



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE  
HIDALGO  
Facultad de Biología**

**“RIQUEZA, ABUNDANCIA Y PATRONES DE ACTIVIDAD DE LOS  
MAMÍFEROS MEDIANOS Y GRANDES, EN DIFERENTES CONDICIONES DE  
MANEJO EN LA REGIÓN DEL BAJO BALSAS, MICHOACÁN”**

**TESIS**

**COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE:  
MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS EN ECOLOGÍA Y  
CONSERVACIÓN**

Que presenta:

**BIOLOGO DANIEL GUIDO LEMUS**

Director de tesis:

Doctor en Tiberio César Monterrubio Rico

**Morelia, Michoacán, Marzo 2015**



**FACULTAD  
DE  
BIOLOGÍA**

## RESUMEN

La región del Bajo Balsas es una región relevante en biodiversidad para el país, y forma parte de la cuenca hidrológica del río Balsas. En la región, la acción más importante enfocada en conservación constituye el establecimiento de la reserva de la Biosfera Zicuirán-Infiernillo en 2007. Sin embargo, desde su creación, pocos estudios han evaluado el efecto del establecimiento de la reserva en las poblaciones de fauna y los diferentes usos asignados a las diferentes áreas en la región. El presente estudio tuvo como objetivos principales los siguientes: Analizar la composición, estructura y horarios de actividad de los mamíferos medianos y grandes, comparándolos en función a las condiciones de manejo asignado (agricultura, cinegético, y sin manejo aparente) en la Región del Bajo Balsas, Michoacán. Como objetivos específicos: 1) Generar un inventario de mamíferos medianos y grandes en áreas bajo tres condiciones de manejo asignado: agropecuario, cinegético, y sin manejo aparente tanto en el interior como en el exterior de la reserva de la Biosfera Zicuirán-Infiernillo; 2) Analizar la abundancia relativa de los mamíferos medianos y grandes entre las distintas áreas mediante trampas cámara; 3) Determinar la presencia de especies listadas en categorías de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010; 4) Analizar los horarios de actividad de los mamíferos medianos y grandes entre las distintas áreas de manejo; y 5) Examinar la relación entre la riqueza y abundancia de mamíferos y las principales variables antropogénicas y climáticas. Para el estudio se seleccionaron seis localidades de los municipios de Arteaga, La Huacana y Churumuco. Durante los meses de febrero y mayo del 2013, se realizaron salidas de campo mensuales, con una duración de siete días. Se registraron 20 especies de mamíferos medianos y grandes de 18 géneros, 10 familias y 6 órdenes que constituyen el 62.5 % de las especies de mamíferos medianos y grandes de Michoacán. Con un esfuerzo de muestreo de 1455 días/trampa, *Nasua narica* fue la especie más abundante, seguido de *Pecari tajacu* y *Odocoileus virginianus*. Se obtuvo registro de cinco especies listadas en categorías de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, tres en peligro de extinción (*Panthera onca*, *Leopardus pardalis* y *L. wiedii*) y dos amenazadas (*Puma yagouaroundi* y *Spilogale pygmaea*). Se encontraron diferencias en la riqueza y abundancia de los mamíferos entre los diferentes tipos de manejo, siendo las áreas sin manejo aparente las de mayor riqueza y abundancia para la

mayoría de las especies, seguido de las áreas con manejo cinegético con la mayor riqueza de *N. narica* y *O virginianus*. Por último las áreas con manejo agrícola presentaron la menor riqueza de especies. De manera general se encontró mayor riqueza de especies en sitios fuera de la reserva que dentro. Se encontraron diferencias en los horarios de actividad de *L. pardalis*, *N. narica*, *P. tajacu* y *O. virginianus*, indicando que los mamíferos de mayor tamaño y de valor cinegético son los más afectados. La precipitación y la distancia a caminos fueron las variables que influyen en la riqueza y abundancia de la mayoría de los mamíferos. Recomendamos continuar con estudio que evalúen el impacto de las diferentes actividades humanas a mayor escala y durante un periodo de tiempo mayor.

**Palabras clave:** Abundancia relativa, patrones de actividad, riqueza de especies, y trampas cámara.

## ABSTRACT

The lower Balsas is an important region for the country biodiversity, and is part the hydrological basin of the Balsas River. In the region, the most important action focused on conservation is the establishment of the Biosphere reserve Zicuirán-Infiernillo in 2007. However, since its inception, few studies have evaluated the effect of the establishment of the reserve in wildlife populations and different uses assigned to different areas in the region. The present study had as main objectives the following: To analyze the composition, structure and activity schedules of medium and large mammals, comparing them according to the terms of allocated management (agriculture, hunting, and no apparent management) in the region of lower Balsas, Michoacan. As specific objectives: 1) to generate an inventory of medium and large mammals in areas under three conditions allocated management: agriculture, hunting and unmanaged apparent, both inside and outside the Biosphere Reserve Zicuirán-Infiernillo; 2) Analyze relative abundanc of meium and large mammals between areas using camera traps; 3) Determine the presence of species listed risk categories in NOM-059-SEMARNAT-2010; 4) Analyze activity schedule of medium and large mammals between different management areas; and 5) To examine the relationship between wealth of mammals and major anthropogenic and climate variables. For the study were selected six villages in the municipality of Arteaga, La Huacana and Churumuco. During the months of February and May 2013, exits were conducted monthly field, lasting seven days. Were recorded 20 species of medium and large mammals in 18 genera, 10 families and 6 orders constituting 62.5 % of the species of medium and large mammals of Michoacan. With a sampling effort of 1455 day/trap, *Nasua narica* was the most abundant, followed by *Pecari tajacu* and *Odocoileus virginianus*. He got recorded five species listed in categories of the official Mexican Standard NOM-059-SEMARNAT-2010, three endangered (*Panthera onca*, *Leopardus pardalis* and *L. wiedii*) and two threatened (*Puma yagouaroundi* and *Spilogale pygmaea*). Differences were found in the richness and abundance of mammals between different types of management, being areas unmanaged the most apparent wealth and abundance for most species, followed by hunting management areas with the greatest wealth of *N. narica* and *O. virginianus*. Finally the areas with agricultural management had the lowest species richness. Generally highest

species richness was found in sites outside the reserve that within. Were found differences in activity schedules *L. pardalis*, *N. narica*, *P. tajacu* and *O. virginianus*, indicating that larger mammals and hunting value are the most affected. The precipitation and distance to roads were the variables that influence the richness and abundance of most mammals. We recommend continuing the study to evaluate the impact of different human on a larger scale and for a longer time activities.

**Keywords:** Activity patterns, camera traps, relative abundance, and species richness.

## CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>4</b>
<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>5</b>
OBJETIVO GENERAL .....	5
OBJETIVOS PARTICULARES .....	5
<b>HIPÓTESIS</b> .....	<b>6</b>
<b>ÁREA DE ESTUDIO</b> .....	<b>7</b>
<i>Localización geográfica</i> .....	7
<i>Edafología y Orografía</i> .....	7
<i>Hidrografía</i> .....	7
<i>Clima</i> .....	8
<i>Vegetación</i> .....	8
<b>LITERATURA CITADA</b> .....	<b>11</b>

### CAPITULO I

#### RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE MAMÍFEROS MEDIANOS Y GRANDES EN AREAS CON DIFERENTES DESIGNACIONES DE MANEJO EN LA REGIÓN DEL BAJO BALSAS, MICHOACÁN, MÉXICO

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>14</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>21</b>
<i>Selección de los sitios del área de trabajo</i> .....	21
Análisis de datos .....	27
<i>Riqueza Específica</i> .....	27
<i>Esfuerzo de captura</i> .....	28
<i>Tasas de captura</i> .....	28
<i>Curvas de Rango-Abundancia</i> .....	29
<i>Análisis Multivariados</i> .....	29
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>30</b>
<i>Riqueza específica</i> .....	30
_Toc414553100 <i>Riqueza por localidad y tipo de manejo</i> .....	35

<i>Curvas de Rarefacción</i> .....	36
<i>Especies ubicadas en alguna categoría de riesgo y endémicas</i> .....	37
<i>Tasa de captura</i> .....	38
<i>Variación de las tasas de captura entre tipos de manejo</i> .....	39
<i>Curvas de rango-abundancia</i> .....	42
<i>Análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NDMS)</i> .....	44
<b>DISCUSIÓN</b> .....	<b>45</b>
<b>LITERATURA CITADA</b> .....	<b>55</b>

## CAPITULO II

### PATRONES DE ACTIVIDAD DE LOS MAMÍFEROS MEDIANOS Y GRANDES EN DIFERENTES CONDICIONES DE MANEJO EN LA REGIÓN DEL BAJO BALSAS, MICHOACÁN, MÉXICO

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>65</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>69</b>
<i>Selección de los sitios del área de trabajo</i> .....	69
<i>Trampas cámara</i> .....	72
<i>Análisis espacial</i> .....	72
<i>Horarios de actividad</i> .....	74
<i>Análisis Multivariados</i> .....	75
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>76</b>
<i>Análisis espacial</i> .....	76
<i>Horarios de actividad</i> .....	79
<i>Análisis de componentes principales</i> .....	87
<b>DISCUSIÓN</b> .....	<b>90</b>
<b>LITERATURA CITADA</b> .....	<b>97</b>
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>102</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>103</b>
<b>Apéndice 1. Fotografías de los mamíferos medianos y grandes registrados en la Región del Bajo Balsas, Michoacán.</b> .....	<b>104</b>
<b>Apéndice 2. Número de fotografías por especie para cada tipo de manejo.</b> .....	<b>108</b>

<b>Apéndice 3. Valores de las variables ambientales, antropogénicas, y tipos de vegetación asociadas con las cámaras trampa. BTC = Bosque tropical caducifolio, Agrí = Manejo agrícola, y BE = Bosque de encino. ....</b>	<b>109</b>
<b>Apéndice 4. Eigenvectores derivados del Análisis de componentes principales. ....</b>	<b>110</b>

### Índice de figuras

Figura 1. Bosque tropical caducifolio. ....	8
Figura 2. Bosque tropical subcaducifolio. ....	9
Figura 3. Bosque tropical espinoso. ....	9
Figura 4. Bosque de encino. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 5. Bosque de pino. ....	10

### CAPITULO I

Figura 6. Distribución espacial de los sitios de muestreo. ....	24
Figura 7. a) Colocación de trampas cámara, b) y c) caminos y veredas donde se colocaron las cámaras trampa. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 8. a) Preparación del molde de yeso para la impresión de las huellas, b) Excreta con huesos y pelos. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 9. Avistamientos diurnos de mamíferos medianos y grandes, a) cuinique ( <i>N. adocetus</i> ), b) tejón ( <i>N. narica</i> ). ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 10. Registros indirectos de mamíferos medianos y grandes, a) depredación de armadillo ( <i>D. novemcinctus</i> ), b) depredación de venado ( <i>O. virginianus</i> ), c) cráneo de pecarí ( <i>P. tajacu</i> ). ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 11. Mamíferos medianos y grandes cazados y montados para exhibición, a) <i>P. concolor</i> , b) <i>L. longicaudis</i> , c) <i>L. wiiedi</i> . ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 12. Curva de rarefacción para cada tipo de manejo. ....	37
Figura 13. Especies que se encuentran en algún estatus de conservación, a) ocelote ( <i>L. pardalis</i> ), jaguarundi ( <i>H. yagouaroundi</i> ), y c) zorrillo pigmeo ( <i>S. pygmaea</i> ). ....	38
Figura 14. Tasa de captura de los mamíferos medianos y grandes en los diferentes tipos de manejo. ....	39

Figura 15. Curvas de rango-abundancia de los mamíferos medianos y grandes en diferentes tipos de manejo, a) zona agrícola, b) UMAS, c) zona conservada. .... **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 16. Análisis de escalamiento multidimensional no métrico para comparar las tasas de captura de los mamíferos, la categoría otros contiene aquellos mamíferos que tienen tasas de captura bajas. .... **¡Error! Marcador no definido.**

## CAPITULO II

Figura 17. Densidad humana para el área de estudio (INEGI, 1:250,000). ..... 76

Figura 18. Vías de acceso (camino pavimentado, y terracería) en el área de estudio (INEGI, 1:250,000)..... 77

Figura 19. Tipos de vegetación en el área de estudio..... 78

Figura 20. Curvas de actividad del venado cola blanca en los diferentes tipos de manejo. El coeficiente de solapamiento es igual al área debajo de ambas curvas, sombreadas de color gris. .... 79

Figura 21. Curvas de actividad del pecarí de collar en áreas cinegéticas y sin manejo aparente. El coeficiente de solapamiento es igual al área debajo de ambas curvas, sombreadas de color gris. .... **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 22. Curvas de actividad del tejón en los diferentes tipos de manejo. El coeficiente de solapamiento es igual al área debajo de ambas curvas, sobreadas de color gris ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 23. Curvas de actividad del ocelote en áreas con manejo cinegético y sin manejo aparente. El coeficiente de solapamiento es igual al área debajo de ambas curvas, sombreadas de color gris. .... **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 24. Análisis de componentes principales.....89

## INTRODUCCIÓN

La región del Bajo Balsas es una de las regiones más relevantes en biodiversidad de Michoacán y del centro occidente de México, es una de las tres subregiones hidrológicas de la cuenca del río Balsas. En esta región encontramos especies de mamíferos de importancia comercial y cinegética, como el venado cola blanca, el pecarí de collar y el tejón. También ocurren poblaciones de felinos como el ocelote, puma y tigrillo, además de una gran variedad de otros carnívoros (Uribe y Arita, 1998). La vegetación de acuerdo al Inventario Nacional Forestal (2000), es diversa, pero predomina ampliamente el bosque tropical caducifolio, seguido por selva mediana subcaducifolia, y bosques templados mixtos (pino-encino), y el matorral templado.

La creciente demanda de tierra para cubrir necesidades de alimentación y la demanda por productos forestales, sumado al crecimiento poblacional han influido en la alteración de los bosques tropicales en México y en particular en la región de estudio. En general las áreas con bosques tropicales están siendo transformadas en diversas actividades antrópicas, como ganadería y agricultura, disminuyendo considerablemente la cobertura forestal original, lo cual modifica la estructura y función de los ecosistemas, causando procesos de extinción o extirpación de muchas especies en el paisaje fragmentado resultante (Torres, 2001; Cortés, 2009).

En paisajes fragmentados la fauna silvestre se ve afectada, en particular los mamíferos medianos y grandes, son sensibles debido a sus requerimientos de espacio, refugio, y alimentación, respondiendo generalmente en una disminución en sus abundancias, y modificando algunas especies su conducta (Torres, 2001). Al ser los mamíferos medianos y grandes los más sensibles a la reducción de sus hábitats, es importante conocer cómo se adaptan o responden a la alteración y fragmentación ante la presencia de zonas agropecuarias. Los mamíferos pueden ser un indicativo de los efectos de las diferentes perturbaciones en un sitio (Torres, 2001). La importancia de los mamíferos dentro de los ecosistemas naturales es muy clara y se conoce de forma extendida su papel en las cadenas tróficas, siendo utilizadas como especies sombrilla o bandera, ya que su

conservación implica la conservación de un vasto número de especies (González-Maya, 2007).

Conocer parámetros como diversidad, abundancia y horarios de actividad de mamíferos son esenciales para la creación y seguimiento de planes de conservación (Ávila, 2009).

Una estrategia de conservación de la biodiversidad para contrarrestar la transformación de los ecosistemas naturales a sitios agrícolas, es la creación de áreas naturales protegidas (ANP). Las ANP tienen el objetivo de preservar ambientes naturales representativos y funcionales de las diferentes regiones biogeográficas, y ecológicas, preservando los ecosistemas de mayor fragilidad de México (Buenrostro *et al.* 2012). Sin embargo, la mayoría de las ANP en México enfrentan serias restricciones y problemas que afectan su manejo e impacto en su conservación. Destacan los conflictos de tenencia de tierra, la escasez de vigilancia, la falta de planes de manejo, y la carencia de información sobre los recursos bióticos y las condiciones en que se encuentran (Buenrostro *et al.* 2012). Otra de alternativa creada en México para tratar de conservar la biodiversidad mediante su uso sustentable son las Unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA). Las UMA son creadas para promover esquemas alternativos de producción compatibles con el cuidado del ambiente, mediante el uso racional, ordenado y planificado de los recursos naturales, frenando o revirtiendo los procesos de deterioro ambiental. Pueden funcionar como centros productores de pies de cría, como bancos de germoplasma, y como alternativas de conservación y reproducción de especies en labores de investigación, y educación ambiental, partes y derivados que pueden ser incorporados a diferentes procesos del mercado laboral (SEMARNAT, 2015). Sin embargo, desde el punto de vista de la conservación de la vida silvestre, varios estudios indican que la mayoría de las UMA centran su atención en especies de valor cinegético, quedando desatendidas muchas otras especies (endémicas y especies en categorías de riesgo), que pueden ser afectadas por acciones que favorecen a las poblaciones de especies con interés económico (Gallina *et al.* 2009).

El crecimiento poblacional humana en Michoacán y la transformación de zonas conservadas a sitios agrícolas para satisfacer la creciente demanda de alimento e insumos, y ante la carencia de estudios en México, y Michoacán donde se evalúe el impacto de los distintos tipos de manejo sobre las comunidades de mamíferos medianos y grandes, son la justificación para el desarrollo del presente estudio, cuyos objetivos fueron: Analizar la composición y estructura de los mamíferos medianos y grandes en áreas con diferentes esquemas de manejo asignados; así como analizar los horarios de actividad y examinar la relación entre la riqueza y abundancia de mamíferos y las variables antropogénicas y ambientales de la región.

## JUSTIFICACIÓN

Aunque la riqueza de la mastofauna de Michoacán es conocida desde hace varios años, se carece de inventarios regionales, y estudios poblacionales donde entendamos el efecto de los distintos manejos de uso de suelo sobre la estructura local y regional de las comunidades de mamíferos. Al existir en la región del Balsas una reserva de la Biosfera donde encontramos un mosaico de paisajes donde existen actividades como la cacería en sus diferentes modalidades (comercial, subsistencia y deportiva), actividades agropecuarias y áreas sin manejo aparente en donde en el interior de la reserva son consideradas como zonas núcleo de conservación. Todas estas características permiten desarrollar un estudio donde evaluemos el efecto de distintos tipos de manejo y variables ambientales sobre la riqueza y estructura de la comunidad de mamíferos medianos y grandes, evaluando el posible beneficio en las poblaciones de mamíferos que teóricamente proporciona la reserva.

Un estudio que mediante modelos de nicho ecológico evaluó el posible efecto del cambio de uso de suelo, y el nivel de protección que ofrece la reserva en la conservación de ungulados (venado cola blanca y pecarí de collar) fue realizado por Yáñez *et al.* (2012), determinando que la reserva sólo protege el 36% de la distribución de estos dos ungulados en la región del Bajo Balsas, y concluyen que el cambio de uso de suelo y la cacería afectan las poblaciones de estas especies. Por lo anterior para poder plantear estrategias de conservación que impacten de manera adecuada el trópico seco de la vertiente del Pacífico, es necesario entender cómo la intensidad en el manejo y uso de suelo influyen en la riqueza, abundancia y actividad de la comunidad de mamíferos medianos y grandes.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la composición, estructura y horarios de actividad de los mamíferos medianos y grandes en áreas con diferentes categorías de manejo y uso de suelo asignado en la Región del Bajo Balsas, Michoacán.

### **OBJETIVOS PARTICULARES**

- Generar un inventario de mamíferos medianos y grandes en áreas bajo distintas asignaciones de manejo: agrícola, cinegético, y sin manejo aparente dentro y fuera de la reserva Zicuirán-Infiernillo en la región del Bajo Balsas, Michoacán.
- Analizar la abundancia relativa de los mamíferos medianos y grandes entre las distintas áreas mediante trampas cámara.
- Determinar la presencia de especies listadas en categorías de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 entre los distintos usos de suelo.
- Examinar la relación entre riqueza y abundancia (tasa de captura) de mamíferos y variables antropogénicas (distancia a carreteras y densidad humana) y ambientales (precipitación y temperatura).
- Analizar los horarios de actividad de los mamíferos medianos y grandes entre las distintas áreas de manejo.

## **HIPÓTESIS**

Las poblaciones de mamíferos responden en forma diferente a las actividades humanas en función a los niveles de intensidad de manejo, por lo que los patrones de riqueza, abundancia y actividad serán distintos entre áreas con distintos tipos de manejo y uso de suelo asignado, mostrando los mamíferos de mayor tamaño corporal las diferencias más significativas.

Especies de valor cinegético y de mayor tamaño corporal, presentarán menor abundancia y horarios de actividad más estrechos en áreas cinegéticas, que en áreas no asignadas a la actividad cinegética.

Al presentar mayor cobertura y menor actividad cinegética los ecosistemas en el interior del polígono de la reserva de la biosfera Zicuirán-Infiernillo, esperamos encontrar mayor riqueza y abundancia en las áreas del interior de la reserva que fuera de ella.

## ÁREA DE ESTUDIO

### *Localización geográfica*

El Bajo Balsas se encuentra en el estado de Michoacán, comprende los municipios de la Huacana, Múgica, Churumuco y Arteaga. Se ubica entre los paralelos 19° 11' Norte y 18° 08' Sur y los meridianos 102° 86' Oeste y 101° 42' Este. Su superficie es de 6,904.93km<sup>2</sup> y representa un 11.7% de la superficie estatal (INEGI, 1985). En la región se presentan diversas topofomas como valles, mesetas, lomeríos y sierras. Las topofomas dominantes son los lomeríos bajos y lomeríos altos, también encontramos valles fluviales, planicies acumulativas, piedemonte y sierra (Bocco *et al.* 1999). Las altitudes fluctúan desde los 100 msnm hasta los 1,800 msnm en las zonas más altas.

### *Edafología y Orografía*

Los suelos de los municipios incluyen litosoles, regosoles, cambisoles, feozem, acrisoles, luvisol, renzina y vertisol, variando en composición entre municipios (SEP-UMSNH, 2003). La orografía en la Huacana es compleja, presenta estribaciones meridionales del sistema volcánico transversal, destacando el cerro de las Canoas, La Copa, El Estribo, La Sierrita y El Milpillás. El municipio de Churumuco también presenta estribaciones meridionales del sistema volcánico transversal, la depresión del Balsas y la sierra de Churumuco; los cerros: cochitiro, Tzicuindio, Curipan, Piedras Blancas y el Pelón. La orografía de Arteaga incluye parte de la Sierra Madre del Sur y los cerros del Agua, del Fraile, del Chicote y de la Batea (Enciclopedia de los municipios de México, 2010).

### *Hidrografía*

Dos cuencas se encuentran en la región, la cuenca del Río Tepalcatepec y la del Río Balsas. En Arteaga fluyen los ríos Balsas, Tepalcatepec y Nexpa, además de afluentes de menor importancia como el río Toscano. Por Churumuco además del Balsas, fluyen ríos como el

Poturo, Palma, Huaro, Salitre y Angamio. En la Huacana fluyen los ríos: Huámito, Zancudo, Pastoria y Capirio. En este municipio encontramos el embalse de la Presa de Zicuirán, y en el río Balsas la presa del Infiernillo (Enciclopedia de los municipios de México, 2010).

### *Clima*

De acuerdo con el sistema de clasificación de Köppen modificado por García (1981) en la región se presentan los climas: cálido subhúmedo (AW), semiseco cálido (BS1 (h)), seco cálido (BS(h)) y semicálido subhúmedo con lluvias en verano (ACw). La precipitación promedio anual varía de entre los 600 y los 900 mm en la mayor parte del Bajo Balsas, sin embargo en ciertas zonas es menor a 530 mm mientras que en otras alcanza los 1,300 mm. Las temperaturas oscilan entre los 13 y los 45°C (INEGI, 1985).

### *Vegetación*

El Inventario Nacional Forestal del año 2000, reporta para la región diversos tipos de vegetación, predominando el bosque tropical caducifolio, caracterizado por especies arborescentes con altura de 5 a 10 m, presente en altitudes de 0 a 1900 msnm, esta vegetación pierde las hojas en la estación seca para evitar la transpiración (Fig.1).



**Figura 1.** Bosque tropical caducifolio.

El bosque tropical subcaducifolio, se agrupan varias comunidades vegetales con características intermedias en su fisonomía y en sus requerimientos climáticos entre el bosque tropical perennifolio y el bosque tropical caducifolio, se localiza desde el nivel del mar hasta los 1300 m (Fig. 2).



**Figura 2.** Bosque tropical subcaducifolio.

Bosque espinoso, se caracteriza por especies que miden de 4 a 15 m de altura, y se desarrolla a altitudes de 0 a 2200 msnm (Fig. 3).



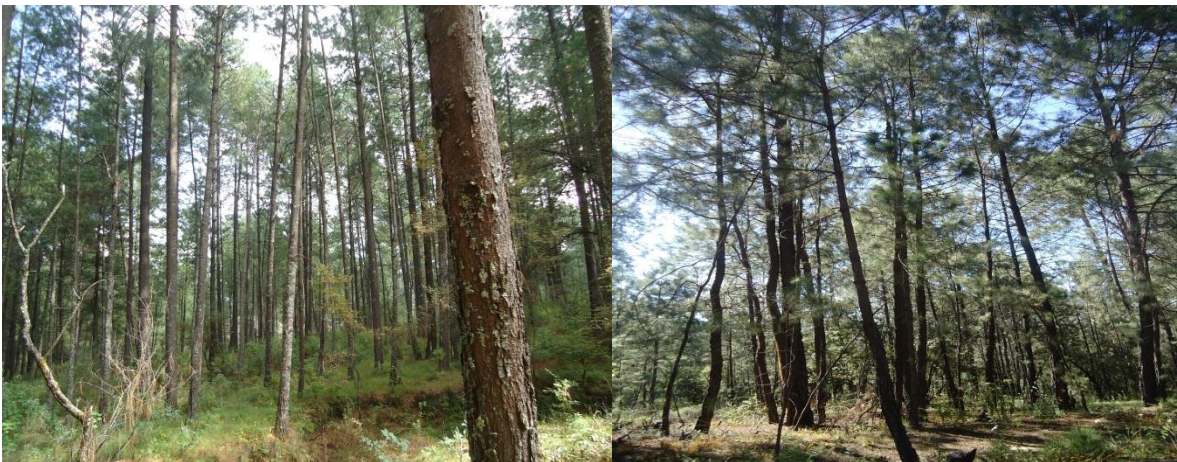
**Figura 3.** Bosque tropical espinoso.

Bosque de encino, se caracteriza por árboles con una altura de 2 a 30 m, y en altitudes de 1200 a 2800 msnm. En el área de estudio se encontró en las localidades de San Francisco de los Ranchos, Cobano y Platanar (Churumuco) (Fig. 4).



**Figura 4.** Bosque de encino.

El bosque de pino se encuentra en todas las serranías del país, formando bosques de altura y densidad muy variables, pero de escasa diversidad. Es importante mencionar que los bosques de pino también se encuentran, aunque con una cobertura muy limitada, en zonas tropicales, a altitudes tan bajas como de 300 msnm. En el área de estudio se encontró en las partes más altas de las localidades de San Francisco de los Ranchos y Platanar (Fig.5).



**Figura 5.** Bosque de pino

Cabe señalar que 2,651.68 km<sup>2</sup> de la Región del Bajo Balsas están protegidos por la Reserva de la Biosfera Zicuirán-Infiernillo (CONANP, 2006).

**LITERATURA CITADA**

- Ávila-Nájera, D. M. 2009. *Abundancia del jaguar (Panthera onca) y de sus presas en el municipio de Tamasopo, San Luis Potosí*. Institución de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas, 94pp.
- Bocco, V. G., M. E. Mendoza, A. Velázquez, y A. Torres. 1999. *La regionalización geomorfológica como una alternativa de regionalización ecológica en México. El caso de Michoacán de Ocampo*. Investigaciones geográficas 40:7-22.
- Buenrostro-Silva, A., M. Gutiérrez, y J. García-Grajales. 2012. *Mamíferos del parque nacional Lagunas de Chacahua y la Tuza de Monroy, Oaxaca, México*. Acta Zoológica Mexicana. 28(1):56-72.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), 2006. *Estudio previo justificativo para el establecimiento de la Reserva de la Biosfera Zicuirán-Infiernillo, México, D.F.*, 181pp.
- Cortés-Marcia, M. 2009. *Diversidad de mamíferos medianos y grandes en dos sitios con diferente grado de conservación en la Venta, Juchitán, Oaxaca*. Tesis de maestría, Instituto Politécnico Nacional, 46pp.
- Gallina-Tessaro, A. S., A. Hernández-Huerta, C. A. Delfín-Alfonso, y A. González-Gallina. 2009. *Unidades para la conservación, manejo y uso sustentable de la vida silvestre en México (UMA). Retos para su correcto funcionamiento*. Investigación Ambiental. 1(2): 143-152.
- García, E. 1981. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana*. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.

- González-Maya, J. F. 2007. *Densidad, uso de hábitat y presas del jaguar (Panthera onca) y el conflicto con humanos en la región de Talamanca, Costa Rica*. Tesis de maestría, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 125pp.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 1985. *Síntesis geográfica del estado de Michoacán*. Ciudad de México, México.
- Secretaría de Educación del estado de Michoacán. 2003. *Atlas Geográfico del estado de Michoacán*. Segunda Edición. Editorial y distribuidora EDISSA, S.A. de C. V. Michoacán, México. 310 pp.
- Sistema de Unidades de Manejo. (s.f.). Recuperado el 04 de Marzo de 2015, de <http://www.semarnat.gob.mx/temas/gestion-ambiental/vida-silvestre/sistema-de-unidades-de-manejo>.
- Torres, G. A. 2001. *Patrones de diversidad mastofaunística en fragmentos de bosque con manejo forestal en la región del volcán Parícutín, Michoacán, México*. Tesis de maestría, Facultad de Ciencias, UNAM, 75pp.
- Uribe J., y H. Arita. 1998. *Distribución, diversidad y conservación de los mamíferos de importancia cinegética en México*. Acta Zoológica Mexicana (n. s) 75: 45-71
- Yañez-Arenas, C., S. Mandujano, E. Martínez-Meyer, A. Pérez-Arteaga, y A. González-Zamora. 2012. *Modelación de la distribución potencial y el efecto del cambio de uso de suelo en la conservación de los ungulados silvestres del Bajo Balsas, México*. THERYA vol.3 (1):67-79.

## **CAPITULO I**

# **RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE MAMÍFEROS MEDIANOS Y GRANDES EN AREAS CON DIFERENTES DESIGNACIONES DE MANEJO EN LA REGIÓN DEL BAJO BALSAS, MICHOACÁN, MÉXICO**

## INTRODUCCIÓN

El bosque tropical caducifolio es uno de los ecosistemas más amenazados en el mundo (Zlotnik, 1992), debido a la expansión agropecuaria y por el establecimiento de asentamientos humanos. La extensión del bosque tropical se ha reducido, poniendo en peligro un gran número de plantas y animales endémicos (Álvarez *et al.* 2009). Ceballos y Eccardi (2003), estimaron que en promedio cada año cerca de 300,000 hectáreas de bosque tropical caducifolio son destruidas. En la actualidad esta tasa de deforestación se estima en 600,000 hectáreas. Bocco *et al.* (2001), reportan que en los últimos 18 años se han perdido 308,292 ha de bosque tropical con una tasa de deforestación del 1% anual en el estado de Michoacán. Entre los efectos más importantes de la pérdida de hábitats naturales generadas por el cambio de uso de suelo destacan: 1) pérdida de especies; 2) alteración del ciclo hidrológico; 3) reducción en la productividad de suelos; 4) pérdida de hábitats; 5) invasión de especies exóticas y 6) cambios demográficos de las especies (Saunders *et al.* 1991; Challenger *et al.* 2008).

Entre los vertebrados más afectados por cambio de uso de suelo y fragmentación destacan los mamíferos, especialmente especies de tamaño mediano y grande (Álvarez *et al.* 2009). Estudios en carnívoros y ungulados destacan que las especies de mayor tamaño corporal son más sensibles a la fragmentación, y reducción de hábitats naturales. Un buen ejemplo se encuentra en el sureste mexicano en donde se ha demostrado que el pecarí de labios blancos (*Tayassu pecari*), y el tapir (*Tapirus bairdii*) son de las primeras especies en desaparecer en áreas con presión de cacería (Reyna-Hurtado y Tanner, 2007; Orduña, 2008). En los carnívoros las respuestas a los efectos del cambio de uso de suelo difieren en función al grado de especialización y especificidad de hábitat. En general la fragmentación afecta a los organismos en relación al tamaño de los fragmentos del hábitat original, ya que las especies de mayor tamaño requieren mayores extensiones de hábitat. El tamaño del hábitat remanente y su aislamiento, influyen en las extinciones locales de mamíferos que habitan paisajes fragmentados (Crooks, 2002).

Ojasti (2000), argumenta que la cacería en cualquiera de sus formas (subsistencia, comercial y deportiva), afecta a las poblaciones de fauna, principalmente a las de mamíferos medianos y grandes, como el jaguar. Varios autores han observado que los jaguares evitan o reducen sus actividades en áreas próximas o cercanas a los asentamientos humanos, evitando también tierras destinadas a la agricultura y ganadería (Zarza *et al.* 2007; Arroyo, 2013).

Un aspecto de interés especial en la ecología de comunidades, es comprender la relación entre la estructura y manejo del hábitat con la comunidad de vertebrados, determinándose que la complejidad de la vegetación y su manejo influye en la diversidad de especies. Dependiendo del grado de perturbación y fragmentación en el hábitat, se modifica no solo la estructura vegetal original, sino su heterogeneidad y complejidad y por lo tanto también se verá afectada la diversidad de vertebrados (Cruz *et al.* 2004).

La estrategia principal para contrarrestar la pérdida de hábitats, y especies de flora y fauna, ha sido la creación de áreas protegidas (Sáenz, 2010). El establecimiento de áreas naturales protegidas ha sido una herramienta efectiva en la reducción de las amenazas antropogénicas y es vital para preservar la biodiversidad tanto a escala regional como global. Actualmente, hay en el mundo alrededor de 102,000 áreas naturales protegidas que cubren aproximadamente 18.9 millones de km<sup>2</sup> (Vázquez y Valenzuela, 2009).

En México, el concepto de área natural protegida (ANP) se conoce desde la época precolombina, sin embargo, formalmente la primer área natural protegida fue decretada hasta 1876 (Vázquez y Valenzuela, 2009). Desde entonces se han establecido múltiples ANP, aumentando de 23 en 1932 (que protegían el 1% del territorio nacional) a 176 en 2014 (que representa el 12.93% del territorio del país) (CONANP, 2014). Esta cifra es superior al porcentaje recomendado a nivel internacional que es del 10% del territorio de cada país. Se podría sugerir que en México el nivel de protección de la biodiversidad es adecuado. Sin embargo, cuando se revisan algunas de las características de las áreas naturales protegidas del país, se hacen evidentes algunos aspectos que apuntan a la necesidad de aumentar el tamaño y número de reservas para proteger todos los tipos de

ecosistemas presentes en el país. Por ejemplo, el bosque tropical caducifolio tiene una representación proporcional escasa dentro del conjunto de ANP del país, a pesar de ser uno de los ecosistemas más ricos en biodiversidad y en especies endémicas. Además, muchas de estas reservas albergan especies amenazadas y de distribución restringida, pero al ser la mayoría de las ANP de tamaño pequeño y estar próximas a grandes centros urbanos, se dificulta la viabilidad y la permanencia de estas especies a largo plazo, convirtiendo a las ANP en islas (Vázquez y Valenzuela, 2009).

Algunos investigadores como Ceballos *et al.* (2002) y Vázquez y Valenzuela (2009) mencionan que las ANP existentes presentan baja efectividad en la conservación de poblaciones de mamíferos, ya que solo protegen entre el 84 y 86% de los mamíferos terrestres reportados del país, y este porcentaje disminuye cuando se analiza la representatividad de especies endémicas y en algún estatus de protección. Por otra parte ya anteriormente Hernández (1992) reportaba que la mayoría de las ANP son pequeñas y no son aptas para mantener poblaciones viables y estables de vertebrados a largo plazo, principalmente de carnívoros de amplios ámbitos hogareños (jaguares, pumas y osos negros). El mismo autor menciona que la mayoría de las ANP se establecen no necesariamente en donde son requeridas sino en donde se puede, debido a intereses políticos, sociales y económicos.

Por otra parte, el establecimiento de grandes áreas naturales protegidas no sólo debe crear un efecto de conservación hacia el interior del área protegida, sino crear también influencia más allá de los límites de la misma, debido a la naturaleza espacio-temporal de los procesos poblacionales y ecológicos. Desde hace mucho tiempo, la zonificación de las ANP es una de las medidas que regulan el manejo de las áreas protegidas. Las Reservas de la Biosfera tienen zonas centrales (núcleos), en la cual la naturaleza puede desarrollarse con la menor intervención humana posible, y zonas de amortiguamiento donde se permiten actividades económicas sustentables. Las zonas núcleo deben ser lo suficientemente extensas para que los procesos de los ecosistemas puedan desarrollarse con su propia dinámica (Amend, 2010). La reserva de la Biosfera Zicuirán-Infiernillo es el ANP de mayor tamaño en Michoacán, y en el centro occidente de México y en el Pacífico central.

Además alberga las mayores extensiones protegidas de bosque tropical caducifolio en el centro occidente de México, y su establecimiento plantea la oportunidad de conservar poblaciones viables de ensambles de las especies de mamíferos más vulnerables, que por su tamaño y requerimientos son aquellos  $\geq 100\text{g}$ . Para la reserva se han reportado 49 especies de mamíferos, siendo los quirópteros el orden mejor representado seguido del orden Carnívora (CONANP, 2006). Se espera que en la región del Bajo Balsas, el establecimiento de la reserva haya tenido un impacto benéfico y favorable en las comunidades de mamíferos medianos y grandes, manteniendo sus poblaciones en abundancias viables, coexistiendo con áreas designadas a distintos manejos en el uso de suelo (agrícola o cinegético).

Otra alternativa creada para conservar la biodiversidad mediante un uso sustentable de los recursos son las Unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA). En el año de 1997 la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) crearon el Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (SUMA), concibiendo a las Unidades para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMA), como espacios para promover el uso racional de los recursos, y esquemas alternativos de producción sustentables.

Con base a la normatividad, las UMA deben establecer incentivos ecológicamente sustentables, socialmente estimulantes, económicamente rentables y legalmente reconocidos, enfocados a revertir las tendencias del deterioro ambiental y la pérdida de la riqueza biológica, creando oportunidades para generar empleos e ingresos, en áreas rurales, vinculándolo con la conservación de grandes extensiones de hábitat para las especies de vida silvestre (Valdés y Segundo, 2011). Hasta el mes de diciembre del 2014 se habían establecido 12,425 UMA, cubriendo una superficie de 38.65 millones de hectáreas, que equivalen al 18.4% del territorio nacional (SEMARNAT, 2014). En el estado de Michoacán hasta el año 2013, se tenían registradas 517 UMA, 332 extensivas y 185 intensivas en una superficie de 450 mil hectáreas.

Las dos categorías de UMA son extensivas (en vida libre), e intensiva (organismos confinados). El manejo extensivo funciona mediante el manejo de hábitat, monitoreo de poblaciones y reproducción de especies de interés con fines de aprovechamiento. El manejo intensivo promueve la reproducción de especies nativas mediante manipulación directa bajo condiciones de estricto confinamiento. Sus principales objetivos son la investigación, conservación, exhibición y comercialización (CONAFOR, 2009).

Algunas UMA han sido exitosas en el aprovechamiento de la vida silvestre en México, en las que se mostró su viabilidad para la conservación de especies. Por ejemplo los borregos cimarrones han incrementado el tamaño de sus poblaciones debido a su valor comercial, sin embargo, se carece de evaluaciones donde conozcamos el impacto que han tenido en la conservación de la vida silvestre (Valdés y Segundo, 2011).

Algunos estudios (González *et al.* 2003; Valdez *et al.* 2006; y Gallina *et al.* 2009) mencionan que la eficacia de las UMA en la conservación de la vida silvestre es poco convincente, ya que la mayoría centra su atención en especies exóticas de valor cinegético como el ciervo rojo (*Cervus elaphus*) o el jabalí europeo (*Sus scrofa*), descuidando especies que se encuentran en algún estatus de riesgo o que son endémicas del país. Gallina *et al.* (2009), reportan que los propietarios en muchas UMA realizan prácticas de manejo no sustentable, como cercar terrenos que limitan el libre movimiento para la fauna, y fomentar el cultivo de pastos exóticos. En el manejo del venado cola blanca, se propaga en cautiverio y se traslada animales de caza entre ranchos cinegéticos para incrementar las ganancias económicas liberando individuos de diferentes subespecies especialmente de venado texano (*Odocoileus virginianus texanus*), a sitios que no corresponden al ámbito natural de su distribución, al poseer los machos astas grandes y los hace trofeos codiciados por los cazadores.

Estudiar la ecología y la actividad de los mamíferos medianos y grandes es difícil debido a sus hábitos nocturnos, crípticos y solitarios. Tradicionalmente se han estudiado mediante la identificación de huellas, excretas, y restos óseos. Por ello, a través del tiempo han surgido métodos para obtener información acerca de la riqueza, abundancia, y comportamiento de

las especies en forma más eficiente (Moreno y Bustamante, 2009). Entre los nuevos métodos utilizados se encuentran las trampas cámara que tienen la ventaja de poder monitorear grandes áreas y obtener registros con poco personal entrenado, permite detectar especies raras, crípticas, y de hábitos nocturnos, no es invasivo y permite identificar correctamente individuos mediante rasgos, y patrones de manchas. Por esta razón han sido utilizadas en estudios de especies en peligro de extinción como ocelote, tigrillo, y jaguar (Carazo, 2009; Moreno y Bustamante, 2009).

Las cámaras permiten monitorear la distribución de especies, realizar inventarios (Guido-Lemus, 2012; Pureco-Rivera, 2014; Cruz-Hernández, 2014), comparar la abundancia relativa de una especie entre sitios de diferentes condiciones (Ávila-Nájera, 2009), comparar la abundancia de diferentes especies (Lira-Torres *et al.* 2012), describir y comparar los patrones de actividad (González-Maya *et al.* 2009; Lira-Torres *et al.* 2012), y recientemente estimar la densidad absoluta de especies de mamíferos identificables individualmente utilizando métodos analíticos de captura y recaptura (Carazo, 2009; Martínez-Hernández, 2013; Pérez-Irineo, y Santos-Moreno, 2014). También pueden ser utilizadas para monitorear el uso de los recursos por parte de la fauna silvestre, como salitrales (Blake *et al.* 2012), fuentes de agua (manantiales) (Charre-Medellín, 2012) o árboles fructificando (Noss *et al.* 2013).

En México, el empleo de trampas cámara para estudiar la fauna ha sido exitoso en lugares diferentes desde la costa de Jalisco, la región de Calakmul en Campeche, la selva Lacandona en Chiapas, la Sierra Nanchititla en el estado de México, la selva Zoque, y la Sierra del Abra Tanchipa en San Luis Potosí (Núñez *et al.* 2000; Ceballos *et al.* 2005; Azuara, 2005 Monroy-Vilchis *et al.* 2011; Lira Torres *et al.* 2011; Martínez-Hernández, 2013). En el estado su utilización es reciente, destacando los de Charre-Medellín (2009, 2012), Guido-Lemus (2012), y Pureco-Rivera (2013).

Las cámaras trampa son muy útiles para estudios en que se evalúan cambios en las poblaciones de mamíferos. Sin embargo, también presenta desventajas, como su alto costo

económico, la probabilidad de mal funcionamiento debido al calor y la humedad, el constante mantenimiento y el posible robo (Carazo, 2009; Noss *et al.* 2013).

Ante el escenario de poca superficie protegida en el centro occidente de México y las elevadas tasas de deforestación, el objetivo de este capítulo fue analizar la composición y estructura de la comunidad de mamíferos medianos y grandes en diferentes condiciones de manejo y uso de suelo en la región del Bajo Balsas, Michoacán.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### *Selección de los sitios del área de trabajo*

Los sitios de estudio se seleccionaron de manera cualitativa a partir de recorridos de observación en campo y a partir de las distintas actividades de manejo que reportaron los habitantes de la región de estudio por medio de entrevistas. Los sitios fueron seleccionados considerando las siguientes categorías: áreas con manejo agrícola (áreas donde la vegetación original se ha sustituido por agricultura o pastizales para ganadería), áreas con manejo cinegético (sitios registrados como UMA extensiva) y validado por SEMARNAT (2015), y áreas sin manejo aparente (sitios con vegetación natural, con bajas actividades agrícolas y cinegéticas), otro criterio que se tomó en cuenta fue la seguridad de las localidades. Se seleccionó un sitio para cada categoría que estuviera presente en el interior y en el exterior de la reserva de la Biosfera Zicuirán-Infiernillo. A partir de esta clasificación, se seleccionaron seis localidades pertenecientes a tres municipios de la Región del Bajo Balsas (Huacana, Churumuco y Arteaga) (Fig. 6). Se realizaron cinco salidas de muestreo con una duración de siete días en promedio, entre febrero y mayo del 2013 en época de secas.

Para evaluar la respuesta de los mamíferos al manejo asignado en términos de estructura y horarios de actividad, se colocaron 18 cámaras, tres cámaras en cada sitio de muestreo, incluyendo en una zona sin manejo aparente dentro de la reserva (zona núcleo) y una zona sin manejo aparente en el exterior. Se colocaron además tres cámaras en áreas con manejo cinegético (UMA) tanto dentro como fuera de la reserva, y en áreas con manejo agrícola dentro (zona de amortiguamiento), y fuera de la reserva. Las localidades seleccionadas fueron:

### **Zacatón (Manejo cinegético) fuera de la reserva**

También conocido como el Oate, es una localidad perteneciente al municipio de Arteaga, situada a 400 msnm, sus coordenadas geográficas son 18°10'43"W y -102°39'00"N. La

temperatura mínima es de 14.9°C y máxima de 34.7°C, la precipitación anual es de 861mm. La vegetación predominante es bosque tropical caducifolio primario y secundario, vegetación inducida (pastizal inducido y cultivado), y selva mediana subcaducifolia (INEGI, 2012), tiene 12 habitantes, y las principales actividades económicas son la agricultura y ganadería.

### **Ichamio (Manejo cinegético) dentro de la reserva**

Es una localidad perteneciente al municipio de La Huacana, situada a 425 msnm, sus coordenadas geográficas son 18°57'07''W y -101°49'25''N. La temperatura mínima es de 12.9°C y máxima de 34.6°C, y el promedio de precipitación anual es de 964mm. La vegetación predominante es bosque tropical caducifolio primario y secundario, vegetación inducida (pastizal inducido y agricultura de temporal) (INEGI, 2012). Tiene 681 habitantes y las principales actividades económicas son la agricultura, ganadería, explotación forestal, caza y comercio.

### **El Cobano (manejo agrícola) fuera de la reserva**

Es una localidad perteneciente al municipio de Arteaga, está situada a 520 msnm, sus coordenadas geográficas son 18°21'39''W y -102°04'24''N. La temperatura mínima es de 13.9°C y máxima de 34.8°C, la precipitación anual es de 836mm. La vegetación predominante es bosque tropical caducifolio primario y secundario, pastizal cultivado y bosque de encino en sus altitudes más elevadas >600 msnm (INEGI, 2012). Tiene 40 habitantes y las principales actividades económicas son la agricultura, ganadería, y explotación forestal.

### **Piedra Verde (Manejo agrícola) dentro de la reserva**

Es una localidad perteneciente al municipio de La Huacana, está situada a 220msnm, sus coordenadas geográficas son 18°47'47''W y -101°55'51''N. La temperatura mínima es de 17°C y máxima de 39.6°C, la precipitación anual es de 649mm. La vegetación

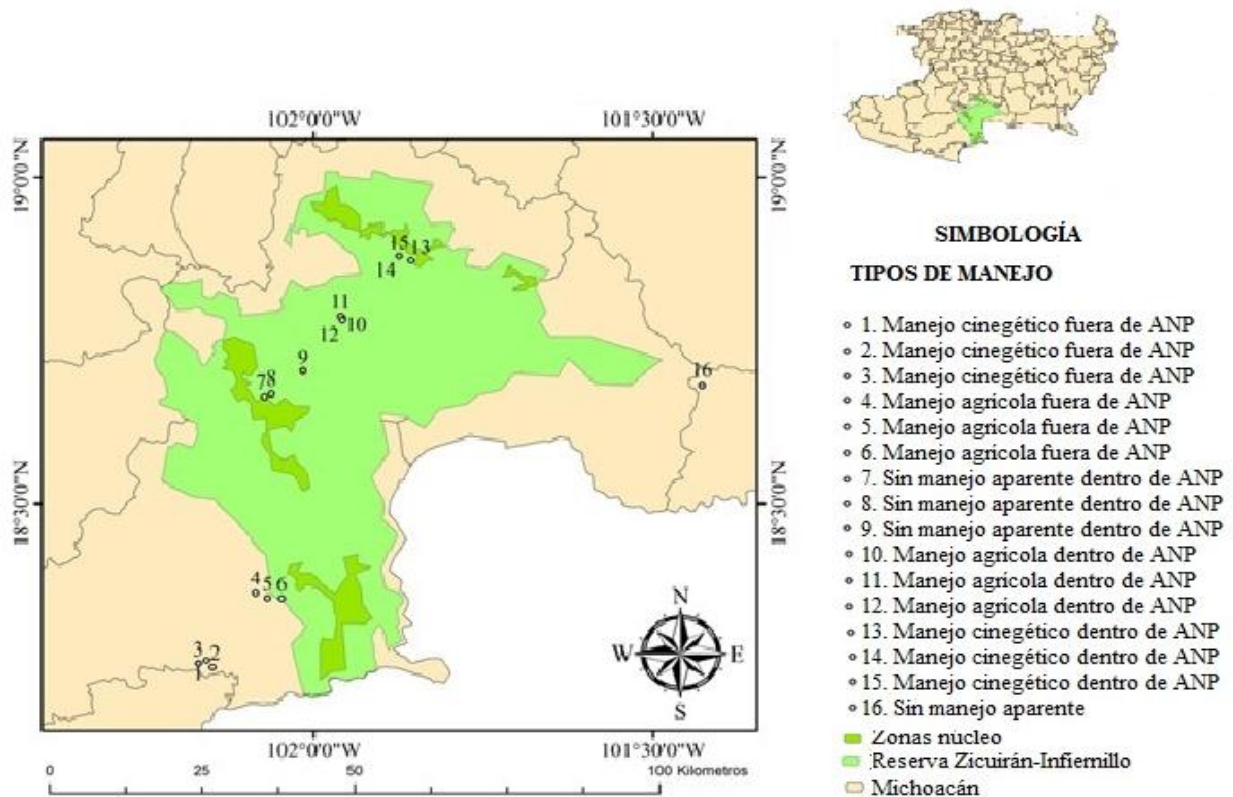
predominante es caducifolio tropical caducifolio primario y secundario, pastizal inducido y selva baja espinosa (INEGI, 2012). Tiene 459 habitantes y las principales actividades económicas son la agricultura, ganadería, pesca y comercio.

### **El Platanar (Sin manejo aparente) fuera de la reserva**

Es una localidad perteneciente al municipio de Churumuco, está situada a 700msnm, sus coordenadas geográficas son 18°41'26''W y -101°27'06''N. La temperatura mínima es de 11.7°C y máxima de 33.1°C, la precipitación anual es de 1152mm. La vegetación predominante es bosque tropical caducifolio primario y secundario, vegetación inducida (pastizal inducido y agricultura de temporal) y bosque de encino en las zonas más altas > 1300msnm (INEGI, 2012). Tiene 311 habitantes y las principales actividades económicas son la agricultura, ganadería, explotación forestal y comercio.

### **San Francisco de los Ranchos (Zona núcleo)**

Es una localidad perteneciente al municipio de La Huacana, situada a 220 msnm, sus coordenadas geográficas son 18°42'06''W y -102°00'48''. La temperatura mínima es de 14.9°C y máxima de 36.3°C, la precipitación anual es de 789mm. La vegetación predominante es bosque tropical caducifolio primario y secundario, vegetación inducida (pastizal inducido, cultivado y agricultura de temporal), y bosque de encino y encino-pino en sus altitudes más elevadas >1000 msnm (INEGI, 2012). Tiene 498 habitantes y las principales actividades económicas son la agricultura, ganadería, explotación forestal, pesca y comercio.



**Figura 6.** Distribución espacial de las localidades estudiadas.

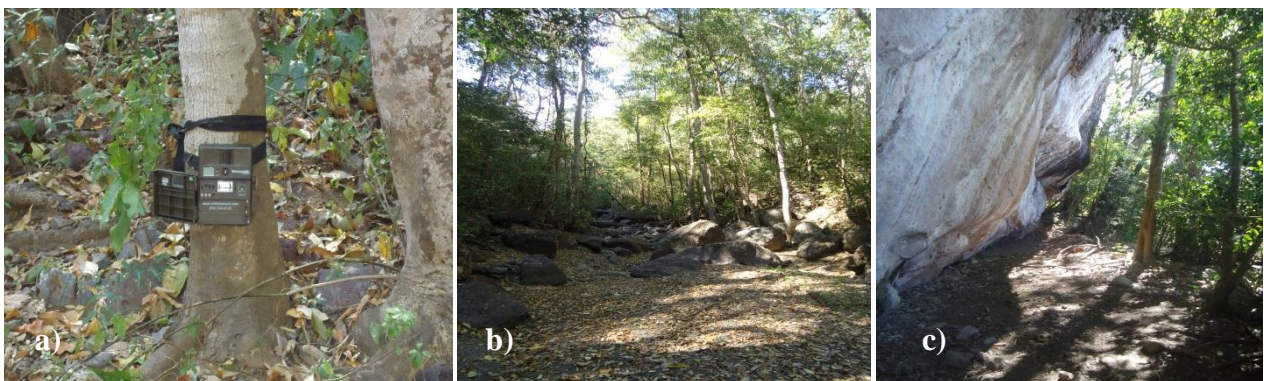
**Objetivo 1. Generar un inventario de mamíferos medianos y grandes de la región del Bajo Balsas, Michoacán.**

*Trabajo de campo*

Se combinaron técnicas directas e indirectas, para incrementar las probabilidades de registrar al mayor número posible de especies de mamíferos, los cuales difieren en comportamiento y horarios de actividad. Las técnicas utilizadas incluyeron trampas cámara, recorridos diurnos y nocturnos para registrar huellas, y excretas, además de entrevistas.

*Trampas cámara*

Se utilizaron 17 cámaras trampa digitales (Wildview Xtreme de 4 megapíxeles), y en la comunidad del Platanar dos cámaras (Bushnell), pertenecientes al programa de monitoreo ambiental de la comunidad, quienes nos permitieron usar sus registros. Las tres cámaras en cada sitio de muestreo fueron programadas para permanecer activas las 24 horas, se revisaron una vez al mes para cambiar baterías, tarjetas de memoria, y para observar el buen funcionamiento de las mismas, su posición fue georreferenciada con ayuda de un GPS. Todos los fotoregistros contenían la hora y la fecha. Las cámaras fueron colocadas en torno a cuerpos de agua, caminos y veredas donde se encontraron rastros de mamíferos, a una altura de 30 a 40cm del suelo, y a una distancia mínima de 1 a 1.5 km entre cámaras (Fig. 7). Las cámaras se programaron para ser activadas después de un minuto y que tomarán tres fotografías por evento, con la finalidad de maximizar la información en cada evento. Las especies registradas fueron identificadas con base en literatura especializada (Aranda, 2000; Ceballos *et al.* 2005).



**Figura 7.** a) Colocación de trampas cámara, b) y c) caminos y veredas donde se colocaron las cámaras trampa.

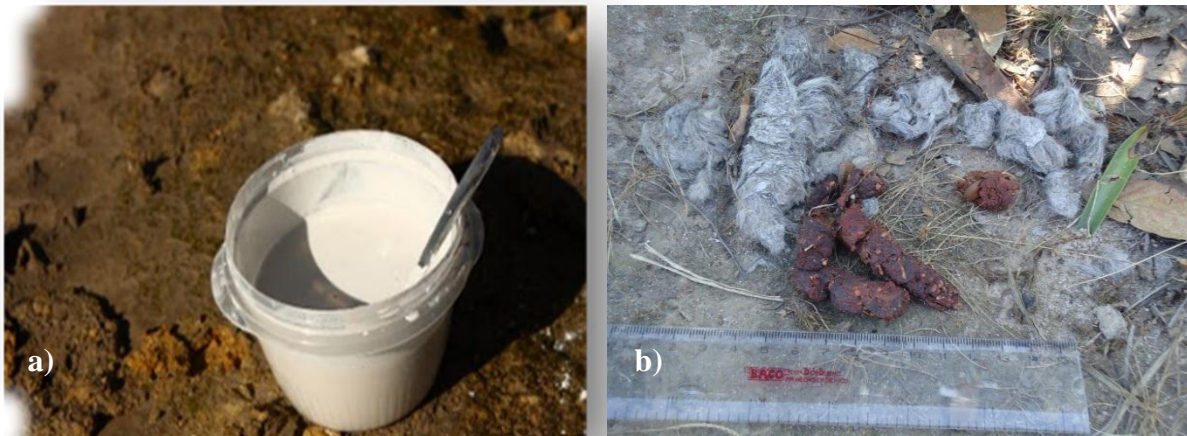
*Recorridos*

Se realizaron recorridos diurnos y nocturnos para registrar aquellas especies de mamíferos medianos y grandes que no fueron registradas por trampas cámara. Los recorridos diurnos

se realizaron entre las 7:00 y 12:00 hrs sobre caminos y veredas. Los recorridos nocturnos se realizaron entre las 21:00 y 24:00 hrs, desde un auto a baja velocidad con un faro de mano o se realizaron a pie con ayuda de guías locales. Durante los periodos de caminata se realizaron breves paradas para escuchar y aumentar la probabilidad de detección.

### *Huellas y excretas*

Para la identificación de las huellas y cuando las condiciones del suelo lo permitieron, se obtuvieron moldes con yeso odontológico (Fig. 8). Las excretas fueron colectadas y guardadas en sobres de papel, los criterios utilizados para la identificación se basaron en la forma, olor, tamaño y textura. Tanto las huellas como las excretas fueron identificadas de acuerdo con las guías de campo de Aranda (2000 y 2012).



**Figura 8.** a) Preparación del molde de yeso para la impresión de las huellas, b) Excreta con huesos y pelos.

### *Entrevistas*

Se realizaron entrevistas de tipo informal, donde se les preguntaba acerca de la presencia de mamíferos medianos y grandes en la región, a los pobladores de las diferentes localidades que se visitaron. Las entrevistas se realizaron a personas mayores de edad, principalmente a campesinos, cazadores, guías de campo y encargados del orden.

La identificación de los mamíferos por parte de los entrevistados se realizó con la ayuda de las láminas del libro “Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México” (Aranda, 2012).

## **Análisis de datos**

### *Riqueza Específica*

Se estimó la riqueza general de especies para el área de estudio como el número total de especies de mamíferos medianos y grandes registrados. Para la construcción de las curvas de rarefacción se construyó una base de datos donde se incluyeron todas las especies registradas por las técnicas empleadas, con la finalidad de obtener un panorama de la riqueza total obtenida en el estudio en función de la combinación de métodos empleados con sus respectivos esfuerzos evaluando así la representatividad del inventario y del esfuerzo de muestreo, y estimando cuántas especies potenciales adicionales podríamos registrar en la región. El esfuerzo de muestreo fue por semanas, las curvas fueron generadas para cada tipo de manejo. La curva se obtuvo a partir de una matriz de presencia-ausencia de las especies, la cual se aleatorizó 100 veces para eliminar el efecto del orden en que ingresan los datos en la construcción de la curva de rarefacción. Se utilizó el programa EstimateS versión 9.1.0 (Colwell, 2013). Se utilizaron los estimadores no paramétricos de Chao 2 y Jackknife de primer orden ya que son estimadores basados en incidencia (presencia-ausencia) de las especies en una muestra dada. Son apropiados para hábitats fragmentados y muestras pequeñas, además se basan en el número de especies que ocurren solamente en una muestra y ayudan a reducir el sesgo de los valores estimados (Moreno 2001).

**Objetivo 2. Analizar la abundancia relativa de los mamíferos medianos y grandes mediante trampas cámara.**

*Esfuerzo de captura*

Se determinó el esfuerzo de captura de las trampas cámara para cada localidad de muestreo, multiplicando el número total de cámaras por el número total de días de muestreo. A partir del esfuerzo de muestreo se calculó la tasa de captura de los mamíferos medianos y grandes (Charre, 2009; Monroy *et al.* 2011; Lira-Torres *et al.* 2011).

*Tasas de captura*

Las tasas de captura son índices de abundancias relativas, son fáciles de estimar y se expresan como el número de individuos por unidad de esfuerzo. Se calculó el número de registros fotográficos independientes adquiridos por cada 100 días-trampa como un índice de abundancia relativa (Monroy-Vilchis *et al.* 2011). El esfuerzo de muestreo de 100 días-trampa es una unidad de estandarización para comparar los datos con otros estudios, independientemente de diferencias en el esfuerzo.

Para obtener la tasa de captura de cada especie, se utilizó la fórmula:

$$\text{Tasa de captura} = \frac{\text{Foto-registro independiente por especie}}{\text{Esfuerzo de muestreo}} \times 100$$

Los registros independientes se consideraron de la siguiente forma: a) fotografías consecutivas de diferentes individuos, b) fotografías consecutivas de la misma especie separadas por un lapso de 24 horas. Este criterio es usado cuando no se tiene claro si una serie de fotografías corresponden al mismo individuo, de modo que las fotografías tomadas antes de 24 hrs se consideraron como un solo registro, y c) fotografías no consecutivas de la misma especie (Monroy-Vilchis *et al.* 2011; Lira-Torres *et al.* 2012). En el caso de fotografías independientes en las que se observó más de un individuo, el número de registros independientes considerado fue igual al número de individuos observados

(Monroy Vilchis *et al.* 2011; Lira-Torres *et al.* 2012; Charre-Medellín, 2012). Es importante tener presente que los índices de abundancia relativa son útiles para evaluar cambios o tendencias poblacionales, pero no permiten inferir el tamaño de las poblaciones silvestres o su densidad (Charre Medellín, 2009).

### *Curvas de Rango-Abundancia*

Con el programa estadístico R versión 3.0.1 R (Core team, 2012) realizamos una curva de Rango-abundancia para cada tipo de manejo, con la finalidad de describir la riqueza y la abundancia relativa de las especies. Se utilizaron las bibliotecas “vegan” y “Biodiversity R”.

### *Análisis Multivariados*

Con el programa estadístico R versión 3.0.1 R (Core team, 2012) realizamos un escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) con la finalidad de representar en un espacio bidimensional la relación entre los sitios muestreados con base a la frecuencia de captura de las especies con la mayor abundancia. Se utilizaron las bibliotecas “vegan” de R y la función “metaMDS”.

El NMDS es una técnica de ordenación que puede trabajar con medidas (índices) de disimilitud o distancia entre comunidades o ensambles biológicos, el análisis se puede aplicar a variables no lineales ya que usa información en forma de rangos y mapea los rangos no linealmente en el espacio de ordenación de manera robusta y eficiente (Sáenz, 2010).

## RESULTADOS

### *Riqueza específica*

Se registraron 20 especies de mamíferos medianos y grandes en 18 géneros, 10 familias y 6 órdenes (Cuadro 1). Con un esfuerzo de muestreo de 1455 días/trampa, se obtuvieron 2999 fotografías de las cuales 1001 son registros independientes, siendo el tejón, venado y pecarí las especies con mayor número de registros. Además, se obtuvieron 53 registros con métodos adicionales a trampas cámara.

De las 20 especies registradas, 19 fueron por trampas cámara y sólo la liebre se registró por medio de recorridos nocturnos. Las especies registradas constituyen el 62.5% de las especies de mamíferos medianos y grandes registradas en Michoacán y el 86.9% de los mamíferos registrados para la reserva de la Biosfera Zicuirán-Infiernillo, y el 91% de las especies registradas en el municipio de Arteaga (CONABIO, 2005; CONANP, 2006; Charre-Medellín, 2009).

Los órdenes mejor representados son: Carnívora con 12 especies, seguidos por Artiodactyla, Lagomorpha y Rodentia con dos especies cada uno. Mientras los órdenes Cingulata y Didelphimorphia fueron los menos representativos con el registro de solamente una especie.

**Cuadro 1.** Especies registradas, número de registros y método de registro.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No. de registros	Tipo de registro
Didelphimorphia Cingulata	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	13	TC
	Dasypodidae	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Armadillo	3	ES, TC
Carnívora	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	12	TC
		<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	22	RD, TC
	Felidae	<i>Puma</i>	Jaguarundi	3	TC
		<i>Yagouaroundi</i>			
		<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote	17	TC
		<i>Leopardus wiedii</i>	Tigrillo	1	TC
		<i>Puma concolor</i>	Puma, león de montaña	10	EX, H, TC
		<i>Panthera onca</i>	Jaguar, tigre	2	TC
	Mephitidae	<i>Conepatus leuconotus</i>	Zorrillo cadeno	1	TC
		<i>Spilogale pygmaea</i>	Zorrillo pigmeo	5	C,ES,TC
	Procyonidae	<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle	8	TC
		<i>Procyon lotor</i>	Mapache	6	TC
		<i>Nasua narica</i>	Tejón	311	C,ES,RD, TC
Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	178	C,ES,RD, TC
	Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí de collar	162	C,ES,P, TC
Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla gris	8	TC
		<i>Notocitellus adocetus</i>	Cuinique	1	TC
Lagomorpha	Leporidae	<i>Lepus callotis</i>	Liebre torda	2	RN
		<i>Sylvilagus cunicularius</i>	Conejo	1	TC

**Claves de acrónimos empleados:** C = Cráneo, ES = Esqueleto, EX = Excreta, H = Huella RD = Recorrido diario, RN = Recorrido nocturno, P = Piel, TC = Trampa cámara.

*Recorridos diurnos y nocturnos*

Se registraron once avistamientos, diez fueron por la mañana, y uno por la noche. En los recorridos se registraron cuatro órdenes de mamíferos (Carnívora, Artiodactyla, Rodentia y Lagomorpha), observándose individuos de cinco especies, *Odocoileus virginianus*, *Urocyon cinereoargenteus*, *Notocitellus adocetus*, *Nasua narica* y *Lepus callotis*. Las especies con mayor número de avistamientos fueron *N. adocetus*, *O. virginianus* y *N. narica* (Fig. 9). La liebre (*L. callotis*) fue la única especie registrada por esta técnica.



**Figura 9.** Avistamientos diurnos de mamíferos medianos y grandes, a) cuinique (*N. adocetus*), b) tejón (*N. narica*).

*Trampas cámara*

Empleando un esfuerzo de muestreo de 1455 días/trampa, se registraron 19 especies de mamíferos pertenecientes a seis órdenes (Carnívora, Artiodactyla, Rodentia, Didelphimorphia, Cingulata, y Lagomorpha), siendo el orden Carnívora el más representativo con 12 especies, seguido de los órdenes Artiodactyla y Rodentia ambos con dos especies. Se obtuvieron 2999 fotografías, de las cuales 1001 constituyen registros independientes.

El tejón (*N. narica*), el venado cola blanca (*O. virginianus*) y el pecarí de collar (*Pecari tajacu*) fueron las especies con mayor número de registros, por el contrario

*Dasypus novemcinctus*, y *Sylvilagus cunicularius* solamente fueron registradas en una ocasión (apéndice 1). Con la ayuda de las cámaras se obtuvieron registros de nuevas localidades de distribución para el estado del jaguar *Panthera onca* y del tigrillo *Leopardus wiedii*, destacando que no habían sido registrado para la reserva o sus inmediaciones.

#### *Huellas y excretas*

Se obtuvieron seis registros de cuatro especies de mamíferos (*Puma concolor*, *O. virginianus*, *P. tajacu*, y *N. narica*), siendo *O. virginianus* la especie con mayor número de registros. La baja cantidad de registros con este método probablemente se debe a las condiciones ambientales y del terreno encontradas en la zona de estudio (lluvia, viento, y hojarasca), lo que dificultó encontrar e identificar las huellas y excretas.

#### *Búsqueda de rastros (pieles, cráneos, esqueletos)*

Se obtuvieron 18 registros pertenecientes a cinco especies (*O. virginianus*, *N. narica*, *P. tajacu*, *Spilogale pygmaea*, y *D. novemcinctus*) de tres órdenes (Artiodactyla, Carnívora y Cingulata), siendo los órdenes Carnívora y Artiodactyla los más representativos con dos especies.

Durante la búsqueda de rastros se encontraron seis cráneos y diez esqueletos de las siguientes especies; un cráneo y dos esqueletos de *O. virginianus*, tres cráneos y tres esqueletos de *P. tajacu*, un cráneo y tres esqueletos de *N. narica*, un cráneo y un esqueleto de *S. pygmaea*, y un esqueleto y un caparazón de *D. novemcinctus* (fig. 10).



**Figura 10.** Registros indirectos de mamíferos medianos y grandes, a) depredación de armadillo (*D. novemcinctus*), b) depredación de venado (*O. virginianus*), c) cráneo de pecarí (*P. tajacu*).

### Entrevistas

Se obtuvo información de siete especies de mamíferos medianos y grandes, tres de las cuales no fueron registradas durante el presente estudio; nutria de río (*Lontra longicaudis*), oso hormiguero (*Tamandua mexicana*), y gato montés (*Lynx rufus*). Sin embargo, se obtuvieron fotografías de ejemplares taxidermizados y montados para exposición, sin embargo, estos registros no se incorporaron en los resultados del inventario ya que se desconoce su procedencia y sitios de colecta (Fig. 11). En las entrevistas, los habitantes de las localidades resaltaron que existe una disminución en las abundancias de los animales. Por ejemplo, reportan que en el pasado los pecaríes formaban piaras de hasta 20 individuos, mientras que en la actualidad solamente se observan piaras de 4 o 5 individuos. Asocian la pérdida y disminución de los animales a la cacería no regulada y excesiva, ya que llegan personas de otras comunidades para cazar y llevarse sus animales. Esto se observó en la localidad de San Francisco de los Ranchos (zona núcleo de la reserva). Además señalan que existen cazadores que no discriminan entre sexos matando por igual machos y hembras, y no respetan las vedas establecidas por los pobladores. Lo anterior puede desencadenar

problemas sociales, si no existe intervención de las autoridades correspondientes para que exista una regulación y supresión a la cacería ilegal.



**Figura 11.** Mamíferos cazados y montados para exhibición, a) *P. concolor*, b) *L. longicaudis*, c) *L. wiedii*

#### *Riqueza por localidad y tipo de manejo*

En la localidad del Platanar se registró el mayor número de especies (13) incluyendo tres especies exclusivas, la liebre torda (*L. callotis*), registrada en recorridos nocturnos, y el tigrillo y jaguar (*L. wiedii* y *P. onca*) por trampas cámara. Seguido por las localidades de Ichamio y San Francisco de los Ranchos ambas con once, y una especie exclusiva para cada localidad. El cacomixtle (*Bassariscus astutus*) solo se registró en Ichamio, y el Jaguarundi (*P. yagouaroundi*) solo en San Francisco de los Ranchos. Las localidades del Cobano y el Zacatón presentaron una riqueza intermedia con nueve y siete especies respectivamente, y dos especies exclusivas para el Cobano, el conejo (*S. cunicularius*), y el zorrillo cadeno (*Conepatus leuconotus*). Mientras que la localidad de Piedra verde registró el menor número de especies con cuatro. El venado cola blanca (*O. virginianus*), tejón (*N. narica*), y ocelote (*Leopardus pardalis*) se registraron en las seis localidades de estudio.

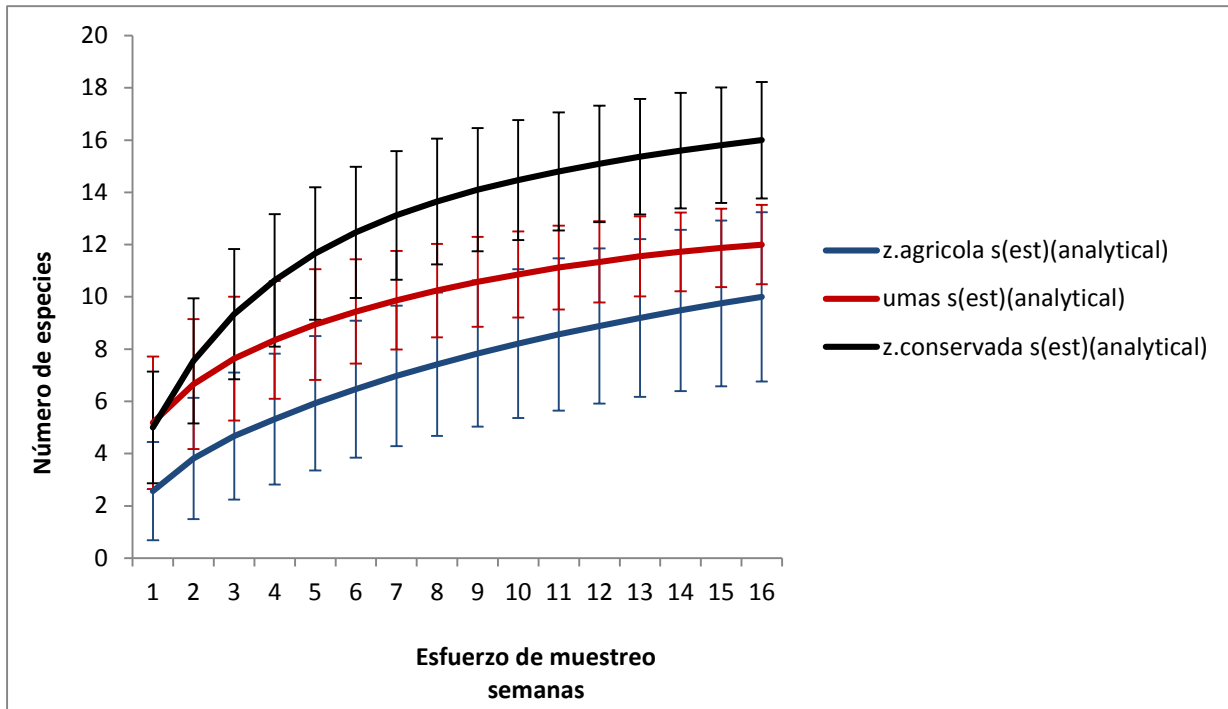
Al examinar la riqueza de especies por tipo de manejo, en las zonas sin manejo aparente se registró la mayor riqueza con 16 especies, y cinco especies exclusivas, el zorrillo pigmeo (*Spilogale pygmaea*), la liebre (*Lepus callotis*), y los felinos; jaguar

(*Panthera onca*), tigrillo (*Leopardus wiedii*), y jaguarundi (*Puma yagouaroundi*). En las áreas con manejo cinegético se registraron doce especies y una especie exclusiva, el cacomixtle (*Bassariscus astutus*). Por último, en las áreas con manejo agrícola se registraron diez especies, y dos especies exclusivas, el zorrillo (*Conepatus leuconotus*), y el conejo (*Sylvilagus cunicularius*), ambas generalistas.

Los sitios sin manejo aparente presentaron mayor número de registros de pecarí de collar, y las cinco especies de felinos reportados para la Región del Bajo Balsas (puma, tigrillo, ocelote, jaguarundi, y recientemente jaguar), mientras que los sitios cinegéticos y agrícolas presentaron un mayor número de registros de tejón y venado cola blanca.

### *Curvas de Rarefacción*

Inicialmente se registró las especies más comunes (cuinique, tejón, venado y pecarí), y la curva mostró una pendiente elevada en las primeras tres semanas de muestreo posteriormente al proseguir el muestreo se agregan especies raras (jaguar, tigrillo), posteriormente la pendiente de la curva descende y se estabiliza. El análisis con el estimador no paramétrico de Chao 2 (intervalos de confianza del 95%) indica que para áreas con manejo cinegético podemos registrar potencialmente entre 12 y 16 especies. Mientras que para las áreas sin manejo aparente podemos registrar potencialmente entre 16 y 24 especies. Con el estimador de Jackknife se estima que en áreas de manejo cinegético, y áreas sin manejo aparente podemos registrar 13 y 18 especies respectivamente. Al comparar con los resultados obtenidos podemos decir que el esfuerzo de muestreo fue eficiente en registrar un elevado número de especies, alcanzando casi la asíntota en estos tipos de manejo ya que registramos entre el 94% y 97% de las especies potenciales. Para las áreas con manejo agrícola el estimador de Chao 2 con sus intervalos de confianza del 95% indica que podemos registrar entre 10 y 25 especies, mientras que el estimador de Jackknife indica que podemos registrar 13 especies. Los estimadores revelan que todavía no se cuenta con un esfuerzo de muestreo suficiente, ya que se obtuvo un porcentaje de representatividad entre el 47 y 68%, faltando por registrar hasta 15 especies (Fig. 12).



**Figura 12.** Curva de rarefacción con intervalos de confianza del 95% para cada tipo de manejo asignado.

#### *Especies ubicadas en alguna categoría de riesgo y endémicas*

Cinco de las 20 especies de mamíferos registrados destacan por encontrarse listadas en alguna categoría de riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, tres en peligro de extinción; jaguar (*P. onca*), ocelote (*L. pardalis*), y tigrillo (*L. wiedii*), y dos amenazadas; jaguarundi (*P. yagouaroundi*) y zorrillo pigmeo (*S. pygmaea*) (Fig. 13).

Además de las especies en estatus, también se registraron cuatro especies endémicas del país, como el zorrillo pigmeo (*S. pygmaea*), el cuinique (*N. adocetus*), el conejo (*Sylvilagus cunicularius*) y la liebre torda (*L. callotis*). Todas las especies ubicadas en categorías de riesgo con excepción del ocelote, se registraron solo en áreas sin manejo aparente.



**Figura 13.** Registros de especies listadas en categorías de riesgo, a) ocelote (*L. pardalis*), jaguarundi (*P. yagouaroundi*), y c) zorrillo pigmeo (*S. pygmaea*).

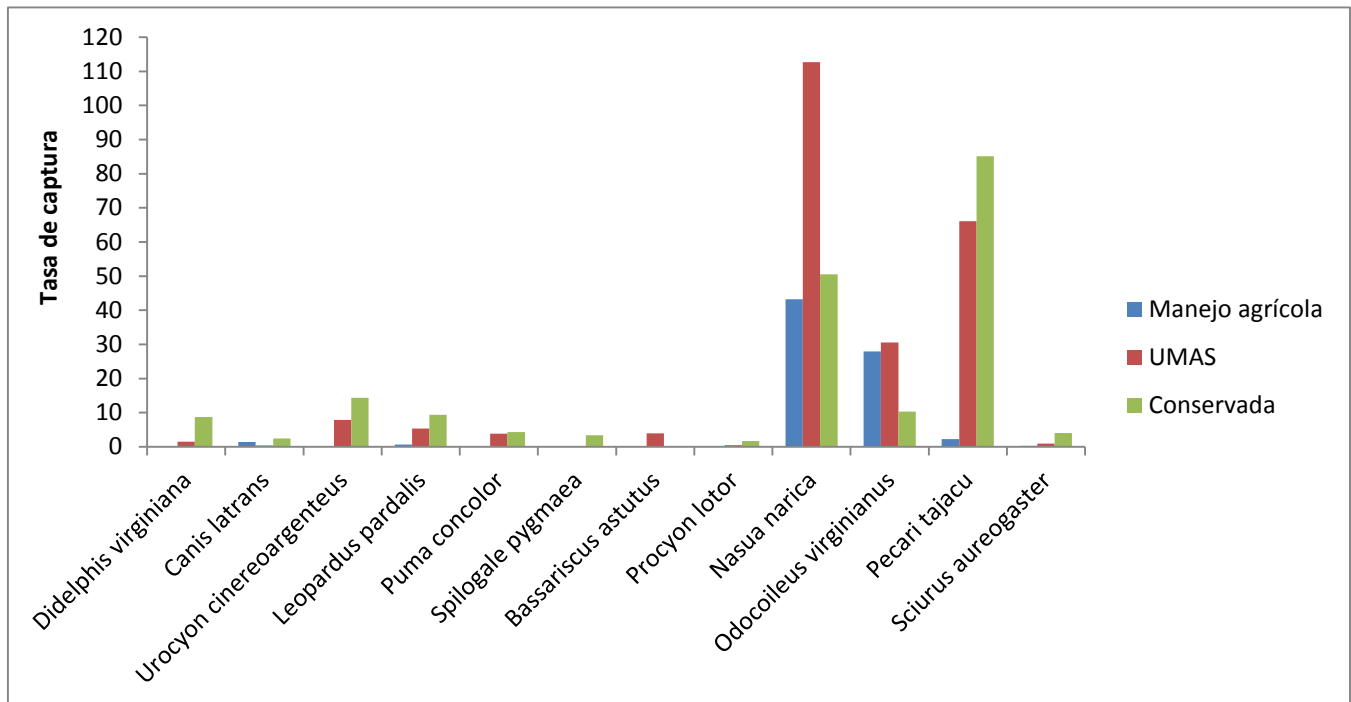
#### *Tasa de captura*

El esfuerzo de muestreo no fue balanceado entre los sitios de muestreo debido al robo y fallas en el equipo. Sin embargo al estandarizar a 100 días/trampa se pudieron comparar los resultados de las diferentes localidades y tipos de manejo asignado. En las áreas con manejo agrícola se tuvo el mayor esfuerzo de muestreo (629 días/trampa), seguido de las áreas con manejo cinegético (438 días/trampa), y por último los sitios sin manejo aparente con (388 días/trampa) (cuadro 2).

La localidad de Ichamio aportó el porcentaje más alto de los fotoregistros con el 33.6%, seguido de la localidad del Cobano con 19.8%, por el contrario, la localidad de Piedra Verde aportó el menor porcentaje con 10.3%. Por tipo de manejo asignado, en las áreas con manejo cinegético, y las zonas sin manejo aparente presentaron los mayores y menores números de fotoregistros respectivamente.

El 89.2% de los fotoregistros correspondieron a tres especies, tejón (*N. narica*), venado (*O. virginianus*), y pecarí (*P. tajacu*), siendo las especies con mayores fotoregistros

en todas las localidades. Por el contrario, el conejo (*S. cunicularius*), y el armadillo (*D. novemcinctus*), solamente fueron fotografiados en una ocasión (Fig. 14).



**Figura 14.** Tasa de captura de los mamíferos más comunes en los diferentes tipos de manejo.

#### *Variación de las tasas de captura entre tipos de manejo*

La diferencia entre el número de fotografías y los registros independientes se debe a que en algunas fotografías se observó más de un individuo, por ejemplo en mamíferos gregarios como tejones y pecaríes. El número de registros independientes fue igual al número de individuos observados en las fotografías.

En general, los sitios con manejo agrícola presentaron las menores tasas de captura en todas las especies, excepto para tejón y venado. Aunque especies como *C. leuconotus*, *N. adocetus* y *S. cunicularius* solo fueron registradas en este tipo de manejo (cuadro 2). Las áreas con manejo cinegético presentaron las tasas de captura más altas para la región en especies cinegéticas como tejón y venado. En las zonas sin manejo aparente se obtuvo las

mayores tasas de captura en pecarí de collar, zorra, coyote, tlacuache, zorrillo pigmeo, puma, ocelote, tigrillo, jaguarundi, y jaguar (cuadro 2).

Los fotoregistros también proporcionaron datos sobre reproducción de varias especies de mamíferos medianos y grandes ya que se obtuvieron fotografías donde se observan crías de pecarí, venado y jaguarundi, indicando que probablemente mantienen poblaciones estables en la región.

**Cuadro 2.** Tasa de captura de los mamíferos para las localidades, RI = registros independientes, TC = tasa de captura (registros independientes \* 100 días trampa). (\*Tasas más elevadas por especie).

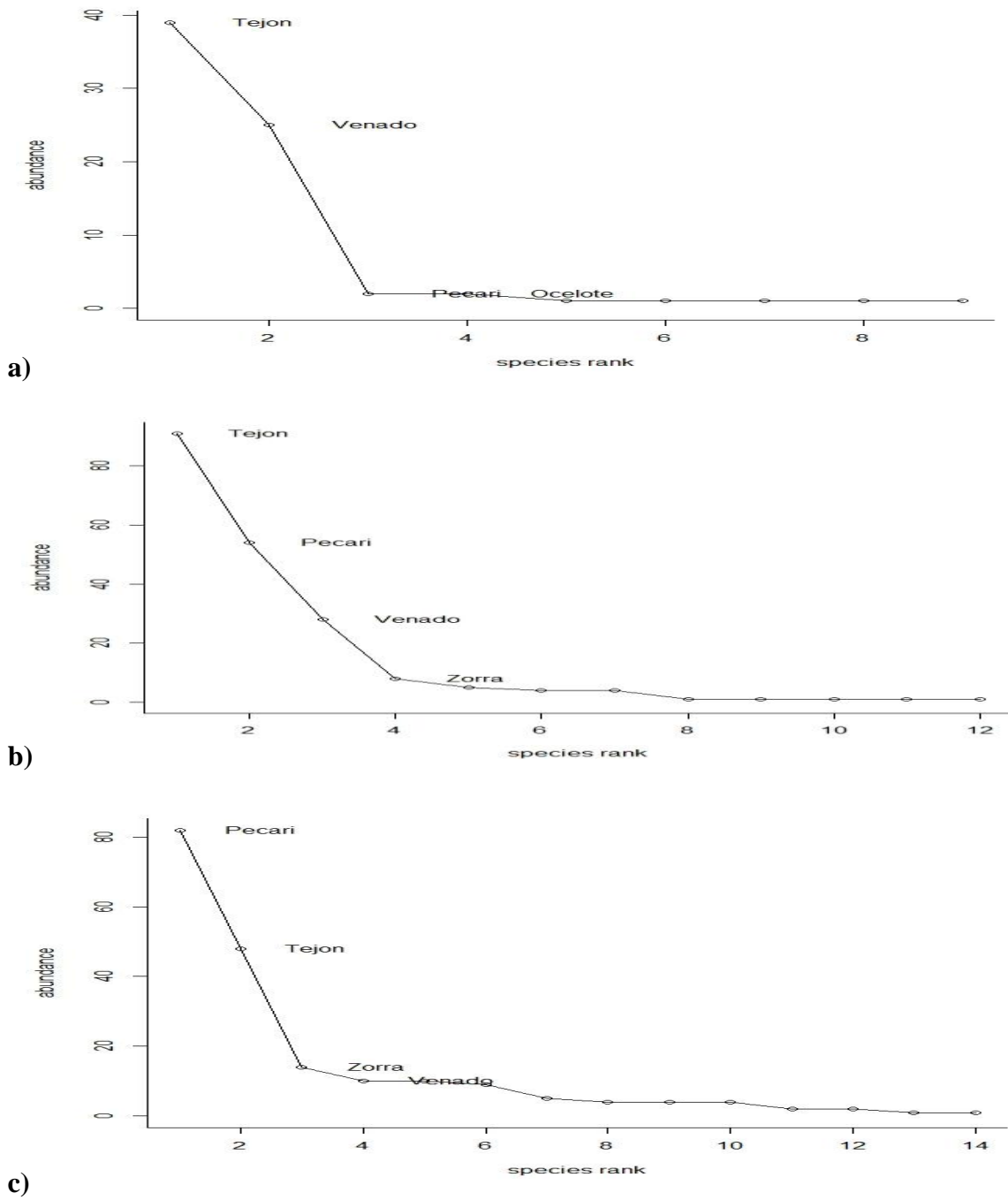
Especie	Piedra verde Manejo agrícola		Ichamio Manejo cinegético		SFC. de los Ranchos Sin manejo aparente		Cobano Manejo agrícola (fuera ANP)		Zacatón Manejo cinegético (fuera ANP)		Platanar Sin manejo aparente (fuera ANP)		Total por especie	
	RI	TC	RI	TC	RI	TC	RI	TC	RI	TC	RI	TC	RI	TC
<i>Didelphis virginiana</i>	0	0	3	1.5	2	0.7	0	0	0	0	8	8.0*	13	0.9
<i>Dasyus novemcinctus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.4*	0	0	1	0.06
<i>Canis latrans</i>	0	0	0	0	7	2.4*	5	1.4	1	0.4	0	0	13	0.9
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	0	0	16	7.9	1	0.3	0	0	0	0	14	14.0*	31	2.1
<i>Puma yagouaroundi</i>	0	0	0	0	3	1.0*	0	0	0	0	0	0	3	0.2
<i>Leopardus pardalis</i>	1	0.4	4	2.0	1	0.3	1	0.3	8	3.4	9	9.0*	24	1.6
<i>Leopardus wiedi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1.0*	1	0.06
<i>Puma concolor</i>	0	0	7	3.5	1	0.3	0	0	1	0.4	4	4.0*	13	0.9
<i>Panthera onca</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4.0*	4	0.3
<i>Conepatus leuconotus</i>	0	0	0	0	0	0	5	1.4*	0	0	0	0	5	0.3
<i>Spilogale pygmaea</i>	0	0	0	0	1	0.3	0	0	0	0	3	3.0*	4	0.3
<i>Bassariscus astutus</i>	0	0	8	4.0*	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.2
<i>Procyon lotor</i>	0	0	1	0.5	5	1.7*	0	0	0	0	0	0	6	0.4
<i>Nasua narica</i>	103	37.8	160	79.2*	16	5.5	19	5.3	79	33.5	45	45.0	442	29.0
<i>Odocoileus virginianus</i>	12	4.4	37	18.3	27	9.4	84	23.5*	29	12.3	1	1.0	190	13.0
<i>Pecari tajacu</i>	0	0	95	47.0	32	11.1	8	2.2	45	19.0	74	74.0*	254	17.4
<i>Sciurus aureogaster</i>	0	0	2	1.0	0	0	1	0.3	0	0	4	4.0*	7	0.5
<i>Notocitellus adocetus</i>	1	0.4*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.06
<i>Sylvilagus cunicularius</i>	0	0	0	0	0	0	1	0.3*	0	0	0	0	1	0.06
<b>Esfuerzo de muestreo (días/trampa)</b>	<b>272</b>		<b>202</b>		<b>288</b>		<b>357</b>		<b>236</b>		<b>100</b>		<b>1455</b>	

*Curvas de rango-abundancia*

Se generó una curva de rango-abundancia para cada tipo de manejo, utilizando sólo las tasas de captura por trampas cámara. En áreas con manejo agrícola se registraron nueve especies, observándose en orden decreciente las especies tejón, venado y pecarí de collar. Contrastan con especies como coyote, zorrillo, ardillón, conejo, y ardilla que presentaron las menores tasas de captura (fig. 15).

En las áreas con manejo cinegético se registraron doce especies, en este tipo de manejo se observó en general mayores tasas de captura, siendo el tejón la especie con la mayor tasa de captura con 91, siendo el valor más alto de tasa de captura de esta especie para la región. El pecarí de collar y el venado siguieron con tasas de captura de 54 y 28 respectivamente, por el contrario el tlacuache, coyote, ardilla, mapache y armadillo presentaron bajas tasas de captura (fig. 15).

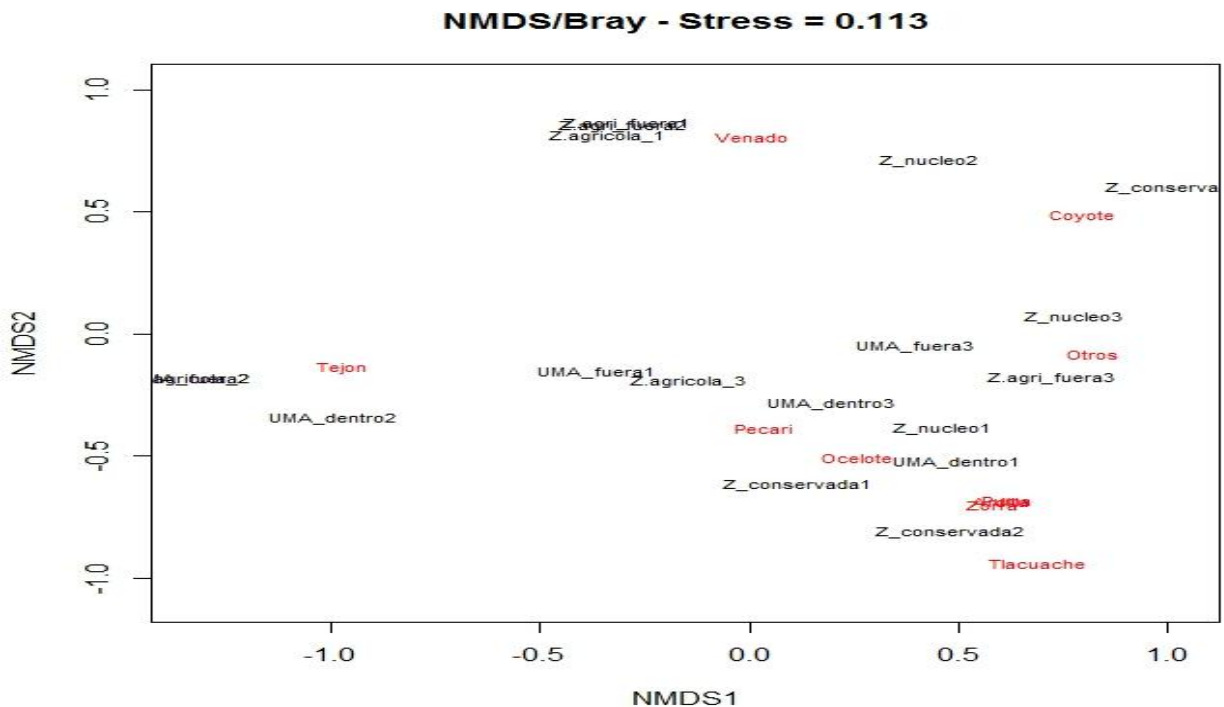
En los sitios sin manejo aparente se registraron 14 especies, en este tipo de manejo se presentaron cambios en las tasas de captura de las especies con respecto a los otros dos tipos de manejo, siendo el pecarí de collar la especie más abundante con 82, seguido del tejón y la zorra gris con 48 y 14 respectivamente, por el contrario, el tigrillo y el jaguarundi presentaron las menores tasas de captura (fig. 15).



**Figura 15.** Curvas de rango-abundancia en mamíferos medianos y grandes en los diferentes tipos de manejo, a) manejo agrícola, b) manejo cinegético, c) sitios sin manejo aparente.

### Análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NDMS)

En el análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NDMS) tomando en cuenta la tasa de captura de las especies en cada estación de muestreo (cámaras) por tipo de manejo, obtuvo un valor de stress de 0.113 que representa una agrupación en los tipos de manejo. En el análisis las dos localidades con manejo cinegético fueron asociadas, de igual manera las localidades sin manejo aparente. Por el contrario, las áreas con manejo agrícola no se encontraron asociados. El venado obtuvo sus mayores tasas de captura en las áreas agrícolas tanto fuera como dentro de la reserva, el pecarí de collar obtuvo sus mayores tasas de captura en las áreas cinegéticas dentro de la reserva. Los carnívoros *N. narica* y *C. latrans* obtuvieron sus mayores tasas de captura en áreas cinegéticas, agrícolas dentro de la reserva, y en las zonas sin manejo aparente. Los felinos *L. pardalis* y *P. concolor* obtuvieron su mayor tasa de captura en las áreas sin manejo aparente, y en la área cinegéticas dentro de la reserva (fig. 16).



**Figura 16.** Análisis de escalamiento multidimensional no métrico para observar agrupamiento de los sitios, la categoría otros incluye los mamíferos que tienen bajas tasas de captura.

## DISCUSIÓN

Los resultados permiten apoyar la hipótesis planteada de que las actividades humanas con distinta intensidad de uso de suelo afectan de forma diferente los ensambles de mamíferos medianos y grandes, siendo los de mayor tamaño los más afectados. La combinación de diferentes métodos de muestreo se complementan y proporcionan mejores resultados que si se emplea solo un tipo de método debido a las diferencias en tamaño y conducta de las especies de mamíferos medianos y grandes, y permite generar más y mejor información sobre los patrones de riqueza de especies, diversidad, y abundancia. Varios estudios han demostrado la eficiencia de emplear en forma complementaria varios métodos para obtener inventarios más completos (Guido-Lemus, 2012; Pureco-Rivera, 2013; Cortés *et al.* 2014), ya que cada método es más eficiente para ciertas especies e inefectivo para otras, por ejemplo la liebre *Lepus callotis* se registró exclusivamente por recorridos nocturnos.

Coincidimos con los autores Charre-Medellín (2009), Monroy-Vilchis *et al.* (2011), y Lira *et al.* (2012), en que el trampeo fotográfico se ha convertido en una herramienta efectiva y fundamental para el estudio de mamíferos medianos y grandes, especies de hábitos nocturnos generalmente, elusivas y crípticas que son raramente registradas por otras técnicas de muestreo. Su aplicación ha generado información relevante acerca de las poblaciones animales, permitiendo examinar las tendencias temporales en su abundancia, y actividad. Resultó ser una técnica eficiente para estimar la composición y estructura de la comunidad de mamíferos de la región del Bajo Balsas ya que registró a la mayoría de las especies reportadas para la región (CONABIO, 2006; Charre-Medellín, 2009). Con el fototrampeo se obtuvo además del inventario de mamíferos, información para estimar abundancia relativa, horarios de actividad e incluso información sobre aspectos de reproducción, al observar crías de *Odocoileus virginianus*, *Pecari tajacu*, y *Puma yagouaroundi*, evidenciando reproducción en la región.

A pesar de ser un estudio de solo una temporada de campo, se registraron 20 especies de mamíferos medianos y grandes, lo que representa el 62.5% de las especies de mamíferos medianos y grandes registradas en Michoacán (32 spp; CONABIO, 2005), y el 86.9 y 90.9% respectivamente de los mamíferos registrados para la reserva de la Biosfera

Zicuirán-Infiernillo y el municipio de Arteaga (CONANP, 2006; Charre-Medellín, 2009). Los resultados de los estimadores indican que el esfuerzo de muestreo fue significativo para las áreas con manejo cinegético y sin manejo aparente ya que se registró un porcentaje elevado de las especies que se estima pueden estar presentes, sin embargo, faltó un mayor esfuerzo de muestreo en áreas con manejo agrícola. Algunas especies no registradas pero con probabilidad de estar presentes en la zona son el puerco espín (*Coendu mexicanus*), nutria (*Lontra longicaudis*), comadreja (*Mustela frenata*), ardillón (*Otospermophilus variegatus*) y el zorrillo (*Spilogale gracilis*), reportadas la mayoría en la Sierra Madre del Sur en Arteaga (CONANP, 2006; Charre-Medellín, 2009, 2012). La falta de registro de estas especies puede atribuirse a diversos factores como bajas abundancias, hábitos arbóreos, nocturnos y crípticos o microhábitats específicos (árboles, cuerpos de agua, rocas) en los que es difícil registrarlos, como a *L. longicaudis*, especie asociada a cuerpos de agua, o como *C. mexicanus* y *P. flavus* especies que son de hábitos arbóreos y que muy raramente bajan al suelo. Lorenzo *et al.* (2005), Orduña-Villaseñor (2008), y Guido-Lemus (2012) reportan que el zorrillo *S. gracilis* es una especie poco abundante, y difícil de detectar cuando su hábitat es perturbado.

La probabilidad de presencia de estas especies es alta en casos como *L. longicaudis*, *T. mexicana* y lince o gato montés (*Lynx rufus*) ya que se obtuvieron fotografías de ejemplares preparados para exhibición en el municipio de la Huacana, pero al no contar con información del sitio de colecta ni de las coordenadas geográfica, no se incluyeron en el inventario. El registro del gato montés es importante ya que al igual que el jaguar y el tigrillo no ha sido reportado para la reserva (CONANP, 2006). Los lugareños lo reportan para las zonas altas del Bajo Balsas en vegetación de bosques de pino y encino.

Por otra parte, las áreas sometidas al manejo agrícola y a una mayor presión cinegética como las UMA presentaron avistamientos mucho menores que las encontradas en sitios con menores presiones agrícolas y cinegéticas como las áreas sin manejo aparente, sin embargo, especies como el venado, cuinique y tejón parecen no ser afectadas por estas actividades ya que fueron las especies con mayores avistamientos. Coincidimos con lo reportado en el neotrópico por Glanz (1990), menciona que las áreas sometidas a una fuerte

presión de cacería presentan mayores avistamientos de mamíferos medianos como ardillas y tejones en comparación con mamíferos de tamaño grande.

En general, las zonas sin manejo aparente presentaron la mayor riqueza de mamíferos con 16 especies, y el mayor número de especies que se encuentran en alguna categoría de riesgo, además de registrarse las cinco especies de felinos reportados para la región. Esto probablemente se debe a la poca actividad cinegética y agrícola en estas áreas, la mayor precipitación anual, heterogeneidad en los tipos de vegetación y la mayor distancia a caminos, lo que les permite encontrar refugio y poder realizar sus actividades. Las áreas con manejo cinegético y agrícola registraron doce y diez especies respectivamente. Nuestros resultados coinciden con lo reportado en el sureste de México (Sánchez *et al.* 2001), en donde mencionan que los sitios con menor alteración son los que presentaron mayor riqueza y diversidad de especies, por el contrario, los sitios con manejo agrícola reportaron la menor riqueza.

Algunas explicaciones del porque áreas con manejo agrícola presentaron la menor riqueza de especies son; el sobrepastoreo constante por parte de ganado es una actividad que usualmente tiene efectos notorios sobre la estructura y composición de comunidades naturales, en especial de los mamíferos medianos y grandes. Entre los mamíferos, los grandes herbívoros pueden ser negativamente afectados por el ganado a través de interacciones por competencia de recursos, un ejemplo, es lo reportado para bisontes y ciervos para el norte de México, en donde se encontró que estas especies cambian su comportamiento con la presencia de ganado. El manejo agrícola presento la menor riqueza de felinos siendo el ocelote el único que se registró con solamente dos registros, esto es consecuencia de la cacería que existe hacia los grandes carnívoros que usualmente sufren el efecto de represalias por los propietarios de ganado, los cuales sufren depredación sobre su ganado y ven a los grandes depredadores (principalmente pumas y jaguares) como enemigos que deben ser erradicadas (Di Bitetti *et al.* 2013).

Como consecuencia del manejo agrícola, la vegetación original ha sido sustituida por pastizales y cultivos de considerable extensión dejando muy poca cobertura forestal, beneficiando principalmente a especies generalistas como tejón, venado y pecarí de collar. Aunado a esto, otra consecuencia que se observó fue que los contaminantes utilizados para

los cultivos como pesticidas y plaguicidas son vertidos en fuentes de agua (ríos, arroyos y manantiales), provocando no solo que la calidad de agua disminuya sino también la desaparición de especies como nutrias, las cuales son sensibles a la contaminación y pueden ser utilizadas como especies clave.

Se encontraron diferencias en la riqueza de mamíferos entre los sitios dentro y fuera de la reserva. Los sitios fuera de la reserva presentaron mayor riqueza con 15 especies, en comparación con los sitios dentro de la reserva con 13 especies, a pesar del mayor esfuerzo de muestreo dentro de la reserva. Estas diferencias probablemente se deben a varios factores que se presentan en la región como son; conflictos de tenencia de tierra, falta de planes de manejo, poca información sobre los recursos bióticos que albergan y las condiciones en que estas se encuentran en la actualidad, además de la escasez de vigilancia, un ejemplo claro se encontró en la zona núcleo de la reserva (San Francisco de los Ranchos), en donde se observaron varias actividades que son perjudiciales para la conservación de la biodiversidad como; actividades agrícolas y ganaderas, tala clandestina, cacería ilegal (la gente nos reporta la llegada de cazadores de localidades vecinas para cazar en sus tierras y llevarse sus animales), y el cultivo de estupefacientes.

Por otro lado, se obtuvieron los primeros registros de los felinos *Panthera onca* y *Leopardus wiedii*, para la región y fueron en zonas sin manejo aparente fuera de la reserva, esto probablemente se debe a que en este sitio se encuentra una mayor disponibilidad de recursos (agua, presas), y una menor presión antropogénica. Nuestros resultados coinciden con lo reportado por Hernández *et al.* (1992), mencionan que la mayoría de las áreas naturales protegidas no son establecidas en donde se debe sino en donde se puede debido a diversas causas, además de que menciona que la mayoría de las ANP son de tamaño pequeño e insuficientes para proteger a especies como *P. onca*, *Puma concolor* y *Ursus americanus* que tienen amplios hábitos hogareños.

Las especies listadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y endémicas del país presentaron mayor cantidad de registros en los sitios fuera de la reserva que dentro, coincidiendo parcialmente con Ceballos *et al.* (2002), quienes reportan que el 75% de las especies de mamíferos están presentes en por lo menos un área natural protegida, su sola presencia no indica la efectividad del sistema de áreas naturales

protegidas para la conservación de mamíferos del país ya que se desconoce sus abundancias locales. Sin embargo, un análisis más detallado indica que los grupos más amenazados que incluyen especies endémicas y en alguna categoría de conservación están subrepresentadas en las reservas, ya que solo el 50 y 67% de sus especies respectivamente, tienen poblaciones en alguna reserva. Es decir, el sistema de áreas naturales protegidas no tienen bien representadas a las especies más vulnerables a la extinción o extirpación. En el caso de reserva de Zicuirán-Infiernillo, las poblaciones más abundantes de las especies de mayor tamaño registradas no estuvieron en el interior de la reserva, sin embargo, debemos tomar con cautela estos resultados ya que nuestro estudio se realizó sin replicas y con tamaños de muestra de un localidad por tipo de asignación de manejo, por lo que debe efectuarse estudios con mayor número de réplicas en tiempo y espacio.

Las especies *Leopardus pardalis*, *Odocoileus virginianus* y *Nasua narica* se registraron en las seis localidades y todos los tipos de manejo. La presencia de *O. virginianus* y *N. narica* en todos los tipos de manejo era esperada debido a sus hábitos generalistas coincidiendo con Lira-Torres (2006), y Reyna-Hurtado *et al.* (2007), quienes indican que el venado es una de las especies más adaptables y tolerantes a las distintas actividades antropogénicas, como es la cacería, persistiendo en zonas agrícolas e incluso cerca de los centros urbanos, siempre y cuando existan reductos de hábitat que brinden alimento, agua y cobertura en cantidad y calidad suficientes.

El ocelote fue registrado en todos los tipos de manejo, incluyendo campos de agricultura, cacería y sitios con cierto grado de perturbación, indicando que utiliza en ocasiones áreas abiertas, posiblemente se asocia a la disponibilidad de sus principales presas de tamaño pequeño y mediano como roedores, reptiles, aves y lagomorfos, además de que en estas áreas no se registraron sus competidores como pumas y jaguares. Esta observación coincide con lo reportado por González-Maya *et al.* (2007), para el Caribe Colombiano. Otra posible explicación puede ser que solamente utiliza estas zonas como áreas de cruce a sitios con mayor cobertura de vegetación ya que la mayoría de la literatura reportan a esta especie asociada a hábitats con una cobertura vegetal densa (Torres-Romero, J. 2009; Martínez, 2013; Pérez-Irineo *et al.* 2014). Otra especie que se registró en todos los tipos de manejo fue el coyote (*Canis latrans*), el cual es omnívoro, adaptándose a

fuentes de alimentación alterna como basureros, cultivo de frutas, y animales domésticos disponibles como subsidios alimenticios. Esta especie no se ve afectada por las diferentes actividades de manejo e incluso en algunos lugares es beneficiado debido a la ausencia de grandes carnívoros como el puma, coincidiendo con lo reportado en la costa sur del estado de California por Riley *et al.* (2003), y Ordeñana *et al.* (2010). Por el contrario, el puma no fue registrado en hábitats alterados por el humano como lo fueron los sitios agrícolas, probablemente debido a la baja abundancia de sus principales presas como venado y pecarí, así como a la cacería a la que son sometidos debido a represalias por parte de los ganaderos por la pérdida de ganado. El puma se registró en las áreas con extensiones más grandes de hábitat y mejor conservados coincidiendo con lo reportado para la costa sur de California (Crooks, 2002; Ordeñana *et al.* 2010).

#### *Abundancia relativa*

Las actividades humanas tienen importantes efectos directos (cacería) e indirectos (agrícola) sobre el ensamblaje de la comunidad de mamíferos. La cacería reduce la abundancia y biomasa total de las especies de tamaño corporal más grande, y modifica la estructura de las comunidades afectando principalmente los ungulados, roedores y grandes carnívoros ya que son las especies preferidas por los cazadores por su carne, piel y valor económico. Para la región del Bajo Balsas, las especies más abundantes fueron aquellas de tamaño mediano debido a que son generalistas y por lo tanto son tolerantes a condiciones variables. Por el contrario los mamíferos de tamaño grande fueron menos abundantes debido a que son menos tolerantes a la perturbación y son de las primeras en desaparecer, incluyendo a carnívoros de gran tamaño como felinos que requieren de áreas de actividad grandes y mantienen bajas densidades, coincidiendo con lo reportado por (Crooks *et al.* 2002; Castellanos *et al.* 2008; Di Bitetti *et al.* 2013).

Las especies *N. narica*, *P. tajacu*, y *O. virginianus* obtuvieron las tasa de captura más altos para la región del Bajo Balsas, coincidiendo con lo reportado por Charre-Medellín (2009 y 2012) para el municipio de Arteaga en las regiones Costa, Balsas y Sierra Madre del sur de Michoacán. Las altas tasas de captura de estas especies son importantes ya

que juegan lugares clave en la dinámica y estructura de los ecosistemas de las diferentes localidades, forman parte de la cadena alimenticia como herbívoro y son presa de carnívoros mayores principalmente de pumas y jaguares o por ser dispersor de semillas. Además de la importancia cultural, medicinal, ornamental, religioso, económico y alimenticio que tienen para la población.

En las zonas agrícolas donde abunda el ganado y existe un mayor cambio de uso de suelo se registraron las menores tasas de captura de mamíferos medianos y grandes. Sin embargo, no todas las especies se vieron afectadas de la misma manera, por ejemplo, el pecarí, y la mayoría de los felinos obtuvieron las menores tasas de captura, por el contrario, el tejón y el venado cola blanca fueron más abundantes, aunque al compararse con los otros tipos de manejo, su tasa de captura fue inferior. Las bajas tasas de captura del pecarí en este tipo de manejo, muestran que la fragmentación del hábitat a causa del cambio de uso de suelo junto con las presiones de cacería a las que son sometidos por causa de las pérdidas económicas que provocan en los cultivos, están afectando las poblaciones de esta especie, coincidiendo con lo reportado anteriormente para la región (Yañez *et al.* 2012). Por lo contrario, no concordamos con lo reportado por Tejeda-Cruz *et al.* (2009) en la selva Lacandona de Chiapas, en donde reportan que el pecarí es una especie que no se ve afectada por el cambio de uso de suelo como consecuencia de la agricultura y ganadería. Las diferencias con nuestros resultados probablemente se deben a la diferencia en los tipos de vegetación y el tamaño del fragmento del área.

Actualmente existe un debate acerca del funcionamiento de las UMA para la conservación y el uso sustentable de las especies. Por una parte en algunas UMA hay casos exitosos, donde se demuestra su viabilidad para la conservación de la vida silvestre, por ejemplo en mamíferos como borregos cimarrones (Valdés y Segundo, 2011), otros estudios como los realizados por (González *et al.* 2003; Valdez *et al.* 2006; Gallina, *et al.* 2009), mencionan que la eficacia de las UMA en la conservación de la vida silvestre es poco convincente ya que la mayoría de las UMA centra su atención en el manejo de especies de valor cinegético o exóticas como el ciervo rojo (*Cervus elaphus*) o el jabalí europeo (*Sus scrofa*), ignorando a otras especies que se encuentran en algún estatus de conservación o endémicas del país. Sin embargo, nuestra evidencia con un esfuerzo de muestreo pequeño y

de corta duración, registramos 12 especies con una riqueza menor que las áreas sin actividad aparente, pero con mayor riqueza que las áreas con manejo agrícola. En ellas, obtuvimos las tasas de captura más altas para especies cinegéticas como tejón y venado, registramos una especie que se encuentra en alguna categoría de riesgo y dos especies endémicas. Además de que estas áreas presentaron la mayor cobertura de bosque tropical caducifolio, lo que nos indica que son UMA en relativamente buen estado de conservación.

Nuestros resultados coinciden con lo reportado por Reyna-Hurtado *et al.* (2007), y Tejeda-Cruz *et al.* (2009) para la región de Calakmul y la selva Lacandona, donde mencionan que la abundancia relativa de ungulados en sitios con y sin cacería difiere entre especies. Por ejemplo, los rastros de venado fueron encontrados más frecuentemente en sitios con cacería y su abundancia permaneció constante. Por el contrario, nuestros resultados contrastan con lo reportado por Galindo *et al.* (1998) y Weber (2000), en donde mencionan que el venado presenta IAR ligeramente más bajos en sitios con cacería. Las diferencias entre nuestros resultados probablemente se deben a que las especies están sometidas a diferentes intensidades de cacería que en los hábitats reportados por estos autores. Por ejemplo, en las zonas tropicales del país existe mayor cacería de subsistencia y el venado se encuentra entre sus presas principales, otras diferencias pueden ser el tamaño del área, la calidad del hábitat y disponibilidad de recursos.

Por el contrario el pecarí de collar a pesar de ser la segunda especie con la mayor tasa de captura en este tipo de manejo, su mayor tasa de captura se observó en sitios sin manejo aparente, a pesar de tener una gran capacidad para adaptarse a hábitats con fuertes presiones de cacería, como lo reportado por Cullen *et al.* (2000), y Reyna-Hurtado *et al.* (2007), reportan que el pecarí de collar mantiene poblaciones estables en sitios con alta presión de cacería y sin cacería. La menor tasa de captura en sitios cinegéticos en comparación con los sitios sin manejo aparente, probablemente se debe a la biología de la especie ya que generalmente se desplazan en piaras de diferentes tamaños, por lo general de 10 individuos haciéndolos más fáciles de detectar y cazar.

El hecho que algunas especies presenten tasas de captura mayores en sitios con cacería (UMA) como el tejón y venado, y otras en sitios sin cacería o con moderada como

los felinos, puede ser explicado por la ecología de cada especie, los hábitos de comportamiento, y tipos de perturbación humana tales como diferencias en las preferencias de cacería, así como el grado de fragmentación del bosque.

Las zonas sin manejo aparente presentaron las mayores tasas de captura de *L. pardalis*, *Puma yagouaroundi*, *P. concolor*, *L. wiedii*, y *P. onca*, evidenciando que estas áreas se encuentran en buen estado de conservación ya que estas especies son consideradas indicadoras, requieren amplios hábitos hogareños, niveles adecuados de cobertura vegetal para realizar todas sus actividades (alimento, refugio, agua y reproducción), y son sensibles a la perturbación ya que son especies que desaparecen de los sitios bajo manejo de hábitat coincidiendo con lo reportado en el parque Nacional Corcovado en Costa Rica (Carazo, 2009). La presencia del jaguar con cuatro registros, indican que su abundancia es muy baja. Sin embargo, sus registros son importantes ya que constituyen la evidencia más clara sobre su presencia para la zona de influencia de la reserva. Es posible que la presencia del jaguar se deba a que la zona es un corredor que permite la movilidad entre poblaciones del occidente de México (Sierra Nanchititla) y la vertiente del Pacífico (Monroy-Vilchis *et al.* 2011; Charre-Medellín *et al.* 2014).

De las cinco especies de felinos registrados en el presente estudio, el ocelote fue el felino más abundante seguido por el puma. Esta relación también se ha registrado en la Sierra Madre del Sur de Arteaga (Charre-Medellín 2009, 2012), así como en otros lugares como el parque nacional del Corcovado en Costa Rica (Salazar, 2009). El ocelote tiende a ser más abundante por ser más flexible en requerimientos de alimentación y hábitat con respecto a los jaguares y pumas, poseer menor tamaño, que le permite ser más abundante en los lugares que comparten. Sin embargo, esta situación no sucede con los otros felinos pequeños tales como el tigrillo y el jaguarundi. Salazar (2009), menciona que el factor que influye de manera negativa y regula las poblaciones de jaguarundi y tigrillo es la competencia con el ocelote ya que suelen utilizar el mismo tipo de presas, e incluso pueden ocurrir actividades antagónicas como la muerte de estas especies por parte del ocelote.

En especies medianas se obtuvieron bajas tasas de captura de los carnívoros *Bassariscus astutus*, *Procyon lotor*, y *Conepatus leuconotus*, así como de especies *Notocitellus adocetus* y *Dasyopus novemcinctus*, esto probablemente se debe al sesgo que existe al utilizar las

trampas cámara ya que no registran a especies de tamaño pequeño como el cuinique (*N. adocetus*), especie endémica de México, mientras que en recorridos a pie, se pudo observar que es muy abundante, considerada plaga por los habitantes de las localidades e incluso causa pérdidas económicas por daños a los cultivos. Kelly y Holub (2008), mostraron la relación entre el tamaño corporal y las tasas de captura, mostrando que especies de tamaño corporal pequeño tienen menor probabilidad de captura, explicando la baja frecuencia de especies como el armadillo.

En el caso particular de las especies *Sylvilagus cunicularius*, *N. adocetus*, y *D. novemcinctus*, especies que presentaron una baja tasa de captura con solamente un registro, coincidimos con lo mencionado por varios autores en que el Fototrampeo no es la técnica más adecuada para analizar la abundancia de estas especies (Monroy-Vilchis *et al.* 2011). Caso contrario con lo reportado por Lira *et al.* (2011 y 2012) para la selva Zoque, en donde el armadillo fue de las especies con una mayor tasa de captura, esto probablemente se debe a la altura a la cual fueron colocadas las cámaras.

Se concluye como parte del primer capítulo que las distintas actividades humanas afectan de forma diferente a las poblaciones de mamíferos medianos y grandes. Las especies de mayor tamaño y de hábitos especialistas fueron más raras, y menos abundantes tanto en áreas agrícolas como de manejo cinegético, aceptando nuestra hipótesis planteada. Por otro lado, nuestros resultados no coinciden con nuestra segunda hipótesis planteada, ya que la mayor riqueza y abundancia de los mamíferos medianos y grandes se encontró en los tipos de manejo fuera de la reserva.

**LITERATURA CITADA**

- Álvarez, A., A. Tizoc, M. Soriano-Sarabia, A. García-Bernal, N. Miranda-González y B. Jiménez-Gutiérrez. 2009. *Mamíferos medianos y grandes de la comunidad El Paredón, Miacatlán, Morelos, México*. Revista de Zoología. pp. 17-29. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Amend, T., y S. Amend. 2010. *La zonificación, elemento clave de los planes de manejo*. (Livelihood Systems and Tropical Forest Areas) y ABS (Manejo de Áreas protegidas
- Aranda, M. 2000. *Huellas y Otros rastros de los Mamíferos Grandes y Medianos de México*. Instituto de Ecología. pp. 212.
- Aranda, M. 2012. *Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México*. Conabio. Ciudad de México, Pp. 260.
- Arroyo-Arce, S. 2013. *Selección de hábitat del jaguar (Panthera onca) en el parque nacional tortuguero y su situación en el área de amortiguamiento, Costa Rica*. Tesis de maestría. Instituto Internacional en Conservación y Manejo de Vida Silvestre. Universidad Nacional.
- Ávila-Nájera, D. M. 2009. *Abundancia del jaguar (Panthera onca) y de sus presas en el municipio de Tamasopo, San Luis Potosí*. Tesis de maestría. Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas.
- Azuara, S. D. 2005. *Estimación de abundancia de mamíferos terrestres en un área de la selva Lacandona, Chiapas*. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM.
- Blake, J. G., D. Mosquera y J. Salvador. 2012. *Use of mineral licks by mammals and birds in hunted and non-hunted areas of Yasuni National Park, Ecuador*. Animal Conservation, 1367-9430.
- Bocco, G., M. Mendoza, y O. R. Masera. 2001. *La dinámica del cambio de uso del suelo en Michoacán. Una propuesta metodológica para el estudio de los procesos de*

- deforestación*. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM. Núm. 44, pp. 18-38.
- Carazo-Salazar, J. 2009. *Cambios en las poblaciones de jaguares (Panthera onca), sus presas potenciales y manigordos (Leopardus pardalis), en dos periodos de tiempo sujetos a diferentes esfuerzos de control de cacería en el parque nacional Corcovado, Costa Rica*. Tesis de Maestría. Instituto Internacional en Conservación y Manejo de Vida Silvestre. Universidad Nacional.
- Ceballos, G., J. Arroyo-Cabrales, y R. A. Medellín. 2002. *Mamíferos de México*. in Ceballos, G. y J. A. Simonetti (eds). 2002. *Diversidad y Conservación de los mamíferos Neotropicales*. CONABIO-UNAM. México, D.F.
- Ceballos, G., y F., Eccardi. 2003. *Animales de México en peligro de extinción*. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología.
- Ceballos, G., J. Arroyo-Cabrales, R. Medellín, L. Medrano y G. Oliva. 2005. *Los Mamíferos Silvestres de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Fondo de Cultura Económica. México, D. F.
- Challenger, A., y J. Soberón. 2008. *Los ecosistemas terrestres*, en *Capital natural de México*, vol. 1: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO, México, pp. 87-107.
- Charre-Medellín, J. F. 2009. *Distribución y diversidad de mamíferos medianos y grandes en el municipio de Arteaga, Michoacán*. Tesis de licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.
- Charre-Medellín, J. F. 2012. *Uso de Manantiales por los mamíferos silvestres en bosques tropicales de Michoacán*. Tesis de maestría. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.
- Charre-Medellín, J., T. C. Monterrubio-Rico, y D. Guido-Lemus. 2014. *Nuevo registro de jaguar (Panthera onca), en el centro occidente de México*. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85: 1295-1299.

Colwell, K. R. 2013. *EstimateS 9.1.0 User's Guide*. Department of Ecology & Evolutionary Biology, University of Connecticut, Storrs, USA.

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2009. *Manejo de Vida Silvestre, manual técnico para beneficiarios*, Ciudad de México.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), 2006. *Estudio previo justificativo para el establecimiento de la Reserva de la Biosfera Zicuirán-Infiernillo*, México, D. F., pp. 181.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), 2013. *Áreas Naturales Protegidas de México*, México, D.F.

Cortés-Marcial, M., y M. Briones-Salas. 2014. *Diversidad, abundancia relativa y patrones de actividad de mamíferos medianos y grandes en una selva seca del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México*. Rev. Biol. Trop. 64(4): 1433-1448.

Crooks, R. K. 2002. Relative Sensitivities of Mammalian carnivores to habitat fragmentation. *Conservation Biology*, 488-502.

Cruz-Lara, E. L., C. Lorenzo, L. Soto, E. Naranjo, y N. Ramírez-Marcial. 2004. *Diversidad de mamíferos en cafetales y selva mediana de las cañadas de la selva Lacandona, Chiapas, México*. Acta Zoológica Mexicana 20(1): 63-81.

Cruz-Hernández, C. J. 2014. *La mastofauna del bosque mesófilo de montaña en la Región Noreste de la Sierra Norte del estado de Puebla. Tesis de licenciatura*. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. UNAM.

Cullen, L. R., E. Bodmer, y C. Valladares Pádua. *Effects of hunting in habitat fragments of the Atlantic forests, Brazil*. *Biological Conservation*, 95: 49-56.

Di Bitetti, M., S. S. A. Albanesi, M. J. Foguet, C. de Angelo, y A. D. Brown. 2013. *The effect of anthropic pressures and elevation on the large and medium-sized terrestrial mammals of the subtropical mountain forests (Yungas) of NW Argentina*. *Mammalian Biology*, 78: 21-27.

- Galindo, C. y M. Weber. 1998. *El venado de la Sierra Madre Occidental. Ecología, manejo y conservación*. EDICUSA-CONABIO. México, D. F.
- Gallina-Tessaro, S., A. Hernández-Huerta, C. A. Delfín-Alfonso, y A. González-Gallina. 2009. *Unidades para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre en México (UMA). Retos para su correcto funcionamiento*. Investigación ambiental 1(2): 143-152.
- Glanz, W. E. 1990. *Neotropical mammal densities: how unusual is the community on Barro Colorado Island, Panamá?* In A. H. Gentry (ed). Four Neotropical Rainforest. Yale University Press, New Haven.
- González, R., R. Montes-Pérez, y J. Santos-Flores. 2003. *Caracterización de las unidades para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de fauna silvestre en Yucatán, México*. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 2: 13-21.
- González-Maya, J. F., J. Schipper, y A. Benítez. 2009. *Activity patterns and community ecology of small carnivores in the Talamanca region, Costa Rica*. Small Carnivores Conservation, vol. 41-9-14.
- Guido-Lemus, D. 2012. *Riqueza de la comunidad de mamíferos silvestres de la cuenca del lago de Cuitzeo, Michoacán, una comparación utilizando métodos de muestreo*. Tesis de licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.
- Hernández-Huerta, A. 1992. *Los carnívoros y sus perspectivas de conservación en las Áreas Protegidas de México*. Acta Zoológica Mexicana 54: 1-23.
- Kelly, J. M. y E. L. Holub. *Camera Trapping of Carnivores: Trap Success Among Camera Types and Across Species, and Habitat Selection by Species, on Salt Pond Mountain, Giles County, Virginia*. NORTHEASTERN NATURALIST, 15(2):249-262.

- Lira-Torres, I. 2006. *Abundancia, densidad, preferencias de hábitat y uso local de los vertebrados en Tuza de Monroy, Santiago Jamiltepec, Oaxaca*. Revista Mexicana de Mastozoología, 10: 6-31.
- Lira-Torres, I., y M. Briones-Salas. 2011. *Impacto de la ganadería extensiva y cacería de subsistencia sobre la abundancia relativa de mamíferos en la Selva Zoque, Oaxaca, México*. Therya, 2: 217-244.
- Lira-Torres, I., y M. Briones-Salas. 2012. *Abundancia y patrones de actividad de los mamíferos de los Chimalapas, Oaxaca, México*. Acta Zoológica Mexicana. 28(3): 566-585.
- Lorenzo, C., J. E. Bolaños, E. C. Sántis y F. A. Cervantes. 2005. *Distribución de zorrillos en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México*. In V. Sánchez-Cordero y R. A. Medellín (eds). Contribuciones mastozoológicas en homenaje a Bernardo Villa. Instituto de Biología, UNAM/ Instituto de Ecología, UNAM/CONABIO, México, D.F.
- Magurran, E. A., 2004. *Measuring Biological Diversity*.
- Martínez-Hernández, A. 2013. *Patrones de actividad y densidad del ocelote (Leopardus pardalis) en la Reserva de la Biosfera "Sierra del Abra Tanchipa", San Luis Potosí, México*. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados, Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas.
- Moreno, C. E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, España, pp. 84.
- Moreno, R., y A. Bustamante. 2009. *Datos ecológicos del ocelote (Leopardus pardalis) en Cana, Parque Nacional Darién, Panamá utilizando el método de cámaras trampa*. Tecnociencia. 11(1): 91-102.
- Monroy-Vilchis, O., M. Zarco-González, C. Rodríguez-Soto, L. Soria-Díaz, y V. Urios. 2011. *Fototrampeo de mamíferos en la Sierra Nanchititla, México: abundancia relativa y patrón de actividad*. Revista Biológica Tropical 373-383.

- Noss, J. A., J. Polisar, L. Maffei, R. García y S. Silver. 2013. *Evaluando la densidad de jaguares con trampas cámara*. Jaguar Conservation Program, Wildlife Conservation Society.
- Núñez, R., B. Miller y F. Lindzey. 2000. *Ecology of jaguars and pumas in Jalisco, México*. *Journal of Zoology* 252; 373-379.
- Ojasti, J., y F. Dallmeier. 2000. *Manejo de Fauna Silvestre Neotropical*. SI/MAB Series #5. Smithsonian Institution/MAB Biodiversity Program, Washington D. C.
- Ordeñana, A. M., K. R. Crooks, E. E. Boydston, R. N. Fisher, L. M. Lyren, S. Siudyla, C. D. Hass, S. Harris, S. A. Hathaway, G. M. Turschak, A. Keith-Miles, y D. H. Van Vuren. 2010. *Effects of urbanization on carnivores species distribution and richness*. *Journal of Mammalogy*, 91(6): 1322-1331.
- Orduña-Villaseñor, M. V. 2008. *Cambios en las comunidades de mamíferos en un paisaje modificado por actividades humanas, cuenca de Cuitzeo, Michoacán*. Tesis de licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán.
- Pérez-Irineo, G. y A. Santos-Moreno. 2014. *Density, distribution, and activity of the ocelot *Leopardus pardalis* (Carnivora: Felidae) in Southeast Mexican rainforests*. *Rev. Biol. Trop.* 62 (4): 1421-1432.
- Prange, S., y S. D. Gehrt. 2004. *Changes in mesopredator-community structure in response to urbanization*. *Canadian Journal of Zoology* 82(11), 1804-1817.
- Pureco-Rivera, Q. 2013. *Riqueza, abundancia y patrones de actividad de los mamíferos medianos y grandes del municipio de Gabriel Zamora, Michoacán*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.
- R Core Team. 2012. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Version 2.15.0. R Foundation for Statistical Computing, Austria.

- Reyna-Hurtado, R., y G. W. Tanner. 2007. *Ungulate relative abundance in hunted and non-hunted sites in Calakmul forest (Southern Mexico)*. Biodiversity and Conservation, 16:743-756.
- Riley, D. P. S. R. M. Sauvajot, T. K. Fuller, E. C. York, D. A. Kamradt, C. Bromley, y R. K. Wayne. 2003. *Effects of Urbanization and Habitat Fragmentation on Bobcats and Coyotes in Southern California*. Conservation Biology, Pages 566-576.
- Sáenz-Bolaños, C. 2010. *Ensamble de mamíferos medianos y grandes en un sector de la reserva forestal río Pacuare y sus cercanías (Reserva Indígena Nairi Awari y Parque Nacional Barbilla), Costa Rica*. Instituto Internacional en Conservación y Manejo de Vida Silvestre. Universidad Nacional.
- Salazar-Carazo, J. 2009. *Cambios en las poblaciones de jaguares (Panthera onca), sus presas potenciales y manigordos (Leopardus pardalis), en dos periodos de tiempo sujetos a diferentes esfuerzos de control de cacería en el Parque Nacional Corcovado, Costa Rica*. Tesis de maestría. Instituto Internacional en Conservación y Manejo de Vida Silvestre. Universidad Nacional.
- Sánchez-Hernández, C., Ma. de Lourdes Romero-Almaraz, H. Colín-Martínez, y C. García-Estrada. 2001. *Mamíferos de cuatro áreas con diferente grado de alteración en el sureste de México*. Acta Zoológica Mexicana 84: 35-48.
- Saunders, D. A., y C. P. de Rebeira. 1991. *Values of corridors to avian populations in a fragmented landscape*. Pages 221-244 in D. A., Saunders and R. J. Hobbs, (eds). Nature Conservation the Role of Corridors.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2010. Norma Oficial Mexicana (NOM-059-2010). *Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo*. Diario Oficial de la Federación (30 de diciembre de 2010), México, D.F.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2011. *Sistema de Unidades de Manejo (UMAS)*.

- Valdés-Alarcón, M., y M. Segundo-Galán. 2011. *Estrategias de conservación en México para el borrego cimarrón (Ovis canadensis) y el berrendo (Antilocapra americana)* in: Sánchez O., P. Zamorano, E. Peters y H. Moya (eds) 2011. Temas sobre conservación de vertebrados silvestres en México. INE-SEMARNAT.
- Sutherland, W. 1996. *Ecological Census Techniques*. Cambridge University, Cambridge, Gran Bretaña.
- Tejeda-Cruz, C., E. J. Naranjo, A. D. Cuarón, H. Perales y J. L. Cruz-Burguete. 2009. *Habitat use of wild ungulates in fragmented landscapes of the Lacandon forest, Southern Mexico*. *Mammalia* 73: 211-219.
- Torres-Romero, E. J. 2009. *Densidad, abundancia, uso de hábitat y patrones de actividad del ocelote (Leopardus pardalis) en la zona noreste del estado de Quintana Roo: estudio usando cámaras trampa*. Tesis de maestría. Colegio de la Frontera Sur.
- Valdez, R., J. G. Guzmán-Aranda, F. J. Abarca, L. A. Tarango-Arámbula y F. Clemente-Sánchez. 2006. *Wildlife Conservation and Management in Mexico*. *Wildlife Society Bulletin* 34(2): 270-282.
- Vázquez, B. L., y D. Valenzuela-Galván. 2009. *¿Qué tan bien representados están los mamíferos mexicanos en la red federal de áreas naturales protegidas del país?* *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80:249-258.
- Weber, M. 2000. *Effects of hunting on tropical deer populations in Southeastern Mexico*. MSc Thesis, Royal Veterinary College, University of London, London, United Kingdom.
- Yañez-Arenas, C., S. Mandujano, E. Martínez-Meyer, A. Pérez-Arteaga, y A. González-Zamora. 2012. *Modelación de la distribución potencial y el efecto del cambio de uso de suelo en la conservación de los ungulados silvestres del Bajo Balsas, México*. *THERYA* vol.3 (1):67-79.
- Zarza, H., C. Chávez y G. Ceballos. 2007. *Uso de hábitat del jaguar a escala regional en un paisaje con actividades humanas en el sur de la Península de Yucatán*. In G.

Ceballos, C. Chávez, R. List y H. Zarza (eds). Conservación y manejo del jaguar en México: estudio de caso y perspectivas. Conabio-Alianza WWF-Telcel-Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Zlotnik, H. 1992. *Empirical Identification of International Migration Systems*. In M. M. Kritz, L. L. Lim, y H. Zlotnik. (eds). *International Migration Systems: A global Approach*. Clarendon Press: Oxford.

## **CAPITULO II**

# **PATRONES DE ACTIVIDAD DE LOS MAMÍFEROS MEDIANOS Y GRANDES EN DIFERENTES CONDICIONES DE MANEJO EN LA REGIÓN DEL BAJO BALSAS, MICHOACÁN, MÉXICO**

## INTRODUCCIÓN

Los mamíferos medianos y grandes que habitan los bosques tropicales constituyen comunidades diversas funcionalmente. Tienen importancia en la dinámica y mantenimiento de los ecosistemas (Dirzo y Miranda, 1991), influyen en la regeneración y recuperación de los bosques tropicales mediante la dispersión y depredación de semillas de numerosas especies vegetales, además actúan como controladores biológicos de algunos insectos como son los mosquitos (Bolaños y Naranjo, 2001). También son fuentes importantes de recursos naturales como carne de monte, y tienen valor económico, religioso, medicinal y ornamental por los pobladores que habitan estos bosques (Naranjo y Cuarón, 2010).

Sin embargo, tres cuartas partes de la diversidad de mamíferos de todo el mundo está en peligro de extinción debido a diferentes procesos de deterioro ambiental ocasionados por el incremento de la población y sus actividades (Naranjo y Cuarón, 2010). Los mamíferos de tamaño mediano y grande son proporcionalmente los más afectados por estas actividades ya que requieren áreas extensas de hábitat, presentan bajas tasas de reproducción y bajas densidades, además de sufrir fuerte presión de cacería (subsistencia, deportiva, y comercial), por lo que son muy sensibles a las actividades antropogénicas (González-Maya, 2007).

La conservación de mamíferos representa un reto para un sector cada vez mayor de la ciencia actual, esta conservación se refiere principalmente a la disminución de los efectos producidos por el hombre sobre las poblaciones de los animales. A su vez, los mamíferos son un grupo de gran complejidad dentro de los bosques tropicales, y es uno de los grupos más importantes en el flujo de energía y la dinámica en general de estos ecosistemas, aunado a la gran diversidad de hábitats que estos ocupan (González-Maya, 2007).

El estudio del comportamiento animal ha sido durante mucho tiempo un tema de interés para diversas personas, como los biólogos evolutivos, biólogos de la conservación y actualmente a los manejadores de vida silvestre. Los patrones de actividad es un subconjunto del estudio general del comportamiento. A pesar de la popularidad de este tema de investigación, el registro y la cuantificación de los patrones de comportamiento y actividad en el medio silvestre presentan retos, y con este fin, una variedad de técnicas se

han empleado con diferentes grados de éxito como la telemetría, siendo actualmente las trampas cámara las más utilizadas (Bridges y Noss, 2011).

Las trampas cámara han mejorado nuestra habilidad para estudiar la actividad y los movimientos que son difíciles de observar o son raros debido a que la mayoría de las especies son nocturnas. La hora registrada en las fotografías nos proporcionan una relación detallada de los patrones de actividad de las especies (Lynam *et al.* 2013).

Los patrones de actividad diaria de muchos animales son conocidos en términos generales (si una especie es mayormente nocturna o diurna) pero detalles de estos patrones no están bien descritos. La información sobre los patrones de actividad son necesarios tanto para incrementar nuestro conocimiento de la ecología de las especies y para entender los impactos de las actividades humanas sobre el comportamiento de las especies afectadas (Blake *et al.* 2012).

El comportamiento de cualquier animal dependerá de las características intrínsecas del individuo (estado fisiológico, sexo, edad) y de condiciones extrínsecas como el tipo de vegetación, cantidad y calidad de las plantas disponibles como forraje, cobertura de protección, de la disponibilidad de agua, temperatura, humedad, y precipitación del ambiente (Gallina y Bello, 2014). De las necesidades o requerimientos de los animales y de las complejas interacciones con el medio ambiente, resultan patrones de actividad propios que no son sino una adaptación a las variaciones diarias y estacionales, y que pueden diferir entre individuos de acuerdo con la edad, sexo, estado fisiológico, hora del día y condiciones climáticas (Lariviete *et al.* 1994).

Diversos estudios sugieren que los patrones de actividad de los mamíferos medianos y grandes son afectados principalmente por factores externos como temperatura, altitud, ciclos de la luz y oscuridad, y fases lunares. Por ejemplo, Carrillo (2000), encontró que en el Parque Nacional Corcovado en Costa Rica, el jaguar (*Panthera onca*) se alimenta principalmente de mamíferos terrestres, y de algunas especies marinas, como la tortuga lora (*Lepidochelys olivácea*), en días con luna nueva o cuarto menguante, cuando las tortugas marinas desovaron en mayor número, y las horas de mayor actividad de un jaguar hembra con radiocollar se registraron por la noche. Asimismo, el número de huellas de jaguares que

encontró en la playa en estas noches fue mayor que en las noches con luna llena o cuarto creciente, cuando había menos disponibilidad de tortugas. Por otro lado en las noches de luna llena y cuarto creciente, el movimiento del jaguar fue mayor en el día coincidiendo con las horas en que los pecaríes estuvieron más activos.

Otros factores que influyen en los patrones de actividad de los mamíferos son; la presencia de depredadores, y disponibilidad de hábitat. Por ejemplo, la actividad de *Tapirus pinchaque* (tapir de montaña), disminuye a lo largo de senderos dentro del bosque montano mientras que aumentó en saladeros en la misma área (Lizcano y Cavalier, 2000). Disponibilidad de presas, por ejemplo, anteriormente se creía que los jaguares eran nocturnos, sin embargo, en la actualidad se sabe que el periodo de actividad del jaguar depende de la disponibilidad de presas. En lugares donde el jaguar se alimenta de presas nocturnas abundantes, está más activo de noche, mientras que si las presas son diurnas su actividad se centra en el día (Carrillo, 2000; Monroy-Vilchis *et al.* 2011; Lira *et al.* 2012). También, el tamaño corporal influye en la conducta de los grandes mamíferos del neotrópico que tienen requerimientos energéticos mayores, forrajean durante todo el día, situación que ha sido observada en las dos especies de pecaríes que habitan el país (*Tayassu pecari* y *Pecari tajacu*) y el venado temazate (*Mazama temama*) (Monroy-Vilchis *et al.* 2011; Lira *et al.* 2012).

Otros estudios reportan que las diversas actividades antropogénicas (cacería, deforestación y cambio de uso de suelo), afectan la actividad de los mamíferos, tal es el caso del armadillo (*Dasypus novemcinctus*), especie solitaria y de hábitos principalmente nocturnos y crepusculares pero en zonas no perturbadas se les encuentra activos durante el día (Ceballos y Galindo, 1984). Se ha observado este mismo caso en el puma (*Puma concolor*) y venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), las cuales estuvieron activas las 24 horas del día y probablemente asociado a la poca presión humana. Otros estudios han concluido que los patrones de actividad de las especies está influido por factores ambientales (humedad, temperatura) y disponibilidad de recursos (alimento, presas) (Lira *et al.* 2012; Charre-Medellín, 2012).

El objetivo general de este capítulo fue analizar los horarios de actividad, así como determinar si existe una relación entre la riqueza y tasa de captura de mamíferos y las variables ambientales y antropogénicas en diferentes condiciones de manejo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Objetivo 4.** Examinar la relación entre riqueza y abundancia (tasa de captura) de mamíferos y variables antropogénicas (distancia a carreteras y densidad humana) y ambientales (precipitación y temperatura).

### *Selección de los sitios del área de trabajo*

Los sitios de estudio se seleccionaron de manera cualitativa a partir de recorridos de observación en campo y a partir de las distintas actividades de manejo que reportaron los habitantes de la región de estudio por medio de entrevistas. Los sitios fueron seleccionados considerando las siguientes categorías: áreas con manejo agrícola (áreas donde la vegetación original se ha sustituido por agricultura o pastizales para ganadería), áreas con manejo cinegético (sitios registrados como UMA extensiva) y validado por SEMARNAT (2015), y áreas sin manejo aparente (sitios con vegetación natural, con bajas actividades agrícolas y cinegéticas). Se seleccionó un sitio para cada categoría que estuviera presente en el interior y en el exterior de la reserva de la Biosfera Zicuirán-Infiernillo, así como la seguridad. A partir de esta clasificación, se seleccionaron seis localidades pertenecientes a tres municipios de la Región del Bajo Balsas (Huacana, Churumuco y Arteaga) (Fig. 6). Se realizaron cinco salidas de muestreo con una duración de siete días en promedio, entre febrero y mayo del 2013 en época de secas.

Para evaluar la respuesta de los mamíferos al manejo asignado en términos de estructura y horarios de actividad, se colocaron 18 cámaras, tres cámaras en cada sitio de muestreo, incluyendo en una zona sin manejo aparente dentro de la reserva (zona núcleo) y una zona sin manejo aparente en el exterior. Se colocaron además tres cámaras en áreas con manejo cinegético (UMA) tanto dentro como fuera de la reserva, y en áreas con manejo agrícola dentro (zona de amortiguamiento), y fuera de la reserva. Las localidades seleccionadas fueron:

**Zacatón (Manejo cinegético) fuera de la reserva**

También conocido como el Otate, es una localidad perteneciente al municipio de Arteaga, situada a 400 msnm, sus coordenadas geográficas son 18°10'43''W y -102°39'00''N. La temperatura mínima es de 14.9°C y máxima de 34.7°C, la precipitación anual es de 861mm. La vegetación predominante es bosque tropical caducifolio primario y secundario, vegetación inducida (pastizal inducido y cultivado), y selva mediana subcaducifolia (INEGI, 2012), tiene 12 habitantes, y las principales actividades económicas son la agricultura y ganadería.

**Ichamio (Manejo cinegético) dentro de la reserva**

Es una localidad perteneciente al municipio de La Huacana, situada a 425 msnm, sus coordenadas geográficas son 18°57'07''W y -101°49'25''N. La temperatura mínima es de 12.9°C y máxima de 34.6°C, y el promedio de precipitación anual es de 964mm. La vegetación predominante es bosque tropical caducifolio primario y secundario, vegetación inducida (pastizal inducido y agricultura de temporal) (INEGI, 2012). Tiene 681 habitantes y las principales actividades económicas son la agricultura, ganadería, explotación forestal, caza y comercio.

**Cobano (Manejo agrícola) fuera de la reserva**

Es una localidad perteneciente al municipio de Arteaga, está situada a 520 msnm, sus coordenadas geográficas son 18°21'39''W y -102°04'24''N. La temperatura mínima es de 13.9°C y máxima de 34.8°C, la precipitación anual es de 836mm. La vegetación predominante es bosque tropical caducifolio primario y secundario, pastizal cultivado y bosque de encino en sus altitudes más elevadas >600 msnm (INEGI, 2012). Tiene 40 habitantes y las principales actividades económicas son la agricultura, ganadería, y explotación forestal.

**Piedra Verde (Manejo agrícola) dentro de la reserva**

Es una localidad perteneciente al municipio de La Huacana, está situada a 220msnm, sus coordenadas geográficas son 18°47'47''W y -101°55'51''N. La temperatura mínima es de 17°C y máxima de 39.6°C, la precipitación anual es de 649mm. La vegetación predominante es caducifolio tropical caducifolio primario y secundario, pastizal inducido y selva baja espinosa (INEGI, 2012). Tiene 459 habitantes y las principales actividades económicas son la agricultura, ganadería, pesca y comercio.

**Platanar (Área sin manejo aparente) fuera de la reserva**

Es una localidad perteneciente al municipio de Churumuco, está situada a 700msnm, sus coordenadas geográficas son 18°41'26''W y -101°27'06''N. La temperatura mínima es de 11.7°C y máxima de 33.1°C, la precipitación anual es de 1152mm. La vegetación predominante es bosque tropical caducifolio primario y secundario, vegetación inducida (pastizal inducido y agricultura de temporal) y bosque de encino en las zonas más altas > 1300msnm (INEGI, 2012). Tiene 311 habitantes y las principales actividades económicas son la agricultura, ganadería, explotación forestal y comercio.

**San Francisco de los Ranchos (Zona núcleo)**

Es una localidad perteneciente al municipio de La Huacana, situada a 220 msnm, sus coordenadas geográficas son 18°42'06''W y -102°00'48''. La temperatura mínima es de 14.9°C y máxima de 36.3°C, la precipitación anual es de 789mm. La vegetación predominante es bosque tropical caducifolio primario y secundario, vegetación inducida (pastizal inducido, cultivado y agricultura de temporal), y bosque de encino y encino-pino en sus altitudes más elevadas >1000 msnm (INEGI, 2012). Tiene 498 habitantes y las principales actividades económicas son la agricultura, ganadería, explotación forestal, pesca y comercio.

### *Trampas cámara*

Se utilizaron 17 cámaras trampa digitales (Wildview Xtreme de 4 megapíxeles), y en la comunidad del Platanar dos cámaras (Bushnell), pertenecientes al programa de monitoreo ambiental de la comunidad, quienes nos permitieron usar sus registros. Las tres cámaras en cada sitio de muestreo fueron programadas para permanecer activas las 24 horas, se revisaron una vez al mes para cambiar baterías, tarjetas de memoria, y para observar el buen funcionamiento de las mismas, su posición fue georreferenciada con ayuda de un GPS. Todos los fotoregistros contenían la hora y la fecha. Las cámaras fueron colocadas en torno a cuerpos de agua, caminos y veredas donde se encontraron rastros de mamíferos, a una altura de 30 a 40cm del suelo, y a una distancia mínima de 1 a 1.5 km entre cámaras. Las cámaras se programaron para ser activadas después de un minuto y que tomarán tres fotografías por evento, con la finalidad de maximizar la información en cada evento. Las especies registradas fueron identificadas con base en literatura especializada (Aranda, 2000; Ceballos *et al.* 2005).

### *Análisis espacial*

Con la ayuda de las herramientas de un Sistema de Información Geográfica (SIG) ArcGIS ESRI 9.3. Se estableció un área de influencia en torno a cada trampa cámara, en donde el tamaño del área fue determinado de acuerdo a la especie con el ámbito hogareño más grande registrado en cada localidad (*Puma concolor* y *Panthera onca*) con base en lo reportado en la reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala (Núñez *et al.* 2002) y en la Región Costa, Sierra Madre del Sur y Depresión del Balsas (Charre-Medellín, 2012) ya que son los estudios más cercanos a nuestra área de estudio. Se seleccionó un promedio de ámbito hogareño para pumas y jaguares de 60 km<sup>2</sup>.

Una vez establecida el área de influencia para cada cámara trampa necesaria para analizar las características de la vegetación y las variables humanas, se sobrepuso a las capas con valores de las variables humanas. A continuación se describe cada una de las variables evaluadas:

### *Población humana*

Para estimar la población humana en las áreas de influencia de los sitios, se localizó a las poblaciones humanas con base en el Censo Nacional de Población y Vivienda del 2010, presentado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) ([www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx)). Se obtuvieron dos valores respectivos a la población: la población total, y la densidad poblacional. Para el primero, se seleccionaron todas las localidades dentro del *buffer* y se sumó la población total de todas. Para el segundo, se dividió la población total entre el área del *buffer*.

### *Distancia a caminos*

Se calculó la distancia a caminos y carreteras más cercanos al *buffer* creado para cada cámara. Se utilizaron las cartas topográficas de INEGI escala 1:250,000.

### *Cobertura vegetal*

Una vez obtenido los *buffers* para cada localidad, se realizó una superposición del insumo de la serie IV de INEGI, utilizando la herramienta “Analysis tools” del programa ArcGis ESRI 9.3, posteriormente se calculó el área en km<sup>2</sup> para cada tipo de vegetación.

Además, se utilizaron los valores promedio, máximos y mínimos de temperatura y precipitación, seleccionándose seis de las 19 variables ambientales (Cuervo-Robayo *et al.* 2013). Las variables ambientales analizadas presentan una resolución de 90 m y son: Bio1 = Temperatura media anual, Bio5 = Temperatura máxima del mes más cálido, Bio6 = Temperatura mínima del mes más frío, Bio12 = Precipitación anual, Bio13 = Precipitación del mes más lluvioso, Bio14 = Precipitación del mes más seco.

**Objetivo 5. Analizar los horarios de actividad de los mamíferos medianos y grandes entre las distintas áreas de manejo.***Horarios de actividad*

Para determinar los horarios de actividad de los mamíferos se consideraron solamente los fotoregistros independientes en ciclos de 1 hora. Con los fotoregistros independientes en ciclos de 1 hora se determinaron los horarios de actividad de los mamíferos que obtuvieron al menos 11 fotografías independientes ya que este número se ha considerado como el mínimo para describir el patrón de actividad (Monroy-Vilchis *et al.* 2011; Lira *et al.* 2012).

La actividad de los mamíferos se dividió en tres periodos; diurnos cuando se observó luz (08:01-18:00 hrs), crepusculares (06:01-08:00 y 18:01-20:00 hrs) y nocturnos cuando no se observó luz (20:01-06:00 hrs) (Monroy-Vilchis *et al.* 2011; Lira *et al.* 2012; Pureco-Rivera, 2013). Una vez hecha esta división del día, los registros fotográficos de las especies se asignaron al periodo correspondiente del día.

De manera complementaria se realizó un análisis para evaluar los horarios de actividad. Primero creamos una base de datos en donde el tiempo de registro es dividido entre las 24 horas del día, posteriormente se utilizó el programa estadístico R versión 3.0.1 R (Core team, 2012), se utilizaron las bibliotecas “overlap”, “boot” y “MASS”, y el tiempo se convirtió en radianes y medimos la superposición de la actividad de los mamíferos entre los diferentes tipos de manejo. Ridout y Linkie (2009) mencionan que el mejor coeficiente de superposición,  $\Delta$ , es definido como el área bajo la curva que se forma tomando el mínimo de la densidad de dos funciones en cada punto de tiempo. El coeficiente de superposición = 1 si las densidades de actividad son idénticas y es = 0 si ellas no tienen un período de actividad común. Utilizamos el estimador  $\Delta_1$  para el coeficiente de superposición debido a que es recomendado para tamaños de muestra pequeñas (Ridou y Linkie, 2009).

Se realizaron pruebas estadísticas múltiples pareadas de Watson-Williams (prueba de F) para determinar si existen diferencias en los horarios de actividad por tipo de manejo. Las pruebas estadísticas fueron realizadas utilizando el software Oriana versión 4.0 (Kovach, 2012). El programa permite trabajar con una variedad de tipos de datos circulares en sus formatos nativos: esto incluye ángulos, tiempo, día de la semana, mes, día o semana del año, y compara direcciones.

### *Análisis Multivariados*

#### *Análisis de componentes principales*

Con el programa estadístico R versión 3.0.1., realizamos un análisis de componentes principales utilizando las bibliotecas “ade4”, “vegan”, “gclus” y “ape”, y la función adicional “PCA.R”. El ACP se realizó con la finalidad de observar la relación entre las variables antropogénicas y ambientales sobre las tasas de captura de los mamíferos medianos y grandes. Es una técnica utilizada para reducir la dimensionalidad de un conjunto de datos. Intuitivamente la técnica sirve para hallar las causas de la variabilidad de un conjunto de datos y ordenarlas por importancia.

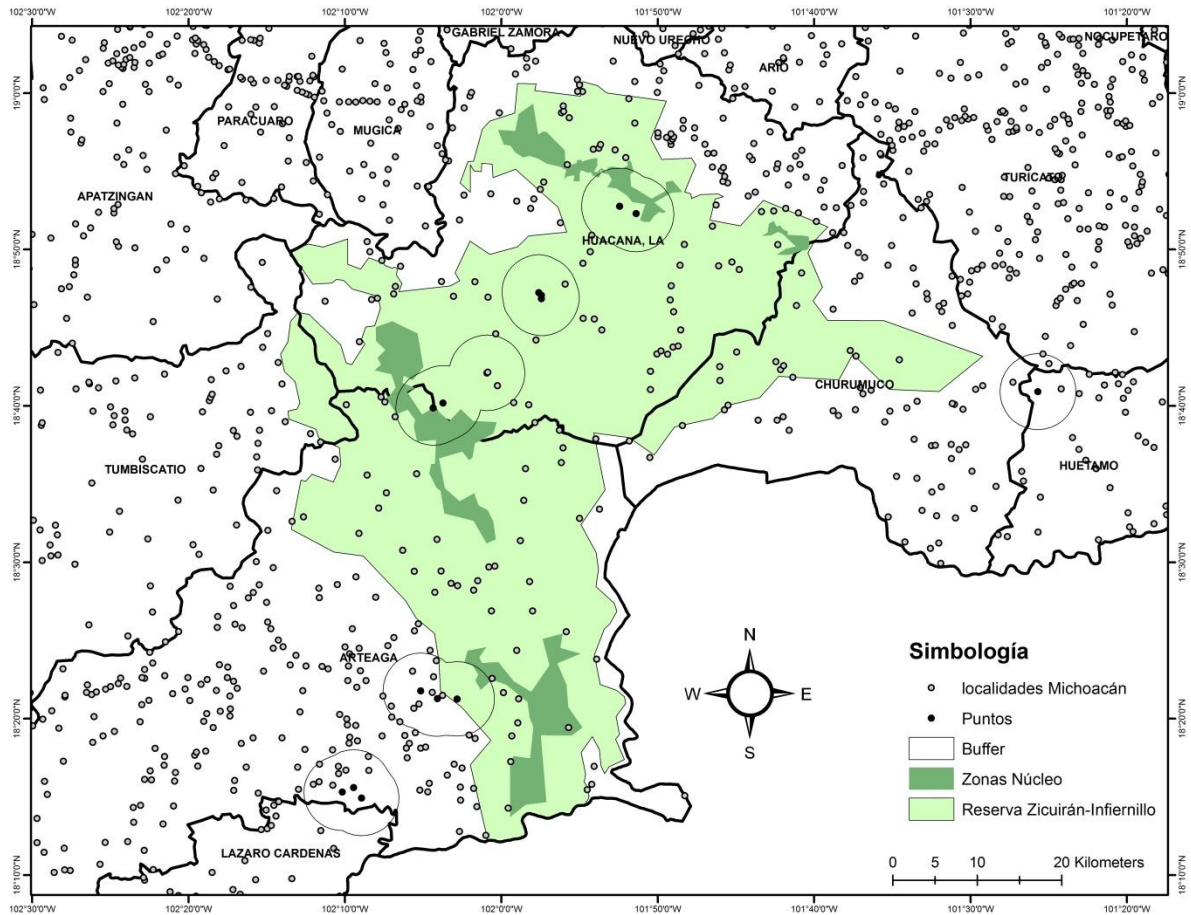
## RESULTADOS

### *Análisis espacial*

Con el análisis del área de influencia (60km<sup>2</sup>) se obtuvieron los siguientes resultados de las variables ambientales (precipitación y temperatura). La temperatura media anual (Bio1) oscilan entre los 21.8 y 27.3°C, siendo las temperaturas máximas del mes más caluroso (Bio5) en Piedra Verde\_1 (39.2°C), y por tipo de manejo encontramos que el manejo agrícola presenta las temperaturas máximas (36.8°C). Las temperaturas mínimas del mes más frío (Bio6) se encontraron en San Francisco de los Ranchos (SFCO\_1) y por tipo de manejo es en las zonas sin manejo aparente donde se presenta la temperatura mínima (12.4°C). En cuanto a la precipitación anual (Bio12) y la precipitación del mes más lluvioso (Bio13), la localidad del Platanar presenta los valores más altos (1131mm) y (71mm) respectivamente. Por tipo de manejo, el manejo cinegético presenta la mayor precipitación (51.1mm), mientras que el manejo agrícola presenta la menor. La precipitación del mes más seco (Bio14), se encuentra en (SFCO\_3) (Apéndice 3).

### *Densidad humana*

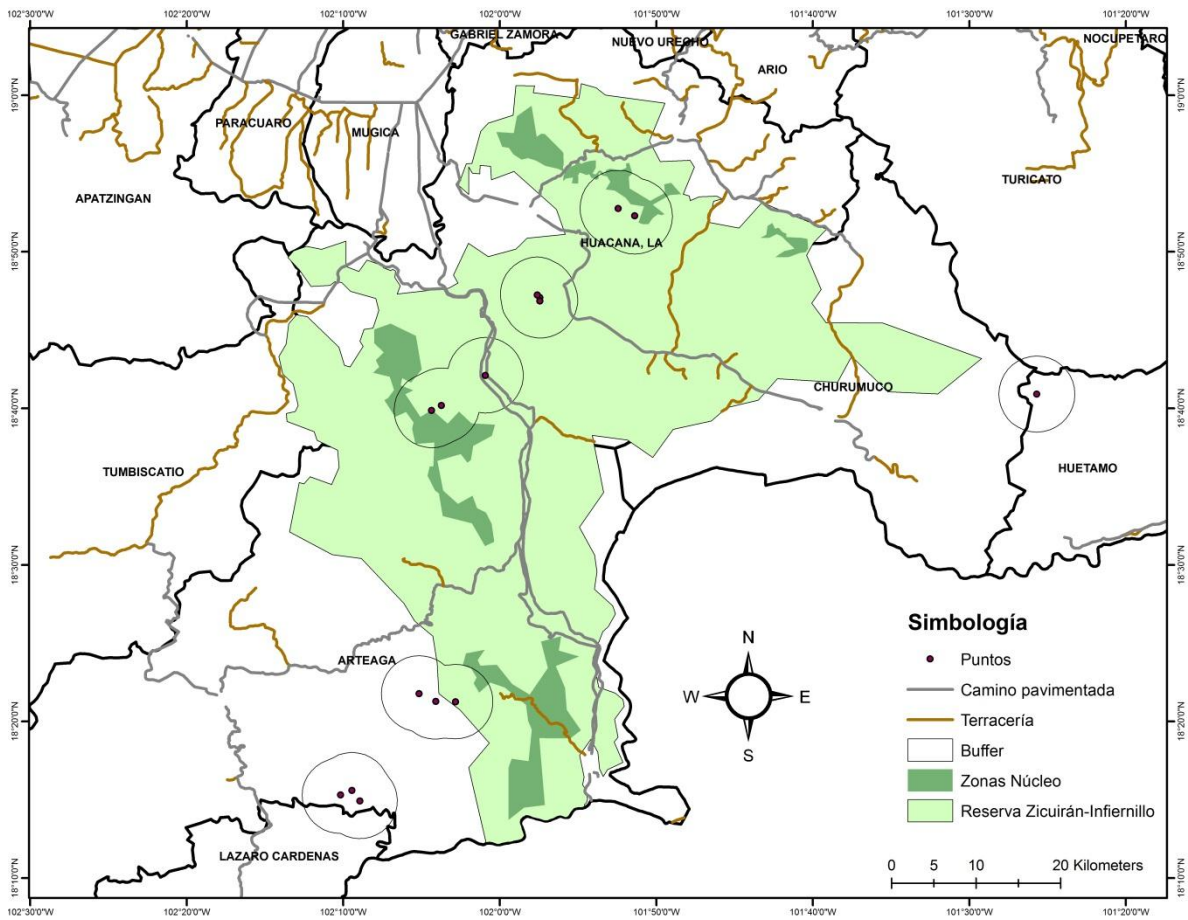
Dentro del área de influencia de las cámaras encontramos distintas poblaciones humanas con un rango de 0 a 1195 habitantes. En torno al Cobano se presentan 12 poblaciones, alrededor del Zacatón nueve, en el Platanar cuatro, en San Francisco de los Ranchos dos y en Piedra Verde e Ichamio solamente una. El manejo cinegético presentó la menor densidad humana con 0.39, seguido del manejo agrícola con 4.39, y por último las áreas sin manejo aparente con 13.06, siendo la zona núcleo la que presenta la mayor densidad humana (fig. 17).



**Figura 17.** Densidad humana, para el área de estudio (INEGI, 1:250,000).

*Distancia a caminos*

La accesibilidad a las cámaras vario de localidad a localidad, en general, la localidad del Platanar presentó la mayor distancia a caminos (16.9 km<sup>2</sup>) seguido de la localidad del Zacatón (9.62 km<sup>2</sup>), y por último la localidad de Piedra Verde con (3.15 km<sup>2</sup>). Los sitios sin manejo aparente y cinegéticos presentaron el mayor aislamiento a caminos con 24.1 km<sup>2</sup> y 14.8 km<sup>2</sup> respectivamente. Por el contrario, las áreas con manejo agrícola presentaron la menor distancia a caminos con 9.72 km<sup>2</sup> (Fig. 18).

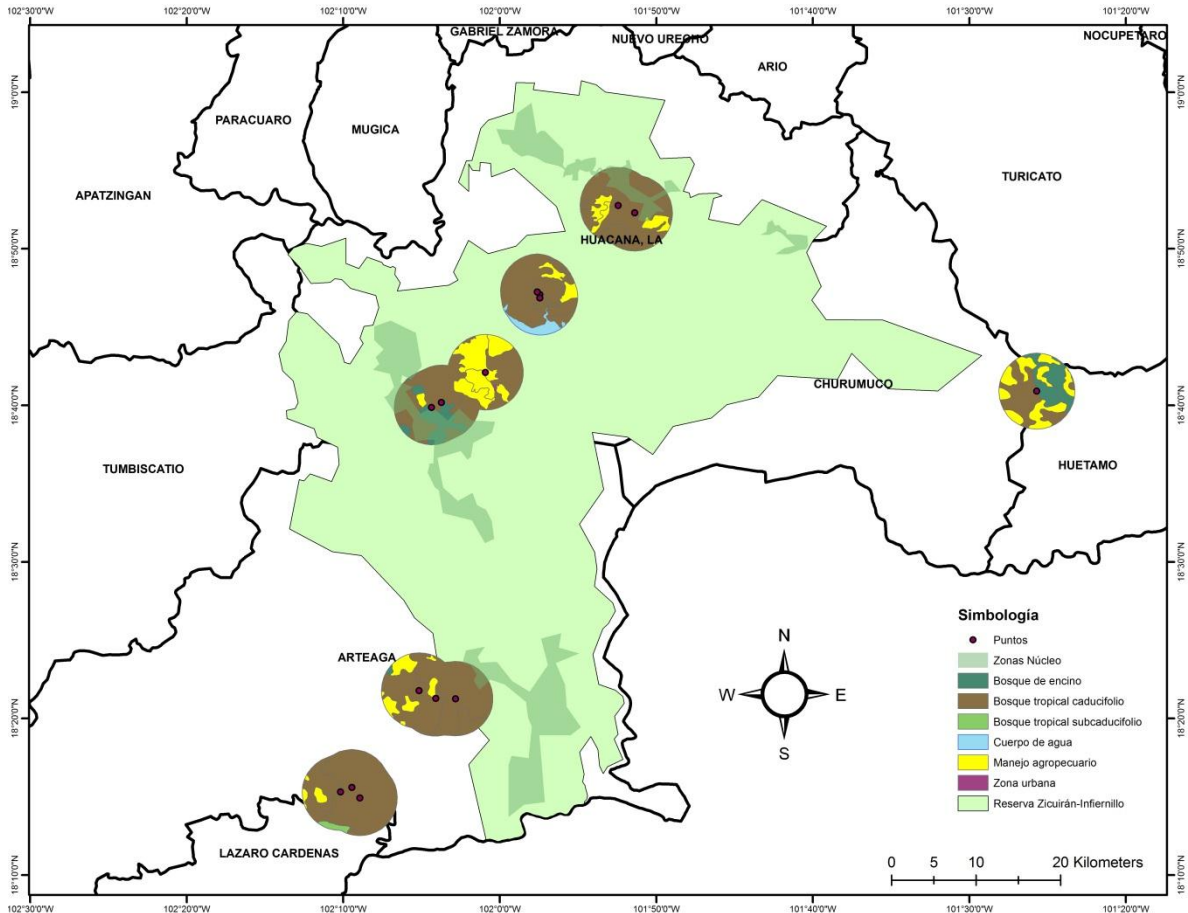


**Figura 18.** Vías de acceso (camino pavimentado, y terracería) en el área de estudio (INEGI, 1:250,000).

### *Superficie de vegetación*

En la categoría de manejo agrícola, agrupamos los tipos de vegetación; pastizal inducido, pastizal cultivado, agricultura de temporal, y de riego. De manera general, la localidad del Zacatón presentó la mayor superficie de bosque tropical caducifolio y la menor superficie agrícola con 58.55 km<sup>2</sup> y 1.83 km<sup>2</sup> respectivamente, mientras que el Platanar presento la menor superficie de bosque tropical caducifolio con 21.79 km<sup>2</sup> y la mayor superficie agrícola y de bosque de encino con 20.53 km<sup>2</sup> y 15.45 km<sup>2</sup> respectivamente. Las áreas con manejo cinegético presentaron la mayor cobertura de bosque tropical caducifolio, seguido

de las áreas con manejo agrícola y por último los sitios sin manejo aparente. Sin embargo, en estas áreas se presentó la mayor heterogeneidad en tipos de vegetación (Fig. 19).



**Figura 19.** Tipos de vegetación en el área de estudio.

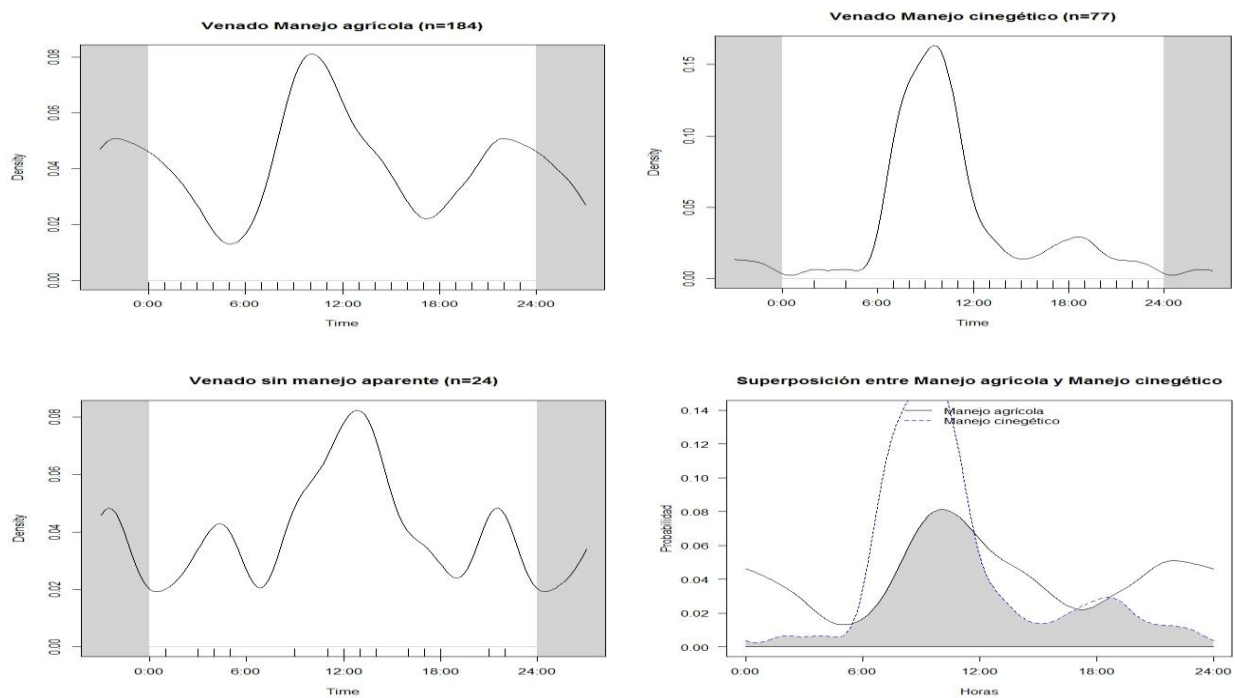
#### *Horarios de actividad*

Se analizaron los horarios de actividad de los ungulados *Odocoileus virginianus*, y *Pecari tajacu*, y los carnívoros *Nasua narica*, y *Leopardus pardalis* ya que fueron las especies que obtuvieron los mayores registros en los tipos de manejo.

El mayor número de registros de venado se obtuvo en el manejo agrícola con 184, seguido del manejo cinegético con 77 y al final las zonas sin manejo aparente con 24 registros. En todos los tipos de manejo, el venado estuvo activo a lo largo de todo el día. En el manejo agrícola su máxima actividad ocurrió a partir del amanecer entre las 7:00 y las

16:00 hrs con un pico entre las 9:00 y 10:00 hrs (media = 11:41 hrs), disminuyendo su actividad durante la tarde y aumentando por la noche ligeramente. En las zonas cinegéticas su máxima actividad ocurrió a partir del amanecer entre las 7:00 y las 12:00 hrs con un pico entre las 9:00 y 10:00 hrs (media = 09:42 hrs), su actividad disminuyó por la noche. En las zonas sin manejo aparente su máxima actividad ocurrió a partir de las 8:00 y las 16:00 hrs con un pico a las 13:00 hrs (media = 12:19 hrs), disminuyó por la tarde y presentó un ligero aumento en su actividad por la noche.

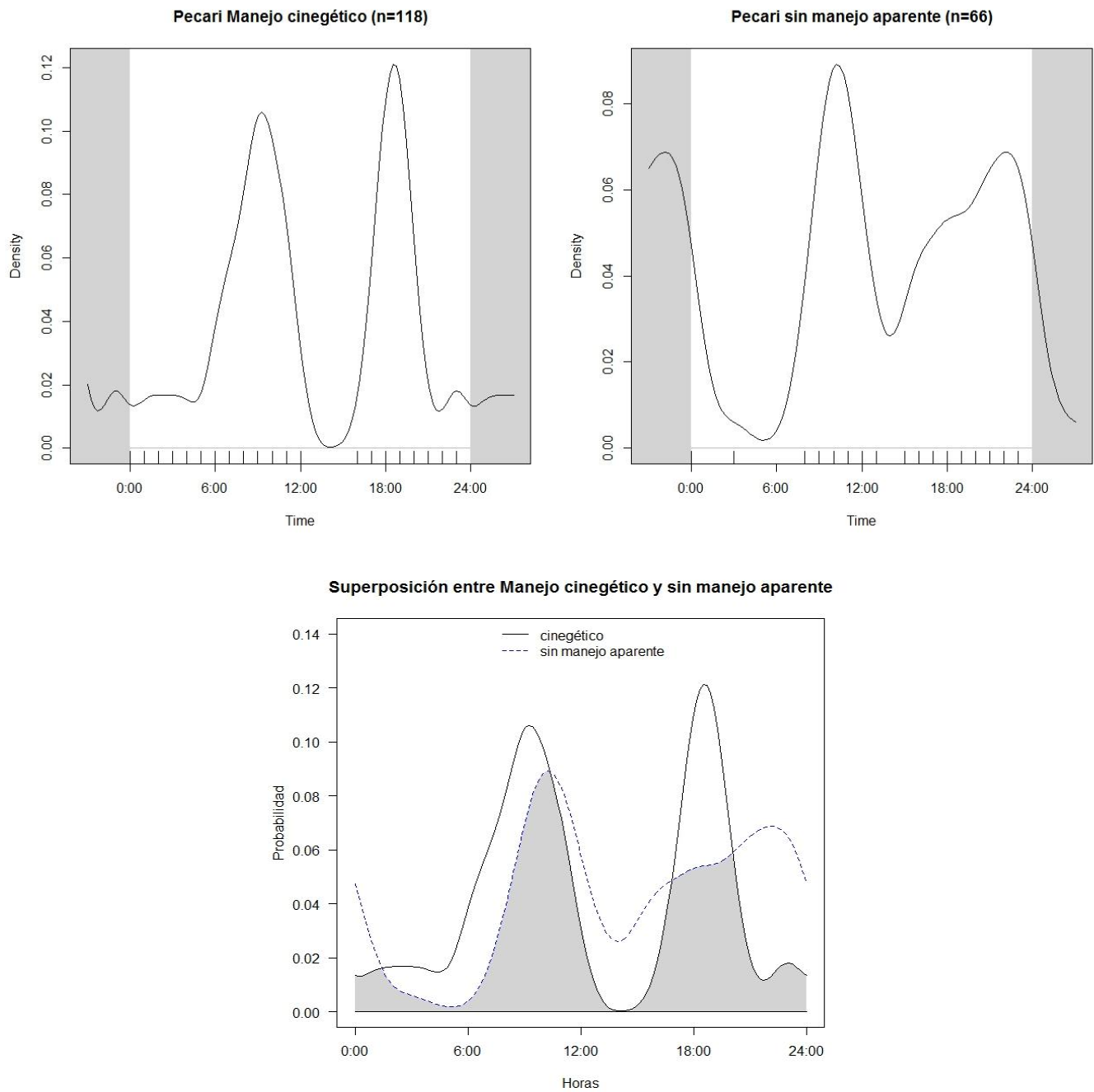
La superposición de su actividad entre el manejo cinegético y el manejo agrícola fue de 0.61, indicando rangos de horarios similares en actividad, pero existieron diferencias significativas para estos tipos de manejo ( $F = 4.976$ ,  $P = 0.027$ ), aunque en ambos tipos de manejo el venado está activo a lo largo del día, concentrando de forma importante su actividad entre las 6:00 y las 12:00 hrs en los sitios cinegéticos y disminuyendo su actividad por la noche, caso contrario sucede en las zonas agrícolas en donde el venado presenta su mayor actividad nocturna (fig.20).



**Figura 20.** Curvas de actividad del venado cola blanca en los diferentes tipos de manejo. El coeficiente de solapamiento es igual al área debajo de cada curva, sombreada de color gris.

En el pecarí de collar el mayor número de registros se observó en sitios cinegéticos con 118, seguido de las zonas sin manejo aparente con 66 registros, y no se determinó el horario de actividad para las áreas con manejo agrícola debido al bajo número de registros. En las áreas con manejo cinegético su máxima actividad ocurrió a partir del amanecer entre las 6:00 y 12:00 hrs y entre las 16:00 y las 21:00 hrs, con dos picos de actividad, el primero fue a las 9:00 hrs y el segundo a las 19:00 hrs (media = 12:19 hrs), no presentó actividad entre las 12:00 y 16:00 hrs, y por la noche ocurrió un ligero aumento en su actividad. En las zonas sin manejo aparente se observó una mayor actividad diurna del pecarí de collar, su máxima actividad ocurrió a partir del amanecer entre las 6:00 y las 12:00 hrs con un pico a las 10:00 hrs (media = 16:09 hrs). Disminuyó su actividad a medio día y posteriormente se presentó un ligero aumento durante el crepúsculo, no presentó actividad entre la 1:00 y 2:00 hrs ni entre las 4:00 y 8:00 hrs.

La superposición entre el horario de actividad entre las áreas con manejo cinegético y sin manejo aparente fue de 0.65, indicando alta superposición en sus horarios de actividad, pero se encontraron diferencias significativas en los horarios de actividad ( $F = 10.543$ ,  $P = 0.001$ ). El pecarí presentó mayor actividad nocturna en áreas con manejo cinegético en comparación con las zonas sin manejo aparente (fig. 21).

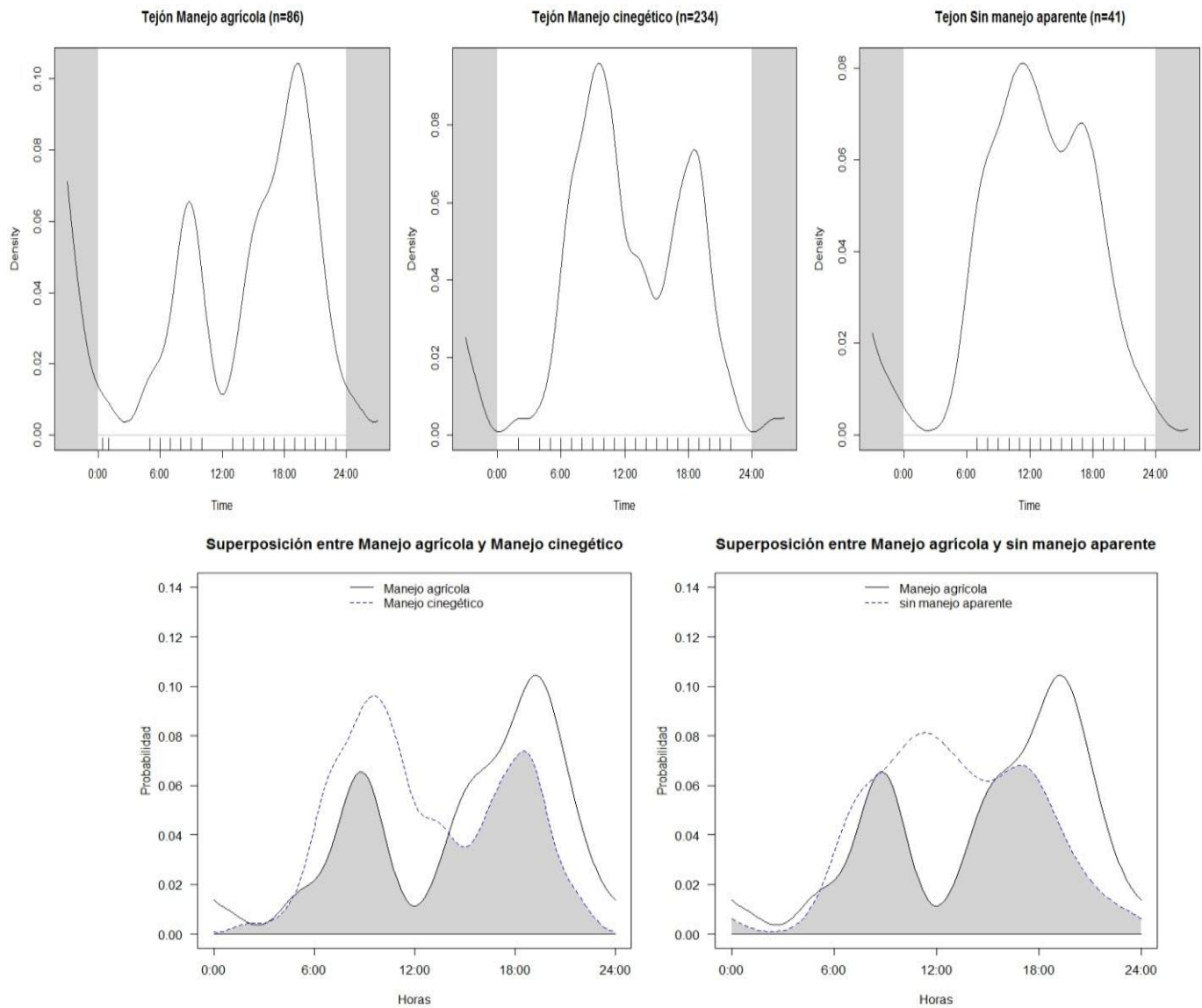


**Figura 21.** Curvas de actividad del pecarí de collar en las áreas cinégeticas y sin manejo aparente. El coeficiente de solapamiento es igual al área debajo de ambas curvas, sombreadas de color gris.

Se obtuvieron los mayores registros de tejón en áreas con manejo cinegético con 234, seguido de las áreas con manejo agrícola con 86, y por último las áreas sin manejo aparente con 41 registros. En las áreas con manejo agrícola, su máxima actividad ocurrió a partir del amanecer entre las 6:00 y las 10:00 hrs y entre las 13:00 y 23:00 hrs, con dos picos de actividad, el primero fue a las 9:00 hrs y el segundo a las 20:00 hrs (media = 17:03 hrs), fue principalmente de hábitos crepusculares, no presento actividad durante la noche 2:00 y 4:00 hrs y por la mañana entre las 11:00 y 12:00 hrs.

En áreas con manejo cinegético su máxima actividad ocurrió entre las 5:00 y 12:00 hrs y entre las 16:00 y 22:00 hrs, con un pico de actividad a las 10:00 hrs (media = 12:15 hrs), no presentó actividad por la noche entre las 23:00 y 2:00 hrs. En las zonas sin manejo aparente su máxima actividad ocurrió entre las 7:00 y 21:00 hrs, con un pico de actividad a las 11:00 hrs (media = 13:31 hrs), no presento actividad entre las 00:00 y 7:00 hrs, siendo principalmente diurno.

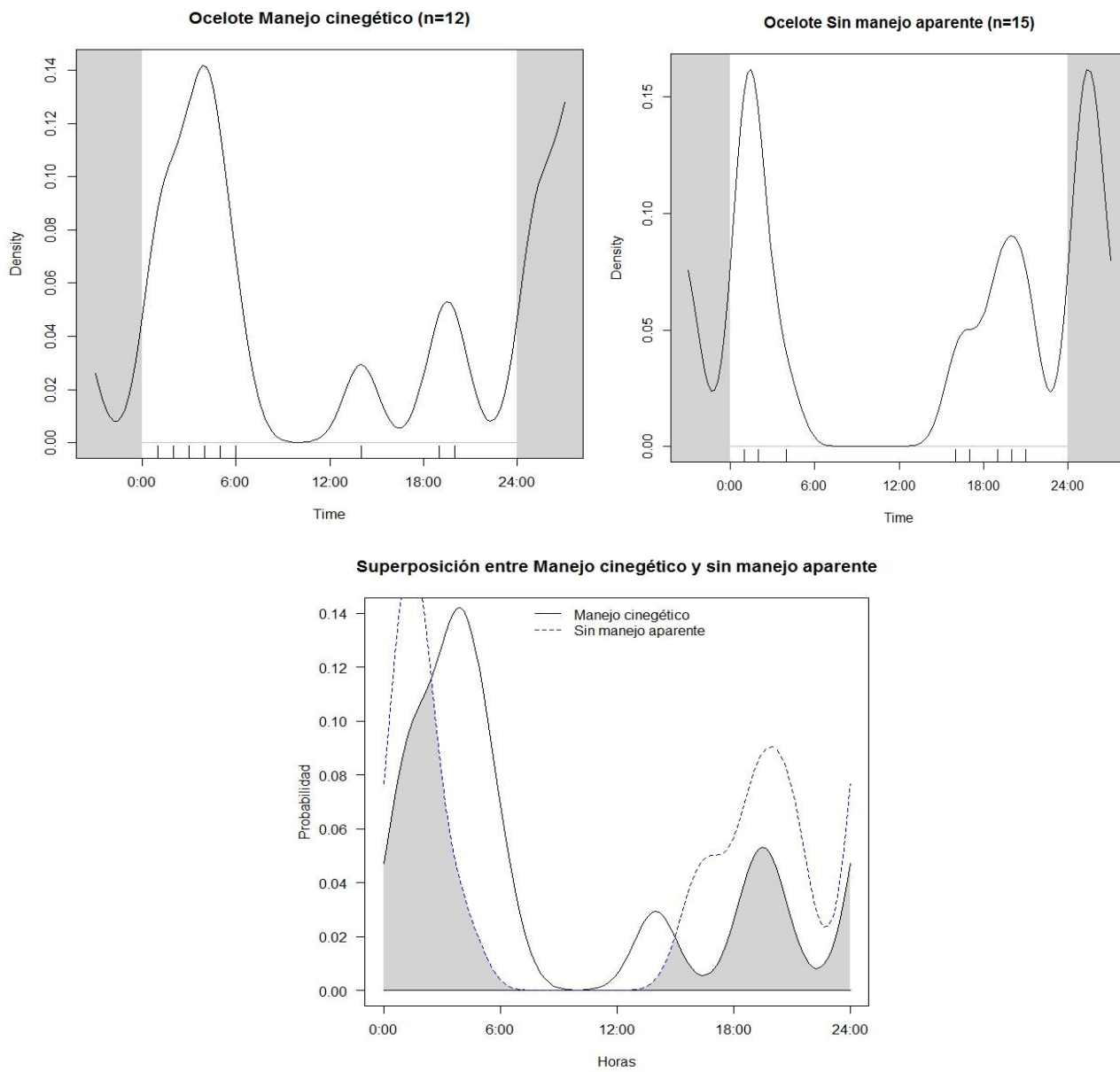
Se encontraron diferencias significativas en los horarios de actividad entre las áreas con manejo cinegético y manejo agrícola ( $F = 39.413$ ,  $P = 1.12E-09$ ), y entre las áreas con manejo agrícola y sitios sin manejo aparente ( $F = 12.492$ ,  $P = 0.0005$ ). El tejón en áreas con manejo agrícola fue más activo durante el crepúsculo y la noche, en cambio, en las áreas cinegéticas y sin manejo aparente su actividad fue principalmente durante el día (fig. 22).



**Figura 22.** Curvas de actividad del tejón en los diferentes tipos de manejo. El coeficiente de solapamiento es igual al área debajo de ambas curvas, sombreadas de color gris.

Se obtuvieron los mayores registros de ocelote en las áreas sin manejo aparente con 15, seguido de las áreas con manejo cinegético con 12, mientras que en las áreas con manejo agrícola no se pudieron analizar los horarios de actividad debido al bajo número de registros. En las áreas con manejo cinegético su máxima actividad ocurrió entre la 1:00 y 6:00 hrs, con un pico a las 4:00 hrs (media = 2:30 hrs), no presento actividad de las 7:00 a las 14:00 hrs y entre las 21:00 y las 00:00 hrs, la especie fue principalmente nocturna. En las áreas sin manejo aparente su máxima actividad ocurrió entre la 1:00 a 4:00 hrs y entre las 16:00 a 21:00 hrs, con un pico en su actividad a la 1:00 hrs (media = 22:35 hrs), no presento actividad entre las 5:00 y 15:00 hrs y entre las 22:00 a 00:00 hrs, la especie fue principalmente crepuscular y nocturna.

La superposición de sus horarios de actividad en áreas con manejo cinegético y sin manejo aparente fue de 0.58. Se encontraron diferencias significativas en los horarios de actividad ( $F = 5.561$ ,  $P = 0.02$ ), en ambos tipos de manejo la especie fue principalmente nocturna, pero en áreas con manejo cinegético presentó mayor actividad durante el día (fig. 23).



**Figura 23.** Curva de actividad del ocelote en las UMAs y zonas conservadas. El coeficiente de solapamiento es igual al área debajo de ambas curvas, sombreadas de color gris.

*Análisis de componentes principales*

En el Análisis de Componentes Principales (ACP), dentro de los Eigenvectores se utilizaron los tres primeros componentes principales, ya que estos acumulan el mayor porcentaje de la varianza explicada (91%) (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Eigenvalores derivados del análisis de componentes principales

Componente	Eigenvalor	Porcentaje de varianza explicada	Porcentaje de varianza acumulada
1	8.3517	64.24	64.24
2	2.3695	18.23	82.47
3	1.22469	9.421	91.892
4	0.73808	5.678	97.569
5	0.31597	2.431	100

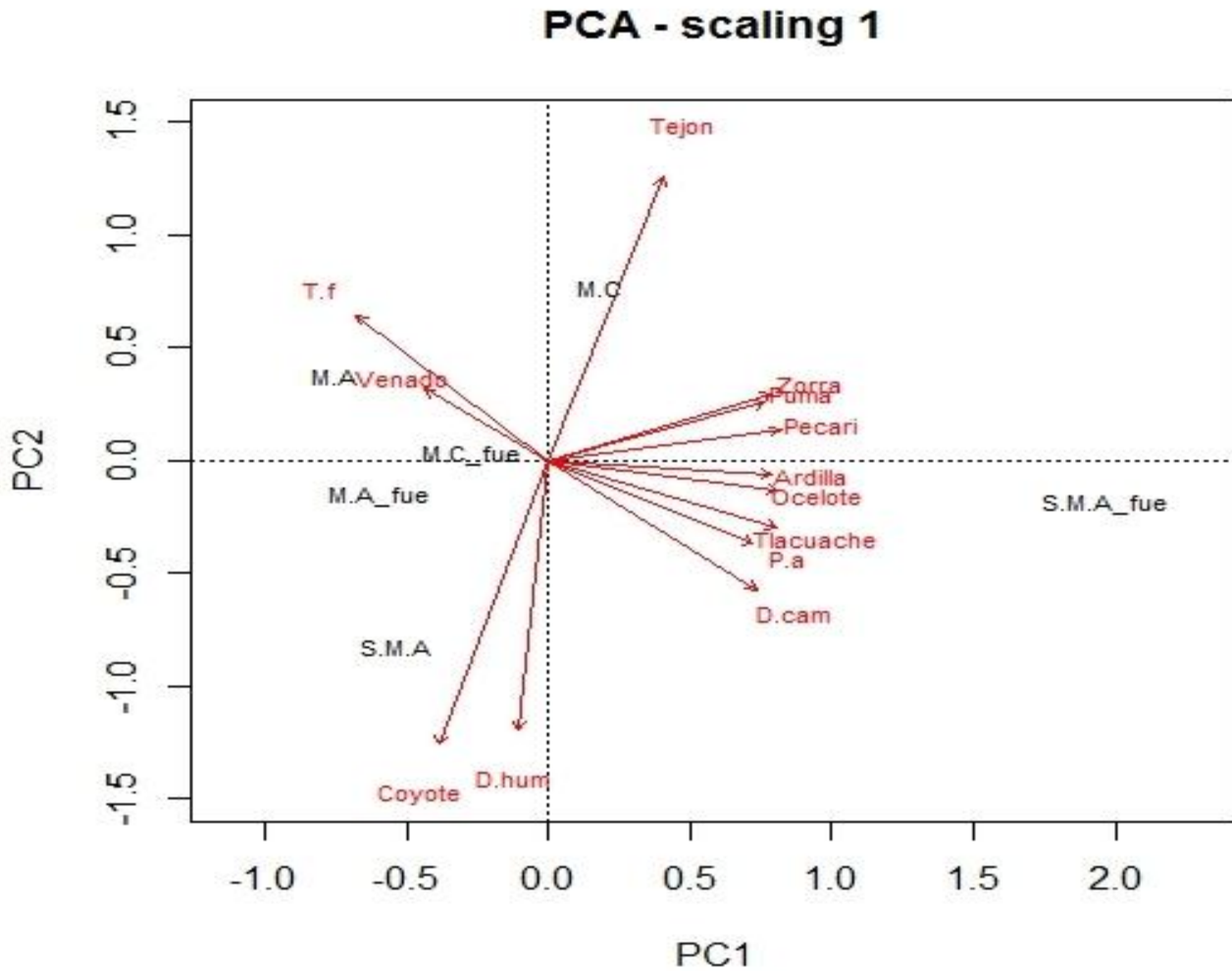
El componente principal (PC1), tuvo una correlación positiva con las especies ocelote, pecarí de collar, ardilla, tlacuache, puma y zorra, y las variables precipitación anual y distancia a caminos, y negativa con la densidad humana (Cuadro 4). El componente (PC2) tuvo una correlación positiva con el coyote y la densidad humana. El componente (PC3) tuvo una correlación positiva con el venado y negativa con la densidad humana (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Correlación de las variables con los tres ejes principales del componente principal.

Variabes	PC1	PC2	PC3
<b>Venado</b>	-0.5261	-0.2012	0.7566
<b>Tejón</b>	0.4827	-0.7999	-2132

<b>Ocelote</b>	0.9668	0.08568	-0.01458
<b>Coyote</b>	-0.4655	0.8014	0.1883
<b>Pecarí</b>	0.9819	-0.08517	-0.007389
<b>Ardilla</b>	0.9469	0.03766	0.1022
<b>Tlacuache</b>	0.9628	0.1885	-0.1377
<b>Puma</b>	0.9099	-0.1634	-0.03574
<b>Zorra</b>	0.9406	-0.186	-0.06795
<b>Precipitación anual</b>	0.8636	0.2366	0.3493
<b>Densidad humana</b>	-0.1267	0.7598	-0.5552
<b>Distancia a caminos</b>	0.8773	0.3654	0.1616

El componente principal (PC1), nos indica que el área sin manejo aparente fuera de la reserva tiene mayor influencia que las variables precipitación anual, y distancia a caminos sobre la abundancia de la ardilla, ocelote, tlacuache, pecarí, puma y zorra. Pero se encontró una relación positiva entre precipitación anual y distancia a caminos con la abundancia de estas especies, lo que nos indica que a mayor distancia a caminos y mayor precipitación anual, mayor tasa de captura de estas especies. Por el contrario, se encontró una relación negativa entre las abundancias de estas especies y el área con manejo agrícola, lo que puede indicar que a mayor manejo agrícola, disminuirá la tasa de captura de estas especies (Fig. 24). El área con manejo cinegético dentro de la reserva se correlaciona positivamente con la tasa de captura del tejón, por el contrario se correlaciona negativamente con la tasa de captura del coyote (Fig. 24). La densidad humana se relaciona negativamente con la variable precipitación anual y con la tasa de captura del venado, lo que nos indica que la densidad humana es la variable que más influye sobre la tasa de captura del venado. Podemos decir que a mayor densidad humana, menor tasa de captura de venado y menor precipitación anual (Fig. 24). El área con manejo agrícola fuera, se relacionan negativamente con la tasa de captura del puma, tejón, pecarí y zorra. Por último, el área con manejo cinegético fuera de la reserva se relaciona con la tasa de captura del coyote (Fig. 24). Para mayor información de los datos del análisis de componentes principales, consultar el apéndice 4.



**Figura 24.** Análisis de componentes principales. Simbología; M. A = Manejo agrícola dentro de la reserva, M. A\_fue = Manejo cinegético fuera de la reserva, M.C = Manejo cinegético dentro de la reserva, M.C\_fue = Manejo cinegético fuera de la reserva, S.M.A = Sin manejo aparente, S.M.A\_fue = Sin manejo aparente fuera de la reserva.

## DISCUSIÓN

Nuestros resultados nos permiten aceptar nuestra hipótesis planteada ya que las variables ambientales y antropogénicas influyen en las tasas de captura de la mayoría de los mamíferos. Los intervalos de temperatura mínimas y máximas, así como la precipitación en todas las localidades y tipos de manejo muestreadas, juegan un rol importante en la dinámica de los mamíferos durante la época seca. Por ejemplo, las temperaturas máximas del mes más caluroso se localizaron en áreas con manejo agrícola (36.8°C), y resultaron ser áreas con menor riqueza de especies y en las especies presentes en su mayoría ocurrieron con menores tasas de captura. Las áreas que presentaron la mayor temperatura junto con la menor precipitación presentaron la menor riqueza, y abundancia relativa de los mamíferos medianos y grandes, explicado quizás por una menor disponibilidad de agua, ya que la mayoría de las especies se concentran cerca de cuerpos de agua como manantiales. Charre-Medellín (2012), menciona que estos cuerpos de agua son muy importantes para la fauna silvestre durante la época seca. Otra posible explicación puede ser la baja cobertura vegetal, que sirve de refugio y protección a la fauna, y la mayor detectabilidad que los hace más vulnerables a la caza.

La mayor precipitación anual se encontró en las áreas cinegéticas, en este tipo de manejo se obtuvo la mayor abundancia relativa de algunos mamíferos. Por otro lado, la temperatura mínima del mes más frío está relacionada negativamente con la tasa de captura del pecarí, puma, zorra y tejón. Por otro lado, la precipitación anual influyó en la tasa de captura de la ardilla, puma, zorra, pecarí, ocelote y tlacuache, lo que indica que posiblemente la fuente de agua es importante para estas especies, coincidiendo con lo reportado por Bolaños y Naranjo (2001), y Charre-Medellín (2012), donde mencionan la importancia de las fuentes de agua como ríos, arroyos y manantiales para las poblaciones de ungulados como pecarí de collar y venado cola blanca.

La accesibilidad a los sitios de muestreo es distinta entre localidades, en los sitios sin manejo aparente se presentó la mayor distancia a caminos, coincidiendo con la mayor riqueza de especies y las tasas de captura de los mamíferos, seguido de los sitios con manejo cinegético, los cuales presentaron riqueza intermedia, y por último, las áreas con

manejo agrícola que presentaron mayor accesibilidad por la menor distancia a caminos y en los que se registró la menor riqueza y tasa de captura de mamíferos.

Nuestro ACP muestra que la distancia a caminos influye positivamente en la riqueza y tasa de captura de los mamíferos, las localidades más alejadas de algún camino presentaron la mayor riqueza y la tasa de captura más alta en especies (tlacuache, zorra, puma, ocelote, ardilla, y pecarí), y conforme la distancia a un camino fue menor, disminuyó la riqueza de mamíferos. Algunas posibles explicaciones son a mayor distancia de caminos existe una menor presión humana, mientras que la menor distancia a carreteras y caminos aumenta la presión humana ya que la apertura de caminos les facilita llegar a nuevas áreas para cazar. Cuarón (2000), aporta evidencias que las carreteras y caminos afectan negativamente la riqueza de especies de mamíferos silvestre, ya que reduce la disponibilidad y accesibilidad del hábitat, además de que aumenta la fragmentación del hábitat, proporcionando vías de acceso a cazadores legales e ilegales. Las carreteras de cualquier tipo están asociadas negativamente con la diversidad biológica, porque causan mortalidad por atropellamiento de vehículos, modifica la conducta animal (por ejemplo, en un estudio en la ciudad de Chicago, Illinois E.U.A con mapaches, mostraron que la conducta del mapache cambio en las carreteras con mayor flujo de vehículos, siendo más cautelosos cuando cruzaban las carreteras, lo que disminuyó la tasa de mortalidad de esta especie), dispersión de especies invasoras e incremento de intervención humana. Por ejemplo en los felinos se ha reportado que el principal efecto negativo de los caminos es que limita su movilidad y flujo genético entre poblaciones, funcionando como barrera para la viabilidad de las poblaciones a largo plazo.

Dentro del área de influencia de las cámaras se encuentran diversas poblaciones humanas con hasta 1195 habitantes, siendo las áreas con manejo cinegético las que presentaron la menor densidad humana, seguido de las áreas con manejo agrícola. Las áreas sin manejo aparente presentaron la mayor densidad humana ya que en la zona núcleo se encuentra una de las localidades con mayor presencia humana, sin embargo, nuestros resultados indican que a pesar de que las áreas sin manejo aparente presentan la mayor densidad humana, también presentan la mayor riqueza y tasa de captura de los mamíferos. Una probable razón es que la variable que más influye en la riqueza de la mayoría de las

especies es la distancia a caminos y no la densidad humana, aunado a que en estos sitios se encuentra la mayor heterogeneidad en tipos de vegetación.

El ACP muestra que la densidad humana se relaciona negativamente con la tasa de captura del tejón y del venado, lo que nos indica que a mayor densidad humana menor tasa de captura del tejón y del venado, una posible razón puede ser que son especies de valor cinegético y son de las especies más preferidas por los pobladores por lo que están sometidos a fuertes presiones de cacería. García-Burgos *et al.* (2014), mencionan que generalmente existe una correlación negativa entre el incremento de la densidad humana y la riqueza y abundancia de los mamíferos. Al aumentar la densidad humana aumentan cultivos, zonas perturbadas y caminos, afectando la calidad de los ecosistemas y la comunidad de animales. Además de que la densidad humana también se relaciona con otros impactos sobre la fauna, como la deforestación, sobreexplotación, pérdida de hábitat, contaminación y cacería.

#### *Horarios de actividad*

Aceptamos nuestra hipótesis planteada ya que las distintas actividades humanas influyen de manera diferente en los horarios de actividad de los mamíferos medianos y grandes. Los mamíferos de tamaño corporal más grandes y de valor cinegético son las más afectadas. Se observaron cambios en los horarios de actividad de los mamíferos, siendo más nocturnos y presentando intervalos de actividad más estrechos en sitios con mayor presencia de cacería.

El monitoreo mediante trampas cámara durante las 24 horas al día provee datos detallados y confiables sobre las horas de actividad de las especies registradas a lo largo del día, registrando especies difíciles de observar por sus hábitos nocturnos, sigilosos y arbóreos (Carazo, 2009; Lira *et al.* 2012).

En todos los tipos de manejo el venado cola blanca estuvo activo a lo largo del día. Sin embargo, se encontraron diferencias en los horarios de actividad del venado entre las áreas destinadas a distintas actividades humanas. En áreas de manejo cinegético, el venado presentó un pico de actividad durante el día entre las 9:00 y 10:00 hrs, disminuyendo su

actividad por la noche, por el contrario en áreas con manejo agrícola se observó que el venado inicio su actividad un poco más tarde que en el manejo cinegético, y presento una mayor actividad nocturna, mientras que en los sitios sin manejo aparente, su máxima actividad ocurrió a partir de las 8:00 hrs con un pico a las 13:00 hrs, su actividad disminuyó por la tarde y presentó un ligero aumento por la noche.

Al parecer el venado cola blanca cambia su comportamiento en lugares con alta densidad humana, como en áreas agrícolas debido a la elevada frecuencia de actividades humanas como ganadería, agricultura, y cacería. Estas áreas agrícolas no tienen un control sobre estas actividades, lo que ocasiona que el venado se vuelva más nocturno, evasivo y solitario como una posible estrategia para evitar la cacería. Por el contrario, en áreas con manejo cinegético se presentó menor densidad humana, que además de la disciplina y el control de la caza como los periodos de veda, permiten que las poblaciones de la especie permanezcan estables y el venado este activo a lo largo del día. Además, debemos de tener en cuenta que la actividad del venado puede estar influida por otros factores, tal y como lo reportan Galindo-Leal y Weber (2005), quienes mencionan que la actividad del venado está influida por factores como el sexo, edad, época reproductiva, características del hábitat, disponibilidad de recursos, densidad humana y actividad de depredadores.

No fue posible analizar el horario de actividad del pecarí de collar en el manejo agrícola debido al bajo número de registros. Se encontraron diferencias en los horarios de actividad del pecarí, en las áreas de manejo cinegético mostró dos picos de actividad muy claros, con una mayor actividad nocturna, mientras que en las áreas sin manejo aparente se observó una mayor actividad diurna con un solo pico de actividad. La mayor actividad diurna del pecarí en áreas sin manejo aparente, puede deberse a una baja presión de cacería y al mayor aislamiento de estas áreas. La mayor actividad nocturna en las áreas cinegéticas es una posible respuesta para evitar la cacería, coincidiendo con lo reportado por Aranda *et al.* (2012). Sin embargo, Durango-Cordero (2011), no encontró diferencia entre los patrones de actividad del pecarí de collar en dos sitios con diferente tipo de manejo en Ecuador. Una posible explicación de la diferencia con nuestro resultado, puede deberse a una diferencia en la intensidad de la presión humana, el grado de alteración del hábitat y diferencias en la preferencia de las principales presas por parte de los cazadores.

La actividad del tejón fue diferente en los tipos de manejo, en áreas con manejo agrícola se observó mayor actividad durante el amanecer y la mañana entre las 6:00 y las 10:00 hrs y entre las 13:00 y 23:00 hrs, su pico de actividad fue durante el crepúsculo (19:00 a 20:00 hrs), mientras que las áreas cinegéticas y sin manejo aparente presento su mayor actividad durante el día (7:00 y 17:00 hrs), en las áreas cinegéticas se observó un pico en su actividad a las 10:00 hrs y en las áreas sin manejo aparente a las 11:00 hrs. Su actividad disminuyo considerablemente durante la noche.

El ocelote presentó mayor actividad diurna en los sitios sin manejo aparente y siendo más nocturno en las áreas de manejo cinegético. Lo observado puede ser resultado de varios posibles factores: Una mayor disponibilidad de presas con actividad tanto diurna como nocturna, una baja actividad humana (cacería), mayor distancia a caminos, mayor precipitación y heterogeneidad en los tipos de vegetación que crea ambientes más diversos en presas y mayor calidad de hábitat para la especie. Mientras su mayor actividad nocturna en áreas cinegéticas, puede ser respuesta para evitar la cacería que existe hacia los grandes mamíferos, principalmente carnívoros como represalias a la pérdida de ganado. Este comportamiento es muy similar a lo encontrado en la selva Zoque, Oaxaca, en la zona noreste del estado de Quintana Roo, en la Isla de Barro Colorado en Panamá, en la Sierra del Abra Tanchipa en San Luís Potosí y en los Chimalapas (Moreno, 2006; Torres-Romero, 2009; Lira et al. 2012; Martínez, 2013; Pérez-Irineo y Santos-Moreno, 2014). Sin embargo, varios estudios con radio-telemetría y trampas cámara (Moreno, 2006; Moreno y Bustamante, 2009; Lira *et al.* 2012) mencionan que su mayor actividad nocturna se debe a que existe una mayor actividad de sus principales presas: roedores, armadillo, conejos o algunas especies de reptiles.

Van Schaik y Griffiths (1996), reportan que el tamaño corporal está relacionado con el patrón de actividad de las especies, de manera que animales con una masa corporal grande por sus mayores requerimientos energéticos, deben alimentarse por periodos más prolongados, por lo que son activos tanto de día como de noche. Mientras que Monroy-Vilchis *et al.* (2011), menciona que el patrón de actividad de especies de hábitos nocturnos con un peso menor de 10 kg (*Dasybus novemcinctus*, *Leopardus wiedii*, *Conepatus leuconotus*, *Didelphis virginiana*, *Procyon lotor*, y *Sylvilagus floridanus*) se relaciona con

la evasión del riesgo de depredación o competencia. Sin embargo, nuestros resultados no coinciden para todas las especies ya que especies de menos de 10 kg como la ardilla, zorra y jaguaroundi estuvieron activas durante el día, coincidiendo con lo reportado para el municipio de Arteaga, Michoacán y en la selva Zoque, Oaxaca (Charre-Medellín, 2012; Lira *et al.* 2012).

Otras especies de mamíferos para las que se obtuvieron pocos registros para analizar sus horarios de actividad, pero que creemos importante mencionar, son el puma, que no fue registrado en áreas de manejo agrícola. En áreas cinegéticas su actividad fue principalmente nocturna-crepuscular con un pico de actividad a las 18:00 hrs, mientras que en áreas sin manejo aparente su actividad fue a lo largo del día. Coincidimos con lo reportado por Paviolo *et al.* (2009), quienes señalan que los pumas muestran actividad durante ambos periodos del día en áreas con baja cacería, y que son principalmente nocturnos en áreas con alta presión de cacería. Ceballos *et al.* (2005) mencionan que la cacería de subsistencia, deportiva, comercial o furtiva son problemas muy serios que afectan las poblaciones de mamíferos e incluso sus patrones de actividad. El problema de la cacería de subsistencia es que los humanos cazan por las mismas especies que son presa de grandes depredadores como pumas y jaguares y ocasiona disminución en las presas naturales de estos felinos y provoca que los depredadores ataquen a los animales domésticos.

Los registros diurnos de la ardilla gris en todos los tipos de manejo coincide con lo reportado en la literatura (Aranda *et al.* 2012), siendo más activas en las primeras horas de la mañana (7:00 a 10 hrs) y por la tarde (13:00 a 14:00 hrs). Por el contrario, todos los registros obtenidos del tlacuache tuvieron lugar en la noche de las (21:00 a 5:00 hrs) coincidiendo con lo reportado en la sierra de Manantlán por Aranda *et al.* (2012). El único registro del armadillo ocurrió en la noche, en concordancia con lo mencionado por Aranda *et al.* (2012). Sin embargo, en ausencia de cacería humana y habiendo pocos depredadores naturales, el armadillo puede ser bastante activo durante el día, lo que coincide ya que en el área existe una fuerte presión de cacería, otro factor que puede estar influyendo en la baja detección del armadillo por parte de las trampas cámara, se debe a la colocación de las cámaras a una cierta altura y esto provoca que la especie no sea detectada tal y como lo mencionan autores como Monroy-Vilchis *et al.* (2011).

Se concluye como parte del segundo capítulo, que las diferentes variables ambientales y antropogénicas, influyen de manera diferente en las tasas de captura y horarios de actividad de los mamíferos medianos y grandes, siendo las de tamaño grande y con valor cinegético las más afectadas. Esta información es muy importante para conocer más acerca de la ecología de las especies, por ejemplo (reproducción, competencia, depredación, amplitud y superposición de nicho) y para la elaboración de nuevas estrategias de manejo y conservación de las especies.

**LITERATURA CITADA**

- Aranda, M. 2000. *Huellas y Otros rastros de los Mamíferos Grandes y Medianos de México*. Instituto de Ecología. pp. 212.
- Aranda, M., F. Botello, y L. López-de Buen. 2012. *Diversidad de mamíferos medianos y grandes en el bosque mesófilo de montaña de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima, México*. Revista Mexicana de Biodiversidad 83: 778-784.
- Blake, G. J., D. Mosquera, B. A. Loiselle, K. Swing, J. Guerra, y D. Romo. 2012. *Temporal activity patterns of terrestrial mammals in lowland rainforest of Eastern Ecuador*. ECOTROPICA 18: 137,146.
- Bolaño, C. y J. E. Naranjo. 2001. *Abundancia, densidad y distribución de las poblaciones de ungulados en la cuenca del río Lacantún, Chiapas, México*. Revista Mexicana de Mastozoología, 5, 45-57.
- Bridges, S. A., y A. J. Noss. 2011. *Behavior and Activity Patterns*. In A. F. O'Connell, J. D. Nichols, and K. Ullas Karanth (Eds.), *Camera Traps in Animal Ecology, Methods and Analyses* (pp. 57-71). New York, USA.
- Carazo-Salazar, J. 2009. *Cambios en las poblaciones de jaguares (*Panthera onca*), sus presas potenciales y manigordos (*Leopardus pardalis*), en dos periodos de tiempo sujetos a diferentes esfuerzos de control de cacería en el parque nacional Corcovado, Costa Rica*. Tesis de Maestría. Instituto Internacional en Conservación y Manejo de Vida Silvestre. Universidad Nacional.
- Carrillo, E. 2000. *Ecology and conservation of White-lipped peccaries and jaguars in Corcovado National Park, Costa Rica*. Tesis de doctorado. Universidad de Massachusetts. 131p.
- Ceballos, G., y C. Galindo. 1984. *Mamíferos silvestres de la Cuenca de México*. Editorial Limusa. México. 299 pp.

- Ceballos G., J. Arroyo-Cabrales, R. Medellín, L. Medrano y G. Oliva. 2005. *Los Mamíferos Silvestres de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Fondo de Cultura Económica. México, D.F.
- Charre-Medellín, J. 2012. *Uso de Manantiales por los mamíferos silvestres en bosques tropicales de Michoacán*. Tesis de Maestría. Facultad de biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.
- Cuarón, A. 2000. *Effects of Land-Cover Changes on Mammals in a Neotropical Region: a Modeling Approach*. Conservation Biology 4: 1676-1692.
- Cuervo-Robayo, A. P., O. Téllez-Valdés, M. Gómez, C. Venegas-Barrera, J. Manjarrez y E. Martínez-Meyer. 2013. *An update of high resolution monthly climate surfaces for Mexico*. International Journal of Climatology. 10.1002/joc. 3848.
- Dirzo, R. y A. Miranda. 1991. *Altered patterns of herbivory and diversity in the forest: A case study of the possible contemporary defaunation*. In P. W. Price, T. M. Lewinsohn, G. W. Fernandes, & W.W. Benson (Eds.), Evolutionary ecology in tropical and temperate regions (pp. 273-291). New York, USA.
- Durango-Cordero, F. M. 2011. *Abundancia relativa, densidad poblacional y patrones de actividad de cinco especies de ungulados en dos sitios dentro de la reserva de la Biosfera Yasuní, Amazonia-Ecuador*. Tesis de licenciatura. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de ciencias exactas y naturales.
- Galindo-Leal, C. y M. Weber. 2005. *Odocoileus virginianus (Zimmermann, 1790)*. In G. Ceballos y G. Oliva (eds), Los Mamíferos Silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Fondo de Cultura Económica. México, D. F., pp 517-521.
- Gallina, S., y J. Bello-Gutiérrez. 2014. *Patrones de actividad del venado cola blanca en el noreste de México*. THERYA, 5(2), 423-436.

- García-Burgos, J., S. Gallina, y A. González-Romero. 2014. Relación entre la riqueza de mamíferos medianos en cafetales y la heterogeneidad espacial en el centro de Veracruz. *Acta Zoológica Mexicana*, 30(2): 337-356.
- Garmendia, A., V. Arroyo-Rodríguez, A. Estrada, E. J. Naranjo, y K. E. Stoner. 2013. *Landscape and patch attributes impacting medium- and large-sized terrestrial mammals in a fragmented rain forest*. *Journal of Tropical Ecology* 29:331-344.
- González-Maya, J. F. 2007. *Densidad, uso de hábitat y presas del jaguar (Panthera onca) y el conflicto con humanos en la región de Talamanca, Costa Rica*. Tesis de maestría, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- Kovach Computing Services. 2012. Oriana. Version 4.0.1 Kovach Computing Service, USA.
- Lira-Torres, I. y M. Briones-Salas. 2012. *Abundancia relativa y patrones de actividad de los mamíferos de los Chimalapas, Oaxaca, México*. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 28(3): 566-585.
- Lizcano, J. D., y J. Cavelier. 2000. *Daily and seasonal activity of the mountain tapir (Tapirus pinchaque) in the Central Andes of Colombia*. *The Zoological Society of London*, 252, 429-435.
- Lynam, J. A., K. E. Jenks, N. Tantipisanuh, W. Chutipong, D. Ngoprasert, G. A. Gale, R. Steinmetz, R. Sukmasuang, N. Bhumpakphan, L. I. Grasman, P. Cutterm S. Kitamura, D. H. Reed, M. C. Baker, W. McShea, N. Songsasen, y Leimgruber. 2013. *Terrestrial activity patterns of wild cats from camera-trapping*. *THE RAFFLES BULLETIN OF ZOOLOGY*, 61(1): 407-415.
- Martínez-Hernández, A. 2013. *Patrones de actividad y densidad del ocelote (Leopardus pardalis) en la Reserva de la Biosfera "Sierra del Abra Tanchipa", San Luis Potosí, México*. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados, Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas.

- Monroy-Vilchis, O., M. Zarco-González, C. Rodríguez-Soto, L. Soria-Díaz, y V. Urios. 2011. *Fototrampeo de mamíferos en la Sierra Nanchititla, México: abundancia relativa y patrón de actividad*. *Revista Biológica Tropical* 373-383.
- Moreno, R., y J. Giacalone. 2006. *Ecological data obtained from latrine use by ocelots (Leopardus pardalis) on Barro Colorado Island, Panama*. *Tecnociencia*, Vol.8, N°1.
- Moreno, R. y A. Bustamante. 2009. *Datos ecológicos del ocelote (Leopardus pardalis) en Cana, Parque Nacional Darién, Panamá; Utilizando el método de trampas cámara*. *Tecnociencia*, vol. 11, N°1.
- Naranjo, E., y A. Cuarón. 2010. *Uso de la fauna silvestre*. In G. Ceballos, L. Martínez, A. García, E. Espinoza, J. Bezaury, & R. Dirzo (Eds.), *Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las selvas secas del pacifico mexicano* (pp. 271-283). México: Fondo de Cultura Económica, CONABIO.
- Núñez, B., R. Miller y F. Lyndzey. 2002. *Ecología del jaguar en la reserva de la biosfera Chamela-Cuixmala*. In Medellín, R., C. Equihua, C. Chetkiewicz, P. Crawshaw, A. Robinowitz, K. Redford, J. Robinson, E. Sanderson, y A. Taber (eds.), *El jaguar en el nuevo milenio*, Fondo de Cultura económica. México. D. F., pp. 107-126.
- Paviolo, A., Y. Di Blanco, C. De Angelo, y M. Di Bitetti. 2009. *Protection affects the abundance and activity patterns of pumas in the Atlantic forest*. *Journal of Mammalogy*, 90: 926-934.
- Pérez-Irineo, G. y A. Santos-Moreno. 2014. *Density, distribution and activity of the ocelot Leopardus pardalis (Carnivora: Felidae) in Southeast Mexican rainforest*. *Revista de Biología Tropical*, 62(4): 1421-1432.
- Pureco-Rivera, Q. 2013. *Riqueza, abundancia y patrones de actividad de los mamíferos medianos y grandes del municipio de Gabriel Zamora, Michoacán*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.

R Core Team. 2012. R: A Language and Environment for statistical computing. Version 2.15.0. R Foundation for Statistical Computing, Austria.

Torres-Romero, E. J. 2009. *Densidad, abundancia, uso de hábitat y patrones de actividad del ocelote (Leopardus pardalis) en la zona noreste del estado de Quintana Roo: estudio usando cámaras trampa*. Tesis de maestría. Colegio de la Frontera Sur.

Van Schaik, C. P., y M. Griffiths. 1996. Activity periods of Indonesian rain forest mammals. *Biotropica* 28: 105-112.

## CONCLUSIONES

- El fototrampeo resultó ser una herramienta eficiente para estimar la riqueza, abundancia relativa y los horarios de actividad de los mamíferos medianos y grandes en diferentes condiciones de manejo de uso de suelo.
- Se encontraron pequeñas diferencias en la riqueza de mamíferos entre sitios dentro y fuera de la reserva. Dos especies relativamente específicas de hábitat o asociadas a menor perturbación como el jaguar y tigrillo se registraron fuera de la reserva. A pesar de un mayor esfuerzo de muestreo dentro de la reserva que fuera, se obtuvo una mayor riqueza de felinos fuera de la reserva, especies que son utilizadas como indicadores de un buen estado de conservación (clave). Sin embargo, se debe tomar en cuenta que este es un estudio en un tiempo, espacio y esfuerzo de muestreo limitado debido a los diferentes problemas sociales que enfrenta la entidad. Para que se cumplan mejor los objetivos de conservación de la reserva, los sitios menos perturbados fuera de la reserva deberían ser considerados en programas ambientales de pago por servicios ambientales para evitar su degradación.
- El tipo de manejo influye en la composición, y estructura de los mamíferos, siendo los de mayor tamaño corporal y los más sensibles a la presencia humana los más afectados, por el contrario, especies generalistas como el venado y tejón parecen no ser afectados por estas actividades.
- En áreas sin manejo aparente se presentó la mayor riqueza, y abundancia de los mamíferos medianos y grandes, lo que nos indica que pueden estar proporcionando más recursos y menor presión antrópica.
- Las variables ambientales y antropogénicas como distancia a caminos y precipitación influyeron en las abundancias de los mamíferos.
- Los mamíferos responden a las diferentes actividades humanas de las áreas mediante cambios en los horarios de actividad, siendo los mamíferos de mayor tamaño y cinegéticos los más afectados. Las especies registradas en áreas cinegéticas fueron más activas durante la noche, por el contrario, las especies registradas en áreas sin manejo aparente fueron más activas durante y a lo largo del día.

## **RECOMENDACIONES**

- Continuar con estudios que evalúen el impacto de las diferentes actividades humanas a una mayor escala y durante un periodo de tiempo mayor.
- Recomendamos establecer acuerdos entre la reserva y los propietarios de las áreas que presentan alta riqueza de especies y mayor abundancia para incrementar conectividad, y manejar poblaciones dentro y fuera de la reserva. Para lo cual debe incorporarse a los esquemas de apoyo que obtienen los propietarios dentro de la reserva, a los propietarios de áreas cercanas y conservadas fuera de la reserva.
- Aumentar los recorridos de vigilancia principalmente en las zonas núcleo, donde se observaron distintas actividades humanas que son perjudiciales para la conservación de la fauna y flora.
- Realizar estudios que combinen los efectos del cambio de uso de suelo, el tamaño del área y la cacería sobre los mamíferos. Dicha información permitirá evaluar los efectos de estas actividades sobre la presencia y abundancia de mamíferos y así podemos crear mejores medidas de conservación.

**Apéndice 1.** Fotografías de los mamíferos medianos y grandes registrados en la Región del Bajo Balsas, Michoacán.



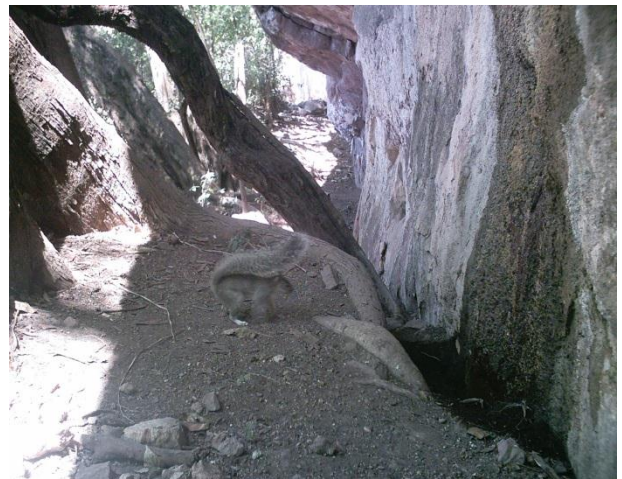
WILDVIEW 02-27-2013 01:58:06  
*Didelphis virginiana* (Tlacuache)



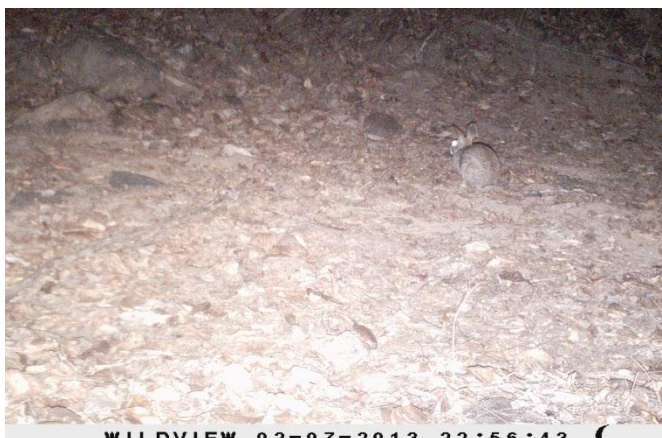
WILDVIEW 05-01-2013 22:28:50  
*Dasyus novemcinctus* (Armadillo)



WILDVIEW 02-13-2013 11:09:05  
*Notocitellus adocetus* (Cuinique)



WILDVIEW 02-27-2013 13:56:49  
*Sciurus aureogaster* (Ardilla gris)



WILDVIEW 02-07-2013 22:56:43  
*Sylvilagus cunicularius* (Conejo)



WILDVIEW 02-13-2012 09:33:18  
*Odocoileus virginianus* (Venado)



*Pecari tajacu* (Pecarí de collar)



*Canis latrans* (Coyote)



*Urocyon cinereoargenteus* (Zorra gris)



*Bassariscus astutus* (Cacomixtle)



*Conepatus leuconotus* (Zorrillo espalda blanca)



*Spilogale pygmaea* (Zorrillo pigmeo)



*Nasua narica* (Tejón)



*Procyon lotor* (Mapache)



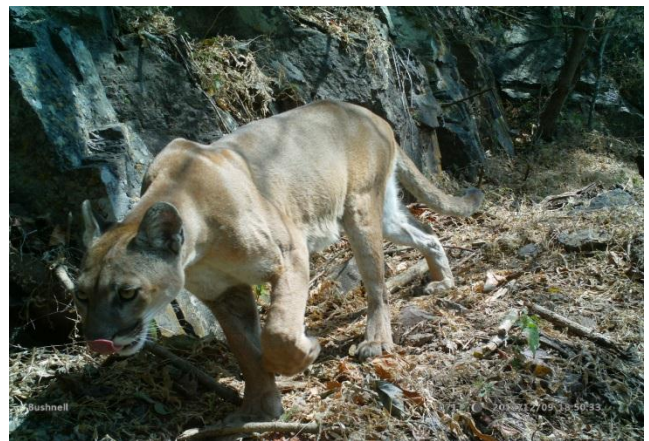
*Leopardus wiedii* (Tigrillo)



*Puma yagouaroundi* (jaguarundi)



*Leopardus pardalis* (Ocelote)



*Puma concolor* (Puma)



*Panthera onca* (Jaguar)

**Apéndice 2.** Número de fotografías por especie para cada tipo de manejo.

Especie	Dentro de la reserva			Fuera de la reserva			Total por especie
	Manejo agrícola	Manejo cinegético	Zona núcleo	Manejo agrícola	Manejo cinegético	Sin manejo aparente	
<i>Didelphis virginiana</i>	0	9	6	0	0	10	25
<i>Dasypus novemcinctus</i>	0	0	0	0	1	0	1
<i>Canis latrans</i>	0	0	19	6	6	0	31
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	0	38	3	0	0	20	61
<i>Puma yagouaroundi</i>	0	0	8	0	0	0	8
<i>Leopardus pardalis</i>	3	4	2	1	10	53	73
<i>Leopardus wiedi</i>	0	0	0	0	0	2	2
<i>Puma concolor</i>	0	23	2	0	1	6	32
<i>Panthera onca</i>	0	0	0	0	0	12	12
<i>Conepatus leuconotus</i>	0	0	0	6	0	0	6
<i>Spilogale pygmaea</i>	0	0	1	0	0	3	4
<i>Bassariscus astutus</i>	0	21	0	0	0	0	21
<i>Procyon lotor</i>	0	1	18	0	0	0	19
<i>Nasua narica</i>	256	437	37	27	152	118	1027
<i>Odocoileus virginianus</i>	44	179	88	538	71	4	924
<i>Pecari tajacu</i>	0	296	154	14	99	165	728
<i>Sciurus aureogaster</i>	0	6	0	1	0	17	24
<i>Otospermophilus adocetus</i>	3	0	0	0	0	0	3
<i>Sylvilagus cunicularius</i>	0	0	0	1	0	0	1
<b>Num. Total de fotos por tipo de manejo</b>	<b>306</b>	<b>1014</b>	<b>338</b>	<b>594</b>	<b>340</b>	<b>410</b>	
<b>Esfuerzo de captura (días/trampa)</b>	<b>272</b>	<b>202</b>	<b>288</b>	<b>357</b>	<b>236</b>	<b>100</b>	

**Apéndice 3.** Valores de las variables ambientales, antropogénicas, y tipos de vegetación asociadas con las cámaras trampa. BTC = Bosque tropical caducifolio, Agrí = Manejo agrícola, y BE = Bosque de encino.

Cámaras	Bio_1 (°C)	Bio_5 (°C)	Bio_6 (°C)	Bio_12 (mm)	Bio_13 (mm)	Bio_14 (mm)	Densidad humana	Dist. cd. más cercana (km <sup>2</sup> )	Dist. Caminos (km <sup>2</sup> )	BTC (km <sup>2</sup> )	Agrí. (km <sup>2</sup> )	BE (km <sup>2</sup> )
Piedra_1	27.1	39.2	14.9	658.2	38.1	0	6.71	9.09	3.06	42.98	5.61	0
Piedra_2	26.7	38.8	14.5	679.9	39.3	0	6.71	8.77	3.20	50.62	5.14	0
Piedra_3	26.8	39	14.7	669.7	38.7	0	6.71	9.48	3.19	46.05	5.50	0
Cobano_1	24.4	34.6	12.8	840.5	47.6	0	3.75	19.99	7.26	48.58	11.54	6.40
Cobano_2	25	35	13.7	833.4	47.9	0	1.11	17.93	7.33	57.36	4.16	0
Cobano_3	23.9	34.2	12.2	869.7	48.5	0	1.4	15.83	5.13	59.58	1.73	0
Ichamio_1	24.6	36.8	12.7	804.7	48.2	0	0	9.76	5.79	52.79	8.22	0
Ichamio_2	25.6	38.1	13.4	765.7	45	0	0.26	8.26	4.67	54.55	6.69	0
Ichamio_3	25.6	38.1	13.4	765.7	45	0	0.26	8.26	4.67	54.55	6.69	0
Zacatón_1	25.3	34.6	14.3	922.4	56.8	0	0.51	16.70	9.94	59.66	1.88	0
Zacatón_2	25.7	34.8	14.8	935.1	58.7	0	0.31	18.18	10.38	59.71	0.58	0
Zacatón_3	23.8	33.6	12.2	909.2	53.4	0	0.76	16.09	8.56	56.29	3.04	0
SFco_1	22.8	34.1	10.8	882.8	51.5	0	0	25.15	6.76	43.42	2.99	14.96
SFco_2	24.4	35.9	12.4	779.1	44.5	0	0	24.16	5.53	41.95	6.73	12.67
SFco_3	27.3	38.9	15.3	643.7	36.9	0.1	19.9	19.05	9.39	28.02	33.05	0
Platanar	21.8	33.2	11.3	1131	71	0	6.23	21.96	16.94	21.79	20.53	15.45

**Apéndice 4.** Eigenvectores derivados del Análisis de componentes principales.

<b>Variables</b>	<b>PC1</b>	<b>PC2</b>	<b>PC3</b>	<b>PC4</b>	<b>PC5</b>
<b>Venado</b>	-0.5169	0.37107	-1.94136	-0.25490	-0.05810
<b>Tejón</b>	0.4743	1.47545	0.54714	-0.17289	0.14419
<b>Ocelote</b>	0.9499	-0.15804	0.03740	0.18101	0.05480
<b>Coyote</b>	-0.4574	-1.47828	-0.48306	-0.17311	0.18844
<b>Pecari</b>	0.9647	0.15711	0.01896	-0.10671	0.07987
<b>Ardilla</b>	0.9304	-0.06947	-0.26230	0.04205	-0.23443
<b>Tlacuache</b>	0.9460	-0.34761	0.35335	0.03651	-0.10080
<b>Puma</b>	0.8940	0.30132	0.09171	-1.1366	0.8110
<b>Zorra</b>	0.9241	0.34308	0.17434	-0.8742	-0.3952
<b>Temp. mes frío</b>	-0.7973	0.75458	0.72248	0.9030	0.7188
<b>Precip. anual</b>	0.8485	-0.43639	-0.89624	0.7944	0.6858
<b>Densidad humana</b>	-0.1245	-1.40154	1.42457	-1.0194	-0.2865
<b>Distancia caminos</b>	0.8620	-0.67405	-0.41451	0.6996	0.8117
<b>Manejo Agrícola reserva</b>	-0.7515	0.37615	0.54842	0.27274	-0.11671
<b>Manejo Agrícola</b>	-0.5888	-0.15128	-0.56440	0.07602	-0.24993
<b>Manejo cinegético reserva</b>	0.1824	0.76609	-0.07469	-0.43438	0.03953
<b>Manejo cinegético</b>	-0.2747	0.02701	-0.24872	0.27704	0.33396
<b>Zona núcleo</b>	-0.5354	-0.82473	0.25678	-0.31230	0.05468
<b>Sin manejo asignado</b>	1.9679	-0.19324	0.08261	0.12087	-0.06152