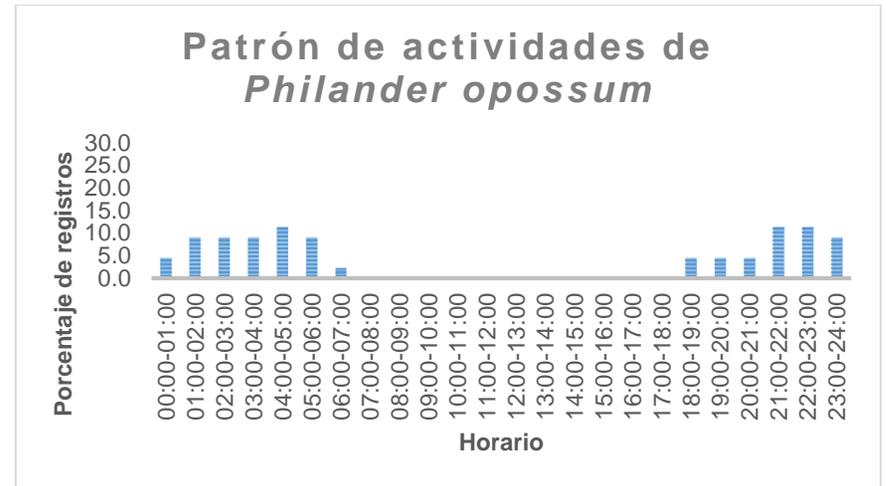
Patrón de actividades

El tlacuache cuatro ojos, tlacuache norteño, ocelote, tepezcuintle, oso hormiguero y el mapache son de hábitos nocturnos, mientras que la actividad del coatí y venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) se determinó como diurna. Finalmente, la actividad del conejo (*Sylvilagus* sp.) fue tanto nocturna como crepuscular (Figura 2). La actividad de las especies es dependiente del horario ($G=170.7887$; g.l.=24; $p<0.05$).

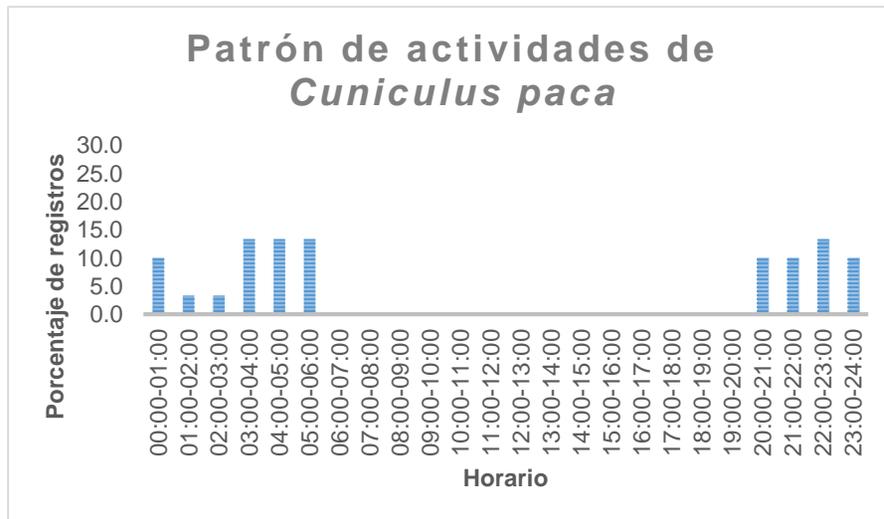
A)



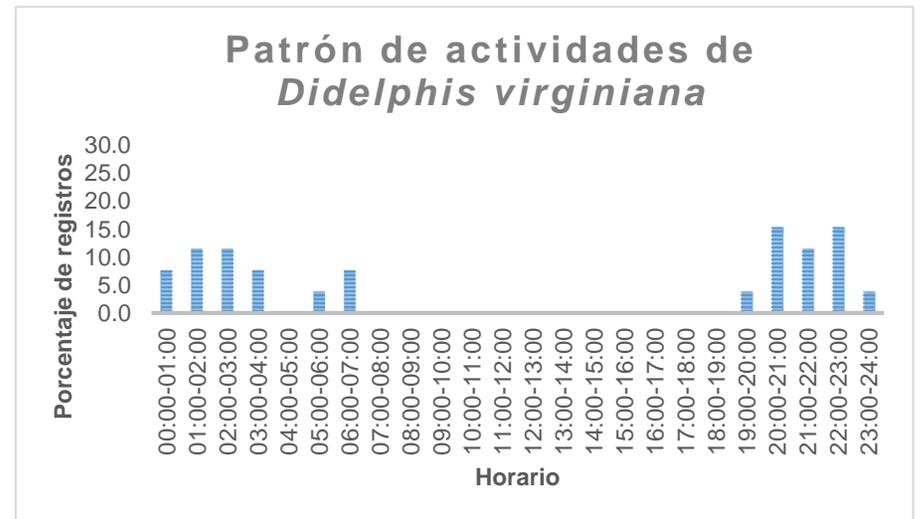
B)



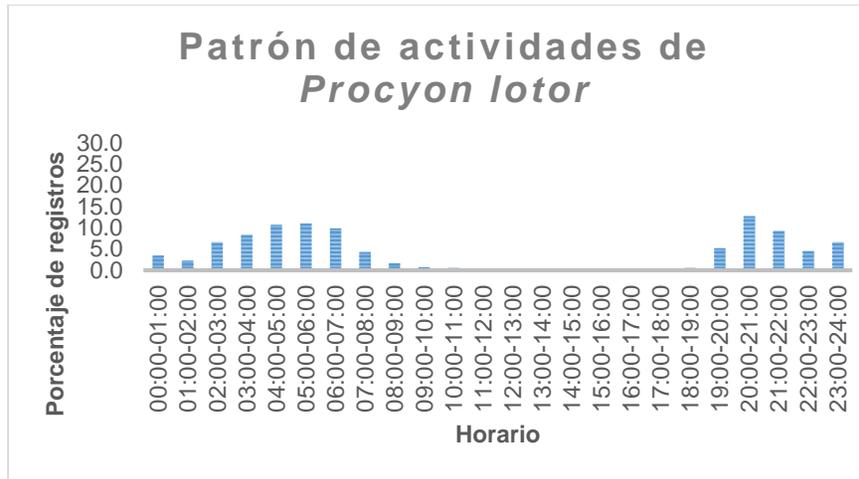
C)



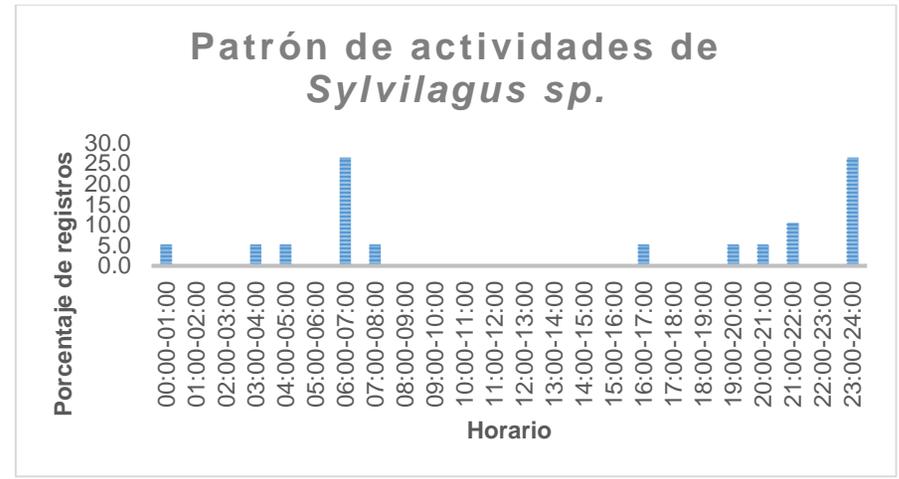
D)



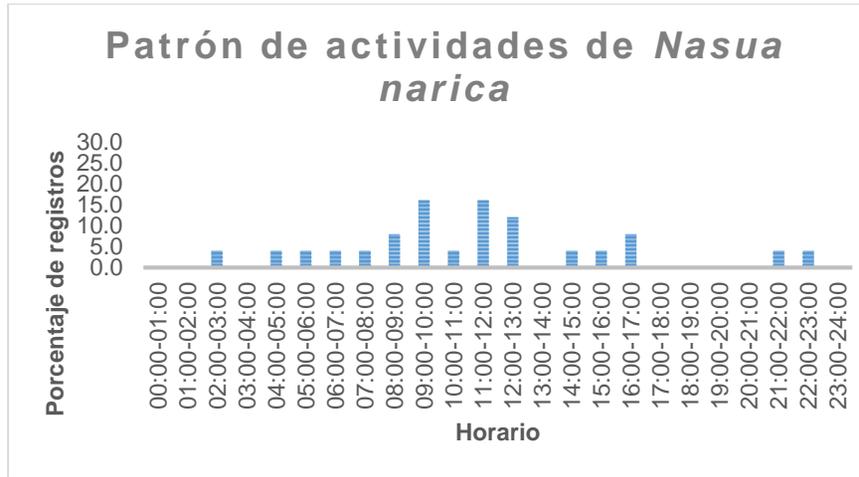
E)



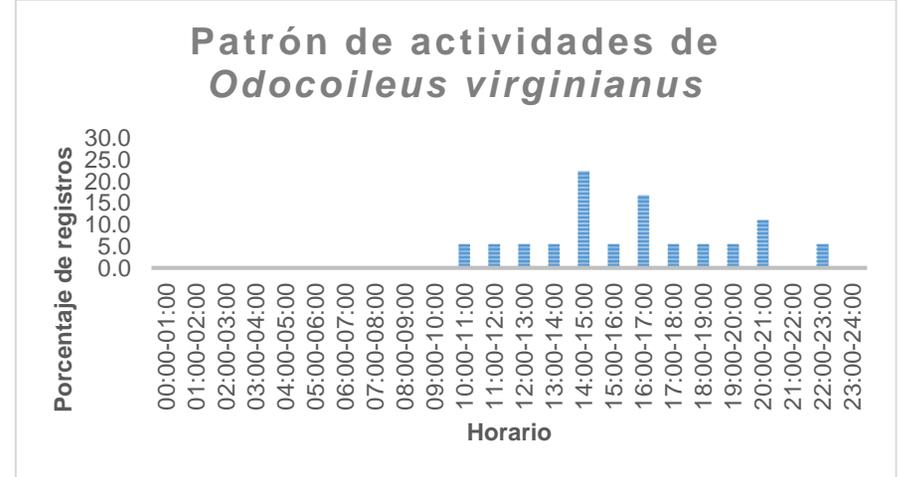
F)



G)



H)



I)

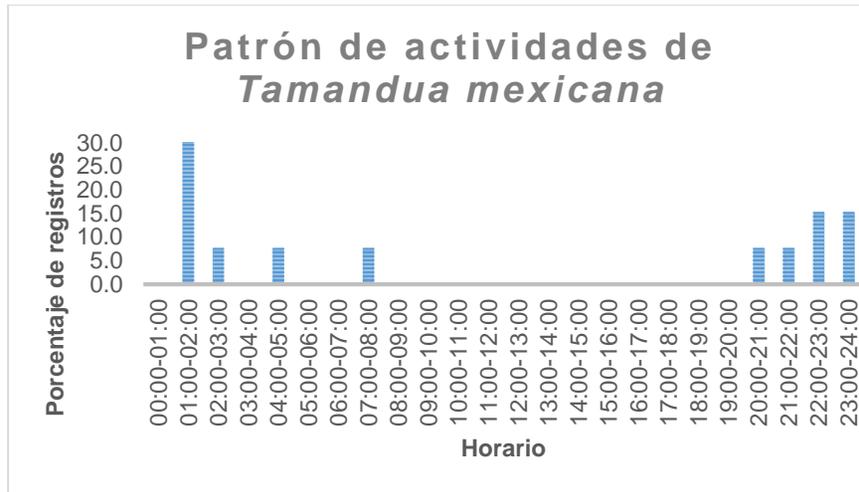


Figura 2. Patrón de actividades de algunas especies de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica Finca Santa Ana, Chiapas.

Relación de la fase lunar y patrón de actividades

Para este análisis sólo se incluyeron a tlacuache norteño, mapache, ocelote, tlacuache cuatro ojos y tepezcuintle, encontrando diferencias significativas en la actividad y la fase lunar, de manera que las especies son más activas cuando hay luna nueva que cuando hay luna llena ($X^2 = 12.79$; g.l.= 4; $p < 0.05$; Cuadro 2).

Cuadro 2. Registros fotográficos independientes durante luna llena y luna nueva de algunos mamíferos medianos y grandes de Finca Santa Ana, Chiapas.

ESPECIE	REGISTROS EN LUNA LLENA	REGISTROS EN LUNA NUEVA
Tlacuache norteño	6	13
Mapache	111	113
Ocelote	8	10
Tlacuache cuatro ojos	11	22
Tepezcuintle	4	20

Comparación de la riqueza, densidad e IAR con otras Áreas Naturales Protegidas (ANP)

La diversidad de mamíferos de Finca Santa Ana fue comparada con la de 11 áreas naturales protegidas del Sureste de México y se observó que ésta cuenta con mayor densidad de especies que en los Petenes del noroeste de la Península de Yucatán, la Reserva de la Biosfera Montes Azules y la Reserva de la Biosfera La Encrucijada, Chiapas (Cuadro 3). En cuanto a la riqueza, Finca Santa Ana es mayor (1.55 especies/100 días-trampa) que la Reserva de la Biosfera Montes Azules (.13 especies/100 días-trampa), el Parque Nacional Cañón del Sumidero, Chiapas (.16 especies/100 noches-trampa), los Chimalapas, Oaxaca (.41 especies/100 días-trampa) y los Petenes del noroeste de Yucatán (.42 especies/100 días-trampa) (ver Cuadro 3). Con respecto al índice de abundancia relativa del ocelote, este fue mayor

(IAR= 34.16) que en los Petenes, Yucatán (IAR=11.08), los Chimalapas, Oaxaca (IAR=2.67), y la Reserva de la Biosfera Montes Azules, Chiapas (IAR=14.1; Cuadro 4).

Cuadro 3. Densidad de especies considerando el esfuerzo de muestreo y área de las ANP.

SITIO	HECTÁREAS	ESFUERZO DE MUESTREO	MÉTODO	NÚMERO DE ESPECIES	DENSIDAD DE ESPECIES	NÚMERO DE ESPECIES/ 100 DÍAS TRAMPA	AUTORES Y AÑO
RESERVA DE LA BIOSFERA EL TRIUNFO, CHIAPAS	119,117 ha	360 noches-trampa	-Captura con trampas Tomahawk -Recorridos nocturnos -Colecta de rastros	31	.0002	8.61	Espinoza <i>et al.</i> , 1998
RESERVA DE LA BIOSFERA “LA ENCRUCIJADA”, CHIAPAS	144,868 ha	800 días-trampa	-Captura con trampas Tomahawk -Colecta de rastros -Información de bases de datos	17	.0001	2.12	Espinoza <i>et al.</i> , 2003
CAFETALES Y SELVA MEDIANA DE LAS CAÑADAS DE LA SELVA LACANDONA, CHIAPAS, MÉXICO	41,100 ha	825 trampas-noche	-Captura con trampas Tomahawk	11	.0002	1.33	Cruz-Lara <i>et al.</i> , 2004

ZONA SUJETA A CONSERVACIÓN ECOLÓGICA LAGUNA BÉLGICA, CHIAPAS, MÉXICO	47.5 ha	Información no disponible	-Recorridos diurnos y nocturnos -Capturas con trampas Tomahawk -Colecta de rastros	18	.3789	Información no disponible	Riechers-Pérez, 2004
YAXCHILÁN, MUNICIPIO DE OCOSINGO, CHIAPAS	2,621 ha	Información no disponible	-Captura con trampas Tomahawk -Recorridos diurnos y nocturnos -Colecta de rastros	25	.0095	Información no disponible	Escobedo <i>et al.</i> , 2005
CHIMALAPAS, OAXACA	8,000 ha	4,860 días-trampa	-Fototrampeo -Colecta de rastros	20	.0025	.41	Lira-Torres y Briones-Salas, 2012
PARQUE NACIONAL CAÑÓN DEL SUMIDERO, CHIAPAS, MÉXICO	21,789 ha	16,384 noches-trampa	-Captura con trampas Tomahawk -Recorridos diurnos y nocturnos -Colecta de rastros -Entrevistas no estructuradas	27	.0012	.16	Arroyo <i>et al.</i> , 2013
RESERVA DE LA BIOSFERA MONTES	331,200 ha	10,000 días-trampa	Fototrampeo	13	.0001	.13	Towns <i>et al.</i> , 2013

**AZULES,
CHIAPAS**

SANTIAGO COMALTEPEC, OAXACA, MÉXICO	1,312.65 ha	144 días-trampa	-Fototrampeo -Colecta de rastros	16	.0121	11.11	Del Rio-García <i>et al.</i> , 2014
PETENES DEL NOROESTE DE LA PENINSULA DE YUCATÁN, MÉXICO	402,074.68 ha	3,284 días-trampa	Fototrampeo	14	.0001	.42	Hernández-Pérez <i>et al.</i> , 2014
MISANTLA, VERACRUZ, MÉXICO	53,794 ha	174 días-trampa	-Captura con trampas Tomahawk -Colecta de rastros	16	.0002	9.19	Rodríguez-Macedo <i>et al.</i> , 2014
ESTE ESTUDIO	553.79 ha	966 días-trampa	Fototrampeo	15	.0270	1.55	

Cuadro 4. IAR de ocelote de diferentes ANP.

SITIO	HECTÁREAS	NÚMERO DE REGISTROS INDEPENDIENTES (24 HORAS)	IAR=(R/EM)*1000	EM
LOS PETENES DEL NOROESTE DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN	402074.68	13	11.08	3284
LOS CHIMALAPAS, OAXACA	8000	13	2.67	4860
RESERVA DE LA BIOSFERA MONTES AZULES, CHIAPAS	144868	141	14.1	10000
ESTE SITIO	553.79	33	34.16	966

De acuerdo con Hall (1981), Reid (1997) y Ceballos y Oliva (2005), hay 40 especies que potencialmente se distribuyen en la zona de estudio (Cuadro 5), además de 2 especies cuya distribución histórica incluía Finca Santa Ana: pecarí de labios blancos (*Tayassu pecari*) y tapir (*Tapirus bairdii*); de manera que, a partir del fototrampeo, se registró el 37.5% de las especies potencialmente presentes en la zona.

Cuadro 5. Especies que potencialmente se distribuyen en el Noreste de Chiapas

LISTADO DE ESPECIES POTENCIALES DE LA REGIÓN NORESTE DE CHIAPAS

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	PLAN DE MANEJO	FOTOTRAMPEO
Ratón tlacuache	<i>Marmosa mexicana</i>		
Tlacuache lanudo	<i>Caluromys derbianus</i>	✓	
Tlacuache acuático	<i>Chironectes minimus</i>	✓	

Tlacuache común	<i>Didelphis marsupialis</i>	✓	
Tlacuache norteño	<i>Didelphis virginiana</i>		✓
Tlacuache cuatro ojos	<i>Philander opossum</i>	✓	✓
Armadillo	<i>Dasyops novemcinctus</i>	✓	✓
Miquito dorado	<i>Cyclopes didactylus</i>	✓	
Oso hormiguero	<i>Tamandua mexicana</i>	✓	✓
Mono aullador, saraguato	<i>Alouatta palliata</i>	✓	
Mono araña	<i>Ateles geoffroyi</i>		
Coyote	<i>Canis latrans</i>		✓
Zorro gris	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>		
Leoncillo, jaguarondi, yaguarundi	<i>Puma yagouaroundi</i>		✓
Ocelote	<i>Leopardus pardalis</i>	✓	✓
Tigrillo, margay	<i>Leopardus wiedii</i>		
Puma	<i>Puma concolor</i>		
Jaguar	<i>Panthera onca</i>		
Nutria de río, perro de agua	<i>Lontra longicaudis</i>		
Cabeza de viejo, viejo de monte	<i>Eira barbara</i>		
Grisón	<i>Galictis vittata</i>		
Comadreja	<i>Mustela frenata</i>		
Zorrillo	<i>Conepatus semistriatus</i>		
Martucha, mico de noche	<i>Potos flavus</i>	✓	
Cacomixtle	<i>Bassariscus sumichrasti</i>		
Tejón, coatí	<i>Nasua narica</i>	✓	✓
Mapache	<i>Procyon lotor</i>	✓	✓
Temazate	<i>Mazama americana</i>		
Venado cola blanca	<i>Odocoileus virginianus</i>		✓
Pecarí de collar	<i>Pecari tajacu</i>		
Puerco espín	<i>Coendou mexicanus</i>	✓	
Tepezcuintle	<i>Cuniculus paca</i>	✓	✓
Guaqueque negro	<i>Dasyprocta mexicana</i>		✓

Conejo tropical	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	✓
Conejo de campo	<i>Sylvilagus floridanus</i>	
Tuza	<i>Orthogeomys hispidus</i>	✓
Hurón, comadreja, onzita	<i>Mustela frenata</i>	
Zorrillo rayado	<i>Mephitis macroura</i>	
Zorrillo manchado	<i>Spilogale putorius</i>	
Zorrillo , zorro hediondo	<i>Conepatus semistriatus</i>	

DISCUSIÓN

En Chiapas se han registrado 207 especies de mamíferos, es decir, el 37% de las especies en México, de las cuales 100 son mamíferos terrestres y 44 son medianos y grandes (Ceballos y Oliva, 2005; Rivera y Medellín, 2015). En la Zona Sujeta a Conservación Ecológica Finca Santa Ana se registraron por fototrampeo 15 especies de mamíferos medianos y grandes, tomando en cuenta las especies que anteriormente ya se habían registrado, en la zona se encuentran 21 especies, lo que representa el 47.7% de las especies que se distribuyen en el estado y el 52.5% considerando la región noreste, lo que es significativo tomando en cuenta que la zona de estudio abarca únicamente el .007% del territorio estatal. En el mismo sentido, si se compara la diversidad de Finca Santa Ana con otras reservas más grandes como la Reserva de la Biosfera Montes Azules, Chiapas, la Reserva de la Biosfera La Encrucijada, Chiapas y los Petenes del noroeste de la Península de Yucatán, ésta tiene una densidad de especies mayor. Asimismo, la riqueza específica de la ZSCE Finca Santa Ana es mayor que en la Reserva de la Biosfera Montes Azules, el Parque Nacional Cañón del Sumidero (Chiapas), los Chimalapas (Oaxaca) y los Petenes (Yucatán), a pesar de que el esfuerzo de muestreo de estos últimos fue mayor.

A través del método de fototrampeo se obtuvieron los primeros registros fotográficos de especies como el coyote, tlacuache norteño, guaqueque negro, yaguarundi, venado cola blanca y pecarí de labios blancos, este último es particularmente relevante ya que antes de este estudio, no se consideraba como especie potencial en la zona.

De las especies registradas, algunas se encuentran en categorías de riesgo, como el ocelote (peligro de extinción; SEMARNAT, 2010) y el oso hormiguero (peligro de extinción; SEMARNAT, 2010), además de otras que no se registraron en este estudio, pero que están presentes en la zona, como el mono saraguato, la cuica de agua, y el hormiguero pigmeo, que están en peligro de extinción, además del zorro platanero y el puercoespín que se encuentran amenazados y también el mico de noche que está sujeto a protección especial, de manera que 34.78% de las especies de mamíferos terrestres que habitan en Finca Santa Ana requieren que se tomen medidas de conservación (Riechers-Pérez, 2004; Ceballos y Arroyo-Cabrales, 2012; SEMARNAT, 2010; CONABIO, 2013).

Las problemáticas de conservación de la zona derivan principalmente del hecho de que en sus límites se encuentran plantaciones bananeras bajo sistemas de producción intensivos, en los cuales utilizan agroquímicos para controlar la enfermedad denominada Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*), esto lo hacen mediante fumigaciones con avionetas que al dispersarse por el viento afectan a la reserva, poniendo en riesgo la salud de las poblaciones de fauna. Otros factores de perturbación son los asentamientos humanos irregulares y la caza furtiva (SEMAVIHN, 2008).

En este estudio se obtuvo que la efectividad del método de fototrampeo fue del 71%, lo que coincide con estudios anteriores, (Silveira *et al.*, 2003; Azuara y Medellín, 2007; Rowcliffe y Carbone, 2008; Monroy-Vilchis *et al.*, 2011; O'Brien, 2011; Lira-Torres y Briones-Salas, 2012), para la obtención precisa de datos de presencia de una especie. En el mismo sentido, Tobler y colaboradores (2008) argumentan que los

recorridos por transectos difícilmente sirven para monitorear especies crípticas como los carnívoros, osos hormigueros y armadillos, especies que fueron registradas en este estudio.

Por otro lado, como parte del fototrampeo, el catalogar e ingresar una gran cantidad de datos puede ser lento, tedioso y está propenso a errores, lo que puede llevar a una falta de organización sistemática de los datos y por lo tanto, malas interpretaciones, estas limitaciones fueron evitadas en este estudio utilizando el método de Sanderson y Harris (2012), cabe mencionar que en México no existen estudios previos utilizando este método. Entre las ventajas del software están que se puede incrementar la entrada de datos, así como la velocidad de análisis y minimizar los errores cometidos por los usuarios; de igual manera se trata de una metodología estandarizada.

Las especies más abundantes en Finca Santa Ana fueron mapache, tlacuache cuatro ojos, tepezcuintle y ocelote; con respecto a este último, debido a que los autores Lira-Torres y Briones-Salas (2012) y Hernández-Pérez y colaboradores (2015) utilizan una modificación de la fórmula mencionada previamente en el apartado de abundancia relativa, fue necesario implementar dicha fórmula: $IAR = (R/EM) * 1000$, de igual manera se consideró la independencia de los registros cada 24 horas en vez de cada hora, para que pudiera ser comparable con estos estudios, y se obtuvo que el índice de abundancia relativa del ocelote es mayor que en los Chimalapas (Oaxaca; Lira-Torres y Briones-Salas, 2012), los Petenes (Yucatán; Hernández-Pérez *et al.*, 2015) y la Reserva de la Biosfera Montes Azules (Chiapas; Towns *et al.*, 2013). En México esta especie se encuentra en peligro de extinción, por lo que se puede considerar

que Finca Santa Ana es un sitio importante para la conservación y permanencia de poblaciones viables de ocelote, esto podría ser un indicador del buen estado de conservación del ecosistema y de las poblaciones de presas (Townes *et al.*, 2013).

Patrón de actividades

Los registros de tlacuache cuatro ojos y tlacuache norteño fueron entre las 18:00 y las 7:00 horas, evidenciando que son especies mayormente nocturnas, con pocos registros al atardecer, lo que concuerda con Ceballos y Oliva (2005) que mencionan que el tlacuache norteño tiene mayor actividad de forrajeo entre las 23:00 y 02:00. De manera similar, el ocelote mostró una tendencia hacia hábitos nocturnos teniendo picos de actividad de las 02:00 a las 03:00 y de las 20:00 a las 21:00 horas, coincidiendo con lo reportado en los Chimalapas, donde la actividad principal se presentó entre 01:00-6:00 (Pérez-Irineo y Santos-Moreno, 2014). El mapache también tuvo tendencia hacia hábitos nocturnos, con mayor actividad entre las 4:00 y las 7:00, mientras que en un estudio realizado en la Sierra de Nanchititla se registraron grupos de mapaches entre las 00:00-03:00 horas, coincidiendo que esta especie tiene un pico de forrajeo a la media noche en diferentes tipos de vegetación (Monroy-Vilchis *et al.*, 2011). Finalmente, el coatí y el venado cola blanca mostraron tendencia hacia hábitos diurnos con poca actividad nocturna y crepuscular del amanecer y del anochecer, respectivamente; en cuanto al comportamiento del venado cola blanca es congruente con lo observado en otro estudio en los Chimalapas, en donde Lira-Torres y Briones-Salas (2012) mencionan que el tamaño corporal de los mamíferos también está relacionado con su patrón de actividad, de

manera que los grandes mamíferos del neotrópico que tienen requerimientos energéticos mayores, forrajean durante todo el día. La actividad predominantemente diurna del coatí es probable que se deba a factores como la temperatura, disponibilidad de alimento o presas (Monroy-Vilchis *et al.*, 2011).

Efecto de la fase lunar

En México no se había analizado el efecto de la fase lunar en las actividades de mamíferos silvestres. Los resultados obtenidos en este estudio son similares a lo reportado en Belice, donde se mostró que la actividad de los mamíferos es mayor cuando hay luna nueva, probablemente como estrategia para la evasión de depredadores, teniendo una actividad reducida durante periodos con mayor iluminación (Harmsen *et al.*, 2011). En el caso particular del ocelote, en Argentina, Huck y Fernández-Duque (2017) encontraron que mostró una ligera tendencia a tener mayor actividad durante noches luminosas, mientras que en Finca Santa Ana fue más activo en luna nueva.

La reducción del riesgo de depredación se considera un factor importante que afecta la actividad nocturna de los mamíferos, sobre todo en el caso de herbívoros medianos, como se observó en un estudio realizado en los Alpes orientales Italianos, donde Carnevali y colaboradores (2016) obtuvieron que los movimientos de las gamuzas del norte (*Rupicapra rupicapra*) se concentraron principalmente en noches luminosas, mientras que en Finca Santa Ana la actividad del venado cola blanca fue diurna, posiblemente en ambos casos por la ausencia de grandes depredado

CONCLUSIONES

Se registraron 15 especies de mamíferos medianos y grandes en Finca Santa Ana, a partir del método de fototrampeo, de las cuales las más abundantes fueron el mapache, el tlacuache cuatro ojos y el ocelote.

El 77.7% de las especies mostraron una actividad predominantemente nocturna y dicha actividad es mayor cuando hay luna nueva.

Finca Santa Ana tiene una densidad de especies de mamíferos medianos y grandes mayor que otras reservas más grandes como la Reserva de la Biosfera Montes Azules y la Reserva de la Biosfera La Encrucijada, ambas en Chiapas, y los Petenes del noroeste de la Península de Yucatán. Asimismo, la riqueza de Finca Santa Ana es mayor que en la Reserva de la Biosfera Montes Azules, el Parque Nacional Cañón del Sumidero, Chiapas, los Chimalapas Oaxaca y los Petenes del noroeste de la Península de Yucatán, incluso cuando en estas últimas el esfuerzo de muestreo fue mayor.

LITERATURA CITADA

- Aranda, M., Botello, F., Martínez-Meyer, E., Pineda, A. 2014. Primer registro de ocelote (*Leopardus pardalis*) en el Parque Nacional Lagunas de Zempoala, Estado de México y Morelos, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 1300-1302.
- Arroyo, C. E., Riechers, P. A., Naranjo, E. J., Rivera-Velázquez, G. 2013. Riqueza, abundancia y diversidad de mamíferos silvestres entre hábitats en el Parque Nacional Cañón del Sumidero, Chiapas, México. *THERYA*, 4(3), 647-676.
- Azuara, D. y Medellín, R. 2007. Fototrampeo como herramienta para el estudio del jaguar y otros mamíferos en la Selva Lacandona, Chiapas. Tomado de Conservación y manejo del jaguar en México Estudios de caso y perspectivas.
- Carnevali, L., Lovari, S., Monaco, A., Mori, E. 2016. Nocturnal activity of a “diurnal” species, the Northern chamois, in a predator-free Alpine area. Italy.
- Ceballos, G. y Oliva, G. 2005. Los mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la biodiversidad. México, D.F.
- Ceballos, G. y Arroyo-Cabrales, J. 2012. Lista actualizada de los mamíferos de México 2012. *Revista Mexicana de Mastozoología Nueva época*.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2013. La biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/Gobierno del Estado de Chiapas. México.

- Cusack, J. J., Dickman, A. J., Rowcliffe, J. M., Carbone, C., Macdonald, D. W., Coulson, T. 2015. Random versus Game Trail-based Camera Trap Placement Strategy for Monitoring Terrestrial Mammal Communities, *PLoS ONE*, 10(5).
- Charre-Medellín, J. P., Monterrubio-Rico, T. C., Guido-Lemus, D. 2014. Nuevo registro de jaguar (*Panthera onca*) en el centro occidente de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 1295-1299.
- Chávez, C., De la Torre, A., Bárcenas, H., R., Medellín, R. A., Zarza, H., Ceballos, G. 2013. Manual de fototrampeo para estudio de fauna silvestre: El jaguar en México como estudio de caso. Alianza WWF-Telcel, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Cruz-Lara, L. E., Lorenzo, C., Soto, L., Naranjo, E., Ramírez-Marcial, N. 2004. Diversidad de mamíferos en cafetales y selva mediana de las cañadas de la Selva Lacandona, Chiapas, México. *Acta Zoológica*, 20(1).
- Del Rio-García, G. I. N., Espinoza, R. M. K., Luna, K. M. D., López, H. N. U. 2014. Diversidad, distribución y abundancia de mamíferos en Santiago Comaltepec, Oaxaca, México. *AP AGRO PRODUCTIVIDAD*, 7(5).
- Di Bitetti, M. S., Paviolo, A., De Angelo, C. 2006. Density, habitat use and activity patterns of ocelots (*Leopardus pardalis*) in the Atlantic forest of Misiones, Argentina. *Journal of Zoology*.
- Di Bitetti, M. S., Paviolo, A., De Angelo, C. 2014. Camera trap photographic rates on roads vs. off roads: location does matter. *Mastozoología neotropical*, 21(1), 37-46.

- Escobedo M. L. A., León, P. L. Arroyo-Cabrales J. Polaco, O. J. 2005. Diversidad y abundancia de los mamíferos de Yaxchilán, Municipio de Ocosingo, Chiapas. CAP. 25: 283-298. En: Sánchez-Cordero V. y Medellín R. A. Contribuciones mastozoológicas en homenaje a Bernardo Villa, 706 p. Instituto de Biología, UNAM; Instituto de Ecología, UNAM; CONABIO. México.
- Espinoza, E., Cruz, E., Kramsky, H., Sanchez, I. 2003. Mastofauna de la Reserva de la Biosfera “La Encrucijada”, Chiapas. *Revista Mexicana de Mastozoología* 7, 5-19.
- Espinoza, M. E., Anzures, D. Cruz, A. E. 1998. Mamíferos de la Reserva de la Biosfera el Triunfo, Chiapas. *Revista Mexicana de Mastozoología* 3, 79-94.
- Farías, V., Téllez, O., Botello, F., Hernández, O., Barruecos, J., Olivares, S. J., Hernández, J. C. 2015. Primeros registros de 4 especies de felinos en el sur de Puebla, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86, 1065-1071.
- González, D. A. G. 2013. Evaluación de algunos modelos de trampa-cámara para la obtención de registros fotográficos de mamíferos silvestres. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Ciencias. Toluca, Edo. de México.
- Hamel, S., Killengreen, S. T., Henden, J.A., Eide, N. E., Roed-Eriksen, L., Ims, R. A., Yoccoz, N. G. 2013. Towards good practice guidance in using camera-traps in ecology: influence of sampling design on validity of ecological inferences. *Methods in ecology and evolution*, 4, 105-113.

- Harmsen, B. J., Foster, R. J., Silver, S. C., Ostro, L. E. T., Doncaster, C. P. 2011. Jaguar and puma activity patterns in relation to their main prey. *Mammalian Biology*, 76, 320-324.
- Hall, E. R. 1981. The mammals of North America. Wiley-Interscience Publication. United States of America
- Hernández-Pérez, E., Reyna, H. R., Castillo, V. M., Moreira R. J. Fernando. 2015. Fototrampeo de mamíferos terrestres de talla mediana y grande asociados a petenes del noroeste de la península de Yucatán, México. *THERYA*, 6(3), 559-574.
- Hidalgo-Mihart, M. G., Contreras-Moreno, F. M., Pérez-Solano, L., Hernández-Lara, C. 2013. Primeros registros de coyote (*Canis latrans*) en Campeche. México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 84, 1012-1017.
- Hidalgo-Mihart, M. G., Contreras-Moreno, F. M., De la Cruz, A., Juárez-López, R., Valera-Aguilar, D., Pérez-Solano, L. A., Hernández-Lara, C. 2015. Registros recientes de jaguar en Tabasco, norte de Chiapas y oeste de Campeche, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86, 469-477.
- Hofmeester, T. R., Rowcliffe, M. J., Jansen, P. A. 2017. Quantifying the Availability of Vertebrate hosts to ticks: A Camera-trapping Approach. *Frontiers in veterinary science*.
- Huck, M. C. y Fernández-Duque, E. 2017. Relationship between moonlight and nightly activity patterns of the ocelot (*Leopardus pardalis*) and some of its prey species in Formosa, Northern Argentina. Argentina

- Karanth, K. U., Nichols, J. D., Kumar, N. S. 2011. Chapter 7 Estimating tiger abundance from camera trap data: field surveys and analytical issues. Tomado de Camera traps in Animal Ecology, Methods and Analyses.
- Kelly, M. J. 2008. Design, evaluate, refine: camera trap studies for elusive species. *Animal Conservation*, 11, 182-184.
- Kelly, M. J. Noss, A. J. Di Bitetti, Maffei, L., Arispe, R. L., Paviolo, A., De Angelo, C. D., Di Blanco, Y. E. 2008. Estimating puma densities from camera trapping across three study sites: Bolivia, Argentina, and Belize. *Journal of Mammalogy*, 89(2), 408-418.
- Lavariega, M. C., Briones-Salas, M., Rodríguez, C. 2013 Registro de tapir centroamericano (*Tapirus bairdii*) con cámaras-trampa en la sierra Madre de Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*.
- Lira-Torres, I., y Briones-Salas, M. 2012. Abundancia relativa y patrones de actividad de los mamíferos de los chimalapas, Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 28(3), 566-585.
- Maffei, L., Cuéllar, E., Noss, A. J. 2002. Uso de trampas-cámara para la evaluación de mamíferos en el Ecotono Chaco-Chiquitanía. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental*, 11, 55-65.
- Maffei, L., Cuellar, E., Noss, A. J. 2004. One thousand jaguars (*Panthera onca*) in Bolivia's Chaco? Camera trapping in the Kaa-lyá National Park. *Journal Zoological Society of London*, 262, 295-304.
- Meek, P. D., Ballard, G. A., Fleming, P. J. S., Schaefer, M., Williams, W., Falzon, G. 2014. Camera Traps Can Be Heard and Seen by Animals. *Plos one*.

- Monroy-Vilchis, O., Rodríguez-Soto, C., Zarco-González, M. M., Urios, V. 2009. Cougar and jaguar habitat use and activity patterns in central Mexico. *Animal Biology*, 59, 145–157.
- Monroy-Vilchis, O., Zarco-González, M. M., Ramírez, P.J., Aguilera, R. U. 2011. Diversidad de mamíferos de la Reserva Natural Sierra Nanchititla, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82(1), 237-248.
- Monroy-Vilchis, O., Zarco-González, M. M., Rodríguez, S. C., Soria, D. L., Urios, V. 2011. Fototrampeo de mamíferos en la Sierra Nanchititla, México: abundancia relativa y patrón de actividad. *Revista de Biología Tropical*, 59(1), 373-383.
- Naranjo, E.J. 1995. Abundancia y uso de hábitat del tapir (*Tapirus bairdii*) en un bosque tropical húmedo de Costa Rica. *Vida Silvestre Neotropical*, 4, 20-31.
- Organismos Públicos del Gobierno del Estado (OPGE). 2006. Medio Ambiente y Recursos Naturales. *Desarrollo Económico*.
- O'Brien, T. G. 2011. Abundance, density and relative abundance: A conceptual framework. *Wildlife conservation society*.
- Pérez-Flores, J., Calmé S., Reyna-Hurtado, R. 2016. Scoring Body Condition in Wild Baird's Tapir (*Tapirus bairdii*) Using Camera Traps and Opportunistic Photographic Material. *Tropical Conservation Science*.
- Pérez-Irineo, G. y Santos-Moreno, A. 2014. Density, distribution, and activity of the ocelot *Leopardus pardalis* (Carnivora: Felidae) in Southeast Mexican rainforests. *Revista de Biología Tropical*, 62(4), 1421-1432.

- Pinto de Sá Alves, L. C. y Andriolo, A. 2005. Camera traps used on the mastofaunal survey of Araras Biological Reserve, IEF-RJ. *Revista Brasileira Zoociencias*, 2(7), 231-246.
- Reid, F. A. 1997. A field guide to the mammals of Central America and Southeast Mexico. Oxford University Press. United States of America.
- Rich, N. L., Kelly, M. J., Sollmann, R., Noss, A., Maffei, L., Ariste, L.R., Paviolo, A., De Angelo, D. C., Di Blanco, E. Y. Di Bitetti, M. M. 2014. Comparing capture–recapture, mark–resight, and spatial mark–resight models for estimating puma densities via camera traps. *Journal of Mammalogy*, 95(2), 382–391.
- Riechers-Pérez, A. 2004. Análisis mastofaunístico de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica Laguna Bélgica, Chiapas, México. Universidad Nacional Autónoma de México, *Serie Zoología*, 75(2), 363-382.
- Rivero, M., Medellín, R. A. 2015. Mamíferos del estado de Chiapas. *Revista mexicana de mastozoología. Nueva época*.
- Rodríguez-Macedo, M., González-Christen, A., León-Paniagua L. S. 2014. Diversidad de los mamíferos silvestres de Misantla, Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 262-275.
- Rovero, F., Martin, E., Rosa, M., Ahumada, J. A., Spitale, D. 2014. Estimating Species Richness and Modelling Habitat Preferences of Tropical Forest Mammals from Camera Trap Data. *PLoS ONE*, 9(7).
- Rowcliffe, J. M. y Carbone, C. 2008. Surveys using camera traps: are we looking to a brighter future? *Animal Conservation*.

- Sánchez, M. P. 2013. Conservación, Manejo y Concientización en el Área Natural Protegida Finca Santa Ana.
- Sanderson, J. y Harris, G. 2012. Automatic data organization, storage, and analysis of camera trap pictures. Small Wild Cat Conservation Foundation. US.
- Secretaria del Medio Ambiente, Vivienda e Historia Natural (SEMAVIHN). Chiapas. 2008. *Zona Sujeta a Conservación Ecológica Finca Santa Ana*. Consultado el 12 de Octubre de 2017, en http://www.semahn.chiapas.gob.mx/portal/descargas/guardaparques/santa_a_na.pdf
- SEMARNAT, 2010. Diario Oficial de la Federación, Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental- Especies nativas de México de flora y fauna silvestres. Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo.
- Silver, S. 2004. Estimando la abundancia de jaguares mediante trampas-cámara. *Wildlife Conservation Society*.
- Silveira, L., Jácomo, A. T. A., Diniz-Filho, A. F. 2003. Camera trap, line transect census and track surveys: a comparative evaluation. *Biological conservation*, 351-355.
- Silver, S. C. Ostro, L. E. T., Marsh, L. K., Maffei, L. Noss, A. J., Kelly, M. J., Wallace, R. B., Gómez, H. y Ayala, G. 2004. The use of camera traps for estimating jaguar *Panthera onca* abundance and density using capture/recapture analysis. *Oryx*, 38(2), 148-154.

- Sharma, R. K., Jhala, Y., Qureshi, Q., Vattakaven, J., Gopal, R., Nayak, K. 2009. Evaluating capture-recapture population and density estimation of tigers in a population with known parameters. *Animal conservation*.
- Tobler, M. W., Carrillo-Percastegui, S. E. Leite, P. R., Mares, R. Powell, G. 2008. An evaluation of camera traps for inventorying large- and medium-sized terrestrial rainforest mammals. *Animal Conservation*, 11, 169-178.
- Towns, V., León, R., De la Maza, J., Sánchez-Cordero, V. 2013. Aportaciones al listado de los mamíferos carnívoros del sur de la Reserva. *THERYA*, 4(3), 627-640.
- Trollet, F., Huynen, M., Vermeulen, C., Hambuckers, A. 2014. Use of camera traps for wildlife studies: A review. *Biotechnologie agronomie societe et environnement*, 18(3), 446-454.
- Trolle, M. y Kéry, M. 2003. Estimation of ocelot density in the pantanal using capture-recapture analysis of camera-trapping data. *Journal of Mammalogy*, 84(2), 607-614.
- Valdez-Jiménez, D., García-Balderas, C. M., Quintero-Díaz, G. E. 2013. Presence of ocelot (*Leopardus pardalis*) in the “Sierra del Laurel”, municipality of Calvillo, Aguascalientes, Mexico. *Acta Zoológica Mexicana*, 29(3), 688-692.
- Walker, S. A., Novaro, J. A., Nichols J. D. 2000. Consideraciones para la estimación de abundancia de poblaciones de mamíferos. *Mastozool. Neotrop*, 7(2), 73-80.
- Wallace, R. B., Gómez, H., Ayala, G., Espinoza, F. 2003. Camera trapping for jaguar (*Panthera onca*) in the Tuichi Valley, Bolivia, Argentina. *Mastozoología Neotropical*, 10(1), 133-139.

ANEXO 1

Algunos ejemplos de identificación de individuos de ocelote

Individuo 1



Individuo 2

