

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



DIVERSIDAD DE MAMÍFEROS MEDIANOS Y GRANDES EN EL EJIDO  
ÚRSULO GALVÁN, SIERRA DE VALLEJO, NAYARIT

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
LICENCIADA EN BIOLOGÍA

PRESENTA:

FÁTIMA CORTÉS FLORES

DIRECTOR:

DR. VÍCTOR H. LUJA MOLINA

CO-DIRECTORA:

M. EN C. LUCERO MONTSERRAT CUAUTLE GARCÍA



PUEBLA, NOVIEMBRE 2022

La presente tesis titulada:

“DIVERSIDAD DE MAMÍFEROS MEDIANOS Y GRANDES EN EL EJIDO  
ÚRSULO GALVÁN, SIERRA DE VALLEJO, NAYARIT”

fue realizada por CORTÉS FLORES FÁTIMA, ha sido revisada y aprobada por el siguiente consejo particular, para obtener el Título de: LICENCIADA EN BIOLOGÍA

Consejo Particular integrado por:

Director de Tesis:

Dr. Víctor H. Luján Molina

Co-directora de Tesis:

M. en C. Lucero Montserrat Cuautle García

Revisor:

Dr. Jesús Martínez Vázquez

Revisor:

M. en C. Rosa María González Monroy

Facultad de Ciencias Biológicas, BUAP



El presente trabajo forma parte del GRUPO/CUERPO DE INVESTIGACIÓN:

Al interior de la FCB-BUAP, del grupo "MANEJO Y CONSERVACIÓN DE BIOSISTEMAS" y de la Línea de INVESTIGACIÓN "MANEJO Y CONSERVACIÓN DE RECURSOS NATURALES".

Este trabajo fue financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) mediante el proyecto 3369: "**Ecología y conservación del jaguar (*Panthera onca*) y sus presas potenciales fuera de áreas naturales protegidas de Nayarit, México**" cuyo responsable técnico fue el Doctor Víctor H. Luja.

## **DEDICATORIA**

Con mucho cariño a mis padres Miguel Ángel y Eugenia gracias por darme la vida, por siempre estar conmigo en los buenos momentos y malos, es admirable todo su esfuerzo y dedicación para darme una formación y educación para tener las herramientas, el conocimiento y haberme enseñado a dar lo mejor de uno mismo siempre. Gracias por darme unos hermanos increíbles con los que puedo contar siempre y como decía cuando era pequeña lo que importa es que somos una familia. Gracias por apoyarme siempre y ser mi pilar fundamental cada día.

A mi papá gracias por todo el amor, trabajo y apoyo que me has brindado, especialmente gracias por dejar a la pequeña Fati acompañarte cada día al campo y crear muy bonitos recuerdos. Te agradezco por creer en mí y siempre estar al pie del cañón en cada momento de mi vida, gracias por preocuparte por mí, cuidarme, consentirme y darme grandes alegrías con esa forma de ser, somos un equipo.

A mi mamá que siempre ha estado en cada etapa de mi vida, gracias por tu tiempo, dedicación, confianza y amor que me has dado cada día, por estar en los desvelos y alegrías de mi vida. Gracias por acompañarle todos los días en el camino a la escuela, por siempre preocuparte y arreglar cualquier situación y mal momento en la vida, gracias por apoyarme siempre eres una gran mujer que admirar y sabes que te quiero con todo mi corazón.

Mis hermanos gracias por estar conmigo y el apoyo que me han dado cada uno de ustedes, María Eugenia mi hermana mayor a pesar de la distancia agradezco cada consejo que me has dado, todo tu cariño y amor que siempre me demuestras. Jorge por ser esa persona tan especial en mi vida, realmente me siento muy orgullosa de ti y todo lo que has logrado con tu esfuerzo, dedicación y amor por la biología, gracias por siempre estar para mí, muchas gracias por todos los momentos y recuerdos que siempre llevo conmigo, por todos tus consejos y enseñanzas. Por todo el amor, cariño y el apoyo incondicional que me das Yeus te quiero mucho. Dulce gracias por todo tu amor, tu compañía, los enojos, los momentos tan graciosos que hemos pasado. Por estar ahí para escucharme, por la confianza que me has brindando, los consejos, porque siempre has sido una figura

muy importante para mí, y ser una amiga para mí, te quiero. Miguel Ángel gracias por tu compañía y cariño, siempre has estado conmigo en las etapas de mi vida, por todas las veces que me molestabas y molestas, pero también por todas las veces que me haces hecho reír con cualquier cosa, gracias por tu apoyo.

A mis sobrinos Carlitos, Pao y Rafa, son los más lindo y una parte muy especial en mi vida. Agradezco por todos los momentos que pasamos juntos, las risas, juegos, el aprendizaje que juntos construimos, las fotos, videos cada momento con ustedes es único y a pesar de que aún son pequeños siempre me recuerdan esa etapa que se vive de niño y sé que todo lo que se propongan lo van a cumplir, espero que sigan disfrutando y apreciando cada momento de la vida, creando lindos momentos. Aún les queda un gran camino por recorrer, pero siempre tendrán mi apoyo y amor los quiero mucho.

Mis amigos Pati, Maetzi, Andi, Lupita, Carmen y Ángel agradezco a la vida haber podido coincidir en esta linda etapa, todos llegamos con esa ilusión y emoción por estudiar biología, gracias por acompañarme en estos años de carrera, por todos los momentos que hemos pasado juntos, las clases, los días de laboratorio, los trabajos en equipo especialmente esas veces de desvelo, preocupación, enojo y diversión en los proyectos de métodos, por todas las risas, fotos, historias, comidas, todas las salidas de campo que tuvimos cada una con grandes momentos para recordar y reír. Las reuniones que eran como una por semestre, pero era de los más divertido. Gracias por estar conmigo saben que cuentan conmigo siempre, y sé que, aunque la vida nos lleve por distintos caminos seguiremos coincidiendo en este bonito mundo de la biología, los quiero mucho y los llevo en mi corazón.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y a la Facultad de Ciencias Biológicas que me dio la oportunidad de pertenecer y poder estudiar la hermosa y maravillosa carrera de Biología.

A mi asesor de tesis Dr. Víctor Hugo Lujá Molina por darme la oportunidad y confianza de trabajar en esta tesis, a pesar de que fue una forma distinta de trabajar por la situación de la pandemia hizo todo el esfuerzo posible por transmitir su conocimiento y dedicación en este trabajo, gracias por la orientación, el apoyo, aportaciones, consejos y enseñanzas que me brindo a lo largo de este proceso. Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) que financio el proyecto 3369 "Ecología y conservación del jaguar (*Panthera onca*) y sus presas potenciales fuera de áreas naturales protegidas de Nayarit, México"

A mi codirectora de tesis la M. en C. Lucero Montserrat Cuautle García por brindarme importantes conocimientos académicos, también por el apoyo, las observaciones, las enseñanzas, por la orientación y ayuda que me dio en cada revisión gracias por su tiempo y dedicación.

A mis sinodales Dr. Jesús Martínez Vázquez y M. en C. Rosa María González Monroy por formar parte de mi formación académica. Y gracias por tomarse el tiempo y la dedicación de revisar esta tesis, les agradezco sus aportaciones, correcciones y apoyo en este trabajo.

A todos mis profesores de la Facultad de Ciencias Biológicas que estuvieron en mi formación profesional gracias por haberme dado grandes enseñanzas en estos años de carrera y por impulsarme a seguir adelante.

## ÍNDICE GENERAL

|  |     |
|--|-----|
| DEDICATORIA.....   | I   |
| AGRADECIMIENTOS.....   | III |
| ÍNDICE DE CUADROS.....                                       | IV  |
| ÍNDICE DE FIGURAS.....                                       | V   |
| RESUMEN.....   | VI  |
| INTRODUCCIÓN.....  | 1   |
| MARCO TEÓRICO.....   | 5   |
| Mamíferos medianos y grandes.....                            | 5   |
| Estado de conservación.....                                  | 6   |
| Métodos para el estudio de mamíferos medianos y grandes..... | 7   |
| Fototrampeo.....   | 8   |
| Índices de la diversidad biológica.....                      | 10  |
| Nayarit.....   | 11  |
| OBJETIVOS E HIPÓTESIS.....                                   | 15  |
| MATERIALES Y MÉTODOS.....                                    | 16  |
| Área de estudio.....   | 16  |
| TRABAJO DE CAMPO.....  | 18  |
| ANÁLISIS DE DATOS.....                                       | 19  |
| Riqueza.....   | 20  |
| Abundancia Relativa (IAR).....                               | 20  |
| Patrones de Actividad.....                                   | 21  |
| RESULTADOS.....  | 22  |
| DISCUSIÓN.....   | 31  |
| CONCLUSIONES.....  | 37  |
| LITERATURA CITADA.....                                       | 38  |

## ÍNDICE DE CUADROS.

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Cuadro 1.</b> Listado taxonómico de mamíferos medianos y grandes, estatus de conservación de acuerdo con la NOM-059 SEMARNAT-2010, IUCN y CITES.....      | <b>24</b> |
| <b>Cuadro 2.</b> Índice de Abundancia Relativa (IAR), número y porcentaje de registros independientes de por especie en el ejido Úrsulo Galván, Nayarit..... | <b>25</b> |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Figura 1.</b> Localización geográfica del ejido Úrsulo Galván, Compostela, Nayarit.....  | <b>17</b> |
| <b>Figura 2.</b> Ubicación de las cámaras trampas en el ejido Úrsulo Galván municipio de Compostela, Nayarit.....   | <b>18</b> |
| <b>Figura 3.</b> Curva de acumulación para mamíferos medianos y grandes del ejido Úrsulo Galván, Sierra de Vallejo, Nayarit.....  | <b>22</b> |
| <b>Figura 4.</b> Venado cola blanca ( <i>Odocoileus virginianus</i> ) y la gráfica circular que muestra su patrón de actividad en el ejido Úrsulo Galván, Sierra de Vallejo, Nayarit..... | <b>27</b> |
| <b>Figura 5.</b> Jaguar ( <i>Panthera onca</i> ) y la gráfica circular que muestra su patrón de actividad en el ejido Úrsulo Galván, Sierra de Vallejo, Nayarit...                        | <b>28</b> |
| <b>Figura 6.</b> Ocelote ( <i>Leopardus pardalis</i> ) y la gráfica circular que muestra su patrón de actividad en el ejido Úrsulo Galván, Sierra de Vallejo, Nayarit.....                | <b>29</b> |
| <b>Figura 7.</b> Coatí ( <i>Nasua narica</i> ) y la gráfica circular que muestra su patrón de actividad en el ejido Úrsulo Galván, Sierra de Vallejo, Nayarit.....                        | <b>30</b> |

## RESUMEN

Los mamíferos medianos y grandes juegan un papel clave en el correcto funcionamiento de los distintos ecosistemas en donde habitan ya que, entre otras características son presas y depredadores. Lamentablemente están sujetos a distintas presiones por parte de los humanos, tales como pérdida de hábitat y cacería directa, provocando declives poblacionales e incluso, extinciones locales. En un escenario donde las actividades humanas están presentes prácticamente en todos los ecosistemas, es necesario evaluar los patrones de diversidad y abundancia de estos animales para comprender sus dinámicas y proponer medidas adecuadas para su conservación.

El objetivo del presente trabajo fue conocer la diversidad de mamíferos medianos y grandes en el ejido Úrsulo Galván, municipio de Compostela, Nayarit. Mediante el método del fototrampeo se registró la riqueza de especies, calculando sus índices de abundancia relativa y patrones de actividad. El trabajo de campo se realizó en el sistema ecológico Sierra de Vallejo (selvas medianas, vegetación secundaria y tierras para ganado) entre los meses de noviembre - diciembre de 2019 y julio - agosto de 2020. Luego de un esfuerzo de muestreo de 2405 días trampa, se obtuvieron 1809 registros fotográficos independientes (fotos de la misma especie después de 60 minutos).

La diversidad de mamíferos medianos y grandes en el ejido Úrsulo Galván está representada por 12 especies pertenecientes a tres órdenes, siete familias y 11 géneros, lo cual representa el 50 % de mamíferos medianos y grandes que se distribuyen en el estado de Nayarit y el 2.12% en el país. Las especies que presentaron un mayor índice de abundancia relativa fueron el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), el jaguar (*Panthera onca*), el ocelote (*Leopardus pardalis*) y el coatí (*Nasua narica*), mientras que las menos abundantes fueron el armadillo de nueve bandas (*Dasybus novemcinctus*), el mapache (*Procyon lotor*), el margay (*Leopardus wiedii*), el puma (*Puma concolor*) y el zorrillo (*Conepatus leuconotus*). En términos de patrones de actividad tanto el venado como el coatí son especies

principalmente diurnas, mientras que el jaguar y ocelote son de hábitos nocturnos mayormente.

Este trabajo aporta datos relevantes que se desconocían sobre la diversidad, abundancia relativa y patrones de actividad, de los mamíferos medianos y grandes en el ejido Úrsulo Galván, donde a pesar del acelerado incremento de las actividades humanas y la proximidad a zonas turísticas, no ha influido de manera drástica en la distribución de especies, sin embargo la diversidad y abundancia en mamíferos es baja comparada con trabajos realizados en el estado y en otras zonas con vegetación similar. La información generada en este estudio incrementa de manera significativa el conocimiento y proporciona un panorama general de la mastofauna presente en el ejido Úrsulo Galván, Compostela y del estado de Nayarit.

**Palabras clave:** abundancia relativa, conservación, fototrampeo, patrones de actividad, riqueza, Sierra de Vallejo.

## INTRODUCCIÓN

La diversidad biológica se define como la variedad de formas de vida, las interacciones entre especies y su ambiente físico, y se consideran diferentes niveles biológicos como genes, especies, poblaciones, comunidades y ecosistemas (Monroy, 2005; Primack, 2010). Además, la diversidad asegura el equilibrio en todos los ecosistemas del mundo, siendo indispensable para la vida humana. Sin embargo, muchas especies se encuentran amenazadas, en gran medida, por la actividad humana (Ceballos *et al.*, 2017).

México es uno de los países con mayor diversidad biológica. Esto se debe a factores determinantes como su ubicación geográfica, donde se sobreponen y entrelazan dos grandes regiones biogeográficas: la Neártica y Neotropical teniendo especies de ambas regiones. Además, presenta una compleja historia geológica y una accidentada topografía, esto hace que se considere un país muy privilegiado por poseer una gran variedad de ecosistemas y una excepcional riqueza biológica en su territorio (CONABIO, 2000; Ceballos y Oliva, 2005).

Uno de los grupos que conforman esta gran diversidad en México son los mamíferos. Están presentes en todos los ecosistemas, tienen una gran diversidad de especies, formas, ecologías, fisiologías, historias de vida y comportamientos a lo largo de su historia evolutiva. Entre los ecosistemas donde se encuentra una gran diversidad de mamíferos son los bosques tropicales, ya que son considerados como el ecosistema que presenta mayor diversidad de especies en comparación a otros (Hansen *et al.*, 2013). Actualmente estos bosques solo abarcan el 16% del territorio en México. La diversidad mastofaunística, se encuentra representada con 564 especies agrupadas en 200 géneros, 46 familias y 13 órdenes, lo que representa aproximadamente el 13% de la diversidad mundial (Ceballos y Oliva, 2005; Ceballos 2014; Sánchez *et al.*, 2014).

Dentro de este grupo se encuentran los mamíferos medianos y grandes, abarcando especies no voladoras con un peso mayor a 1kg (Benchimol, 2016; Hernández-Rodríguez *et al.*, 2019). Los mamíferos juegan un papel importante en

el ambiente y los ecosistemas, ya que proporcionan servicios esenciales en su dinámica, estructura y funcionamiento. Desempeñan roles ecológicos como la dispersión, depredación, germinación de semillas, entre otros, e intervienen en procesos de herbivoría, son controladores biológicos de insectos y generalmente actúan como depredadores y presas (Bolaños y Naranjo, 2001; Severtsov, 2013). La presencia de estos mamíferos tiene un gran valor en aspectos de conservación, ya que son considerados indicadores para monitorear la diversidad, el estado de calidad y perturbación del ecosistema, además de que muchos de estos mamíferos en materia de conservación, son seleccionados dentro de los conceptos de especies indicadoras como clave, bandera y sombrilla, puesto que su preservación da protección a las demás especies con las que cohabitan su entorno (Favreau *et al.*, 2006).

Sin embargo, los mamíferos de tamaño mediano y grande pueden verse afectados por las modificaciones de hábitat, principalmente por el cambio de uso de suelo por actividades agrícolas o ganaderas, y ser además especies sometidas a la cacería furtiva y tráfico ilegal (Ávila-Nájera *et al.*, 2015; Ramírez-Silva *et al.*, 2016). Debido a esto el conocimiento de la diversidad de mamíferos presente en los ecosistemas es de suma importancia, algunos parámetros para conocer la diversidad local pueden ser: la riqueza, abundancia relativa, la densidad, los patrones de actividad entre otros. La riqueza de especies se refiere al número de especies distintas presentes en una comunidad, mientras que la abundancia relativa es un indicador de la situación poblacional y su variación (espacial-temporal). En cambio, los patrones de actividad que tienen los mamíferos medianos y grandes pueden generar información que ayude a conocer mejor los aspectos de su ecología, además de entender los impactos de las actividades humanas sobre el comportamiento de las especies afectadas (Monroy-Vilchis *et al.* 2011; Blake *et al.*, 2012; Briones-Salas *et al.*, 2016).

El estudio de los mamíferos medianos y grandes a corto o mediano plazo muchas veces llega a ser complicado ya que presentan un comportamiento evasivo, mayormente nocturno además de recorrer extensas áreas dentro de un gran

territorio. Por tal razón recientemente mediante métodos no invasivos se puede llevar a cabo estudios con este grupo, uno de los métodos que ha incrementado su uso de manera exponencial es el fototrampeo (Rovero *et al.*, 2014; Mosquera-Guerra *et al.*, 2018)

Este método se basa en el uso de cámaras automáticas con un sensor que se activa con el movimiento o con los cambios de temperatura (Claridge *et al.*, 2004). Por otra parte, el fototrampeo registra a los individuos mediante imágenes y videos que se pueden obtener las 24 horas del día, por lo que se puede realizar monitoreos de distintas especies de mamíferos, determinar la riqueza, abundancia relativa, densidades, comportamiento, patrones de actividad, hábitos alimenticios, entre otros aspectos (Maffei *et al.*, 2002; Montalvo-Guadamuz *et al.*, 2015; Cartín y Carrillo, 2017).

El estado de Nayarit se encuentra en el occidente de México, y es considerado uno de los cinco estados con mayor diversidad de mamíferos en el país, de manera particular en Nayarit se han registrado 141 especies de mamíferos (Ramírez-Silva *et al.*, 2016; Hernández-Cadena, 2015). Debido a las condiciones geomorfológicas, climáticas y la convergencia de cuatro importantes provincias fisiográficas: la Sierra Madre Occidental, el Eje Neovolcánico Transversal, la Sierra Madre del Sur y la Llanura Costera, presenta una heterogeneidad ambiental que explica la diversidad biológica que se desarrolla en el territorio (Ramírez-Silva *et al.*, 2016). Sin embargo, los estudios sobre la diversidad mastofaunística en Nayarit, aun son muy pocos.

Nayarit presenta una vegetación mayormente de selvas medianas las cuales llegan a ser las más extensas de la costa del Pacífico. El municipio de Compostela forma parte del estado el cual ha sido poco estudiado a pesar de la importancia que tienen las selvas medianas del tipo subcaducifolio y caducifolio. En Compostela se localiza el ejido Úrsulo Galván que, a pesar de formar parte de la Reserva de la Biosfera Sierra de Vallejo, no cuenta con estudios previos que describan la diversidad mastofaunística. Al mismo tiempo, Úrsulo Galván está sufriendo cambios drásticos en el uso de suelo. Por ejemplo, está siendo atravesado por la nueva

autopista Jala-Puerto Vallarta, y se encuentra en las inmediaciones de grandes desarrollos turísticos. Por ello, es necesario se realicen estudios científicos que aporten información sólida para la correcta planificación de obras como las citadas anteriormente. El presente estudio tiene como objetivo conocer la diversidad de mamíferos medianos y grandes en el ejido Úrsulo Galván, Nayarit mediante el uso de fototrampeo. Además de determinar la riqueza de especies presentes, estimar la abundancia relativa y determinar los patrones de actividad que permita una toma de decisiones más asertiva, como planes de conservación y manejo de vida silvestre.

## MARCO TEÓRICO

- **Mamíferos medianos y grandes**

Uno de los grupos que conforman la diversidad biológica son los mamíferos, además de contar con una amplia distribución en el mundo. Los mamíferos tienen una serie de características exclusivas que los diferencian de todos los otros grupos de organismos, entre las que destaca: la forma del cráneo, la presencia de pelo, el desarrollo y especialización de las piezas dentales y la presencia de glándulas mamarias en las hembras (Ceballos, 2014).

Los mamíferos medianos y grandes cuentan con especies terrestres y arborícolas no voladoras y comúnmente se pueden identificar sin ser capturados, además presentan un peso superior a 1 kg para los mamíferos de talla mediana y un peso superior a 20 kg para los mamíferos grandes (Benchimol, 2016).

Esta fauna es de gran importancia ecológica puesto que constituyen comunidades muy ricas con una gran variedad de grupos tróficos. La actividad de los mamíferos tiene un impacto directo e indirecto sobre la dinámica y mantenimiento de los ecosistemas, ya que pueden influir en la regeneración y recuperación de los bosques mediante la dispersión y depredación de semillas de varias especies vegetales, también son considerados como controladores biológicos de insectos y en general, se comportan como depredadores y presas (Stoner *et al.*, 2007; Ripple *et al.*, 2014).

Debido a la importancia que presentan en los ecosistemas, y las interacciones que tienen con otros grupos biológicos, son considerados especies indicadoras como clave, bandera y sombrilla, ya que al proteger a los mamíferos también se protege a otras especies que comparten el mismo ecosistema (Favreau *et al.*, 2006). Sinclair, 2003 menciona que los mamíferos medianos y grandes son considerados para monitorear la biodiversidad y el estado de conservación de los ecosistemas, mediante los registros de presencia/ausencia en sitios donde hay distintos grados de perturbación. Esta condición permite que sea un grupo usado como modelo para poder establecer programas de monitoreo a largo plazo y determinar patrones de diversidad (Monroy-Gamboa *et al.*, 2019; Sato *et al.*, 2019).

El aumento de actividades antropogénicas como el cambio de uso de suelo hacia actividades agrícolas o ganaderas y la fragmentación del hábitat, modifican no solo la estructura vegetal original, sino que también cambian la heterogeneidad y complejidad del ecosistema, causando alteraciones en las condiciones climáticas influyendo directamente en la disponibilidad de recursos como alimento y refugio (Murcia, 1995; Cortés-Marcial y Briones-Salas, 2014). Esto repercute principalmente en los mamíferos de tamaño mediano y grande ya que son los más sensibles a los cambios que sufren los ecosistemas y su hábitat, además, presentan una alta vulnerabilidad ya que son especies sujetas a la cacería y el tráfico ilegal en México (Ávila-Ramírez *et al.*, 2015; Ramírez-Silva *et al.*, 2016).

Las disminuciones de estos organismos pueden tener efectos devastadores porque contribuyen al entorno biológico de muchas formas de vida (Bolaños y Naranjo, 2001; Cortés-Marcial y Briones-Salas, 2014). Además, la transformación del hábitat de los mamíferos puede afectar la distribución y la abundancia de otras poblaciones de biota, Murcia en 1995 menciona que estos cambios estarían determinados por factores como las condiciones físicas, la tolerancia fisiológica a las nuevas condiciones del hábitat transformado, incluso las interacciones entre las especies.

- **Estado de Conservación de mamíferos terrestres medianos y grandes**

La UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), menciona que la mayoría de los mamíferos medianos y grandes en el mundo están expuestos a varios tipos de amenazas y esto hace que se encuentran en alguna categoría de riesgo. De acuerdo con la CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres) los mamíferos medianos y grandes son uno de los grupos más propensos al tráfico ilegal por eso se hace hincapié en la conservación y uso sostenible de las especies que son objeto de comercio internacional.

En México las especies silvestres enlistadas en alguna categoría de riesgo se protegen mediante la NOM 059-SEMARNAT (NOM-059), desde sus primeras categorizaciones en 1994, 1999 y en la 2010, uno de los grupos de vertebrados que

presenta un mayor número de especies en alguna categoría son los mamíferos con 291 especies (NOM-059-SEMARNAT-2010).

Pese a que México tiene una enorme diversidad en mamíferos, todavía existen ecosistemas que no se han estudiado con detalle, como lo son, varias regiones tropicales y subtropicales, así como los bosques templados. Por lo cual, se tiene un panorama preocupante puesto que el número de especies en peligro es mayor con respecto al número de especies conocidas en el territorio.

- **Métodos para el estudio de mamíferos medianos y grandes**

El monitoreo de la biodiversidad se puede realizar en los diferentes niveles de organización biológica, dependiendo del objetivo del estudio, además el monitoreo es un método utilizado para conocer cómo es que van cambiando las especies y ecosistemas en el transcurso del tiempo. Moreno *et al.* (2001) mencionan que la mayoría de los estudios sobre la diversidad de las comunidades de la fauna silvestre se enfocan en la riqueza de especies. Sin embargo, también se pueden tomar aspectos como la abundancia, la diversidad de gremios e incluso índices sobre la estructura de la comunidad permitiendo tener una descripción más completa y detallada. Los métodos para el estudio de mamíferos dependen del tamaño de la especie y su historia natural, con base en esto el estudio de mamíferos medianos y grandes puede llegar a ser complicado, principalmente por la dificultad para observarlos, detectarlos, e implica un mayor esfuerzo su captura. Por otra parte, estos mamíferos llegan a recorrer extensas áreas por lo que es casi imposible que se muestreen en su totalidad (Pinto y Andriolo, 2005; O'Brien, 2011).

Para el estudio de mamíferos en campo se debe adoptar el uso de métodos combinados, dependiendo del objetivo del estudio, para poder obtener la información necesaria, pero siempre buscando el bienestar de los organismos. Existen una gran variedad de métodos para el estudio de la fauna silvestre y se clasifican de forma directa e indirecta.

Algunos métodos directos se llevan a cabo con trampas para captura de los ejemplares, estos métodos se usan principalmente para obtener medidas

morfológicas, extracción de tejido, marcaje de individuos entre otros. Miller *et al.* (2013) mencionan que también hay métodos directos alternativos a la captura, como los conteos de los animales observados a lo largo de transectos o en puntos de conteo, donde se registra el avistamiento y se tiene la determinación correcta del ejemplar. Además, muchas especies de mamíferos medianos y grandes tienen hábitos nocturnos, evasivos y presentan bajas densidades en sus áreas de distribución. Por lo que se han desarrollado diferentes métodos de monitoreo indirectos no invasivos para el estudio biológico y ecológico de estas especies, como en el caso del estudio de los mamíferos medianos y grandes.

Los métodos indirectos que suelen usarse en el estudio de mamíferos medianos y grandes principalmente se basan en la identificación, interpretación y el análisis de rastros de huellas, también en excretas, senderos, madrigueras, así como los desechos de alimentación, rastros orgánicos, voces, sonido, olores e incluso entrevistas que se realizan a las personas aledañas en el sitio de estudio (Lagos y Villalobos, 2012). Estos métodos ofrecen resultados confiables para determinar la presencia de ciertas especies y proporcionan datos generales sobre la situación de una población o comunidad. Además de tener la ventaja de su facilidad de implementación y costo. Entre los métodos indirectos más frecuentes actualmente se encuentran las trampas de pelo, trampas de huellas y el fototrampeo.

- **Fototrampeo**

Maffei *et al.* (2002) mencionan que el fototrampeo es un método muy útil para el estudio de especies raras o de difícil observación que presentan conductas crípticas y evasivas. El método del fototrampeo no es invasivo y es comúnmente usado para el estudio de mamíferos de tamaño mediano y grande. Este método de cámaras trampa fue desarrollado por George Shiras en 1980. Estas eran trampas con cables y funcionaban cuando un animal tocaba el cable activaba la cámara que se encontraba unida a linternas. De acuerdo con Chávez *et al.* (2013) las cámaras trampa fueron utilizadas primero por cazadores y esto creó un gran mercado y el surgimiento de las compañías para manufacturar estos equipos a gran escala. Sin

embargo, a pesar de que las cámaras trampa ya existían desde los 80's, el uso de este método en inventarios de fauna silvestre y en investigación ecológica es relativamente reciente.

Ullas Karanth en 1995 fue uno de los primeros en usar las cámaras trampa para estudios de conservación de mamíferos, para monitorear mediante la captura de fotos las poblaciones de tigres, tomando en cuenta la posibilidad de reconocerlos individualmente por sus rayas. En 1998 Ullas Karanth junto a Jim Nichols estimaron la densidad de tigres en la India mediante capturas y recapturas fotográficas. John William Laundré realizó varios estudios en felinos mediante el fototrampeo en México, en colaboración con otros investigadores realizaron el estudio sobre la extensión del rango del lince (*Lynx rufus*) en Jalisco, México (López-González *et al.*, 1998). Además, en 2005 y 2014 Laundré publicó otros trabajos como el uso de cámaras trampa para medir el riesgo de depredación en un sistema puma-venado bura, la presencia de algunos mamíferos y su actividad en el desierto Chihuahuense.

Posteriormente Trolle y Kéry (2001) determinaron la abundancia y densidad de otras especies crípticas como ocelotes, Henschel y Ray (2003) en leopardos y Jackson *et al.* (2005) en leopardos de las nieves.

Respecto a las poblaciones de jaguares se han llevado trabajos desde presencia, densidad, abundancia y condiciones de su conservación (Salom-Pérez *et al.*, 2007). Además, Yasuda (2004) determinó la diversidad y abundancia relativa de estos mamíferos con la ayuda de las cámaras trampa en la montaña de Tsukuba, en el centro de Japón, por más de tres años. En los bosques tropicales también se han llevado a cabo algunos trabajos como el de Azuara (2005), quien estimó la abundancia de mamíferos terrestres en un área de la selva Lacandona, Tobler *et al.* (2008) realizaron la evaluación de cámaras trampa para inventariar mamíferos terrestres de selva tropical de tamaño grande y mediano. Otros estudios exploran la relación depredador-presas a través del tiempo y del espacio, patrones de actividad y uso de hábitat (Wakefield *et al.*, 2008), y las respuestas a la cacería (Di Bitetti *et al.*, 2008).

El uso del fototrampeo para el estudio de mamíferos silvestres se ha incrementado de manera exponencial en la última década, de acuerdo con Rovero *et al.* (2014) el fototrampeo es una herramienta no invasiva, fácilmente replicable y eficiente que provee datos confiables las 24 horas del día. Además, el fototrampeo permite responder preguntas relacionadas con dinámicas poblacionales, describir y comparar patrones de actividad, el comportamiento, monitorear la distribución de especies, la abundancia, permite identificar individualmente a las especies, características como patrones de coloración, sin perturbar ni alterar su conducta, sin la necesidad de mucho esfuerzo y costo en comparación con el trampeo directo (Maffei *et al.*, 2002; Di Bitetti *et al.*, 2014; Rich *et al.*, 2014).

- **Índices de diversidad biológica**

Los índices de diversidad biológica son importantes en materia de conservación, porque permiten conocer, comparar especies entre ecosistemas, además de aspectos que afectan a la comunidad, también se pueden evaluar los cambios a lo largo del tiempo en las comunidades (Moreno *et al.*, 2001).

La riqueza de especies es uno de los objetivos más importantes en los estudios de mamíferos principalmente porque permite conocer el número de especies presentes para cuantificar y monitorear el estado de estas. García-Morales *et al.* (2011) mencionan que la diversidad se mide a través del número efectivo de especies que hay en la comunidad o en otras palabras la cantidad de especies encontradas en la comunidad. Pero también se debe evaluar el esfuerzo de muestreo ya que este ayuda a estimar si el número de especies que se registraron es representativo al sitio previamente muestreado o si el muestro es incompleto.

Además, mediante la metodología del fototrampeo se pueden obtener índices específicos como el índice de abundancia relativa, patrones de actividad, el coeficiente de traslape entre otros (Monroy-Vilchis *et al.*, 2011; Ávila-Nájera *et al.*, 2015). De acuerdo con Lira-Torres y Briones-Salas (2012) la abundancia relativa se define como el número de individuos presentes en un área y se expresan como el número de individuos por unidad de esfuerzo. La abundancia relativa se puede calcular mediante el número de fotografías independientes entre el número total de

días de trampas por periodo de muestreo y esto multiplicado por 100. Este índice se basa en la correlación positiva entre la abundancia y la probabilidad de detección y permite realizar comparaciones temporales y espaciales.

Monroy-Vilchis *et al.* (2011) mencionan que, para poder obtener patrones de actividades de los mamíferos, solo se determina para aquellas especies más abundantes, además de que se sugiere tener especial atención a la fecha y hora de las fotografías capturadas para su posterior análisis y de esta forma poder encontrar cual es el patrón de actividad de las especies presentes. Los patrones de actividad generan información básica de su ecología (competencia y depredación), comparar y conocer si alguna especie reportada en trabajos anteriores ha cambiado su actividad en el área, lo cual puede indicar que está sufriendo algún nivel de presión por algún depredador o la está afectando un factor externo como los impactos de las actividades humanas (Blake *et al.*, 2012).

- **Nayarit**

La posición geográfica del estado Nayarit en el Occidente de México, relativamente en el centro del territorio mexicano muestra condiciones de aislamiento que han promovido la diferenciación de la biota (García, 2006). Por sus condiciones geomorfológicas y climáticas Nayarit es particularmente interesante a partir de la perspectiva de la biodiversidad, Ramírez-Silva *et al.* (2016) hacen mención que dicha diversidad es debido a que en el territorio nayarita coinciden cuatro importantes provincias fisiográficas las cuales son: la Sierra Madre Occidental, el Eje Neovolcánico Transversal, la Sierra Madre del Sur y la Llanura Costera. La convergencia de dichas provincias genera una heterogeneidad ambiental en todo el territorio, teniendo una variedad de ambientes, que han permitido desarrollar una gran cantidad de especies interesantes. Además de que Nayarit es considerado como parte de la zona de transición entre el Neártico y Neotrópico (Ceballos *et al.*, 2014).

Challenger (1998) y Luna-Vega *et al.* (2016) resaltan la compleja composición geológica de la Sierra Madre del Sur, y características como la heterogeneidad ambiental han permitido mantener una elevada diversidad

biológica, siendo una región que posee una alta diversidad de especies y altos niveles de endemismo. Sin embargo, a pesar de tener una enorme importancia biológica, su conocimiento de la biodiversidad es muy pobre y lo que se conoce difiere mucho de la realidad.

Nayarit cuenta con 20 municipios entre los cuales se encuentra el municipio de Compostela, este se localiza en la Región Costa Sur del estado. Particularmente la localidad ejido Úrsulo Galván, Reserva de la Biosfera Sierra de Vallejo es parte del extremo sur del estado donde se encuentra la Sierra Madre del Sur. De acuerdo con Morrone (2014) esta sierra está situada en el centro-sur de México principalmente entre la Cuenca del Balsas y las provincias de las Tierras Bajas del Pacífico, y ha sido asignada a la zona de transición mexicana. Su extensión es de 1,200 km de longitud aproximadamente, y abarca una pequeña parte del extremo sur del estado de Nayarit, el oeste de Jalisco, suroeste de Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Puebla y Veracruz. Presenta una elevación entre 1,000 y 3,500 m (Santiago-Alvarado *et al.*, 2016).

En lo que respecta al estado de Nayarit, los estudios de mamíferos son muy pocos y dispersos. Hernández-Cadena (2015) y Ramírez-Silva *et al.* (2016) han realizado estudios recientes donde se ha documentado que Nayarit presenta 141 especies de mamíferos terrestres, con lo cual se posiciona entre los cinco estados con más variedad de mamíferos del territorio. Sin embargo, los trabajos relacionados a la distribución de los mamíferos de Nayarit son muy escasos, muchos de los trabajos se han llevado a cabo principalmente en las marismas nacionales y Bahía de Banderas, estos han sido realizados por la Universidad de Guadalajara (UDG) y la asociación PRONATURA.

Algunos trabajos que se han realizado en el Estado son los siguientes: Merriam (1898), es el primero en realizar un estudio del archipiélago en las islas Marías publicando *Mammals of Tres Marias Islands, of western Mexico* teniendo resultados de un listado con 14 especies silvestres de las cuales 11 eran mamíferos terrestres y tres marinos. Álvarez-Castañeda y Patton (1999 y 2000) realizaron el trabajo documentado los mamíferos del Noroeste, donde se estableció el

conocimiento de las especies que se tenían de cada región por otros autores y se analizó la información de las especies. Villa y Cervantes en 2003 realizaron el estudio de los mamíferos de México donde reportan las especies de mamíferos presentes en el país, así como sus características y conducta. Por su parte Ceballos y Arroyo-Cabrales (2012) llevaron la actualización de la lista de los mamíferos de mamíferos nativos de México, ya que hay varios cambios tanto en la taxonomía como en la nomenclatura de varias especies, así como el hallazgo de especies nuevas. Sánchez *et al.* (2014) realizaron el estudio Biodiversidad de Chordata (Mammalia) en México, lo cual es de gran importancia puesto que se logra conocer un poco más de la diversidad faunística del estado.

Los trabajos mediante el método del fototrampeo en el estado Nayarit son realizados recientemente, algunos son foto-identificación y elaboración de guías de identificación de mamíferos realizados por Myska (2013) y Zalapa (2013). Bajo el uso del fototrampeo se han realizados estudios como: Luja *et al.* (2017) realizaron el trabajo "Pequeñas áreas protegidas como peldaños para los jaguares en el occidente de México". Luja y Zamudio (2019) registraron la presencia de Margay (*Leopardus wiedii*) en Nayarit, México, Guzmán-Báez y Luja (2019) publicaron el primer registro municipal de Zorra Gris (*Urocyon cinereoargenteus*) en Santiago Ixcuintla, Nayarit. Luja *et al.* (2020) publicaron los eventos de depredación del jaguar (*Panthera onca*) registrados con cámaras trampa en manglares de Nayarit. Medina-Gutiérrez y Ramírez-Silva (2019) registraron el uso de la mastofauna silvestre en la comunidad cafetalera de cumbres de Huicicila Compostela, Nayarit. Luja *et al.* (2021) registraron la presencia, abundancia relativa y patrones de actividad del gato montés (*Lynx rufus*) en la Planicie Costera del Pacífico.

A pesar de que Nayarit es un estado que alberga una interesante riqueza de especies es notable la carencia de estudios para poder conocer, comprender y conservar la diversidad faunística presente en el estado. Sin embargo, los mamíferos se encuentran ante constantes cambios en sus ecosistemas y muchos de estos cambios son provocados por el acelerado crecimiento urbano y el turismo desmesurado. Uno de estos cambios es la deforestación, la cual tiene una tasa

aproximadamente 1.14% al 2% anual respectivamente (SEMARNAT, 2006). Esto afecta principalmente a las especies presentes en los ecosistemas afectados debido al cambio de uso de suelo, la pérdida del hábitat, la reducción de los servicios ecosistémicos y la supervivencia de las especies.

Por esto el monitoreo de mamíferos es de suma importancia en zonas de transición, para poder establecer las medidas para su conservación. Pero el monitoreo de mamíferos en estos ecosistemas puede verse afectado por la proximidad a zonas urbanas y centros turísticos de relevancia internacional como lo son Puerto Vallarta, Jalisco y Nuevo Vallarta, Nayarit. Además, debido a la proximidad con zonas turísticas los proyectos viales cada día son más demandantes beneficiando en el desarrollo social, económico y acortando la distancia recorrida para llegar a estas zonas. Desde 2011 se puso en marcha la construcción de la autopista Jala-Puerto Vallarta, la cual conectara a Guadalajara con Puerto Vallarta y se pretende que culmine en 2023. Sin embargo, esta autopista atraviesa el ejido Úrsulo Galván, lo cual causará efectos como pérdida de hábitat, el cambio de uso de suelo, la fragmentación, efecto barrera, dispersión de especies exóticas y disminución de las poblaciones de especies de flora y fauna nativa, alteración del ciclo hidrológico, además de que las especies presentes en estas zonas tienen una mayor amenaza en su estado de conservación y una distribución restringida, haciendo que los mamíferos tengan mayores hábitos elusivos, nocturnos incluso arbóreos para evitar los senderos donde hay presencia antrópica. Por ello el monitoreo de mamíferos que se encuentran amenazados por la urbanización y el turismo, debe implicar conocer las especies presentes en el sitio y como estas responden ante las modificaciones de su ambiente, además de tomar las medidas de conservación, diseñar las estrategias que eviten, mitiguen y que compensen estos impactos. Además de promover y difundir la concientización por parte las comunidades aledañas y los turistas sobre importancia de la diversidad que se presenta en el sitio y la importancia de estas especies en la conservación de los ecosistemas y el desarrollo de estas.

## **OBJETIVOS**

### **General**

- Conocer la diversidad de mamíferos medianos y grandes mediante el uso de fototrampeo en el ejido Úrsulo Galván, Nayarit.

### **Particulares**

- Determinar la riqueza de mamíferos medianos y grandes en el ejido Úrsulo Galván, Nayarit
- Estimar la abundancia relativa de los mamíferos medianos y grandes en el área de estudio.
- Determinar los patrones de actividad de los mamíferos.

## **HIPÓTESIS**

La diversidad de mamíferos se encuentra en relación con el tipo de vegetación y se considera que los bosques tropicales y las áreas naturales protegidas albergan una mayor diversidad de especies. Sin embargo, esta diversidad puede verse afectada por las actividades humanas. El ejido Úrsulo Galván es parte de Sierra de Vallejo provincia de la Sierra Madre del Sur siendo una región biológicamente importante, pero al tener proximidad con zonas turísticas cada día se presenta una gran cantidad de actividad humana por lo que se espera encontrar una baja diversidad de especies, baja abundancia relativa y que las especies presenten un horario de actividad totalmente nocturno para eludir la presencia humana de acuerdo a lo reportado en áreas naturales protegidas del estado.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **ÁREA DE ESTUDIO**

El municipio de Compostela se localiza en la costa sur del estado de Nayarit, representa el 6.51 % de la superficie del estado. Compostela colinda al norte con San Blas y Xalisco; al sur con el municipio de Bahía de Banderas y el estado de Jalisco; al este con los municipios de Santa María del Oro, San Pedro Lagunillas y el estado de Jalisco; y al oeste, con el Océano Pacífico (Figura 1). Sus coordenadas geográficas son: los paralelos 21°22' a 20°52' de latitud norte; y los meridianos 104°49' a 105°22' de longitud. Principalmente el municipio presenta un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, y en menor proporción climas templado subhúmedo, seco, semiseco y cálido húmedo. La precipitación total anual es de 1500 a 2000 mm y la temperatura media anual mayor a 22°C (INEGI, 2010).

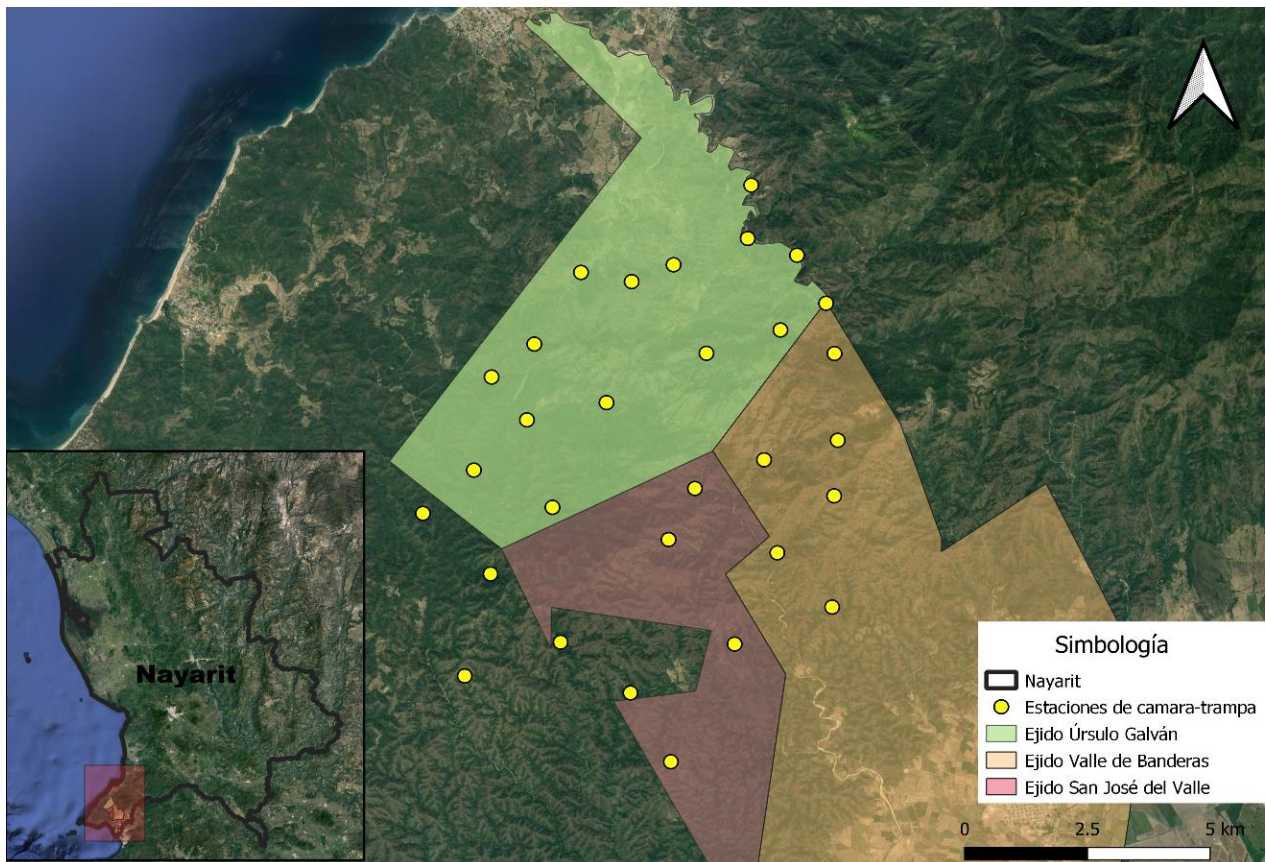
El uso del suelo en el municipio de Compostela es mayormente de tipo agropecuario, destaca la agricultura, la tenencia de la tierra es preponderantemente ejidal. Los tipos de vegetación presentes son bosque tropical (50.58%), bosque (17.66%), pastizal (4.31%), manglar (0.51%), sabanoide (0.4%) y palmar (0.26%) (INEGI, 2010). El municipio está integrado por 20 localidades dentro de las cuales se encuentra el ejido Úrsulo Galván, cabe mencionar que algunas pocas estaciones de fototrampeo se ubicaron en dos ejidos del municipio de Bahía de Banderas los cuales son el ejido San José del Valle y Valle de Banderas.

El ejido de Úrsulo Galván tiene una población total es de 538 personas, se localiza en la parte externa del extremo sur del municipio, entre las coordenadas 20° 57' 06" de latitud Norte, y los 105° 20' 25" de longitud Oeste y tiene una altura de 10 metros sobre el nivel del mar. La vía de acceso principal es por la carretera federal número 200 que une Barra de Navidad con Puerto Vallarta en el kilómetro 107 (INEGI,2000; 2010). Úrsulo Galván, San José del Valle y Valle de Banderas forman parte de la Sierra de Vallejo que tiene una extensión aproximada de 65 932 hectáreas, divididas entre los municipios de Compostela y Bahía de Banderas. La Sierra de Vallejo junto a otras sierras dan origen a la provincia biogeográfica Sierra Madre del Sur (Martínez y Ceballos, 2010). Esto hace que haya una mezcla de



## TRABAJO DE CAMPO

El monitoreo de mamíferos medianos y grandes en el ejido Úrsulo Galván se llevó a cabo durante dos periodos de fototrampeo entre los meses de noviembre diciembre de 2019 y julio – agosto de 2020. La ubicación de los sitios de muestreo se determinó a través del sistema de información geográfica QGIS Desktop ® versión 3.16.7. (QGIS, 2020) y con ayuda de Google Earth ®, las estaciones se distribuyeron dentro de todo el sitio de estudio. Para la ubicación de las cámaras trampa en el área de estudio, se siguió el diseño del CENJAGUAR Chávez *et al.* (2007), se dividió el sitio de estudio en cuadrantes de 9 km<sup>2</sup>. En cada cuadrante se colocaron tres estaciones de fototrampeo (una sola cámara) y una doble (dos cámaras, una frente a la otra). Se colocaron 26 estaciones separadas al menos con 1 Km<sup>2</sup>(Maffei *et al.*, 2002; Chávez *et al.*, 2013; Figura 2).



**Figura 2.** Ubicación de las estaciones de fototrampeo en área de estudio ejido Úrsulo Galván, Compostela, Sierra de Vallejo Nayarit, México

Una vez en campo las cámaras trampa se colocaron en lugares como senderos utilizados por los mamíferos, rastros o avistamientos, cerca de cuerpos de agua como cauces de ríos o pequeños lagos. Se colocaron 30 cámaras trampa de la marca Cuddeback Color X-Change, ubicadas de manera perpendicular al sendero de los animales, y en dirección norte-sur para evitar la luz del amanecer y atardecer. Las cámaras trampa se sujetaron al tronco de un árbol a una altura de 30-40 cm (dependiendo de la pendiente o el terreno; Maffei *et al.*, 2002; Chávez *et al.*, 2013). Cuando las cámaras trampa se activaron, se comprobó el área de detección de la cámara se realizó la “prueba del gateo” a diferentes distancias a partir de los tres metros. Una vez instaladas y armadas las cámaras trampa, se quitó cualquier obstrucción (plantas, ramas, etc.) del área de la cámara (Diaz-Pulido y Payal, 2012). Cada una de las cámaras trampa se georreferenciaron mediante un geoposicionador (GPS). Además, las cámaras fueron revisadas cada 15 días para verificar su estado y funcionamiento, hacer cambio de baterías y tarjetas de almacenamiento.

## **ANÁLISIS DE DATOS**

Para el análisis estadístico se usó la metodología propuesta por Harris y Sanderson (2010; 2013). Esta metodología se basa en un software de código abierto y dos programas informáticos, el análisis mediante esta metodología es una forma confiable y sencilla de organizar, almacenar y analizar grandes cantidades de registros fotográficos, reduciendo los errores que se pudieran cometer al procesar bases con una gran cantidad de fotografías.

Para la obtención de los datos se extrae la tarjeta de memoria de la cámara, se inserta la tarjeta en una computadora y se trasladan los archivos a una carpeta. La metodología consiste en la Organización de imágenes (Folders), el Renombrado de imágenes (ReNamer) todas las imágenes se etiquetan con su fecha y hora de forma simultánea y automática y las imágenes se clasifican en carpetas de ubicación / especie / número de individuos, después de esto el análisis de datos se lleva a cabo el procedimiento para organizar los datos mediante el programa (DataOrganize) agregando el UTM y la información de elevación a cada ubicación

de la cámara, y se ejecuta el programa (DataAnalyze) para analizar los datos y hacer la interpretación de los resultados, por último los datos obtenidos son exportados a Excel para su representación gráfica.

### **Riqueza**

La estimación de la riqueza de especies se toma como el número total de especies de mamíferos medianos y grandes presentes durante todo el periodo del muestreo en el sitio de estudio. Se realizó una curva de acumulación de especies a partir de una matriz de presencia ausencia, se utilizaron los estimadores ACE el cual se utiliza para estimaciones de diez o menos individuos de muestra y CHAO1 para determinar las especies de una comunidad que se consideran raras además se determinó el esfuerzo y la efectividad de muestreo (Moreno, 2001; Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

Las especies fotografiadas fueron identificadas mediante el uso de guías especializadas (Ceballos y Oliva, 2005; Myska, 2013; Cuevas *et al.*, 2019). También, se determinó la categoría de riesgo de acuerdo con la (NOM-059-SEMARNAT-2010), la lista roja UICN y la CITES para las especies registradas en el muestreo.

### **Abundancia relativa (IAR)**

Para el análisis de la abundancia relativa se tomaron los registros independientes obtenidos mediante el fototrampeo. Un registro independiente corresponde a fotografías consecutivas de individuos de diferentes especies. Si un individuo de la misma especie presenta más de una fotografía solo se consideran las que están separadas después de los 60 minutos, para evitar así la confusión de que correspondan al mismo individuo (Di Bitetti *et al.*, 2014; Burton *et al.*, 2015). La abundancia se calculó mediante el Índice de Abundancia Relativa (IAR) propuesto por Maffei *et al.* (2002), Lira-Torres y Briones-Salas, (2012).

El índice de abundancia relativa tiene la siguiente fórmula:  $IAR = (C/SE) \times 100$ , donde:

$$\text{IAR} = \frac{\text{Número de fotografías capturas independientes}}{\text{Esfuerzo de muestreo (Número total de días de trampas por periodo de muestreo)}} \times 100$$

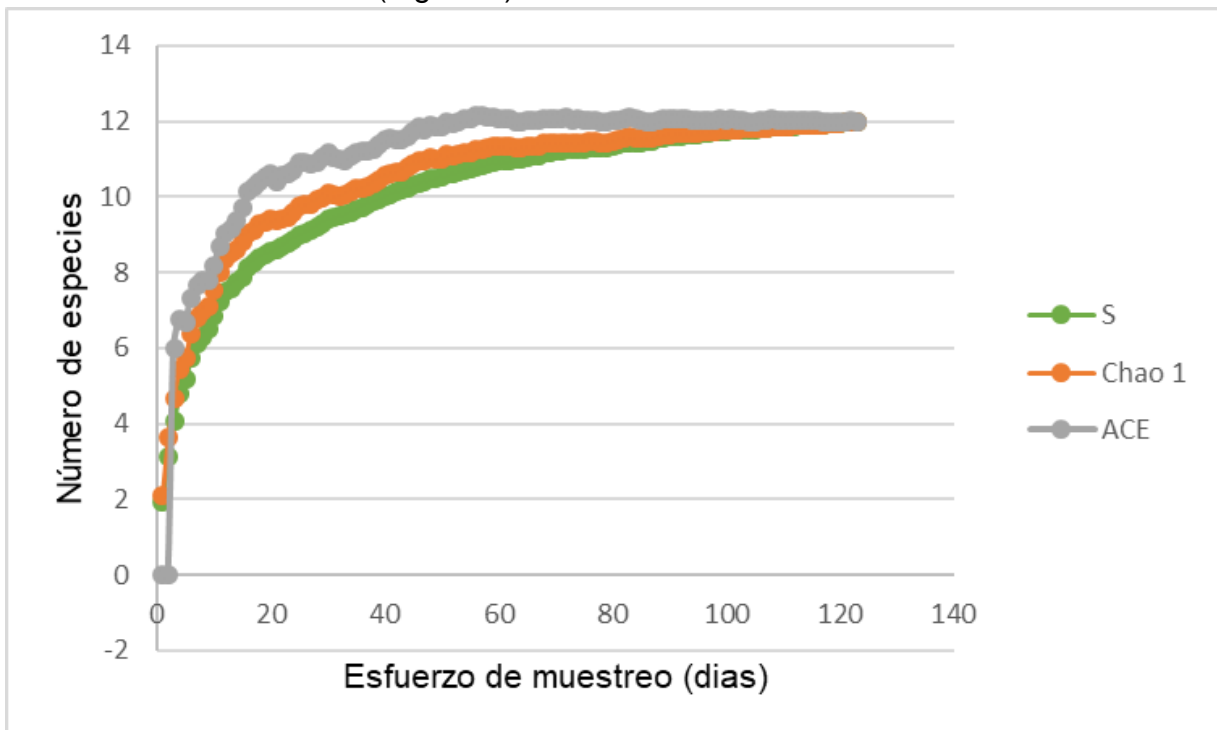
### **Patrón de actividad**

El patrón de actividad se determinó para las especies que registraron al menos 50 fotografías independientes de acuerdo con lo propuesto por Mandujano y Pérez-Solano, 2019. Se elaboraron histogramas circulares utilizando las frecuencias, para describir los patrones de actividad de las especies. Los histogramas y los análisis estadísticos se realizaron mediante el software estadístico R. De acuerdo con Blake *et al.* (2012) generar información sobre el patrón de actividad de los mamíferos es importante y necesario para tener un mejor conocimiento sobre su ecología y poder comprender como afectan distintos factores en el comportamiento de las especies.

Se ordenaron por intervalo de 1 hora los registros que se obtuvieron de cada especie, se clasificó el patrón de actividad en tres categorías diurno (de 8:00 am a las 18:00 pm), nocturno (de las 20:00 pm a las 06:00 am), crepuscular (entre las 6:00 am – 8:00 am y 18:00 pm a 20:00 pm) y las especies que no tienen un patrón claro se consideran como catemerales (Maffei *et al.*, 2002; Monroy-Vilchis *et al.*, 2011).

## RESULTADOS

Se obtuvieron un total de 12,841 registros fotográficos, de los cuales 1809 (14.09%) fueron independientes y se consideraron 327 registros para el análisis de patrón de actividad. Se registraron 12 especies de mamíferos medianos y grandes con un esfuerzo de muestreo de 2405 días trampa. Las especies identificadas se clasificaron en tres órdenes, siete familias y 11 géneros. El orden Carnivora es el mejor representado con cuatro familias y nueve especies. Mediante la curva de acumulación de especies se observa que las curvas se estabilizaron llegando a la asíntota en el tercer mes del muestreo. La riqueza de mamíferos medianos y grandes para ambos estimadores ACE y CHAO1 fue de 12 especies en el ejido Úrsulo Galván. Se estimó una eficacia de muestreo con los estimadores ACE y CHAO1 del 100%, por lo que el esfuerzo de muestreo fue satisfactorio y los resultados son confiables (Figura 3).



**Figura 3.** Curva de acumulación de especies (S), con estimadores ACE y CHAO1 para mamíferos medianos y grandes mediante el fototrampeo en el ejido Úrsulo Galván, Sierra de Vallejo, Nayarit.

Como información adicional también se obtuvo registro de aves (*Penelope purpurascens* y *Nycticorax nycticorax*), una especie de ardilla (*Sciurus colliaei*) y una especie de Iguana (*Ctenosaura pectinata*). Respecto al estatus de conservación el ocelote (*Leopardus pardalis*), margay (*Leopardus wiedii*) y jaguar (*Panthera onca*) pertenecen a la categoría de peligro de extinción ante la NOM-059. Bajo la IUCN Lista Roja de Especies Amenazadas se encuentran nueve especies en la categoría preocupación menor y dos especies en la categoría casi amenazada. De acuerdo la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres CITES cinco especies se incluyen en uno de los Apéndices (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Listado taxonómico de mamíferos medianos y grandes registrados en Sierra de Vallejo, Nayarit, México durante 2019 y 2020.

| Orden        | Familia                     | Especie                         | Nombre común              | Nom-059 | IUCN | CITES |
|--------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------|---------|------|-------|
| Artiodactyla | Cervidae                    | <i>Odocoileus virginianus</i>   | Venado cola blanca        |         | LC   |       |
|              | Tayassuidae                 | <i>Dicotyles tajacu</i>         | Pecari de collar          |         | LC   |       |
| Carnivora    | Canidae                     | <i>Canis latrans</i>            | Coyote                    |         | LC   |       |
|              |                             | <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | Zorra gris                |         | LC   |       |
|              | Felidae                     | <i>Leopardus pardalis</i>       | Ocelote                   | P       | LC   | I     |
|              |                             | <i>Leopardus wiedii</i>         | Margay                    | P       | NT   | I     |
|              |                             | <i>Panthera onca</i>            | Jaguar                    | P       | NT   | I     |
|              |                             | <i>Puma concolor</i>            | Puma                      |         | LC   | II    |
|              | Procyonidae                 | <i>Nasua narica</i>             | Coatí, tejón              |         | LC   | III   |
|              |                             | <i>Procyon lotor</i>            | Mapache                   |         | LC   |       |
| Mephitidae   | <i>Conepatus leuconotus</i> | Zorrillo                        |                           |         |      |       |
| Cingulata    | Dasypodidae                 | <i>Dasybus novemcinctus</i>     | Armadillo de nueve bandas |         | LC   |       |

Se incluye también para cada especie la categoría de conservación de acuerdo con la NOM-059 SEMARNAT-2010 Norma Oficial Mexicana (P = en Peligro de extinción), la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. IUCN Lista Roja de Especies Amenazadas (LC= Menor preocupación, NT = Casi Amenazada) y la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres CITES (Apéndice I incluye especies en peligro de extinción y se prohíbe su comercio. II y III incluyen especies que no están en peligro de extinción, pero su comercio debe ser controlado).

## Abundancia Relativa

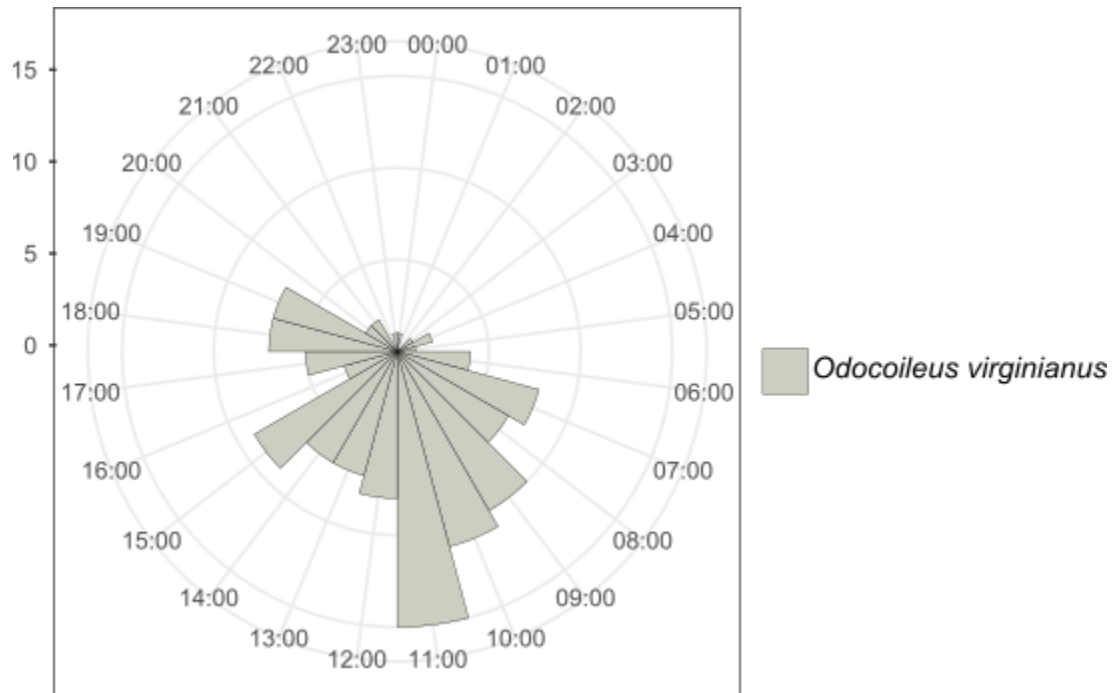
Para el análisis de abundancia relativa se dividió el número de registros independientes de cada especie entre los días trampa multiplicado por 100. Se encontró un mayor número de registros independientes y abundancia relativa en ganado, humanos y perros. Las especies de mamíferos medianos y grandes que presentaron mayor abundancia relativa mediante el fototrampeo fueron el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), jaguar (*Panthera onca*) y ocelote (*Leopardus pardalis*) las especies menos abundantes fueron el armadillo (*Dasypus novemcinctus*), el mapache (*Procyon lotor*), el margay (*Leopardus wiedii*), el puma (*Puma concolor*) y el zorrillo (*Conepatus leuconotus*; Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Índice de Abundancia Relativa (IAR) y registros independientes por especie en el ejido Úrsulo Galván, Nayarit, México.

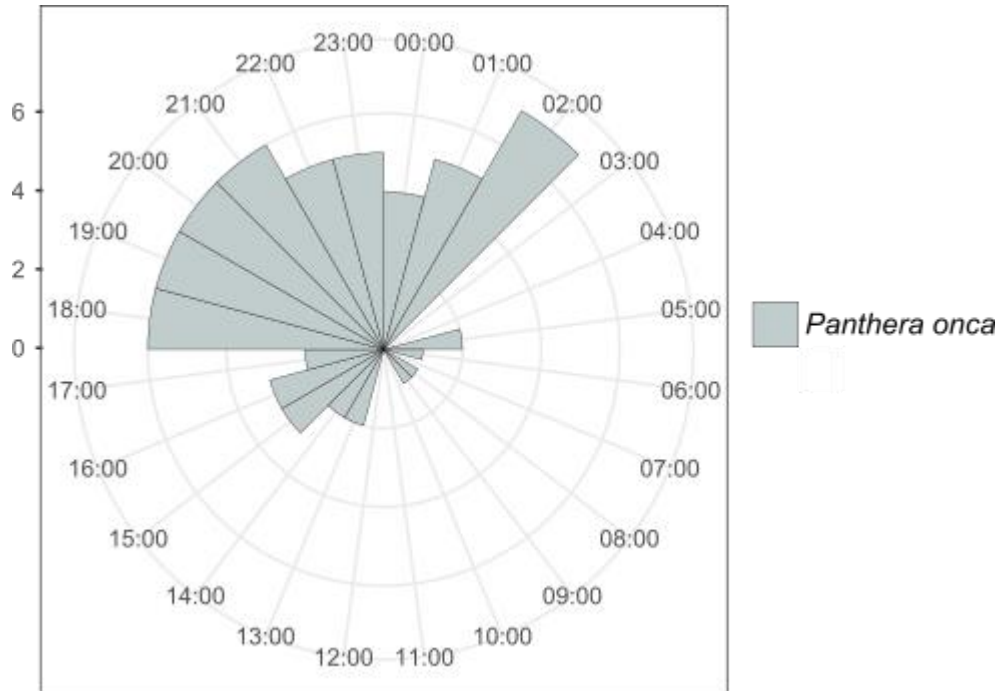
| <b>Especie</b>                  | <b>Registros independientes</b> | <b>IAR</b> |
|---------------------------------|---------------------------------|------------|
| Vaca                            | 771                             | 42.62      |
| Humano                          | 635                             | 35.1       |
| Perro                           | 64                              | 3.54       |
| <i>Odocoileus virginianus</i>   | 113                             | 6.25       |
| <i>Panthera onca</i>            | 66                              | 3.64       |
| <i>Leopardus pardalis</i>       | 57                              | 3.15       |
| <i>Nasua narica</i>             | 44                              | 2.43       |
| <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | 16                              | 0.88       |
| <i>Dicotyles tajacu</i>         | 13                              | 0.72       |
| <i>Canis latrans</i>            | 10                              | 0.55       |
| <i>Dasypus novemcinctus</i>     | 4                               | 0.22       |
| <i>Procyon lotor</i>            | 4                               | 0.22       |
| <i>Leopardus wiedii</i>         | 3                               | 0.16       |
| <i>Conepatus leuconotus</i>     | 2                               | 0.11       |
| <i>Puma concolor</i>            | 2                               | 0.11       |

### **Patrones de actividad**

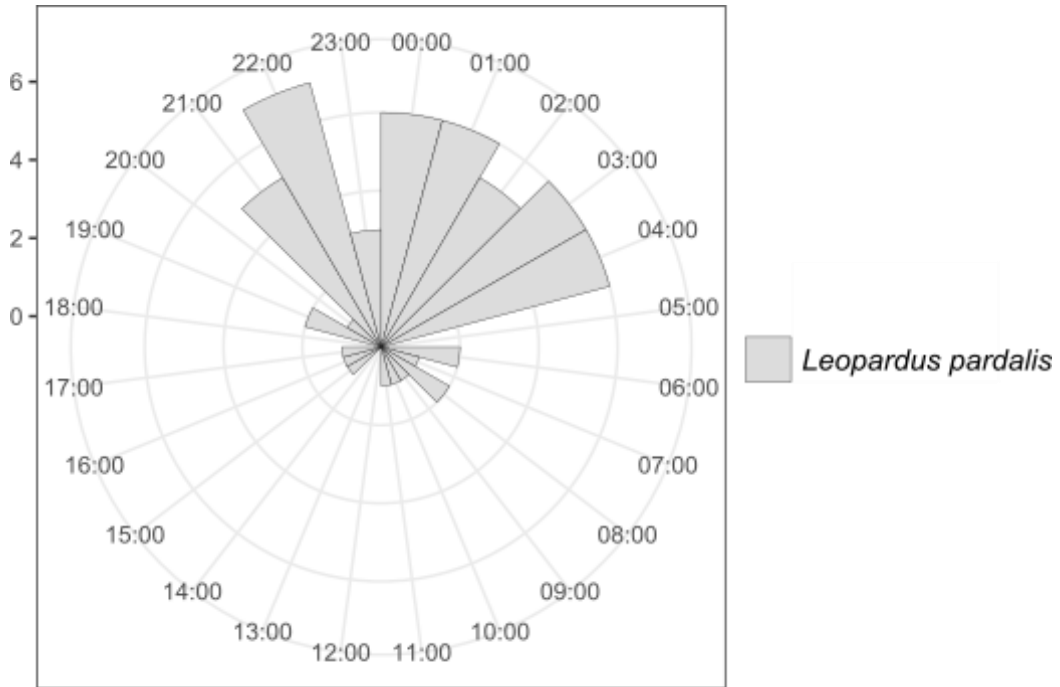
Respecto al análisis de los patrones de actividad mediante el fototrampeo, siguiendo lo propuesto por Mandujano y Pérez-Solano (2019), tres especies tuvieron más de 50 registros las cuales fueron: venado cola blanca, el jaguar, ocelote, por lo que los resultados pueden ser confiables. Sin embargo, se presentan también de forma descriptiva los patrones de actividad de especies con menos registros como el coatí ya que contaba con 44 registros independientes (Figura 4, 5, 6 y 7).



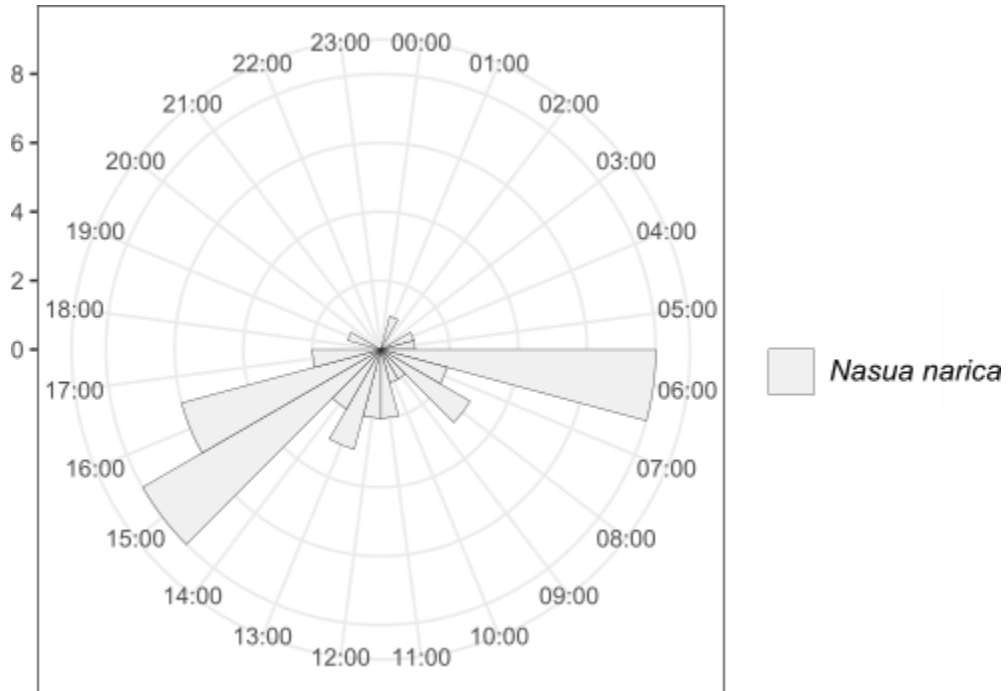
**Figura 4.** Venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y la gráfica circular que muestra su patrón de actividad en el ejido Úrsulo Galván, Sierra de Vallejo, Nayarit, México.



**Figura 5.** Jaguar (*Panthera onca*) y la gráfica circular que muestra su patrón de actividad en el ejido Úrsulo Galván, Sierra de Vallejo, Nayarit, México.



**Figura 6.** Ocelote (*Leopardus pardalis*) y la gráfica circular que muestra su patrón de actividad en el ejido Úrsulo Galván, Sierra de Vallejo, Nayarit, México.



**Figura 7.** Coatí (*Nasua narica*) y la gráfica circular que muestra su patrón de actividad en el ejido Úrsulo Galván, Sierra de Vallejo, Nayarit, México.

## DISCUSIÓN

Mediante el fototrampeo en el ejido Úrsulo Galván del municipio Compostela se registró una riqueza de 12 especies de mamíferos medianos y grandes. Esta riqueza representa el 2.12% de las especies de México y el 50% de las 24 especies de mamíferos medianos y grandes que se distribuyen en el estado de Nayarit, de acuerdo con lo reportado anteriormente por Hernández-Cadena en 2015 y Ramírez-Silva *et al.* 2016. Estos datos de diversidad coinciden con lo reportado en el estado por Medina y Ramírez (2019) donde registraron una riqueza de 10 especies en la comunidad cafetalera de Cumbres de Huicicila, Compostela con un esfuerzo de muestreo de 1260 días trampa. Hernández-Cortés (2021) registro un total de 13 especies en el ADVC “La Papalota” Santiago Ixcuintla, con un esfuerzo de 3,610 días trampa.

En cambio, Guzmán-Báez (2021) registró una riqueza de 16 especies de mamíferos medianos y grandes en el corredor biológico Marismas, Sierra de San Juan, Nayarit con un esfuerzo de muestreo de 2740 días trampas. Por otro lado, Monroy-Vilchis *et al.* (2011) registraron 19 especies de mamíferos en la Sierra Nanchititla, México con 4305 días trampa. Guzmán-Báez (2017) obtuvo un total de 15 especies de mamíferos medianos y grandes dentro de la Finca Santa Ana zona sujeta a conservación ecológica con un esfuerzo de muestreo de 966 días trampa. Finalmente, Hernández-Hernández *et al.* (2018) reportan una riqueza de 19 especies en la Reserva de la Biosfera La Encrucijada (REBIEN), Chiapas con esfuerzo de muestreo de 5400 días trampa. Por lo tanto, el ejido Úrsulo Galván presenta una riqueza baja comparada con trabajos realizados en el estado y en otras zonas con vegetación similar, esto puede deberse a la extensión de las areas comparadas y su estado de protección.

En este estudio se confirma la presencia de tres especies de mamíferos considerados en peligro de extinción para México (NOM-059). Respecto a la IUCN dos especies de mamíferos son consideradas como casi amenazadas y nueve en menor preocupación. De acuerdo con el CITES tres especies se incluyen en el apéndice I, una especie en el apéndice II y una presente en el apéndice III. Además,

se logró registrar la presencia de cuatro de los seis felinos que se distribuyen en México los cuales son: *Panthera onca*, *Leopardus pardalis*, *Leopardus wiedii* y *Puma concolor*.

A pesar de que el ejido se encuentre en una zona de transición donde cada día se incrementa el cambio de uso de suelo debido al desarrollo de actividades humanas, la agricultura y ganadería, afectando la presencia de mamíferos medianos y grandes, las 12 especies registradas de mamíferos mediante el método del fototrampeo representan el total de especies que se encuentran en el ejido de acuerdo a los estimadores ACE y CHAO1 dando como resultado el 100% de completitud en el esfuerzo de muestreo en ambos estimadores. Debido a esto se puede considerar que tanto el esfuerzo de muestreo como la riqueza de especies obtenidas indican una buena aproximación a la diversidad presente en Úrsulo Galván.

Los mamíferos más abundantes en el área de estudio corresponden el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) IAR= 6.25, jaguar (*Panthera onca*) IAR=3.64, ocelote (*Leopardus pardalis*) IAR= 3.15, coatí (*Nasua narica*) IAR= 2.43, zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) IAR= 0.88, pecarí de collar (*Dicotyles tajacu*) IAR= 0.72, y el coyote (*Canis latrans*) IAR= 0.55. Estos resultados son similares a lo reportado en el ADVC “La Papalota” Santiago Ixcuintla por Hernández-Cortés (2021) donde las especies con mayor abundancia relativa son el venado cola blanca IAR = 16.371, jaguar IAR = 3.3518. La alta abundancia de estos mamíferos puede estar relacionada porque al ser especies generalistas y oportunistas pueden adaptarse mejor en ambientes alterados, tanto por la agricultura y ganadería, además de tener una disponibilidad de recursos alimenticios y de refugio (Cruz-Jácome *et al.*, 2015; Hernández-Cortés, 2021). Las especies como el venado cola blanca, coatí y pecarí de collar suelen presentar una alta abundancia ya que, son presas potenciales de los grandes carnívoros como el jaguar, el ocelote y el puma.

La abundancia de especies como el coyote y la zorra gris puede deberse a que son principalmente generalistas omnívoros, de esta manera pueden verse beneficiados por sus requerimientos alimenticios, así evitando la competencia con

los grandes carnívoros ya que su dieta principal se basa en mamíferos de menor tamaño como roedores, lagomorfos, artrópodos, aves, reptiles, vegetales y frutos. Con relación a su dieta estos dos canidos juegan un papel importante en la dispersión de semillas (Fleming *et al.*, 2017).

El armadillo (*Dasypus novemcinctus*) presenta una abundancia baja de IAR= 0.22, esto puede deberse a como lo mencionan varios autores el fototrampeo no es la técnica más adecuada para registrar y estimar su abundancia (Monroy-Vilchis *et al.*, 2011; Hernández-Cortés, 2021). El mapache (*Procyon lotor*) IAR= 0.22 y zorrillo (*Conepatus leuconotus*) IAR=0.11 ambas especies son consideradas omnívoros generalistas bien adaptados a condiciones ambientales cambiantes. Pero son unos de los menos abundantes con respecto a otras especies de carnívoros de igual o mayor tamaño en el área de estudio, posiblemente sus poblaciones se encuentren reducidas dentro del área.

Guzmán-Báez (2021) reportó en el Corredor Biológico Marismas Sierra de San Juan, Nayarit, una abundancia relativa de venado cola blanca IAR= 4.49, jaguar IAR=5.13, ocelote IAR=3.85, coatí IAR= 2.09, zorra gris IAR= 0.04, pecarí de collar IAR=0.47, y el coyote IAR= 3.33). Se puede observar una abundancia similar con este trabajo, aunque en el caso del venado cola blanca, zorra gris y el pecarí su abundancia es menor a lo encontrado en el ejido Úrsulo Galván. En cambio, especies como el jaguar, ocelote y el coyote presentaron una mayor abundancia en el corredor biológico de las marismas nacionales. Esta alta abundancia relativa puede deberse a la abundancia y disponibilidad de sus presas, algunas de estas especies pueden tener una mayor o menor actividad dependiendo de su presa, además las horas de actividad de estas especies pueden diferir evitando la competencia, por lo que la competencia entre depredadores puede ser de importancia secundaria aumentando la obtención de presas. Por otra parte, especies de menor tamaño como el ocelote pueden perfectamente coexistir con especies más grandes como el jaguar, aunque se ha tenido reportes que los ocelotes son especies incluidas en la dieta del jaguar.

Por su parte los resultados obtenidos por Hernández-Hernández *et al.* (2018) en la Reserva de la Biosfera La Encrucijada (REBIEN), Chiapas no coincide con los nuestros ya que se obtuvo una abundancia relativa del venado cola blanca IAR= 0.03, jaguar IAR=0.6, ocelote IAR=0, zorra gris IAR= 0.19, pecarí de collar IAR=0.29, y el coyote IAR= 0.18), por lo tanto, estas especies presentan una baja abundancia relativa a comparación de lo reportado en el ejido Úrsulo Galván. Hernández-Hernández *et al.* (2018) mencionan que la baja abundancia del venado es debido a que no se registró su presencia en zonas de manglar, en selva mediana y en selva baja, solo obtuvieron registros en zonas de cultivo. Por otra parte, a pesar de tener una gran extensión de área y variedad de presas el jaguar presento una abundancia baja y esto lo relacionan porque la reserva (REBIEN) está aislada y por su forma alargada se puede llegar a fragmentar fácilmente. Sin embargo, las especies más abundantes en la reserva (REBIEN) corresponden al mapache IAR= 4.35 y al coatí IAR= 3.91 esto se debe principalmente a que ambas especies son generalistas u oportunistas y pueden sobrevivir a una gran variedad de ambientes incluso con la presencia humana.

En el ejido Úrsulo Galván, dos de los cuatro felinos registrados presentaron una abundancia baja, el margay (*Leopardus wiedii*) con un IAR= 0.16 y puma (*Puma concolor*) IAR= 0.11. La baja abundancia del puma puede ser debido a que es una especie elusiva que se encuentra en bajas densidades, territorial además de la posición que ocupa en la cima de la cadena trófica por lo que este depredador es poco abundante haciéndolo difícil de monitorear y puede ser afectado por enfrentar presiones como la cacería ilegal (Soria-Díaz *et al.*, 2010). En el caso del margay al ser un felino que requiere un hábitat específico, de hábitos nocturnos y arborícolas su baja abundancia se ha visto documenta en otros estudios (Monroy-Vilchis *et al.*, 2008, 2011; Meira *et al.*, 2018).

Además, la construcción de la autopista Jala-Puerto Vallarta para conectar y acortar la distancia a centros turísticos de importancia internacional como Nuevo Vallarta en Nayarit y Puerto Vallarta, Jalisco, las especies presentes tienen una gran amenaza en su estado de conservación y una distribución restringida, haciendo que

los mamíferos tengan mayores hábitos elusivos, nocturnos incluso arbóreos para evitar los senderos donde hay presencia antrópica.

De acuerdo con los resultados se determinó que el patrón de actividad del venado cola blanca es claramente diurno teniendo una mayor actividad de 10:00 a 11:00, 15:00, 18:00 a 19:00 h, a pesar de esto el venado presenta registros de actividad durante todo el día con una menor actividad de 20:00 a 6:00. Estos resultados no coinciden con lo reportado por Gallina *et al.* (2014) donde se menciona que es una especie principalmente crepuscular, sin embargo, los resultados coinciden con lo reportado por Monroy-Vilchis *et al.* (2011), Lira-Torres y Briones-Salas (2012), Encala (2018) donde mencionan que el venado cola blanca tiene mayor actividad diurna, debido a las condiciones adecuadas como la estructura forestal, la disponibilidad de recursos, el alimento y protección.

Otra especie que presenta un patrón de actividad diurno es el coatí, el cual presenta mayor actividad de 6:00, 8:00, 13:00, 15:00 a 16:00 h, teniendo menor actividad de 18:00 a 5:00 h, esto difiere con lo reportado por Van Schaik y Griffiths (1996), ya que mencionan que el patrón de actividad puede estar relacionado al tamaño corporal de los mamíferos siendo que los de tamaño pequeño a mediano tienden a presentar una actividad nocturna. Además, Monroy-Vilchis *et al.* (2011) describen que una actividad constante las 24 horas del día, teniendo mayor actividad de 18:00 y 20:00 h. Los trabajos realizados por Albanesi *et al.*, (2016), Hernández-Hernández *et al.* (2018) y Sánchez *et al.* (2019) coinciden con nuestros resultados donde el coatí presenta un patrón de actividad diurno además señalan que esto puede deberse a distintos factores como la disponibilidad de alimento o presas, la temperatura, agua en la zona. Además de ser una especie generalista y oportunista el coatí puede adaptarse en áreas modificadas por actividades humanas incluso a la presencia humana.

El jaguar presenta un patrón de actividad claramente nocturno, con una mayor actividad de 18:00 a 2:00 h, y con menor actividad durante 3:00 a 17:00 h. Por el contrario, autores como Ávila-Nájera *et al.* (2015) y Ilescas (2016), han reportado que el patrón de actividad del Jaguar es catemeral teniendo picos de

actividad 20:00 - 22:00 y 2:00 - 4:00 h, 8:00 y 14:00 h. Mencionando que esto les da mayor posibilidad de encontrar más diversidad de presas tanto nocturnas como diurnas y un nicho trófico más amplio. En cambio, Briones-Salas *et al.* (2016) y Herrera *et al.* (2018) reportan un patrón de actividad nocturno para el jaguar coincidiendo con lo que se obtuvo en este trabajo, este tipo de actividad permite que el jaguar pueda cazar a sus presas con mayor facilidad pasando desapercibido por estas, además esto les permite evadir la presencia humana. El ocelote tiene un patrón de actividad nocturno presentado mayor actividad de 21:00 a 4:00 h, disminuyendo su actividad de 5:00 a 20:00 h. coincidiendo con los trabajos realizados por Monroy-Vilchis *et al.* (2011), Díaz-Pulido y Payán (2012), Briones-Salas *et al.* (2016), Sánchez *et al.* (2019). Ambos felinos son más activos en la noche que durante el día, esto puede ser debido a que la noche les proporciona ventaja sobre sus presas, aprovechan más las horas frescas para poderse desplazarse y cazar evitando así el esfuerzo en las horas más cálidas, también podría estar relacionado con los patrones de actividad de sus presas. Por esto se necesita seguir con el monitoreo de mamíferos que se encuentran amenazados por la urbanización y el turismo, para tomar las medidas de conservación, diseñar las estrategias que eviten, mitiguen y que compensen estos impactos. De la misma manera se debe continuar promoviendo y difundiendo la concientización por parte los ejidos, comunidades aledañas y los turistas sobre importancia de la diversidad que se presenta en el sitio y la importancia de estas especies en la conservación de los ecosistemas y el desarrollo de estas.

## CONCLUSIONES

- Se registró la presencia de 12 especies de mamíferos medianos y grandes en el ejido Úrsulo Galván, Sierra de Vallejo mediante el método de fototrampeo, lo cual representa 2.12% de las especies de México y el 50% de los mamíferos reportados para el estado.
- Las 12 especies de mamíferos medianos y grandes representan el 100% de completitud de acuerdo con los estimadores ACE y CHAO1, de este modo es muy poco probable encontrar más especies en Úrsulo Galván.
- Tres especies se encuentran bajo la categoría de peligro de extinción de la NOM-059-SEMARNAT-2010, mientras que en la UICN ocho especies se encuentran en la categoría de menor preocupación y dos en casi amenazadas. Para la CITES tres especies se encuentra en el apéndice I, una en el apéndice II y dos en el apéndice III.
- Las especies más abundantes fueron: *Odocoileus virginianus* (IAR= 6.25), *Panthera onca* (IAR=3.64), *Leopardus pardalis* (IAR=3.15), *Nasua narica* (IAR=2.43), *Urocyon cinereoargenteus* (IAR= 0.88) *Dicotyles tajacu* (IAR= 0.72) y *Canis latrans* (IAR=0.55).
- Se registraron cuatro de los seis felinos que se distribuyen en México.
- El patrón de actividad fue analizado solo para las especies con 50 o más registros independientes. El venado cola blanca y coatí presentaron un patrón de actividad diurno mientras que el jaguar y ocelote presentaron un patrón de actividad nocturno.
- La información obtenida en este trabajo contribuye al conocimiento de la diversidad mastofaunística en Nayarit.
- Es importante conocer la diversidad mastofaunística en las áreas que no están protegidas dentro del estado.
- Debido al acelerado crecimiento turístico y urbano es necesario promover y difundir la concientización por parte de las comunidades aledañas y los turistas sobre la importancia de las especies en la conservación.

## LITERATURA CITADA

- Albanesi, S. A., Jayat, J. P. y Brown, A. D. 2016. Patrones de actividad de medio y gran aporte en el pedemonte de yungas del noreste argentino. *Mastozoología Neotropical*, 23(2), 335-358.
- Álvarez-Castañeda, S.T. y Patton J. L. 1999-2000. Mamíferos del Noroeste Mexicano I y II. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. 2:584-873.
- Ávila-Nájera, D. M., Chávez C., Lazcano-Barrero, M. A, Pérez-Elizalde, S, y Alcántara-Carbajal, J. L. 2015. Estimación poblacional y conservación de felinos (Carnivora: Felidae) en el norte de Quintana Roo, México. *Revista de Biología Tropical*, 63(3), 799-813.
- Azuara, D. 2005. Estimación de abundancia de mamíferos terrestres en un área de la selva Lacandona, Chiapas. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Benchimol, M. 2016. Medium and large-sized mammals. In T. H. Larsen (Ed.), *Core standard methods for rapid biological field assessment* (pp. 37-48). Arlington: Conservation International.
- Blake, J. G., Mosquera, D., Loiselle, B. A., Swing, K., Guerra, J. y Romo, D. 2012. Temporal activity patterns of terrestrial mammals in lowland rainforest of Eastern Ecuador. *Ecotropica*, 18, 137-146.
- Bolaños, C. J. E., y Naranjo, E. J. 2001. Abundancia, densidad y distribución de las poblaciones de ungulados en la cuenca del río Lacantún, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 5, pp. 45-57.
- Briones-Salas M., Lira-Torres I., Carrera-Treviño R., Sánchez-Rojas G. 2016. Relative abundance and activity patterns of wild felids in Chimalapas rainforest. Oaxaca, Mexico. *Therya*. 7, 123-134.
- Burton, A. C., Neilson, E. Moreira, A. Ladle A. Steen, W, R. Fisher, J, T. Bayne, E. y Boutin, S. 2015. Wild life camera trapping: a review and recommendations for linking surveys to ecological processes. *Journal of Applied Ecology* 52:675–685.
- Cartín, M. y Carrillo, E. 2017. Estado poblacional de mamíferos terrestres en dos áreas protegidas de la región central occidental de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 65 (2): 493-503.
- Ceballos G. y Arroyo, C, J. 2012. Lista actualizada de los mamíferos de México 2012. *Revista Mexicana de Mastozoología Nueva Época* (2012) Año 2 (2) 27-80.
- Ceballos, G. 2014. *Mammals of Mexico*. Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad CONABIO. JHU press, 957 pp.
- Ceballos, G. Arroyo, C, J. Medellín, R, A, Medrano L. y Oliva, G. 2014. Diversity and Conservation. Pp.1-44, en: *Mammals of Mexico*. (Ceballos, G.). Johns Hopkins University Press, Baltimore, USA.

- Ceballos, G. y Oliva G. (Coords.). 2005. Los mamíferos silvestres de México. Fondo de Cultura Económica y CONABIO, México D. F. 988 p.
- Ceballos, G., Ehrlich, P. R., y Dirzo, R. 2017. Biological annihilation via the ongoing sixth mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines. *Proceedings of the national academy of sciences*, 114 (30), E6089-E6096.
- Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México Ciudad de México: CONABIO/Universidad Nacional Autónoma de México / Sierra Madre A.C.
- Chávez, C., De La Torre, A., Bárcenas, H., Medellín, R. A., Zarza, H. y Ceballos, G. (Eds.). 2013. Manual de fototrampeo para estudio de fauna silvestre. El jaguar en México como estudio de caso, 1era edición. Alianza WWF-Telcel, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- Chávez, C., Zarza, H., Ceballos, G. y Amín, M. 2007. Ecología poblacional del jaguar y sus implicaciones para la conservación en la Península de Yucatán, Análisis de viabilidad de poblaciones y hábitat del jaguar en México. Pp. 101- 110, in *Conservación y Manejo del Jaguar en México estudios de caso y Perspectivas* (Ceballos, G., C. Chávez, R. List, and H. Zarza, eds.). México.
- Claridge, A. W., Mifsud, G., Dawson, J. y Saxon, M. J. 2004. Use of infrared digital cameras to investigate the behaviour of cryptic species. *Wildlife Research* 31: 645-650.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2012. Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del área natural protegida con la categoría de Área de Protección de Recursos Naturales "Sierra de Vallejo-Río Ameca", en los estados de Jalisco y Nayarit, México.
- CONABIO, 2000. Estrategia nacional sobre biodiversidad de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Cortés-Marcial, M. y Briones-Salas, M. 2014. Diversidad, abundancia relativa y patrones de actividad de mamíferos medianos y grandes en una selva seca del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. *Revista de Biología Tropical* 62 (4): 1433-1448.
- Cruz-Jácome, O., López-Tello, E. Delfín-Alfonso, C. A. y Mandujano, S. 2015. Riqueza y abundancia relativa de mamíferos medianos y grandes en una localidad en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca, México. *Therya*, 6(2), 435-448.
- Cuevas, J. Iñiguez, D, L. y Nava G, L. 2019. Guía de mamíferos de la Cuenca del Lago de Chapala.
- Di Bitetti M.S., Paviolo, A., De Angelo, C. y Di Blanco, Y, E. 2008. Local and continental correlates of the abundance of a neotropical cat, the ocelot (*Leopardus pardalis*). *Journal of Tropical Ecology* 24:189-200.
- 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.

- Díaz, P, A. y Payán G, E. 2012. Manual de fototrampeo: una herramienta de investigación para la conservación de la biodiversidad en Colombia (en línea). Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Panthera Colombia. 32 pp.
- Encalada, C. L. M. (2018). Patrones de actividad diaria de mamíferos medianos y grandes de la Reserva Biológica Uyuca mediante fototrampeo. Tesis de grado. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras.
- Favreau J, Drew A, Hess G, Rubino, M., Koch, F., Eschelbach K. 2006. Recommendations for assessing the effectiveness of surrogate species approaches. *Biodiv. Cons.* 15: 3949-3969.
- Fleming, P., Nolan, H., Jackson, S., Ballard, G., Bengsen, A., Brown, W. 2017. Roles for the Canidae in food webs reviewed: where do they fit? *Food Webs*, 12, 14–34.
- Gallina, S. 2014. Patrones de actividad del venado cola blanca en el noreste de México. *THERYA*. 5. 423-436.
- García, A. 2006. Using ecological niche modelling to identify diversity hotspots for the herpetofauna of Pacific lowlands and adjacent interior valleys of Mexico. *Biological Conservation*, 130:25-46.
- García-Morales, R., Moreno, C. E., y Bello-Gutiérrez J. 2011. Renovando las medidas para evaluar la diversidad en comunidades ecológicas: el número de especies efectivas de murciélagos en el sureste de Tabasco, México. *Therya*, 2(3), 205–215.
- Guzmán-Báez, D. J. 2021. Ecología y pérdida del hábitat del jaguar (*Panthera onca*) y sus presas en el Corredor Biológico Marismas - Sierra San Juan, Nayarit. Tesis de Maestría. Xalisco, Nayarit, México.
- Guzmán-Báez, D.J. y Luja V.H. 2019. Primer registro municipal de zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) en Santiago. Ixcuintla, Nayarit, México. *Revista Mexicana de Mastozoología (Nueva Época)*. 9(1), 51–55.
- Guzmán-Báez. D. J. 2017. Fototrampeo de mamíferos de la zona sujeta a conservación ecológica finca Santa Ana, Chiapas. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Ciencias. Toluca, Edo. de México.
- Hansen, M., Potapov, P., Moore, R., Hancher, M., Turubanova, S., Tyukavina, A. 2013. High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. *Science*, 342, 850-853.
- Henschel, P. y Ray, J.C. 2003. Leopards in African rainforests: survey and monitoring techniques. Unpublished report No. 54. New York: Wildlife Conservation Society.
- Hernández-Cadena, F. 2015. Diversidad de mamíferos del estado de Nayarit. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma De Nayarit. Nayarit, México.
- Hernández-Cortés, M. I. 2021. Diversidad y abundancia relativa de mamíferos medianos y grandes en el ADVC “La Papalota”, Santiago Ixcuintla, Nayarit, mediante el método de fototrampeo. Tesis de Licenciatura. Nayarit, México.

- Hernández-Hernández, J. C., Chávez, C. y List, R. 2018. Diversidad y patrones de actividad de mamíferos medianos y grandes en la Reserva de la Biosfera La Encrucijada, Chiapas, México. *Revista de Biología Tropical*, 66(2), 634-646. 10.15517/rbt.v66i2.33395.
- Hernández-Rodríguez, E., Escalera-Vázquez, L., Calderón-Patrón, J. M., y Mendoza, E. 2019. Mamíferos medianos y grandes en sitios de tala de impacto reducido y de conservación en la sierra Juárez, Oaxaca. *Revista mexicana de biodiversidad*, 90, e902776.
- Herrera, H., Chávez, E. J., Alfaro, L. D., Fuller, T. K., Montalvo, V., Rodrigues, F., y Carrillo, E. 2018. Time partitioning among jaguar *Panthera onca*, puma *Puma concolor* and ocelot *Leopardus pardalis* (Carnivora: Felidae) in Costa Rica's dry and rainforests. *Revista de Biología Tropical*, 66(4), 1559-1568.
- Ilescas, F, S. 2016. Efecto de la abundancia de presas silvestres sobre la depredación de ganado por felinos en el sur de México. Tesis de maestría. Universidad Autónoma Del Estado de México. Posgrado en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. <http://hdl.handle.net/20.500.11799/65567>.
- INEGI, 2000. Síntesis de información geográfica del estado de Nayarit.
- INEGI, 2010. Compendio de información geográfica municipal. Compostela, Nayarit.
- Jackson, R. M., Roe, J. D., Wangchuk, R. y Hunter, D. O. 2005. Camera-trapping of snow leopard. *CATS News* 42:19-21.
- Jiménez-Valverde, A., y Hortal, J. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*, 8 (31): 151-161.
- Karanth, K. U. 1995. Estimating tiger (*Panthera tigris*) populations from camera trap data using capture-recapture models. *Biological Conservation* 71(3):333-338.
- Lagos, N, y Villalobos R. 2012. Técnicas de estudios de carnívoros terrestres. En: Iriarte AW, Jaksic FM (Eds.), *Los carnívoros de Chile*. Ed. Flora y Fauna Chile y CASEB-PUC, Santiago, Chile. pp. 57-86.
- Lira-Torres, I. y Naranjo, E. 2003. Abundancia, preferencia de habitat e impacto del ecoturismo sobre el puma y dos de sus preses en la Reserva de la Biosfera el Triunfo, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Mastozoología*. 7. 21-40.
- 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* (n. s.) 28:566-585.
- López-González, C. A., González-Romero, A. y Laundré, J. W. 1998. Range extension of the bobcat (*Lynx rufus*) in Jalisco, Mexico. *The Southwestern Naturalist*, 43, 103–105.
- Luja, V. H. y Zamudio M.G. 2019. Nuevo registro de margay (*Leopardus wiedii*) en Nayarit, México. vl.9. *Revista Mexicana de Mastozoología (Nueva Época)*. 9(1), 62–65.

- Luja, V. H., Navarro, C. J. Torres, C. L. A., Cortés, H. M., y Vallarta C. I. L. 2017. Small Protected Areas as Stepping-Stones for Jaguars in Western Mexico. *Tropical Conservation Science* 10:1-8.
- Luja, V. H., Vallarta, I. y Cortés, M. 2020. Predation events of the jaguar (*Panthera onca*) recorded with camera traps in mangroves of Nayarit, western Mexico. *The Wild Felid Monitor* 13 (2): 15-17.
- Luja, V. H., Rodríguez-Estrella, R., Guzmán-Báez, D. J. y Jiménez, L. 2021. The Bobcat (*Lynx rufus*) in the Nayarit Coastal Plain, Mexico: presence, relative abundance, and activity patterns. *Therya Notes*, 2: 125-131.
- Luna-Vega, I., Espinosa, D., y Contreras-Medina, R. 2016. Biodiversidad de la Sierra Madre del Sur: una síntesis preliminar. 1° edición. Universidad Autónoma de México, Ciudad de México, 528 pp.
- Maffei, L., Cuellar, E. y Noss, 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.
- Mandujano, S., y Pérez-Solano L. A. 2019. Fototrampeo en R: organización y análisis de datos. Volumen 1. Instituto de Ecología A. C., Xalapa, Veracruz, México.
- Martínez, L. y Ceballos, G. 2010. Sierra de Vallejo, Nayarit. En: Ceballos G, Martínez L, García A, Espinoza E, Bezaury J, Dirzo R, eds. *Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las selvas secas del Pacífico de México*. Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica, CONABIO 425-427.
- Medina-Gutiérrez, F. C., y Ramírez-Silva, J. P. 2019. Uso de la mastofauna silvestre en la comunidad cafetalera de Cumbres de Huicicila, Compostela, Nayarit, México. *Revista Mexicana De Mastozoología (Nueva Época)*, 9(2), 29–42.
- Meira, Lyse P. C., Pereira, A. R., Jackson, M. M., Drielle, S. M., Aroucha, E. C. y Oliveira, Tadeu G. de. 2018. Primeros registros y abundancia de margay *Leopardus wiedii* en hábitat de matorral espinoso semiárido de la Caatinga brasileña. *Revista mexicana de biodiversidad*, 89(1), 321-326.
- Merriam, C. H. 1898. Mammals of the Tres Marias Islands, off western Mexico. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 12:13-19.
- Miller, D, L. Burt, M, L, Rexstad, E, A. Thomas, L. 2013. Spatial models for distance sampling data: recent developments and future directions. *Methods in Ecology and Evolution* 4(11):10 01-1010.
- Monroy-Gamboa, A. G., Briones-Salas, M. Á., Sarkar, S. y Sánchez-Cordero, V. 2019. Terrestrial vertebrates as surrogates for selecting conservation areas in a biodiversity hotspot in Mexico. *Conservation Science and Practice*, 1, e12. <https://doi.org/10.1111/csp2.12>.
- Monroy-Vilchis, O. 2005. Causas de pérdida de diversidad biológica. Cuadernos de Biodiversidad Publicación cuatrimestral del Centro Iberoamericano de Biodiversidad Universidad de Alicante 17: 3-9.

- Monroy-Vilchis, O., Cabrera, L., Suárez, P., Zarco-González, M., Rodríguez-Soto, C. y Urios, V. 2008. Uso tradicional de vertebrados silvestres en la Sierra Nanchititla, México. *Interciencia* 33: 308-313.
- Monroy-Vilchis, O., Zarco-González, M. M., Rodríguez-Soto, C., Soria-Díaz, L., y 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.
- Montalvo, V., C. Sáenz, B, S. Ramírez, P. N. y Carrillo, E. 2015. Abundancia del jaguar (*Panthera onca*), otros felinos y sus presas potenciales en el Parque Nacional Santa Rosa, Costa Rica. *Cuadernos de Investigación UNED*, Vol. 7 (2): 305-311.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M y T-Manuales y Tesis SEA, vol.1 Zaragoza, 84 p.
- Morrone, J. J. 2014. Biogeographical regionalisation of the Neotropical region. *Zootaxa*, 3782, 1-110.
- Mosquera-Guerra, F., Trujillo, F., Diaz-Pulido A. P. y Mantilla-Meluk, H. 2018. Diversidad, abundancia relativa y patrones de actividad de los mamíferos medianos y grandes, asociados a los bosques riparios del río Bitá, Vichada, Colombia. *Biota colombiana*, 19(1), 202-218.
- Murcia, C. 1995. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in Ecology and Evolution* 10: 58-62.
- Myska, P. 2013. Guía de campo de anfibios, reptiles, aves y mamíferos de México occidental. Primera edición. Viva Natura. México. 300 pp.
- 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.
- O'Brien, T. G. 2011. Abundance, density and relative abundance: a conceptual framework. En *Camera Traps in Animal Ecology* (pp. 71-96). Springer Japan. (O'Connell, A. F., Nichols, J. D. y Karanth, K. U. (eds.)).
- 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 Zootecnia*, 2, 231-246.
- Primack, R. B. 2010. *Essentials of Conservation Biology*, Fifth Edition. Sinauer Associates, Sunderland, MA. 601 pages.
- Ramírez-Silva, J. P., De La Rosa, D., Hernández-Cadena, F. J. y Woolrich-Piña, G. A. 2016. Mamíferos de Nayarit, México. pp 269 – 288. En *Riqueza y Conservación de los Mamíferos en México a Nivel Estatal*. Briones-Salas, M., Y. Hortelano-Moncada, G. Magaña-Cota, G. Sánchez-Rojas, y J. E. Sosa-Escalante (eds). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Asociación Mexicana de Mastozoología A. C. y Universidad de Guanajuato, Distrito Federal, México.

- 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, markresight, and spatial markresight models for estimating puma densities via camera traps. *Journal of Mammalogy*, 95(2), 382–391.
- Ripple, W. J., Estes, J. A., Beschta, R. L., Wilmers, C. C., Ritchie, E. G., Hebblewhite, M. 2014. Status and ecological effects of the world’s largest carnivores. *Science*, 343, 1241484.
- 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).
- Salom-Pérez, R., Carrillo, E. y Saenz, J.C. 2007. Critical condition of the jaguar (*Panthera onca*) population in Corcovado National Park, Costa Rica. *Oryx* 41:51-56.
- Sánchez, C., Botello, F., Flores, M. J. J., Gómez, R. A., Guevara, L. 2014. Biodiversidad de Chordata (Mammalia) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: 496-504
- Sánchez, P. R., Brenes C. L., Chavarria, K. y Mejías, Y. 2019. Diversidad y patrones de actividad de mamíferos medianos y grandes, en la Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes, Alajuela, Costa Rica. *Pensamiento Actual*. 19.
- Santiago, A. M., Montaña, A, G. y Espinosa, D. 2016. Áreas de endemismo de la Sierra Madre del Sur. En: I. Luna-Vega, D. Espinosa y R. Contreras-Medina (Eds.), *Biodiversidad de la Sierra Madre del Sur: una síntesis preliminar* (pp. 431–448). Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Sato, C. F., Westgate, M. J., Barton, P. S., Foster, C. N., O’Loughlin, L. S., Pierson, J. C. 2019. The use and utility of surrogates in biodiversity monitoring programmers. *Journal of Applied Ecology*, 56, 1304–1310.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2005. Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del Área Natural Protegida Reserva de la Biósfera “Sierra de Vallejo”.
- Severtsov, A. S. 2013. The significance of vertebrates in the structure and functioning of ecosystems. *Biology Bulletin* 40:571–579.
- Sinclair, A. R. E. 2003. The role of mammals as ecosystem landscapers. *Alces* 39: 161-176.
- Soria-Díaz, L., Monroy-Vilchis, O., Rodríguez-Soto, C., Zarco-González, M.M. y Urios, V. 2010. Variation of abundance and density of *Puma concolor* in zones of high and low concentration of camera trap in central Mexico. *Anim. Biol.*, 60, 361-371.
- Stoner, K. E., Riba, H, P. Vulinec K. y Lambert J. E. 2007. The role of mammals in creating and modifying seed shadows in tropical forests and some possible consequences of their elimination. *Biotropica* 39: 316-327.

- Tobler, M. W., Carrillo, S. E., Leite, P. R., Mares, R. y Powell, G. 2008. An evaluation of camera traps for inventoring large-and medium sized terrestrial rainforest mammals. *Animal Conservation* 11:169-178.
- Trolle, M. y Kéry, M. 2001. Estimation of ocelot density in the Pantanal using capture-recapture analysis of camera-trapping data. *Journal of Mammalogy* 84:607-614.
- UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). 2019. Lista roja de especies amenazadas.
- Van, S. C. P., y Griffiths, M. Activity periods of Indonesian rain forest mammals: *Biotropica*, vol. 28, no. 1, pp. 105-112, 1996.
- Villa, B., y Cervantes F. A. 2003. Los mamíferos de México. Grupo Editorial Iberoamericana S. A. de C.V. Instituto de Biología, UNAM., México.
- Wakefield, S., Attum, O. Robinson, E. R. y Sandoka, M. A. 2008. Seasonal use of a waterhole by Nubian ibex *Capra nubiana* (Artiodactyla: Bovidae). *Mammalia* 72:123-125.
- Yasuda, M. 2004. Monitoring diversity and abundance of mammals with camera traps: a case study on Mount Tsukuba, central Japan. *Mammal Study*, 29, 37-46.
- Zalapa, H. S. S., Godínez, N. G. E. y Guerrero V. S. 2013. Mamíferos del bosque La Primavera, guía ilustrada. Primera edición. Universidad de Guadalajara. México. 169 pp.