



# **INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

---

Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo  
Integral Regional Unidad-Oaxaca

Maestría en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de  
Recursos Naturales (Biodiversidad del Neotrópico)

**DIVERSIDAD, ACTIVIDAD Y USO DE HÁBITAT DE CARNÍVOROS  
EN DOS SITIOS CON DISTINTO GRADO DE PERTURBACIÓN EN EL  
MUNICIPIO DE COSOLTEPEC, OAXACA**

## **TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:  
MAESTRO EN CIENCIAS**

**PRESENTA:**

**ING. DAGOBERTO RAMOS MÉNDEZ**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**DR. MIGUEL ÁNGEL BRIONES SALAS**

Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca. Diciembre 2015



# INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL SECRETARIA DE INVESTIGACION Y POSGRADO

## ACTA DE REVISION DE TESIS

En la Ciudad de Oaxaca de Juárez siendo las 13:00 horas del día 08 del mes de diciembre del 2015 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación del **Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca (CIIDIR-OAXACA)** para examinar la tesis de grado titulada: Diversidad, actividad y uso de hábitat de carnívoros en dos sitios con distinto grado de perturbación en el municipio de Cosoltepec, Oaxaca.

Presentada por el alumno:

Ramos	Méndez	Dagoberto
Apellido paterno	materno	nombre(s)
		Con registro:
		B 1 3 0 0 1 3

aspirante al grado de: **MAESTRÍA EN CIENCIAS EN CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES**

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **SU APROBACION DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISION REVISORA  
Director de tesis

  
Dr. Miguel Ángel Briones Salas

  
Dr. Emilio Martínez Ramírez

  
M en C. Gladys Isabel Manzanero Medina

  
Dra. Elvira Duran Medina

  
M en C. Graciela Eugenia González Pérez

EL PRESIDENTE DEL COLEGIO

  
Dr. José Rodolfo Martínez y Cárdenas





**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

**CARTA CESION DE DERECHOS**

En la Ciudad de Oaxaca de Juárez el día 08 del mes de diciembre del año 2015, el (la) que suscribe **Ramos Méndez Dagoberto** alumno (a) del Programa de **MAESTRÍA EN CIENCIAS EN CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES** con número de registro B130013, adscrito al Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección del Dr. Miguel Ángel Briones Salas y cede los derechos del trabajo titulado: **“Diversidad, actividad y uso de hábitat de carnívoros en dos sitios con distinto grado de perturbación en el municipio de Cosoltepec, Oaxaca.”**. y cede los derechos al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección **Calle Hornos 1003, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca**, e-mail: [posgradoax@ipn.mx](mailto:posgradoax@ipn.mx) ó [dmendez\\_11@hotmail.com](mailto:dmendez_11@hotmail.com) Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

  
\_\_\_\_\_  
**Ramos Méndez Dagoberto**



## **AGRADECIMIENTOS**

Al CONACYT por la beca otorgada para realizar el posgrado.

Al Instituto Politécnico Nacional CIIDIR-OAXACA, por la educación brindada.

Al comité revisor de tesis, Dr. Miguel Ángel Briones Salas, Dra. Elvira Duran Medina, M. en C. Gladys Manzanero Medina, M. en C. Graciela González Pérez, Dr. Emilio Martínez Ramírez, por las observaciones realizadas para mejorar el documento.

A Mariana Ramírez Reyes, Paulina Méndez Espinoza y Dagoberto Ramos Nieto, por el apoyo económico brindando al inicio y al final del posgrado.

A las autoridades municipales del municipio de Cosoltepec, a la familia Riveros Lara, al Ingeniero Agrónomo Iván Gómez y a la M. en C. Yazmin del Mar Ayón por las facilidades y la ayuda otorgada para llevar acabo el trabajo de campo.

Al M. en C. Mario Lavariega Nolasco por la ayuda brindada y las observaciones realizadas para llevar acabo el trabajo de campo y el documento final.

Al Ingeniero Carlos Mases García, por la ayuda en los análisis estadísticos

## **DEDICATORIA**

A Mariana, por acompañarme y motivarme en cada momento durante estos años de trabajo.

A mis padres y hermanas, por apoyarme en todo momento de la vida.

A mis amigos y compañeros del posgrado, con los que se hizo ameno todo este tiempo.

Al pueblo de Oaxaca, por toda la hospitalidad que recibí durante esta estancia en Oaxaca.

## CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS.....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iv
1 RESUMEN.....	1
2 ABSTRACT.....	2
3 INTRODUCCIÓN .....	3
4 MARCO TEÓRICO.....	5
4.1 ANTECEDENTES .....	8
5 HIPÓTESIS.....	10
6 OBJETIVOS.....	10
6.1 Objetivo general.....	10
6.2 Objetivos particulares .....	10
7 MÉTODOS.....	11
7.1 Área de estudio .....	11
7.2 Grado de perturbación .....	12
7.3 Métodos de muestreo .....	16
7.3.1 Fototrampeo .....	16
7.3.2 Transectos.....	18
7.4 Análisis de datos .....	19
7.4.1 Curvas y modelos de acumulación de especies.....	19
7.4.2 Diversidad y abundancia relativa .....	20
7.4.3 Uso de hábitat.....	22
7.4.4 Patrones de actividad.....	23
7.4.5 Modelos de ocupación y detección .....	23
8 RESULTADOS.....	25

8.1	Grado de perturbación .....	25
8.2	Curvas y modelos de acumulación de especies .....	25
8.2.1	Fototrampeo .....	25
8.2.2	Transectos.....	27
8.3	Diversidad y abundancia relativa.....	29
8.3.1	Fototrampeo .....	29
8.3.2	Transectos.....	35
8.4	Uso de hábitat .....	41
8.4.1	Fototrampeo .....	41
8.4.2	Transectos.....	42
8.5	Patrones de actividad .....	46
8.6	Modelos de ocupación y detección.....	51
8.6.1	Fototrampeo .....	51
8.6.2	Transectos.....	51
9	DISCUSIÓN.....	54
9.1	Grado de perturbación .....	54
9.2	Curvas y modelos de acumulación de especies .....	54
9.3	Diversidad y abundancia relativa.....	55
9.4	Uso de hábitat .....	60
9.5	Patrones de actividad .....	61
9.6	Modelos de ocupación y detección.....	63
10	CONCLUSIONES .....	65
11	LITERATURA CITADA.....	67

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Variables para el cálculo del índice de perturbación (Martorell y Peters, 2005). .	13
Cuadro 2. Valores obtenidos de cada agente e índice de disturbio de las zonas de estudio...	25
Cuadro 3. Índice de Shannon y diversidad verdadera registrada por zona y por temporada mediante fototrampeo.....	32
Cuadro 4. Número de registros independientes de mamíferos carnívoros e índice de abundancia relativa (IAR) por temporada y zona mediante fototrampeo en el municipio de Cosoltepec, Oaxaca .....	34
Cuadro 5. Índice de Shannon y diversidad verdadera registrada por zona y por temporada mediante transectos .....	38
Cuadro 6. Número de registros independientes de mamíferos carnívoros e índice de abundancia relativa (IAR) por temporada y zona mediante transectos en el municipio de Cosoltepec, Oaxaca .....	40
Cuadro 7. Frecuencias e índice de preferencia (Intervalos de Bonferroni al 95% de confianza) mediante fototrampeo, de carnívoros en dos zonas con distinto grado de perturbación en la temporada seca en el municipio de Cosoltepec, Oaxaca.....	44
Cuadro 8. Frecuencias e índice de preferencia (Intervalos de Bonferroni al 95% de confianza) mediante transectos, de carnívoros en dos zonas con distinto grado de perturbación en la temporada de lluvias en el municipio de Cosoltepec, Oaxaca. ....	45
Cuadro 9. Patrones y horarios de actividad de los carnívoros registrados en el municipio de Cosoltepec, Oaxaca. ....	48

Cuadro 10. Modelos para determinar las probabilidades de presencia ( $\Psi$ ) y probabilidades de detección ( $p$ ) de la comunidad de mamíferos carnívoros mediante fototrampeo en el municipio de Cosoltepec, Oaxaca.....	52
Cuadro 11. Modelos para determinar las probabilidades de presencia ( $\Psi$ ) y probabilidades de detección ( $p$ ) de la comunidad de mamíferos carnívoros mediante transectos en el municipio de Cosoltepec, Oaxaca.....	53

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización geográfica del municipio de Cosoltepec, Oaxaca, México.....	12
Figura 2. Localización geográfica de las estaciones de fototrampeo establecidas en el municipio de Cosoltepec, Oaxaca, México.....	17
Figura 3. Localización geográfica de los transectos establecidos en el municipio de Cosoltepec, Oaxaca, México.....	19
Figura 4. Número de especies observadas y estimadas mediante fototrampeo de mamíferos carnívoros en el municipio de Cosoltepec, Oaxaca .....	26
Figura 5. Número de especies observadas, únicas y duplicadas estimadas por muestreo mediante fototrampeo en el municipio de Cosoltepec, Oaxaca. ....	27
Figura 6. Número de especies observadas y estimadas mediante transectos de mamíferos carnívoros en el municipio de Cosoltepec, Oaxaca .....	28
Figura 7. Número de especies observadas, únicas y duplicadas estimadas por muestreo mediante transectos en el municipio de Cosoltepec, Oaxaca.....	28
Figura 8. Número de registros independientes de mamíferos carnívoros en cada zona y temporada en el municipio de Cosoltepec, Oaxaca .....	30

Figura 9. Número de especies registradas de mamíferos carnívoros mediante fototrampeo en la zona conservada y perturbada por temporada en el municipio de Cosoltepec, Oaxaca..... 31

Figura 10. Diversidad observada de orden 1 por temporada y por zona mediante fototrampeo en el municipio de Cosoltepec, Oaxaca. Las barras de error son intervalos de confianza al 95% ..... 32

Figura 11. Número de rastros registrados de mamíferos carnívoros en cada zona y temporada en el municipio de Cosoltepec, Oaxaca ..... 36

Figura 12. Número de especies registradas de mamíferos carnívoros mediante transectos en la zona conservada y perturbada por temporada en el municipio de Cosoltepec, Oaxaca ..... 37

Figura 13. Diversidad observada de orden 1 por temporada y por zona mediante transectos en el municipio de Cosoltepec, Oaxaca. Las barras de error son intervalos de confianza al 95% ..... 38

Figura 14. Patrones de actividad por zona de los carnívoros de Cosoltepec, Oaxaca ..... 50

# 1 RESUMEN

De los mamíferos, el orden Carnivora es de los más amenazados, debido a la destrucción y modificación de su hábitat. Es un grupo sensible a perturbaciones en su entorno por presentar pequeños tamaños poblacionales y bajas tasas reproductivas; sin embargo, no todas las especies responden de la misma manera. Desde la perspectiva de la conservación, es importante documentar cómo la perturbación afecta el funcionamiento de las comunidades de carnívoros a la transformación de su entorno. En este estudio se estimó la diversidad, actividad y uso de hábitat de los mamíferos carnívoros en dos sitios con distinto grado de perturbación en el municipio de Cosoltepec, Oaxaca. Se realizaron muestreos mensuales en dos zonas con diferente perturbación durante temporadas de lluvias y secas. Se recorrieron transectos y se instalaron fototampas. Mediante fototrampeo, se obtuvieron 289 registros independientes con un esfuerzo de muestreo de 5,458 días-trampa y mediante transectos, se obtuvieron 56 registros con un esfuerzo de muestreo de 216 km. Se registraron las familias Mephitidae, Canidae, Felidae y Procyonidae. En la zona conservada se registraron nueve especies y en la zona perturbada ocho. Mediante fototrampeo se estimó la mayor diversidad en el área de estudio ( ${}^1D= 7.164$ ). La especie más abundante por fototrampeo fue *U. cinereoargenteus* (IAR= 1.28, n= 70) y por transectos *L. rufus* (IAR=0.18, n= 38). La actividad varió de acuerdo al tamaño de las especies, las catemerales fueron especies grandes, las nocturnas y diurnas especies medianas. Las especies que mostraron alguna predilección de hábitat fueron *P. lotor*, *C. latrans*, *U. cinereoargenteus*, *M. macroura* y *N. narica*. Los resultados indican que no existe diferencia en la estructura de la comunidad por temporada pero si por zona.

## 2 ABSTRACT

In mammals, the order Carnivora is one of the most threatened by the destruction and modification of habitat. This order is sensitive to disturbances in their environment to present small population size and low reproductive rates; however, not all species respond in the same way. From the conservation perspective it is important to document how disturbance affects carnivores communities functioning to transform their environment. In this study diversity, activity and habitat selection of carnivorous in two sites with different disturbance degree in Cosoltepec, Oaxaca were estimated. Two zones with different disturbance degree were sampled during rainy and dry seasons. Two sampling methods were used: tracks and camera traps. By using camera traps 289 independent records with 5.458 trap-days total sampling effort were obtained and 56 track records in a total of 216 km. Four families were registered: Mephitidae, Canidae, Felidae and Procyonidae. Nine species in the preserved zone and eight in the disturbed zone were recorded. The highest diversity was estimated by using camera traps ( ${}^1D = 7.164$ ). Through camera traps method the most abundant species recorded was *U. cinereoargenteus* (IAR = 1.28, n = 70) and with tracks *L. rufus* (IAR = 0.18, n = 38). The patterns of activity varied according to the size of the species, the species catemerales were large, medium-sized nocturnal and diurnal species. The species that showed some habitat selection were *P. lotor*, *C. latrans*, *U. cinereoargenteus*, *M. macroura* and *N. narica*. The results indicate no difference in community structure by season however they indicate difference by zone.

### 3 INTRODUCCIÓN

Oaxaca es la entidad federativa con mayor número de especies de mamíferos (Ceballos *et al.*, 2005; Briones-Salas, 2012; Santos-Moreno, 2014; Briones-Salas *et al.*, 2015). Su riqueza mastofaunística se debe principalmente a la confluencia de las regiones biogeográficas Neártica y Neotropical (Arita, 1993; Briones-Salas y Sánchez-Cordero, 2004), lo cual da como resultado una zona transicional en la que ocurre un intercambio de especies de ambas regiones.

En cuanto a estudios ecológicos de mamíferos, de las áreas donde hay pocos estudios o estudios fragmentados, es la porción noroeste de Oaxaca (Cervantes y Riveros, 2012). La Mixteca oaxaqueña, ubicada en el noreste de Oaxaca, presenta diversos tipos de hábitats (bosques templados de pino encino, bosque mesófilo de montaña, selva baja caducifolia, matorrales y palmares), la mayoría de estos han sido perturbados principalmente por actividades antropogénicas, como el pastoreo y la agricultura (Narvaéz-Carbajal, 1991). El porcentaje de ambientes naturales de la Mixteca ha disminuido y las zonas con notables grados de perturbación se han incrementado en los últimos años (Guizar, 2011), lo cual ha afectado la estructura y composición de las comunidades biológicas que las habitan.

La relación entre la estructura del hábitat y la estructura de las comunidades han sido de los temas de mayor relevancia en estudios de ecología, mediante esta relación se ha logrado determinar la influencia de la disponibilidad de recursos en la diversidad de especies (Cruz-Lara *et al.*, 2004; Cortés-Marcial *et al.*, 2014).

De los mamíferos, el orden Carnivora en los últimos años ha sido uno de los grupos de más estudiados (Briones-Salas *et al.*, 2014). Por presentar pequeños tamaños poblacionales y bajas tasas reproductivas, diversos estudios consideran al orden Carnivora como grupo

clave para establecer el nivel de conservación de un ecosistema. Este grupo desempeña un papel ecológico importante en la estructura de las comunidades ya que mantienen y estabilizan la estructura trófica (Gittleman *et al.*, 2001).

Los estudios ecológicos de las comunidades de carnívoros son importantes para conocer las tendencias en el comportamiento de las especies a lo largo de un espacio y tiempos determinados y en algunas ocasiones para conocer en qué momento se debe hacer algún tipo de control (Gallina-Tessaro y López-González, 2011).

Debido a la destrucción y modificación de su hábitat, principalmente por causas antropogénicas como la agricultura y la ganadería, los mamíferos carnívoros se han visto seriamente amenazados. Sin embargo, no todas las especies responden de la misma manera, en algunos casos se ha documentado que los hábitats perturbados juegan un papel importante en la diversidad de especies. Al ser Oaxaca la entidad federativa con mayor número de especies del orden Carnivora y al ser la mixteca una de las zonas que cuentan con un grado de perturbación alto, se presenta un buen escenario para el estudio de este grupo y para documentar su repuesta a la transformación del entorno. Por lo cual es importante averiguar como la perturbación afecta la diversidad, los patrones de actividad y el uso de hábitat de la comunidad de carnívoros; para garantizar la conservación de la biodiversidad en la región Mixteca, así como obtener información necesaria para la toma de decisiones sobre estrategias para mitigar los efectos negativos de la perturbación del hábitat.

## 4 MARCO TEÓRICO

El orden Carnivora principalmente se caracteriza por presentar una dentadura especializada para cortar y triturar carne; esta dentadura la componen caninos muy desarrollados, así como premolares y molares filosos (Ceballos y Oliva, 2005). Las especies que pertenecen a este orden cuentan con los sentidos de la vista, audición y olfato muy desarrollados, lo cual les es útil para depredar a una gran variedad de presas; la dieta de los mamíferos carnívoros se basa principalmente de carne, sin embargo, muchas especies son de hábitos alimenticios omnívoros (Ceballos y Oliva, 2005). Entre los mamíferos carnívoros hay una gran variación de tamaño corporal, por lo cual sus áreas de actividad alcanzan desde cientos de metros cuadrados hasta cientos de kilómetros cuadrados. (Ceballos y Oliva, 2005). A nivel mundial se tienen registradas 245 especies pertenecientes al orden Carnivora, que a su vez están agrupadas en 107 géneros y 13 familias (Wilson *et al.*, 2009). En México se distribuyen 33 especies de mamíferos carnívoros (Ceballos y Oliva, 2005), de los cuales Oaxaca cuenta con una riqueza de 23 especies (Briones-Salas *et al.*, 2015).

El orden Carnivora es un buen grupo indicador de perturbación debido a que presentan pequeños tamaños poblacionales y bajas tasas reproductivas son sensibles a alteraciones ambientales y antropogénicas (Gittleman *et al.*, 2001). Aunque en algunas ocasiones pueden ser muy vulnerables en otras ocasiones pueden presentar tolerancia a la perturbación.

Para generar la información necesaria y confiable que muestre algunos parámetros de la población y/o de la comunidad en un tiempo y lugar determinado es mediante muestreos de campo y en algunas ocasiones mediante la consulta de colecciones científicas (Ramírez-Pulido y Martínez-Vázquez, 2007).

Debido a la dificultad del monitoreo de poblaciones con métodos que involucran la captura, marcaje y telemetría, por su costo o por el comportamiento de los individuos (Chávez *et al.*, 2013), los métodos de muestreo más utilizados y más eficientes para carnívoros han sido el uso de transectos y el trampeo fotográfico.

Mediante el uso de trampas cámara se han ampliado el número de registros de especies en diferentes lugares (Díaz-Pulido y Payán, 2012; Chávez *et al.*, 2013). De igual manera se pueden registrar las horas de actividad de los individuos y registrar algunos patrones en su comportamiento (Valenzuela y Ceballos, 2000; Maffei *et al.*, 2002; Monroy-Vilchis *et al.*, 2011; Lira-Torres y Briones-Salas, 2012; Cortés-Marcial y Briones-Salas, 2014).

El uso de transectos ha sido de los métodos más empleados para el estudio de mamíferos terrestres. El bajo costo de la técnica y su relativa facilidad de identificación de las especies son las principales ventajas de este método (Aranda, 2012).

Con ambos métodos se puede determinar la riqueza específica de especies, obtener abundancias relativas (AR), realizar estimaciones de diversidad y evaluar los patrones en la preferencia de hábitat. Estos atributos presentan la cualidad de ser comparables a lo largo del tiempo (Gallina-Tessaro y López-González, 2011).

La medición de la diversidad se puede separar en diferentes niveles para obtener información del efecto de las perturbaciones en el ambiente (Moreno, 2001). La riqueza específica de especies y sus AR son una manera de expresar la diversidad biológica para conocer el comportamiento de las especies a lo largo de un espacio y tiempos determinados. La riqueza específica de especies y las bajas o elevadas AR nos permiten identificar si las especies se ven afectadas o no por las perturbaciones ambientales (Moreno, 2001).

La riqueza de especies se expresa como el número de especies encontradas en la comunidad (Moreno, 2001). Y las AR se pueden expresar mediante un índice de abundancia relativa (IAR), los cuales son fáciles de estimar y se expresan como el número de individuos por unidad de esfuerzo (Maffei *et al.*, 2002; Monroy-Vilchis *et al.*, 2011; Lira-Torres y Briones-Salas, 2012).

De igual manera se puede expresar la diversidad mediante índices de abundancia proporcional (e.g. índice de Shannon-Wiener), los cuales permite resumir información en un solo valor y hacer comparaciones estadísticas entre la diversidad de diferentes sitios o temporadas (Moreno, 2001). Por otro lado cuantificar la diversidad mediante el uso de números efectivos (diversidad verdadera) nos permite realizar comparaciones con una interpretación biológica en la diversidad de especies en diferentes tiempos y espacios (Moreno *et al.*, 2011).

El hábitat es un factor que influye directamente sobre la diversidad. Se define como hábitat a las áreas que presentan los recursos y condiciones necesarias para promover e incrementar la sobrevivencia y reproducción de individuos de una especie determinada (Gallina-Tessaro y López-González, 2011). La sustitución de la vegetación nativa por pastizales, sistemas de producción silvícola y agrícolas pueden afectar el uso de hábitat de los mamíferos carnívoros de diferente manera (Sánchez-Lalinde y Pérez-Torres, 2008; Zúñiga *et al.*, 2009; Lantschner *et al.*, 2012). La selección de hábitat en mamíferos carnívoros está determinada por la disponibilidad de alimento y de refugio. Es importante determinar la selección de hábitat de los mamíferos carnívoros en ambientes perturbados para poder conocer de qué manera se ven afectadas las especies por los cambios antropogénicos.

El trampeo fotográfico y los transectos son de los métodos más sencillos y fáciles para estimar riqueza, diversidad y abundancia, sin embargo, para el cálculo de estos atributos no

se toman en cuenta otro tipo de variables como el hábitat o la temporalidad (Hayward *et al.*, 2015). En estudios anteriores se ha encontrado que la detección de especies de mamíferos carnívoros puede estar influenciada por factores como la temporalidad y el sitio (Lantschner *et al.*, 2012). Al analizar diferentes atributos como la riqueza, diversidad y abundancia es conveniente considerar las probabilidades de ocupación y de detección de las especies (MacKenzie *et al.*, 2002; MacKenzie *et al.*, 2006). Aplicar modelos los cuales consideren factores temporales y espaciales en las probabilidades de detección y ocupación, generan métodos de análisis más robustos con menor error en la interpretación de los datos (Hayward *et al.*, 2015). Para llevar a cabo los análisis de probabilidad de detección y ocupación hay que tener en cuenta varios supuestos: que una especie puede estar presente en el área de estudio y ser detectada, que puede estar presente en el área de estudio y no ser detectada, que la especie esté ausente y que las especies pueden estar presentes en sitios no muestreados (Conroy *et al.*, 2015)

#### **4.1 ANTECEDENTES**

En Oaxaca, los estudios de mamíferos se han realizado desde hace varias décadas. Son varios autores los cuales han efectuado trabajos referentes a este grupo. Resaltan los pocos trabajos donde se enlistan las especies presentes en el estado (Goodwin y MacDougall, 1969; Briones-Salas y Sánchez-Cordero, 2004; Santos-Moreno, 2014; Briones-Salas *et al.*, 2015).

Para esta entidad el número de trabajos de mastozoología en zonas específicas es muy grande; sin embargo, la mayoría de trabajos son listados y trabajos enfocados a una sola especie. Por lo cual los trabajos de ecología relacionados con la estructura de hábitat son pocos y más aún lo del grupo de carnívoros.

De los estudios de carnívoros relacionados con la estructura de hábitat son pocos los que se pueden enlistar. Botello (2006) evaluó la distribución, actividad y hábitos alimentarios de la comunidad de carnívoros en tres localidades de la Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán, en donde registró ocho especies pertenecientes a cuatro familias: no se encontró superposición en la distribución, actividad y hábitos alimentarios. Luna (2008) evaluó riqueza, diversidad y abundancia relativa de especies dentro y fuera del Área Comunal Protegida (ACP) en el municipio de Santiago Comaltepec, y encontró que la diversidad fue mayor dentro del ACP que fuera, aunque sin diferencias significativas entre ambas zonas. Aldape (2011) analizó el efecto del aprovechamiento forestal en la diversidad de mamíferos carnívoros de Santa Catarina Ixtepeji, en total registró nueve especies comprendidas en cinco familias y nueve géneros, observó que la zona de manejo forestal presentó mayor riqueza específica en comparación con la zona de conservación.

La región noreste del estado ha sido poco estudiada, dentro de los trabajos efectuados están los listados de especies realizados por Goodwin y MacDougall (1969) y Briones-Salas y Sánchez-Cordero (2004). De igual forma se han llevado a cabo estudios para zonas muy puntuales, destacan los estudios de la reserva de la biosfera de Tehuacán-Cuicatlán, Ramírez-Pulido y Martínez-Vázquez (2007) inventariaron las especies de mamíferos de la reserva. Para el distrito de Huajuapán está el trabajo de Cervantes y Riveros (2012) en el cual se presenta el inventario de los mamíferos del municipio de Cosoltepec; y el de Aragón *et al.* (2013) quienes presenta la lista de mamíferos terrestres en el municipio de San Marcos Arteaga.

## **5 HIPÓTESIS**

La modificación estructural del hábitat por causas antropogénicas afecta la diversidad, actividad y uso de hábitat de los mamíferos carnívoros. Por tanto, en la comunidad estudiada de mamíferos carnívoros se espera que la diversidad, la preferencia de hábitat y la actividad sean mayores en la zona conservada con respecto a la zona perturbada.

## **6 OBJETIVOS**

### **6.1 Objetivo general**

Determinar la diversidad, el uso de hábitat y los patrones de actividad de mamíferos carnívoros entre temporada lluviosa y seca, en dos sitios con distinto grado de perturbación en el municipio de Cosoltepec, Oaxaca.

### **6.2 Objetivos particulares**

- Registrar la riqueza específica y la abundancia relativa de los mamíferos carnívoros entre temporada lluviosa y seca, en dos sitios con distinto grado de perturbación.
- Determinar la diversidad de carnívoros entre temporada lluviosa y seca, en dos sitios con distinto grado de perturbación.
- Determinar el patrón de uso del hábitat de los mamíferos carnívoros entre temporada lluviosa y seca, en dos sitios con distinto grado de perturbación.
- Determinar los patrones de actividad de mamíferos carnívoros en dos sitios con distinto grado de perturbación.

## 7 MÉTODOS

### 7.1 Área de estudio

El estudio se realizó en el municipio de Cosoltepec (Fig. 1). El municipio se localiza al noroeste del estado de Oaxaca en la región Mixteca, en el distrito de Huajuapán de León. Limita al norte con el estado de Puebla y el municipio de Santiago Chazumba, al oriente con los municipios de Santiago Chazumba y San Pedro y San Pablo Tequixtepec, al sur con los municipios de San Pedro y San Pablo Tequixtepec y al poniente con los municipios de San Pedro y San Pablo Tequixtepec y el estado de Puebla (Cervantes y Riveros, 2012).

El área de estudio presenta un clima semicálido subhúmedo (A(C) (wo'') (w) a (i'') g), con lluvias en verano (junio-septiembre) y sequía en invierno. Se presenta una precipitación media anual de 800 mm. La temperaturas promedio mínima y máxima al año es de 4 y 40° C, respectivamente, con una temperatura media anual que oscila entre los 18° y 22° C (Guizar, 2011; Cervantes y Riveros, 2012). El tipo de vegetación predominante de la región es selva baja caducifolia (Cervantes y Riveros, 2012) aunque para el área de estudio se reporta matorral xerófilo y agricultura de temporal (Guizar, 2011).

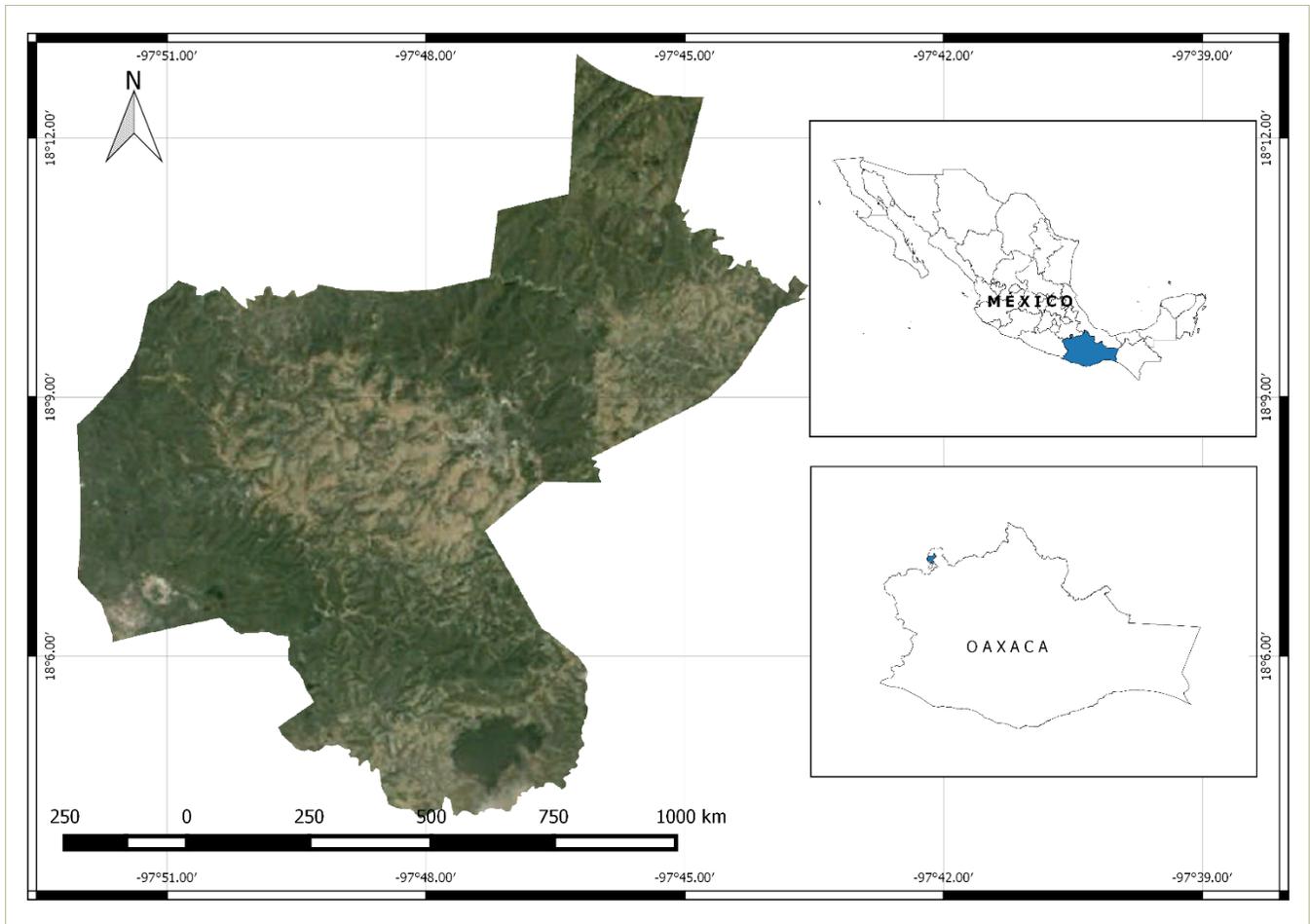


Figura 1. Localización geográfica del municipio de Cosoltepec, Oaxaca, México.

## 7.2 Grado de perturbación

Se cuantificó el grado de perturbación de acuerdo a la metodología propuesta por Martorell y Peters (2000). En cada zona, al azar, se establecieron dos transectos de 50 m cada uno (uno perpendicular y otro paralelo a la pendiente). En cada transecto se realizó la medición de 13 variables agrupadas en tres categorías: actividades ganaderas, actividades humanas y deterioro del hábitat (Cuadro 1).

Cuadro 1. Variables para el cálculo del índice de perturbación (Martorell y Peters, 2005).

Grupo	Variables
<b>Ganadería</b>	Cabra
	Vaca/Caballo
	Ramoneo
	Camino Ganadero
	Compactación del suelo
<b>Actividades humanas</b>	Plantas macheteadas
	Incendio
	Caminos humanos
	Cercanía a poblaciones
	Núcleos de actividad
<b>Deterioro del hábitat</b>	Cambio de uso de suelo
	Erosión
	Isla

Para las actividades ganaderas la medición de las variables se realizó de la siguiente manera:

- 1) Densidad de excretas de cabra u oveja (CABR): Se registró la presencia de excretas en de ganado caprino u ovino en 10 cuadros de 1 m<sup>2</sup>.

**CABR** = número de cuadros con excretas entre número de cuadros revisados.

- 2) Densidad de excretas de ganado mayor (GANA): Se registró la presencia de excretas en de ganado bovino y equino en 10 cuadros de 1 m<sup>2</sup>.

**GANA** = número de cuadros con excretas entre número de cuadros revisados.

- 3) Fracción de plantas ramoneadas (RAMO): Se cuantificó el número total de plantas y el número de plantas ramoneadas en una franja de 50m<sup>2</sup>.

**RAMO** = número de plantas ramoneadas entre el total de plantas revisadas.

- 4) Caminos ganaderos (CAGA): Se cuantifico el número de caminos hechos por el ganado a lo largo de un transecto de 50 m. No se consideraron caminos de menos de 5 m de largo.

**CAGA**= número de caminos que interceptan el transecto de 50 m.

- 5) Compactación del suelo por ganado (COMP): Se ubicó un camino ganadero que interceptara el transecto de 50 m más cercano al centro del transecto, se enterró un tubo de PVC de 4 cm con 10 cm de diámetro. Se vertieron 250 ml de agua y se registró el tiempo de filtración del agua. El procedimiento se realizó en el transecto sin presencia de pisoteo de ganado.

**COMP** = tiempo de infiltración del agua sobre el camino ganadero entre el tiempo de infiltración del agua en el suelo intacto.

Para las actividades humanas la medición de las variables se realizó de la siguiente manera:

- 6) Fracción de plantas macheteadas (MACH): Se cuantificó el número total de plantas y el número de plantas macheteadas en una franja de 50m<sup>2</sup>.

**MACH** = número de plantas macheteadas entre el total de plantas revisadas.

- 7) Evidencia de incendio (INCE): Se verifico la presencia o ausencia de algún incendio.

**INCE** = 1 si se presentaban evidencias de algún incendio, de lo contrario vale 0.

- 8) Cobertura de caminos humanos (CCHU): Se midió el ancho de caminos utilizados por la gente que se interceptan con el transecto.

**CCHU** = longitud de la intercepción entre longitud del transecto.

- 9) Cercanía a poblaciones (POBL): Se midió la distancia entre el centro de la zona de estudio y el borde de la población más cercana.

**POBL** = uno entre dicha distancia. Si la distancia es menor a un kilómetro, entonces  $POBL = 1$ .

10) Adyacencia a núcleos de actividad (**ADYA**): Se define un núcleo de actividad humana a sitios tales como minas, milpas y carreteras asfaltadas (no terracerías). Un transecto está adyacente a estos sitios si se encuentra a menos de 200 m.

**ADYA** = número de transectos adyacentes entre número de transectos totales.

11) Uso del suelo (**USOS**): Mediante fotografías aéreas se estimó la fracción de la superficie de la zona de estudio destinada a zonas urbanas, milpas, minas etc.

**USOS** = Fracción entre 0 y 1 destinada a zonas urbanas, milpas, minas etc.

Para el deterioro del hábitat la medición de las variables se realizó de la siguiente manera:

12) Erosión (**EROS**): Se seleccionan 20 puntos al azar sobre el transecto, y en cada uno de ellos se registra si hay erosión. Se considera que hay erosión si se observan huellas dejadas por el material al ser arrastrado por el agua, si hay exposición de roca madre (sólo por causas atribuibles a actividades antropogénicas), o en caminos donde el tránsito o el agua han dejado surco.

**EROS** = número de puntos donde se registró erosión entre número de puntos revisados.

13) Islas (**ISLA**): Los procesos erosivos severos aunados a grandes densidades de caminos ganaderos resultan en paisajes muy característicos en los cuales sólo se observan montículos de suelo cubiertos de vegetación en una matriz de suelo fuertemente erosionado y desnudo.

**ISLA** = 1 si se observa esto en más de la tercera parte de la zona de estudio.

Con las variables tomadas en campo se prosiguió a calcular los índices de disturbio con la siguiente formula (Martorell y Peters, 2005):

$$.41 CABR - 1.37 GANA + 27.62 RAMO + 49.20 CGAN - 1.03 COMP + 41.01 MACH - 0.49 INCE + 0.12 CCHU + 24.17 POBL + 8.98 ADYA + 8.98 USOS + 26.94 EROS + 17.97 ISLA + 0.2$$

### 7.3 Métodos de muestreo

El área de estudio donde se realizaron los muestreos se dividió en dos zonas: *perturbada* y *conservada*. Con la ayuda de imágenes satelitales se establecieron las zonas de muestreo, las cuales posteriormente se verificaron con salidas a campo. La primera zona, *perturbada*, abarcó zonas de cultivo y pastoreo. La segunda zona, *conservada*, se consideró prácticamente como la periferia de la zona agrícola y pastoril. Para realizar el muestreo, se establecieron dos temporadas: lluvias (abril-octubre de 2014) y secas (enero-marzo y noviembre-diciembre de 2014). Las temporadas se establecieron con base en las normales climatológicas registradas por el Servicio Meteorológico Nacional, en la estación meteorológica del municipio de Cosoltepec, con datos desde el año 1981 al año 2010.

#### 7.3.1 Fototrampeo

Previo a la selección y establecimiento de las estaciones de muestreo se realizó un recorrido de reconocimiento en el municipio de Cosoltepec. El objetivo de éste fue observar la presencia/ausencia de rastros y proponer los posibles sitios de muestreo (Amín *et al.*, 2006; Chávez *et al.*, 2013).

Posteriormente se establecieron siete estaciones de fototrampeo en cada zona (Fig. 2). En cada estación se colocó una trampa-cámara marca *Cuddeback*® modelo

Capture. Las estaciones de fototrampeo fueron georreferenciadas con un GPS Garmin® MAP 76Cx.

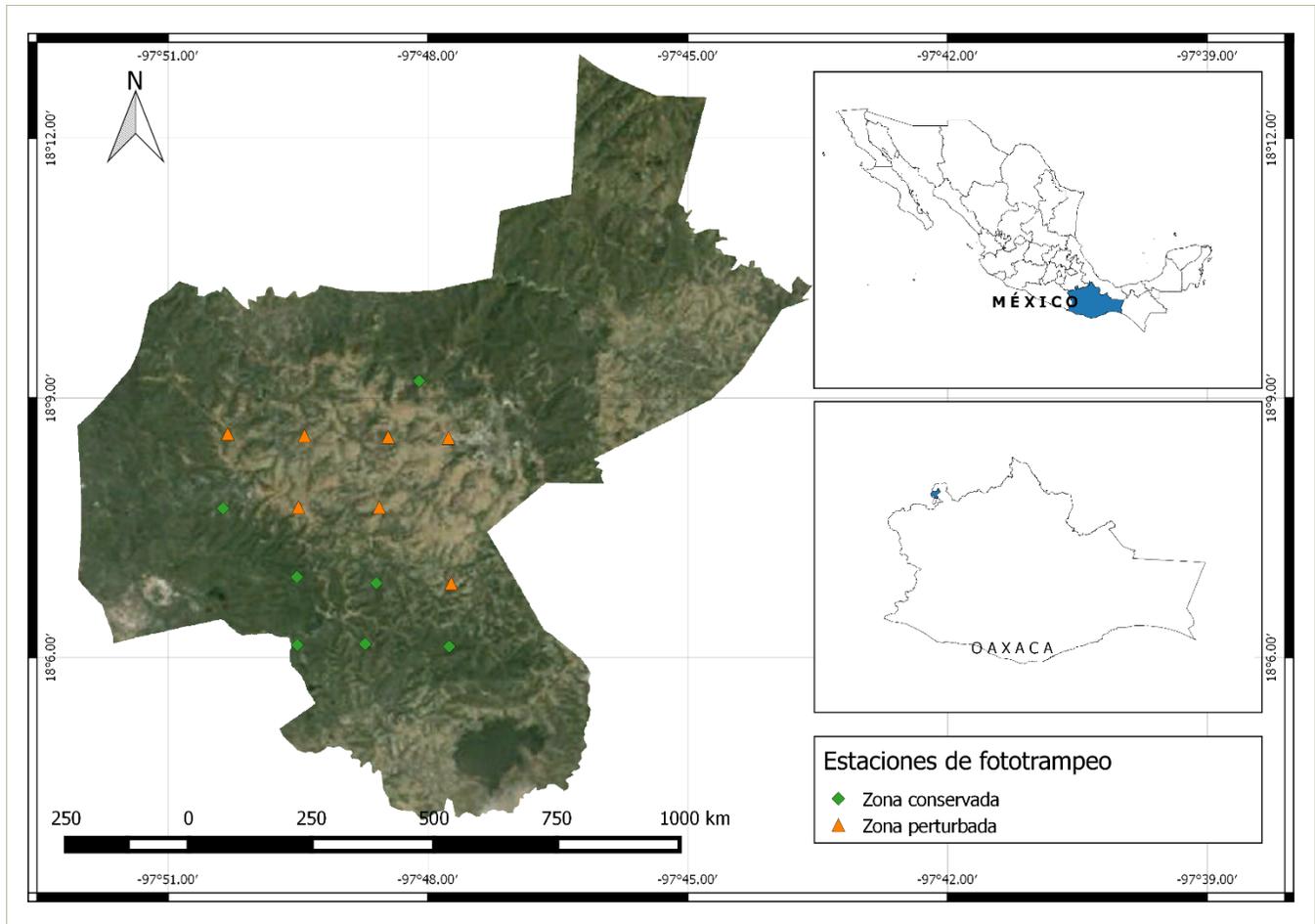


Figura 2. Localización geográfica de las estaciones de fototrampeo establecidas en el municipio de Cosoltepec, Oaxaca, México.

La distancia de separación de cada dispositivo fue de 1,500 m aproximadamente, para no sobrestimar el número de individuos (Silveira *et al.*, 2003; Kelly y Holub, 2008), lograr independencia de las unidades muestrales y optimizar el área muestreada. Se tomó como especie de referencia el lince (*Lynx rufus*), que presenta áreas de actividad promedio de 11.41 km<sup>2</sup>

(Monroy y Briones-Salas, 2012), la cual representaría un área circular de aproximadamente 1 km de diámetro alrededor de la trampa-cámara.

Las trampas-cámara se instalaron a una altura de 30 cm, aproximadamente, ya que es la altura recomendada para mamíferos de talla mediana y grande. (Chávez *et al.*, 2013). El circuito de la trampa-cámara fue programado para permanecer activas las 24 horas, con un retraso mínimo de 30 segundos entre cada fotografía. Las estaciones de muestreo fueron revisadas mensualmente para realizar cambio de baterías y descargar las imágenes almacenadas.

Las especies fueron identificadas de acuerdo a la clasificación propuesta por Ramírez-Pulido *et al.* (2014).

Las imágenes obtenidas mediante el fototrampeo se prepararon en formato de ficha digital de fotocolecta y se integraron a la Colección Mastozoológica del CIIDIR- Unidad Oaxaca (OAX.MA.026.0497) del Instituto Politécnico Nacional (IPN).

### **7.3.2 Transectos**

Se recorrieron mensualmente cuatro transectos de aproximadamente 4.5 km. de longitud cada uno. Dos transectos se ubicaron en la zona perturbada y dos en la zona conservada (Fig. 3). En cada transecto se buscaron rastros de mamíferos carnívoros (e.g. heces, pelos, restos de comida, huellas) y se georreferenciaron con un GPS Garmin® MAP 76Cx. Las heces, pelos y restos de comida se colocaron en bolsas de papel. Las huellas se colectaron de acuerdo a la metodología propuesta por Aranda (2000) mediante una mezcla de yeso de fraguado rápido y agua.

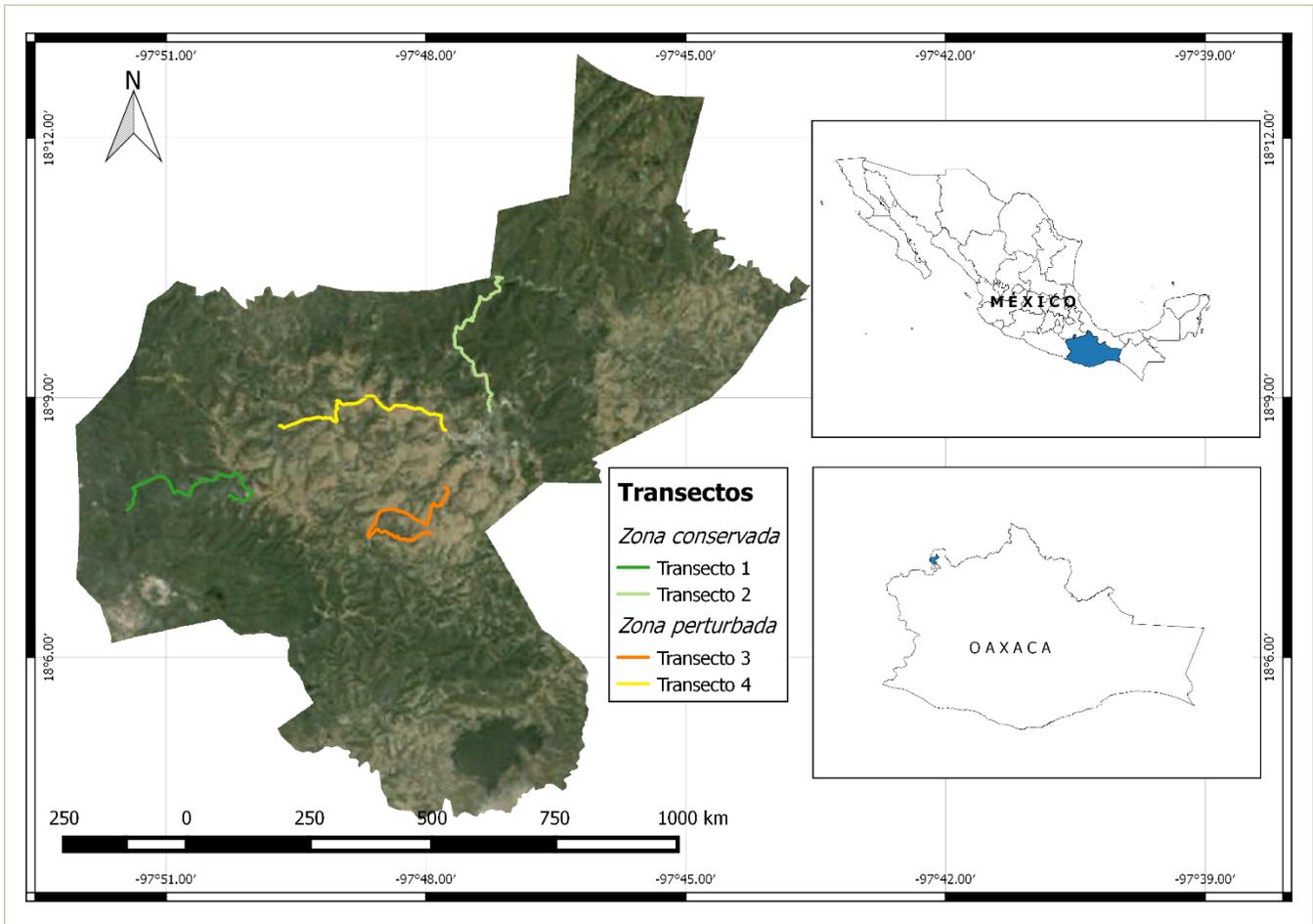


Figura 3. Localización geográfica de los transectos establecidos en el municipio de Cosoltepec, Oaxaca, México.

## 7.4 Análisis de datos

### 7.4.1 Curvas y modelos de acumulación de especies

La riqueza de especies se estimó mediante el uso de estimadores no paramétricos (Colwell y Coddington, 1994). Se utilizaron tres estimadores: CHAO 1, ACE y Coleman, los cuales se emplean cuando se tienen datos de abundancia o frecuencia (Villarreal *et al.*, 2006). Los estimadores se obtuvieron con ayuda del software *EstimateS 9.1.0*. Los datos se aleatorizaron 100 veces y se realizaron las curvas de acumulación de especies. Se graficaron

las especies únicas “*singletons*” y duplicadas “*doubletons*” (Soberón y Llorente, 1993) para observar si las especies raras se redujeron o aumentaron conforme el muestreo se intensificaba (Urbina-Cardona y Rosales, 2005) cuando la tendencia de la curva va en descenso el muestreo ha tenido éxito, por el contrario si la curva no presenta esta tendencia el muestreo no fue exitoso (Villarreal *et al.*, 2006). Con los valores máximos de cada estimador se calculó el porcentaje de especies observadas que fueron registradas durante el muestreo (Soberón y Llorente, 1993; Urbina-Cardona y Rosales, 2005)

#### 7.4.2 Diversidad y abundancia relativa

La diversidad se estimó con el uso de números efectivos de especies (diversidad verdadera) (Jost, 2006; Moreno *et al.*, 2011).

$${}^qD = \left( \sum_{i=1}^S p_i^q \right)^{1/(1-q)}$$

Donde:

${}^qD$ : diversidad verdadera

$p_i$ : abundancia proporcional de la  $i$ -ésima especie

$S$ : número de especies

$q$ : es el orden de la diversidad, determina cuantas especies son consideradas en la muestra de acuerdo a su rareza (Hill, 1973; Jost, 2006; García-Morales *et al.*, 2011; Moreno *et al.*, 2011).

Se estimó la diversidad de orden 0 ( $q= 0$ ) el cual es insensible a la abundancia de especies, el valor representa riqueza de especies ( ${}^0D= S$ ). También se estimó la diversidad de orden 1 ( $q= 1$ ), en la cual el peso de la especie es proporcional a su

abundancia, el valor representa un valor exponencial del índice de Shannon ( $^1D = \exp H'$ ) (Hill, 1973; Moreno *et al.*, 2011).

La diversidad alfa se estimó con el índice de Shannon-Wiener (Moreno, 2001):

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

Donde:

- $H'$  = índice de diversidad de Shannon-Wiener
- $p_i$  = proporción de individuos hallados en la  $i$ -ésima especie

En el índice de Shannon-Wiener mide el grado de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá una especie, se asume que los individuos son seleccionados al azar y todas las especies están representadas en la muestra (Moreno, 2001)

Los valores obtenidos con el índice de Shannon-Wiener se compararon mediante una prueba  $t$  modificada de Hutchenson (Moreno, 2001).

El índice de abundancia relativa (IAR) mediante fototrampeo se obtuvo a partir del número de registros fotográficos independientes, expresados como el porcentaje del total (por cada 100 días-trampa) (Amín *et al.*, 2006; Kelly y Holub, 2008; Monroy-Vilchis *et al.*, 2011; Aranda *et al.*, 2012; Cortés-Marcial y Briones-Salas, 2014):

$$IAR = C/EM * 100 \text{ días-trampa}$$

Donde:

IAR: Índice de Abundancia Relativa

C: número de registros fotográficos independientes

EM: esfuerzo de muestreo (Número de cámaras \* días de monitoreo)

Se consideraron como registros fotográficos independientes: fotografías consecutivas de diferentes individuos, fotografías consecutivas de individuos de la misma especie separadas por más de 24 horas y fotografías no consecutivas de individuos de la misma especie. Para especies gregarias el número de registros fotográficos independientes fue el número de individuos observados en la fotografía (Medellín *et al.*, 2006; Monroy-Vilchis *et al.*, 2011; Lira-Torres y Briones-Salas, 2012; Cortés-Marcial y Briones-Salas, 2014).

Mediante transectos el IAR de cada especie se obtuvo mediante número de rastros registrados por especie dividido por el esfuerzo de muestreo (Cortés, 2008)

$$IAR = \text{número de rastros por especie} / \text{esfuerzo de muestreo (km recorridos)}$$

Se aplicó la prueba de normalidad Shapiro-Wilks a los índices de abundancia relativa obtenidos por zona y por temporada para cada método, el análisis se hizo con ayuda del software *InfoStat versión 2008*. Con base en la normalidad de los datos se aplicó la prueba paramétrica *t* de Student para muestras independientes y la no paramétrica U de Mann Whitney, para determinar las diferencias significativas entre zonas y temporadas, las pruebas se realizaron con ayuda del software *SPSS Statistics 20*.

### **7.4.3 Uso de hábitat**

La evaluación de preferencia de hábitat se realizó en cada temporada para cada una de las zonas mediante la prueba de bondad de ajuste de  $X^2$ . Se utilizó la prueba de  $X^2$  para determinar si las especies usaron la zona conservada y la zona perturbada de acuerdo a su disponibilidad (Byers *et al.*, 1984). Cuando  $X^2$  fue significativo se realizó la prueba Z de Bonferroni con intervalos de confianza al 95% para determinar la

selección o rechazo de cada zona utilizada por las especies (Mandujano *et al.*, 2004; Lira-Torres, 2006; Zarza *et al.*, 2007; Sánchez-Lalinde y Pérez-Torres, 2008; Zúñiga *et al.*, 2009).

#### **7.4.4 Patrones de actividad**

Mediante fototrampeo se determinó el patrón de actividad general para aquellas especies que obtuvieron al menos 11 registros fotográficos independientes (Lira-Torres y Briones-Salas, 2012). Los registros obtenidos se agruparon en intervalos de dos horas. Los patrones de actividad se clasificaron como diurno (imágenes con presencia de luz solar, aproximadamente entre 8:00 a 17:59 hrs), nocturno (imágenes sin presencia de luz solar, aproximadamente entre 20:00 a 5:59 hrs) y crepuscular (al amanecer aproximadamente entre 6:00 a 7:59, al atardecer de 18:00 a 19:59) (Maffei *et al.*, 2002; Monroy-Vilchis *et al.*, 2011; Lira-Torres y Briones-Salas, 2012; Cortés-Marcial y Briones-Salas, 2014). Las especies que mostraron registros de los tres patrones de actividad se les considero como especies catemerales (Cortés-Marcial y Briones-Salas, 2014).

Se consideraron los registros obtenidos en cada temporada y zona para determinar los horarios de actividad de cada especie.

#### **7.4.5 Modelos de ocupación y detección**

Para analizar la medida en que los factores temporal y espacial determinan la distribución de la comunidad de mamíferos carnívoros, se generaron modelos de estimación de la ocupación por especie. Se utilizó un modelo de una especie para una temporada de muestreo (single, simple-season) (MacKenzie *et al.*, 2002). Este modelo asume una población cerrada, es decir, durante el periodo de estudio, las estaciones muestreadas están ocupadas o no ocupadas, pero no cambian de estatus a lo largo del periodo (Conroy *et al.*, 2015). De acuerdo con el modelo, la tasa de ocupación ( $\psi$ ) es la probabilidad que tiene una

especie de presentarse en un sitio de muestreo y la detección ( $p$ ) es la probabilidad que una especie sea detectada (MacKenzie *et al.*, 2002).

Se construyeron historias de detección durante los doce meses de muestreo para cada trampa cámara y en cada uno de los transectos, para cada especie que contara con suficientes datos como para poder hacer los modelos (Lantschner *et al.*, 2012). Se incluyeron como covariables la zona (conservada y perturbada) y la temporada (lluvias y secas). Para modelar las probabilidades de ocupación ( $\psi$ ) y detección ( $p$ ) se utilizó el programa PRESENCE 9.7. Para modelar la ocupación ( $\psi$ ) y detección ( $p$ ), el primer modelo asumió la probabilidad de ocupación ( $\psi$ ) y la probabilidad de detección ( $p$ ) constantes, el segundo modelo se consideró la probabilidad de ocupación ( $\psi$ ) en función de la zona, en el tercer modelo la probabilidad de detección ( $p$ ) se consideró en función de la zona, el cuarto modelo la probabilidad de detección ( $p$ ) se consideró en función de la temporada y por último se consideró la detección ( $p$ ) en función de la zona y la temporada. Se seleccionaron los mejores modelos de acuerdo al criterio de información de Akaike (AIC) (MacKenzie *et al.*, 2002). El modelo con el menor valor de AIC se consideró como el más parsimonioso del total de modelos (Gallina-Tessaro y López-González, 2011).

## 8 RESULTADOS

### 8.1 Grado de perturbación

El valor de perturbación más alto se obtuvo en la zona agrícola y de pastoreo, esta zona se denominó *zona perturbada*. La *zona conservada* obtuvo en el valor de disturbio más bajo, y fue el área periférica de la zona perturbada (Cuadro 2).

Cuadro 2. Valores obtenidos de cada agente e índice de disturbio de las zonas de estudio.

Grupo	Variables	Valores obtenidos con el índice de disturbio	
		Zona 1	Zona 2
<b>Ganadería</b>	Cabra	0.00	0.00
	Vaca/Caballo	1.23	0.14
	Ramoneo	3.07	0.00
	Camino Ganadero	98.40	49.20
	Compactación del suelo	46.35	1.59
<b>Actividades humanas</b>	Plantas macheteadas	3.52	5.74
	Incendio	0.00	0.00
	Caminos humanos	0.01	0.00
	Cercanía a poblaciones	18.59	13.43
	Núcleos de actividad	8.98	2.25
	Cambio de uso de suelo	6.74	2.25
<b>Deterioro del hábitat</b>	Erosión	12.12	0.00
	Isla	0.00	0.00
<b>Perturbación total</b>		<b>104.043</b>	<b>71.332</b>

### 8.2 Curvas y modelos de acumulación de especies

#### 8.2.1 Fototrampeo

Las curvas de acumulación de especies mediante fototrampeo llegaron a la asíntota (Fig. 4). Con los tres estimadores calculados predicen un total de nueve especies, con lo cual se tendría registrado el 100% de mamíferos carnívoros de la zona de estudio. Los modelos

que más se ajustaron fueron el de Coleman y Chao 1, el modelo ACE alcanzó la asíntota con un esfuerzo de muestreo mayor.

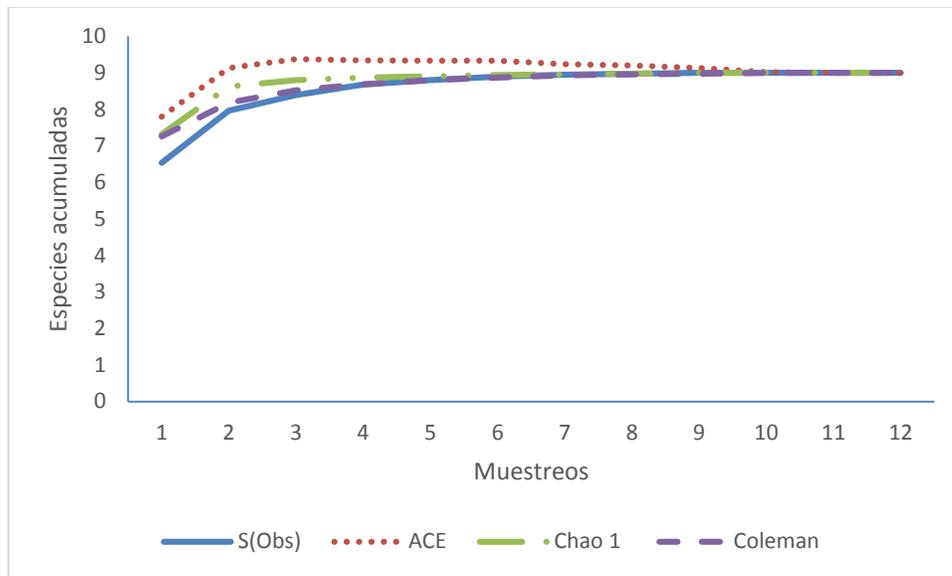


Figura 4. Número de especies observadas y estimadas mediante fototrampeo de mamíferos carnívoros en el municipio de Cosoltepec, Oaxaca

Por otra parte, las especies únicas y duplicadas se redujeron conforme la intensidad de muestreo fue aumentado (Fig. 5). Para el muestreo número 11 la curva de especies únicas llegó a cero mientras que para las especies duplicadas la curva llegó a cero hasta el muestreo número 12.

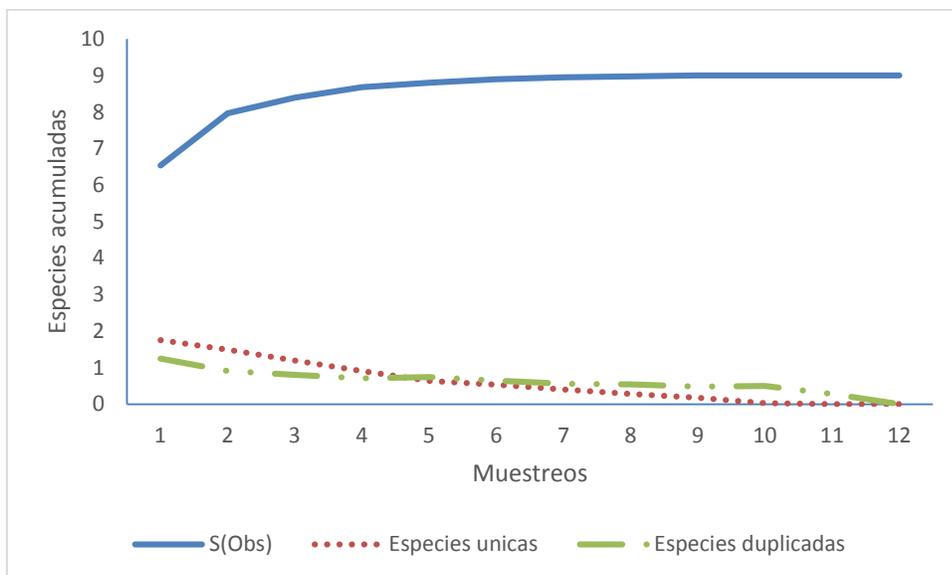


Figura 5. Número de especies observadas, únicas y duplicadas estimadas por muestreo mediante fototrampeo en el municipio de Cosoltepec, Oaxaca.

### 8.2.2 Transectos

Las curvas de acumulación de especies mediante ACE y Chao1 no alcanzaron una asíntota definida, mientras que la curva de Coleman fue la que más se ajustó a los datos obtenidos (Fig. 6). Mediante la curva de Coleman se estimó un total de seis especies con lo cual mediante el método de transectos se tendría registrado el 100% de carnívoros de la zona de estudio. Chao 1 predijo 6.49 especies en decir el 92% de los carnívoros presentes en la zona y ACE predijo 8.26 especies que corresponde al 73 % de carnívoros.

Las especies únicas y duplicadas no declinaron conforme la intensidad de muestreo fue aumentado (Fig. 7). Por el contrario la curva de especies únicas tendió a aumentar conforme la intensidad de muestreo fue aumentando.

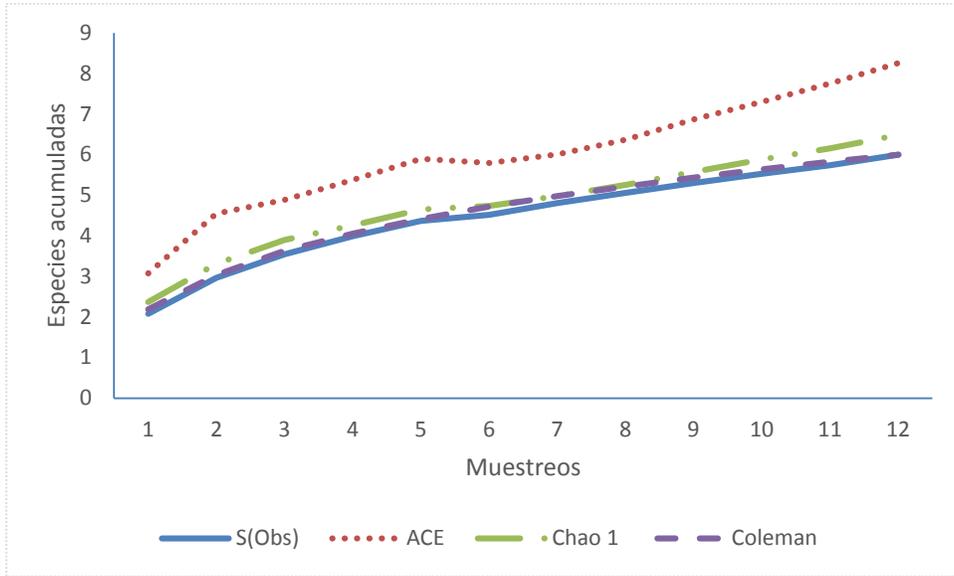


Figura 6. Número de especies observadas y estimadas mediante transectos de mamíferos carnívoros en el municipio de Cosoltepec, Oaxaca



Figura 7. Número de especies observadas, únicas y duplicadas estimadas por muestreo mediante transectos en el municipio de Cosoltepec, Oaxaca.

## 8.3 Diversidad y abundancia relativa

### 8.3.1 Fototrampeo

Se obtuvo un esfuerzo de muestreo de 5,458 días trampa. En total se obtuvieron 2,415 fotografías. Se obtuvieron imágenes de vertebrados silvestres ( $n= 871$ , 36.08 %), ganado ( $n= 1,249$ , 53.91 %), personas ( $n= 88$ , 3.65 %) y perros ( $n= 156$ , 6.46 %). Se registraron 871 imágenes de vertebrados silvestres, de las cuales 289 corresponden a registros independientes de individuos de mamíferos del orden Carnivora. Las familias del orden Carnivora presentes en la zona fueron: Canidae (105), Mephitidae ( $n= 102$ ), Procyonidae ( $n= 44$ ) y Felidae ( $n= 38$ )

En la zona conservada se obtuvieron 156 registros, se obtuvo un mayor número de registros durante la temporada de secas ( $n= 87$ ) que durante la temporada de lluvias ( $n= 69$ ). En la zona perturbada se obtuvieron 133 registros, se obtuvo un mayor número de registros para la temporada de lluvias ( $n= 72$ ) que durante secas ( $n= 61$ ) (Fig. 8).

La riqueza de especies observada ( $q= 0$ ) en el área de estudio durante ambas temporadas (lluvias y secas) fue de nueve especies: *Urocyon cinereoargenteus* ( $n= 70$ ), *Mephitis macroura* ( $n= 52$ ), *Conepatus leuconotus* ( $n= 47$ ), *Lynx rufus* ( $n= 38$ ), *Canis latrans* ( $n= 35$ ), *Procyon lotor* ( $n= 17$ ), *Bassariscus astutus* ( $n= 16$ ), *Nasua narica* ( $n= 11$ ) y *Spilogale angustifrons* ( $n= 3$ ). La riqueza de especies en la zona conservada fue de nueve especies y en la perturbada se presentaron ocho, no se obtuvo registro de *Nasua narica*. *Spilogale angustifrons* solo se presentó en la zona conservada durante lluvias y en la zona perturbada durante secas.

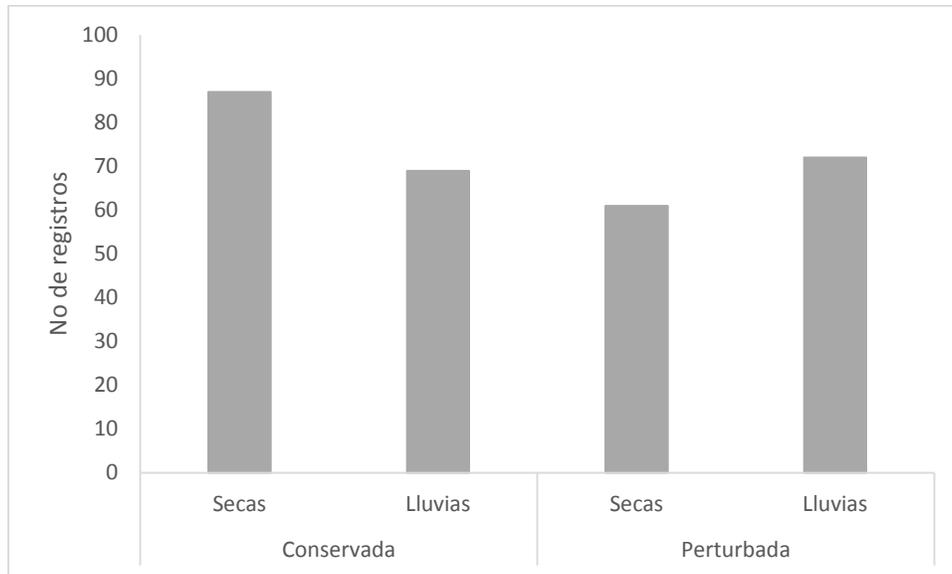


Figura 8. Número de registros independientes de mamíferos carnívoros en cada zona y temporada en el municipio de Cosoltepec, Oaxaca

En la zona conservada se registró mayor riqueza de especies durante lluvias (n= 9) que en la temporada de secas (n= 8). En la zona perturbada durante la temporada seca se registró una mayor riqueza de especies (n= 8) que durante lluvias (n= 7) (Fig. 9).

La diversidad de orden 1 ( ${}^1D = \exp H'$ ) indica que toda el área de estudio tendría una comunidad teórica de 7.164 especies efectivas, en la cual todas presentan el mismo valor de abundancia. La zona conservada presentó mayor diversidad ( ${}^1D = 7.272$ ) que la zona perturbada, la diversidad de la zona conservada fue 1.15 veces mayor que la de la zona perturbada ( ${}^1D = 6.347$ ) (Cuadro 3).

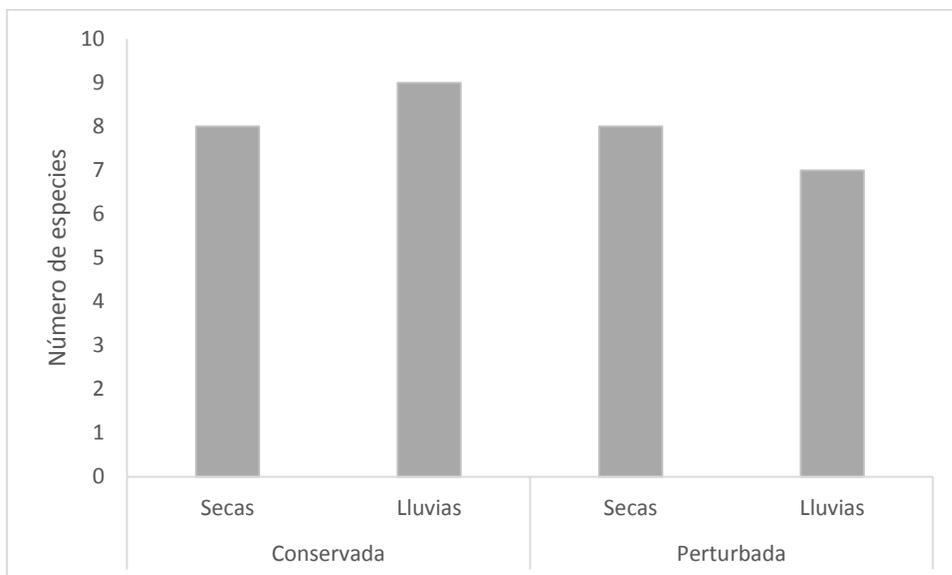


Figura 9. Número de especies registradas de mamíferos carnívoros mediante fototrampeo en la zona conservada y perturbada por temporada en el municipio de Cosoltepec, Oaxaca

En la zona conservada la temporada de lluvias presentó mayor diversidad ( ${}^1D= 6.848$ ) que la seca ( ${}^1D= 6.706$ ). Durante secas la diversidad se redujo solamente un 2.07 % de la diversidad que se presentó en lluvias (Cuadro 3).

En la zona perturbada la temporada de lluvias presentó mayor diversidad ( ${}^1D= 6.203$ ) que la seca ( ${}^1D= 5.697$ ), durante secas la diversidad se redujo 8.16 % de la diversidad que se presentó en lluvias (Cuadro 3).

La diversidad de orden 1 no es diferente entre temporadas para los dos zonas de muestreo, pues los intervalos de confianza al 95% se traslaparon: zona conservada en secas= [5.951-7.458], conservada en lluvias= [5.991-7.952], zona perturbada en secas= [4.661-6.732] y perturbada en lluvias = [5.535-6.874]. (Fig. 10).

Cuadro 3. Índice de Shannon y diversidad verdadera registrada por zona y por temporada mediante fototrampeo

Zona	Temporada	Número de registros	Índice de Shannon	Diversidad	
				${}^0D$	${}^1D$
Conservada	Secas	87	1.903	8	6.706
	Lluvias	69	1.924	9	6.848
	Total conservada	156	1.984	9	7.272
Perturbada	Secas	61	1.740	8	5.697
	Lluvias	72	1.825	7	6.203
	Total perturbada	133	1.848	8	6.347
<b>Total</b>		<b>289</b>	<b>1.969</b>	<b>9</b>	<b>7.164</b>

${}^0D$   ${}^1D$  (Diversidad de orden 0 y 1, respectivamente).

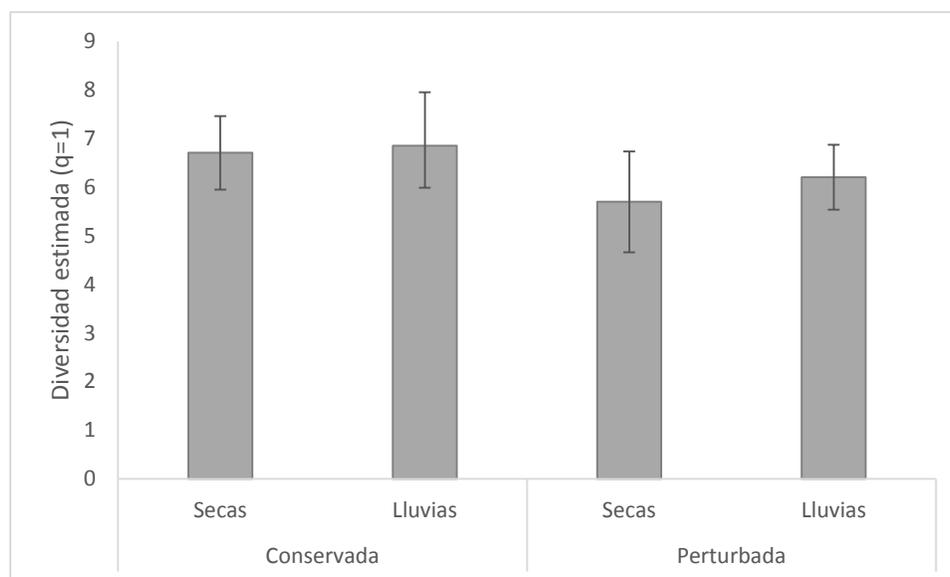


Figura 10. Diversidad observada de orden 1 por temporada y por zona mediante fototrampeo en el municipio de Cosoltepec, Oaxaca. Las barras de error son intervalos de confianza al 95%

La diversidad estimada con el índice de Shannon-Wiener para toda el área de estudio fue de  $H' = 1.969$ . La zona conservada presentó mayor diversidad ( $H' = 1.948$ )

que la zona perturbada ( $H' = 1.848$ ), se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los valores de diversidad estimados ( $t = 2.14$ , g.l. = 273,  $p = 0.05$ ).

Por temporada, en la zona conservada se observó mayor diversidad durante lluvias, sin embargo, no se presentaron diferencias estadísticamente significativas ( $t = 0.43$ , g.l. = 139,  $p = 0.05$ ), de igual manera en la zona perturbada se estimó mayor diversidad durante lluvias que durante secas sin encontrar diferencias significativas ( $t = 0.79$ , g.l. = 100,  $p = 0.05$ ) (Cuadro 3).

Las especies más abundantes en toda el área de estudio fueron *Urocyon cinereoargenteus* (IAR= 1.28, n= 70), *Mephitis macroura* (IAR= 0.95, n= 52), *Conepatus leuconotus* (IAR= 0.86, n= 47), *Lynx rufus* (IAR= 0.70, n= 38) y *Canis latrans* (IAR= 0.64, n= 35). Las especies menos abundantes fueron los prociónidos *Procyon lotor* (IAR= 0.31, n= 17), *Bassariscus astutus* (IAR= 0.29, n= 16), *Nasua narica* (IAR= 0.20, n= 11) y el zorrillo *Spilogale angustifrons* (IAR= 0.05, n= 3) (Cuadro 4). La prueba de t de Student no mostró diferencias significativas de las abundancias entre zonas ( $t = 0.18$ , g.l. = 16,  $p = 0.86$ ).

En la zona conservada los IAR fueron mayores en temporada seca que en temporada de lluvias, excepto para *Procyon lotor* y *Mephitis macroura* quienes presentaron IAR mayor en lluvias. De acuerdo a la temporalidad no hubo diferencias significativas en la abundancia relativa ( $t = 0.84$ , g.l. = 16,  $p = 0.41$ ).

En la zona perturbada los IAR fueron mayores durante la temporada de lluvias para *Canis latrans*, *Urocyon cinereoargenteus*, *Lynx rufus*, *Bassariscus astutus* y *Procyon lotor*. Mientras que *Conepatus leuconotus* y *Mephitis macroura* presentaron IAR más altos durante la temporada seca. De acuerdo a la temporalidad no hubo diferencias significativas en los IAR ( $t = 0.005$ , g.l. = 16,  $p = 0.99$ ).

Cuadro 4. Número de registros independientes de mamíferos carnívoros e índice de abundancia relativa (IAR) por temporada y zona mediante fototrampeo en el municipio de Cosoltepec, Oaxaca

	Zona Conservada				Zona Perturbada				Total	
	Secas		Lluvias		Secas		Lluvias			
Esfuerzo de muestreo (Días trampa)	1,377		1,474		1,197		1,410		5458	
Familia/Especie	Número de registros independientes	IAR								
<b>Canidae</b>										
<i>Canis latrans</i>	15	<b>1.09</b>	8	<b>0.54</b>	3	<b>0.25</b>	9	<b>0.64</b>	35	<b>0.64</b>
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	22	<b>1.60</b>	16	<b>1.09</b>	11	<b>0.92</b>	21	<b>1.49</b>	70	<b>1.28</b>
<b>Felidae</b>										
<i>Lynx rufus</i>	13	<b>0.94</b>	7	<b>0.47</b>	6	<b>0.50</b>	12	<b>0.85</b>	38	<b>0.70</b>
<b>Mephitidae</b>										
<i>Conepatus leuconotus</i>	16	<b>1.16</b>	8	<b>0.54</b>	13	<b>1.09</b>	10	<b>0.71</b>	47	<b>0.86</b>
<i>Mephitis macroura</i>	5	<b>0.36</b>	16	<b>1.09</b>	21	<b>1.75</b>	10	<b>0.71</b>	52	<b>0.95</b>
<i>Spilogale angustifrons</i>	-	-	1	<b>0.07</b>	2	<b>0.17</b>	-	-	3	<b>0.05</b>
<b>Procyonidae</b>										
<i>Bassariscus astutus</i>	3	<b>0.22</b>	2	<b>0.14</b>	4	<b>0.33</b>	7	<b>0.50</b>	16	<b>0.29</b>
<i>Nasua narica</i>	9	<b>0.65</b>	2	<b>0.14</b>	-	-	-	-	11	<b>0.20</b>
<i>Procyon lotor</i>	4	<b>0.29</b>	9	<b>0.61</b>	1	<b>0.08</b>	3	<b>0.21</b>	17	<b>0.31</b>
Total. Registros	87		69		61		72		289	
Total. Especies	8		9		8		7		9	

### 8.3.2 Transectos

El esfuerzo de muestreo total fue de 216 km recorridos, en cada zona se recorrieron 108 km.

Mediante este método se obtuvieron 430 registros. Debido a la presencia de perros, en algunos casos no se logró diferenciar los rastros de las especies silvestres de la familia Canidae (*C. latrans* y *U. cinereoargenteus*). El 86.98 % de los registros (n= 374) no se consideraron para los análisis ya que en éstos no se pudieron determinar hasta especie.

Los rastros colectados en su mayoría fueron heces (n= 39), de igual forma se encontraron huellas (n= 19) y restos óseos (n= 1). Las familias registradas en el área de estudio fueron: Felidae (n= 38), Procyonidae (n= 10) y Mephitidae (n= 8).

En la zona conservada se registraron 36 rastros, durante la temporada de lluvias se obtuvo el mayor número de registros (n= 20), mientras que el menor número se registró durante la temporada seca (n= 16). En la zona perturbada se obtuvieron 20 registros, el mayor número de registros se obtuvo durante la temporada seca (n= 11) (Fig. 11).

La riqueza ( $q=0$ ) en el área de estudio fue de seis especies: *Lynx rufus* (n= 38), *Procyon lotor* (n= 9), *Mephitis macroura* (n= 5), *Conepatus leuconotus* (n= 2), *Spilogale angustifrons* (n= 1) y *Nasua narica* (n= 1).

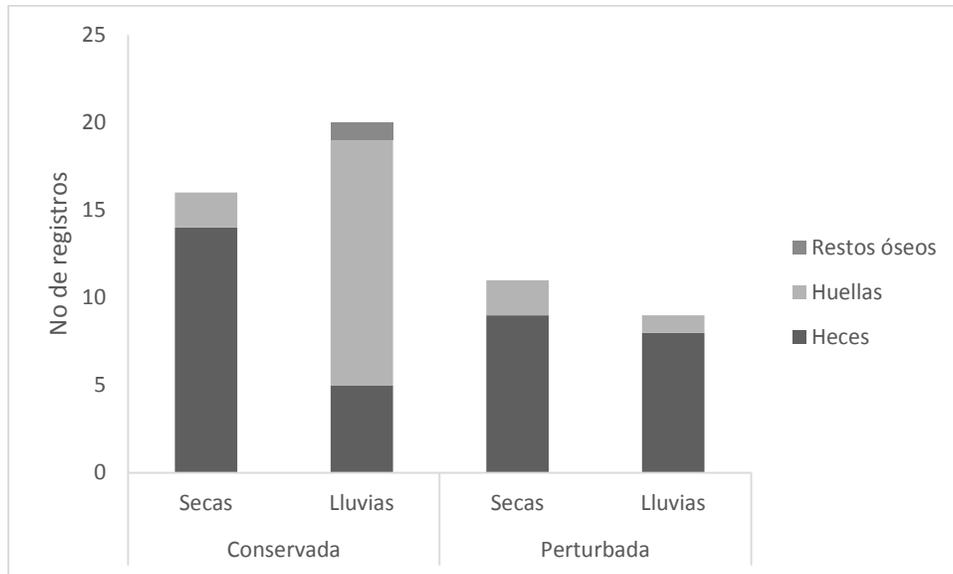


Figura 11. Número de rastros registrados de mamíferos carnívoros en cada zona y temporada en el municipio de Cosoltepec, Oaxaca

La riqueza de especies en la zona conservada fue de seis especies, la mayor riqueza de especies se presentó durante la temporada de lluvias (n= 6). En la zona perturbada la riqueza de especies fue de tres especies, fue mayor durante la temporada seca, no se obtuvieron registro de *Conepatus leuconotus*, *Spilogale angustifrons* y *Nasua narica*. (Fig. 12).

La diversidad de orden 1 ( ${}^1D = \exp H'$ ) indica que toda el área de estudio tendría una comunidad teórica de 2.815 especies efectivas. La zona conservada registró mayor diversidad ( ${}^1D = 3.174$ ) que la zona perturbada ( ${}^1D = 1.849$ ), la diversidad de la zona conservada fue 1.7 veces mayor que la de la zona perturbada.

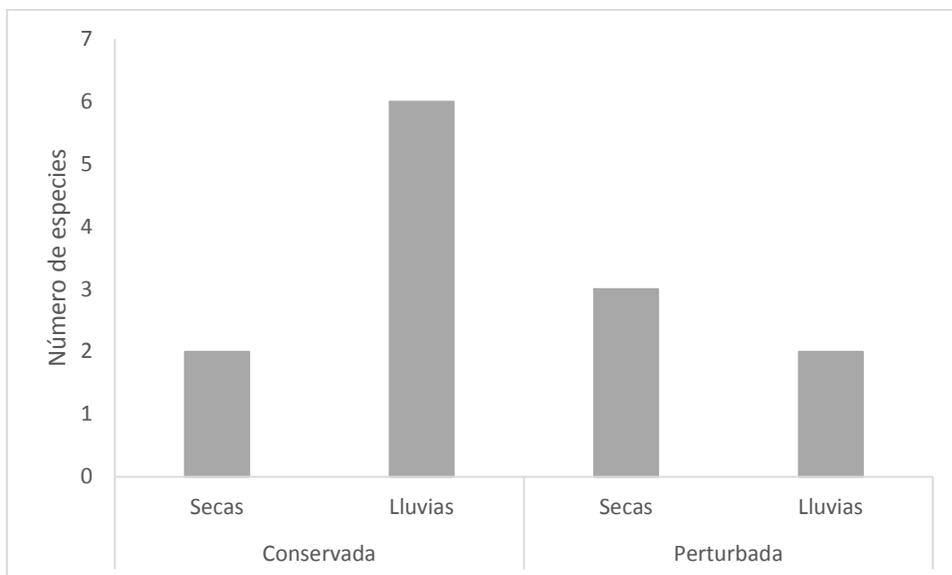


Figura 12. Número de especies registradas de mamíferos carnívoros mediante transectos en la zona conservada y perturbada por temporada en el municipio de Cosoltepec, Oaxaca

En la zona conservada la temporada de lluvias presentó mayor diversidad ( ${}^1D= 4.428$ ) que la seca ( ${}^1D= 1.458$ ), la diversidad se redujo un 67.07 % durante secas. En la zona perturbada la temporada seca presentó una diversidad mayor ( ${}^1D= 1.822$ ) que en las lluvias ( ${}^1D= 1.699$ ), durante esta la diversidad se redujo 6.75 % de la que se presentó en secas (Cuadro 5).

La diversidad de orden 1 no es diferente entre temporadas para la zona perturbada, pues los intervalos de confianza al 95% se traslaparon: perturbada en secas= [0.910-2.735] y perturbada en lluvias = [1.121-2.276]. Mientras que en la zona conservada si se presentó diferencia en la diversidad de orden 1, pues los intervalos de confianza al 95% no se traslaparon: conservada en secas= [0.998-1.917], conservada en lluvias= [3.035-5.820]. (Fig. 13).

Cuadro 5. Índice de Shannon y diversidad verdadera registrada por zona y por temporada mediante transectos

Zona	Temporada	Número de registros	Índice de Shannon	Diversidad Observada	
				<sup>0</sup> D	<sup>1</sup> D
Conservada	Secas	16	0.377	2	1.458
	Lluvias	20	1.488	6	4.428
	Total conservada.	36	1.155	6	3.174
Perturbada	Secas	11	0.600	3	1.822
	Lluvias	9	0.530	2	1.699
	Total perturbada.	20	0.613	3	1.849
<b>Total</b>		<b>56</b>	<b>1.035</b>	<b>6</b>	<b>2.815</b>

<sup>0</sup>D <sup>1</sup>D (Diversidad de orden 0 y 1, respectivamente)

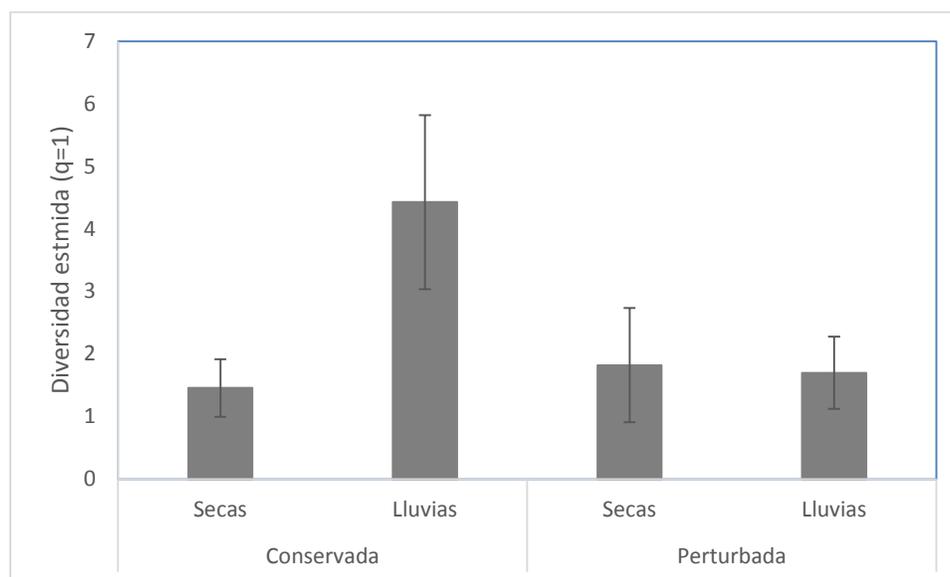


Figura 13. Diversidad observada de orden 1 por temporada y por zona mediante transectos en el municipio de Cosoltepec, Oaxaca. Las barras de error son intervalos de confianza al 95%

La diversidad estimada con el índice de Shannon-Wiener para toda el área de estudio fue de  $H' = 1.035$ . La zona conservada presentó mayor diversidad que la zona perturbada, se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los valores

de diversidad estimados ( $t= 2.23$ , g.l.= 48,  $p= 0.05$ ). Por temporada, la zona conservada durante lluvias presentó significativamente mayor diversidad que la zona seca ( $t= 4.89$ , g.l.= 35,  $p= 0.05$ ). La zona perturbada presentó mayor diversidad durante secas que durante lluvias sin encontrar diferencias significativas ( $t= 0.23$ , g.l.= 18,  $p= 0.05$ ) (Cuadro 5).

Las especie más abundante fue *Lynx rufus* (IAR= 0.18,  $n= 38$ ). Las especies menos abundantes fueron *Procyon lotor* (IAR= 0.04,  $n= 9$ ), *Mephitis macroura* (IAR= 0.02,  $n= 5$ ), *Conepatus leuconotus* (IAR= 0.01,  $n= 2$ ), *Spilogale angustifrons* (IAR= 0.005,  $n= 1$ ) y *Nasua narica* (IAR= 0.005,  $n= 1$ ) (Cuadro 6). Mediante la prueba U Mann Whitney no se encontraron diferencias significativas de las abundancias entre zonas ( $U= 10.00$ , g.l.= 1,  $p= 0.19$ )

En la zona conservada el IAR fue mayor en temporada seca para *Lynx rufus*, durante lluvias *Procyon lotor* presentó un IAR mayor. *Conepatus leuconotus*, *Mephitis macroura*, *Spilogale angustifrons* y *Nasua narica* solo se presentaron durante lluvias. De acuerdo a la temporalidad no hubo diferencias significativas en la abundancia relativa ( $U= 10.00$ , g.l.= 1,  $p= 0.19$ ).

En la zona perturbada para las tres especies registradas *Lynx rufus* presentó mayor IAR durante secas, *Mephitis macroura* durante lluvias y *Procyon lotor* solo se registró en secas. De acuerdo a la temporalidad no hubo diferencias significativas en la abundancia relativa ( $U= 16.00$ , g.l.= 1,  $p= 0.72$ ) (Cuadro 6).

Cuadro 6. Número de registros independientes de mamíferos carnívoros e índice de abundancia relativa (IAR) por temporada y zona mediante transectos en el municipio de Cosoltepec, Oaxaca

	Zona Conservada				Zona Perturbada				Total	
	Secas		Lluvias		Secas		Lluvias			
Esfuerzo de muestreo (km recorridos)	45		63		45		63		<b>216</b>	
Familia/Especie	Número de registros independientes	IAR								
<b>Felidae</b>										
<i>Lynx rufus</i>	14	<b>0.31</b>	8	<b>0.13</b>	9	<b>0.22</b>	7	<b>0.11</b>	38	<b>0.18</b>
<b>Mephitidae</b>										
<i>Conepatus leuconotus</i>	0	<b>0.00</b>	2	<b>0.03</b>	0	<b>0.00</b>	0	<b>0.00</b>	2	<b>0.01</b>
<i>Mephitis macroura</i>	0	<b>0.00</b>	2	<b>0.03</b>	1	<b>0.02</b>	2	<b>0.03</b>	5	<b>0.02</b>
<i>Spilogale angustifrons</i>	0	<b>0.00</b>	1	<b>0.02</b>	0	<b>0.00</b>	0	<b>0.00</b>	1	<b>0.00</b>
									5	
<b>Procyonidae</b>										
<i>Nasua narica</i>	0	<b>0.00</b>	1	<b>0.02</b>	0	<b>0.00</b>	0	<b>0.00</b>	1	<b>0.00</b>
									5	
<i>Procyon lotor</i>	2	<b>0.04</b>	6	<b>0.10</b>	1	<b>0.02</b>	0	<b>0.00</b>	9	<b>0.04</b>
<b>Total. Registros</b>	16		20		11		9		56	
<b>Total. Especies</b>	2		6		3		2		6	

## 8.4 Uso de hábitat

### 8.4.1 Fototrampeo

Al analizar las preferencias de uso de hábitat por temporada, durante la temporada de lluvias no se presentaron diferencias estadísticamente significativas con la prueba de bondad de ajuste de  $X^2$ , *Canis latrans* ( $X^2= 0.03$ , g.l.= 1,  $P<0.05$ ), *Urocyon cinereoargenteus* ( $X^2= 0.49$ , g.l.= 1,  $P<0.05$ ), *Lynx rufus* ( $X^2= 1.12$ , g.l.= 1,  $P<0.05$ ), *Conepatus leuconotus* ( $X^2= 0.15$ , g.l.= 1,  $P<0.05$ ), *Mephitis macroura* ( $X^2= 1.64$ , g.l.= 1,  $P<0.05$ ), *Spilogale angustifrons* ( $X^2= 1.04$ , g.l.= 1,  $P<0.05$ ), *Bassariscus astutus* ( $X^2= 2.58$ , g.l.= 1,  $P<0.05$ ) *Nasua narica* ( $X^2= 2.08$ , g.l.= 1,  $P<0.05$ ) y *Procyon lotor* ( $X^2= 3.25$ , g.l.= 1,  $P<0.05$ ). Por lo cual para la temporada de lluvias no fue necesario calcular los intervalos de confianza de Bonferroni. Tanto la zona conservada, como la zona perturbada fueron usadas de acuerdo a su disponibilidad.

Durante la temporada seca las especies que no presentaron diferencias estadísticamente significativas con la prueba de bondad de ajuste de  $X^2$  fueron *Lynx rufus* ( $X^2= 2.87$ , g.l.= 1,  $P<0.05$ ), *Conepatus leuconotus* ( $X^2= 0.44$ , g.l.= 1,  $P<0.05$ ), *Spilogale angustifrons* ( $X^2= 1.92$ , g.l.= 1,  $P<0.05$ ), *Bassariscus astutus* ( $X^2= 0.15$ , g.l.= 1,  $P<0.05$ ) y *Procyon lotor* ( $X^2= 1.92$ , g.l.= 1,  $P<0.05$ ) Por lo cual para estas especies durante la temporada seca no fue necesario calcular los intervalos de confianza de Bonferroni. Estas especies usaron tanto la zona conservada, como la zona perturbada de acuerdo a su disponibilidad.

Las especies que mostraron diferencia significativa con la prueba de bondad de ajuste de  $X^2$  en la temporada seca fueron: *Canis latrans* ( $X^2= 0.03$ , g.l.= 1,  $P<0.05$ ), *Nasua narica* ( $X^2= 2.08$ , g.l.= 1,  $P<0.05$ ), *Mephitis macroura* ( $X^2= 1.64$ , g.l.= 1,  $P<0.05$ ) y *Urocyon cinereoargenteus* ( $X^2= 0.49$ , g.l.= 1,  $P<0.05$ ). Para estas especies durante la temporada seca

se calcularon los intervalos de confianza de Bonferroni para determinar la preferencia en el uso de hábitat. *C. latrans* y *N. narica* usaron más de lo esperado la zona conservada, *M. macroura* uso las zona perturbada más de lo esperado y *U. cinereoargenteus* uso las dos zonas en la misma proporción a su disponibilidad (Cuadro 7)

#### 8.4.2 Transectos

Las especies que no mostraron diferencia significativa con la prueba de bondad de ajuste de  $X^2$  en la temporada de lluvias fueron: *Lynx rufus* ( $X^2= 0.11$ , g.l.= 1,  $P<0.05$ ), *Conepatus leuconotus* ( $X^2= 2.08$ , g.l.= 1,  $P<0.05$ ), *Mephitis macroura* ( $X^2= 0.00$ , g.l.= 1,  $P<0.05$ ), *Spilogale angustifrons* ( $X^2= 1.04$ , g.l.= 1,  $P<0.05$ ) y *Nasua narica* ( $X^2= 1.04$ , g.l.= 1,  $P<0.05$ ) Por lo cual para estas especies durante la temporada de lluvias no fue necesario calcular los intervalos de confianza de Bonferroni. Estas especies usaron tanto la zona conservada, como la zona perturbada de acuerdo a su disponibilidad. *Procyon lotor* fue la única especies que mostro diferencia estadísticamente significativa en la temporada de lluvias ( $X^2= 3.25$ , g.l.= 1,  $P<0.05$ ). *P. lotor* fue la única especie a la que se le calculó los intervalos de confianza de Bonferroni para determinar la preferencia en el uso de hábitat y uso más de lo esperado la zona conservada (Cuadro 8).

Durante la temporada seca ninguna especie presentó diferencias estadísticamente significativas con la prueba de bondad de ajuste de  $X^2$ , *Lynx rufus* ( $X^2= 1.30$ , g.l.= 1,  $P<0.05$ ), *Mephitis macroura* ( $X^2= 0.96$ , g.l.= 1,  $P<0.05$ ) y *Procyon lotor* ( $X^2= 0.37$ , g.l.= 1,  $P<0.05$ ). Por lo cual para la temporada seca no fue necesario calcular los

intervalos de confianza de Bonferroni. Tanto la zona conservada, como la zona perturbada fueron usadas de acuerdo a su disponibilidad.

Cuadro 7. Frecuencias e índice de preferencia (Intervalos de Bonferroni al 95% de confianza) mediante fototrampeo, de carnívoros en dos zonas con distinto grado de perturbación en la temporada seca en el municipio de Cosoltepec, Oaxaca.

Familia/Especie	Zona	Fe	Pfe	Fo	Pfo	Intervalos de Bonferroni	
						Inferior	Superior
<b>Canidae</b>							
<i>Canis latrans</i>	C	8.820	0.490	15	0.833 (+)	0.637	1.030
	P	9.180	0.510	3	0.167 (-)	-0.030	0.363
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	C	16.170	0.490	22	0.667 (=)	0.483	0.850
	P	16.830	0.510	11	0.333 (=)	0.150	0.517
<b>Mephitidae</b>							
<i>Mephitis macroura</i>	C	12.740	0.490	5	0.192 (-)	0.019	0.365
	P	13.260	0.510	21	0.808 (+)	0.635	0.981
<b>Procyonidae</b>							
<i>Nasua narica</i>	C	4.410	0.490	9	1.000 (+)	1.000	1.000
	P	4.590	0.510	0	0.000 (-)	0.000	0.000

C= Conservado, P= Perturbado, Fe= Frecuencia esperada, Pfe= Proporción de la frecuencia esperada, Fo= Frecuencia observada, Pfo= Proporción de la frecuencia observada, (+) zona significativamente más usada de los esperado, (-) zona significativamente menos usada de lo esperado, (=) usado de acuerdo a su disponibilidad. Se calculan los intervalos de confianza de Bonferroni para las especies que presentaron diferencias estadísticamente significativas con la prueba de bondad de ajuste de  $X^2$ .

Cuadro 8. Frecuencias e índice de preferencia (Intervalos de Bonferroni al 95% de confianza) mediante transectos, de carnívoros en dos zonas con distinto grado de perturbación en la temporada de lluvias en el municipio de Cosoltepec, Oaxaca.

Familia/Especie	Zona	Fe	Pfe	Fo	Pfo	Intervalos de Bonferroni	
						Inferior	Superior
<b>Procyonidae</b>							
<i>Procyon lotor</i>	C	2.940	0.490	6	1.000 (+)	1.000	1.000
	P	3.060	0.510	0	0.000 (-)	0.000	0.000

C= Conservado, P= Perturbado, Fe= Frecuencia esperada, Pfe= Proporción de la frecuencia esperada, Fo= Frecuencia observada, Pfo= Proporción de la frecuencia observada, (+) zona significativamente más usada de lo esperado, (-) zona significativamente menos usada de lo esperado, (=) usado de acuerdo a su disponibilidad. Se calculan los intervalos de confianza de Bonferroni para las especies que presentaron diferencias estadísticamente significativas con la prueba de bondad de ajuste de  $\chi^2$ .

## 8.5 Patrones de actividad

Mediante fototrampeo se registraron todos los patrones de actividad: diurno, nocturno y crepuscular. Algunas especies registraron los tres patrones de actividad (catemerales).

Las especies con actividad durante todo el día (catemerales) fueron *Canis latrans* (diurno n= 13, nocturno n= 15, crepuscular n= 7), *Urocyon cinereoargenteus* (diurno n= 9, nocturno n= 49, crepuscular n= 12), *Lynx rufus* (diurno n= 10, nocturno n= 20, crepuscular n= 8) y *Mephitis macroura* (diurno n= 1, nocturno n= 46, crepuscular n= 5). A pesar de ser especies catemerales se obtuvo un mayor número de registros durante la noche (Cuadro 9).

Las especies con actividad crepuscular y nocturna fueron *Canis latrans* (nocturno n= 41, crepuscular n= 6) y *Procyon lotor* (nocturno n= 13, crepuscular n= 4); ambas especies presentaron una preferencia hacia la actividad nocturna. *Nasua narica* fue la única especie con un patrón diurno-nocturno (diurno n= 10, nocturno n= 1) y *Bassariscus astutus* presentó solo el patrón de actividad nocturno (n= 16) (Cuadro 9).

En cuanto a la familia canidae, *Canis latrans* se mantuvo activo todo el día, sin embargo mostró mayor actividad durante las 6:00-9:59 hrs, de las 10:00-19:59 bajó su actividad y volvió a tener picos de actividad de las 20:00-21:59 hrs. La zorra gris, *Urocyon cinereoargenteus*, mostró un aumento en su actividad a partir de las 18:00 hrs, y alcanzó su mayor actividad desde las 23:00 hrs hasta las 3:59 hrs, que es cuando presentó menor actividad (Fig. 14).

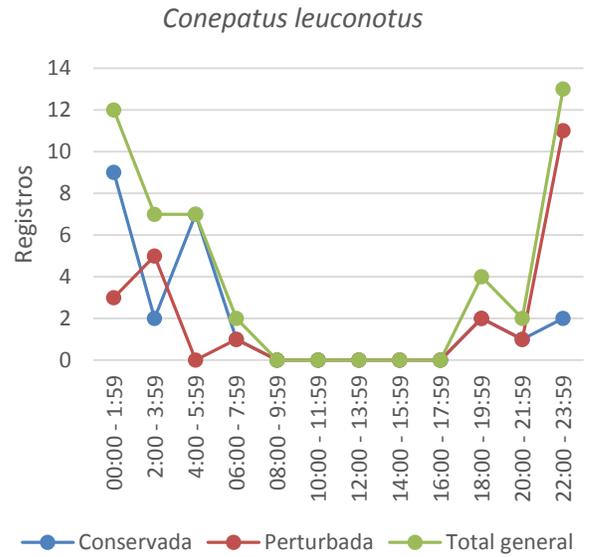
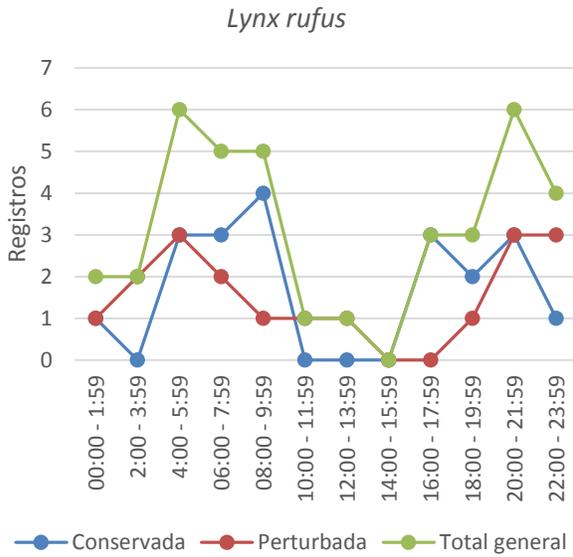
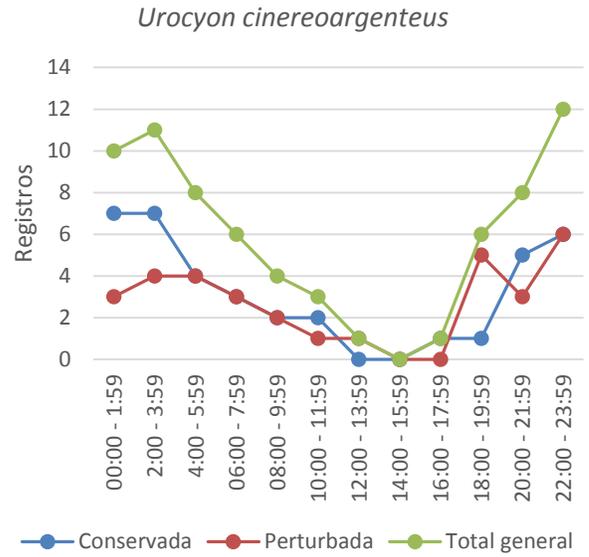
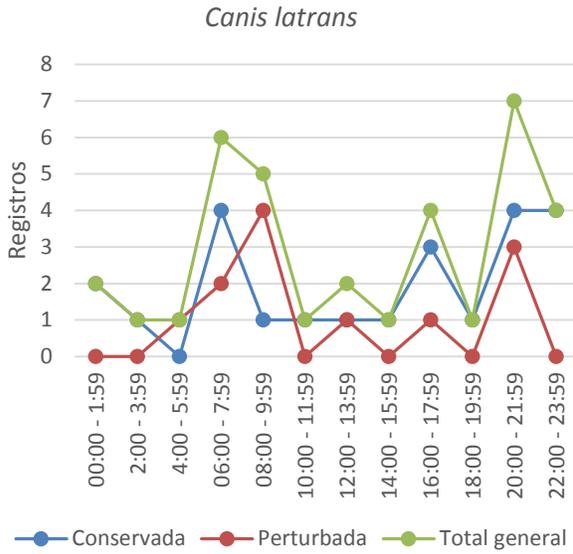
El lince, *Lynx rufus*, presentó gran actividad desde las 16:00 hasta las 9:59 hrs, de 10:00-17:59 mantuvo poca actividad (Fig. 14).

Los zorrillos, *Mephitis macroura* y *Conepatus leuconotus*, mostraron un comportamiento similar. Ambos se mantuvieron inactivos de las 8:00 a las 17:59 hrs, y de las 18:00 a las 7:59 hrs se presentaron activos (Fig. 14).

En cuanto a los prociénidos, *Nasua narica* mostró un comportamiento diurno, con picos de actividad alrededor de las 12:00 hasta las 13:59 hrs. Por otra parte *Bassariscus astutus* presentó actividad mayormente nocturna, con picos de actividad desde las 20:00 hasta las 5:59 hrs. Y el mapache, *Procyon lotor*, se mantuvo inactivo de las 8:00 hasta las 17:59 hrs, a partir de las 18:00 hasta las 7:59 hrs presentó actividad (Fig. 14).

Cuadro 9. Patrones y horarios de actividad de los carnívoros registrados en el municipio de Cosoltepec, Oaxaca.

Familia/Especie	Zona Conservada				Zona Perturbada				Total		Patrones de actividad
	Secas		Lluvias		Secas		Lluvias				
	N° reg	Horarios de actividad	N° reg	Horarios de actividad	N° reg	Horarios de actividad	N° reg	Horarios de actividad	N° reg	Horarios de actividad	
<b>Canidae</b>											
<i>Canis latrans</i>	18	Actividad 24 hrs	5	12:00-15:59 20:00-1:59	4	6:00-7:59 8:00-9:59 20:00-5:59	8	6:00-7:59 8:00-17:59 20:00-21:59	35	Actividad 24 hrs	Caternal
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	24	Actividad 24 hrs	14	Actividad 24 hrs	14	6:00-7:59 18:00-19:59 20:00-5:59	18	Actividad 24 hrs	70	Actividad 24 hrs	Caternal
<b>Felidae</b>											
<i>Lynx rufus</i>	15	Actividad 24 hrs	5	6:00-7:59 16:00-17:59 22:00-5:59	10	Actividad 24 hrs	8	6:00-7:59 12:00-13:59 22:00-4:59	38	Actividad 24 hrs	Caternal
<b>Mephitidae</b>											
<i>Conepatus leuconotus</i>	17	6:00-7:59 18:00-19:59 20:00-5:59	7	0:00-5:59	16	18:00-19:59 20:00-3:59	7	6:00-7:59 22:00-3:59	47	6:00-8:00 18:00-20:00 20:00-6:00	Crepuscular / Nocturno
<i>Mephitis macroura</i>	12	Actividad 24 hrs	9	0:00-5:59	22	6:00-7:59 18:00-19:59 22:00-5:59	9	20:00-5:59	52	Actividad 24 hrs	Caternal
<i>Spilogale angustifrons</i>	-	-	1	4:00-5:59	2	18:00-19:59 2:00-3:59	-	-	-	-	-
<b>Procyonidae</b>											
<i>Bassariscus astutus</i>	3	0:00-5:59	2	22:00-5:59	5	20:00-3:59	6	20:00-5:59	16	20:00-6:00	Nocturno
<i>Nasua narica</i>	10	8:00-15:59	1	2:00-3:59	-	-	-	-	11	8:00-18:00 20:00-6:00	Diurno / Nocturno
<i>Procyon lotor</i>	4	6:00-7:59 18:00-19:59 2:00-3:59	9	6:00-7:59 20:00-3:59	2	22:00-23:59	2	22:00-1:59	17	6:00-8:00 18:00-20:00 20:00-6:00	Crepuscular / Nocturno



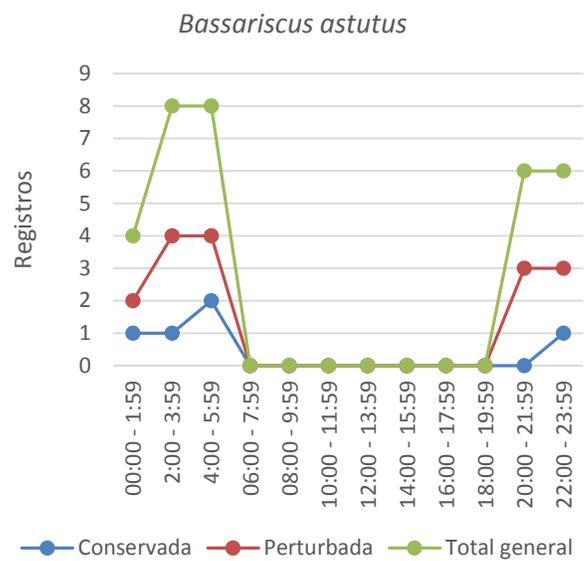
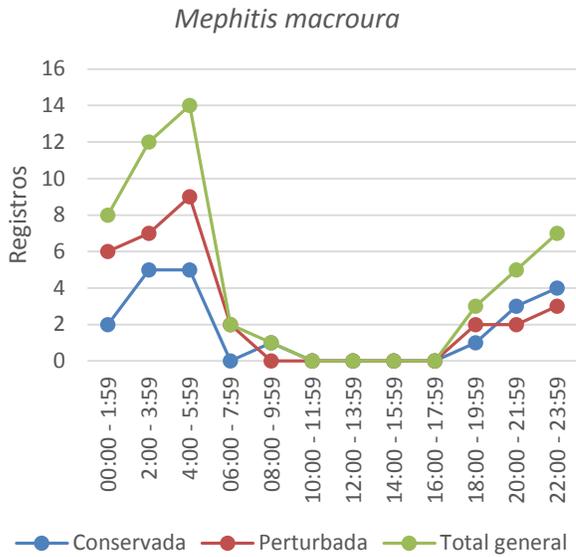
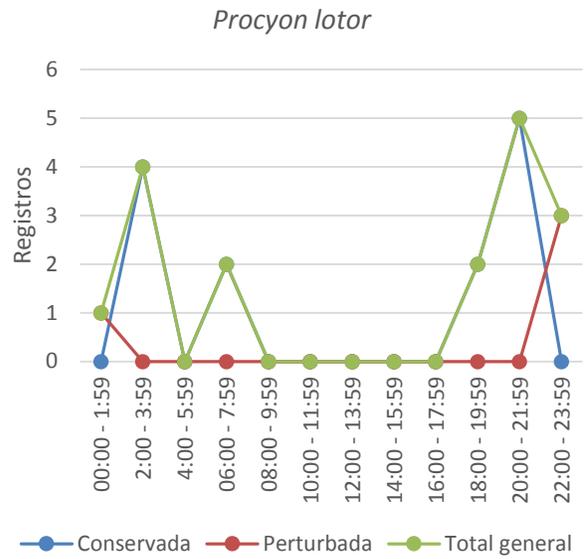
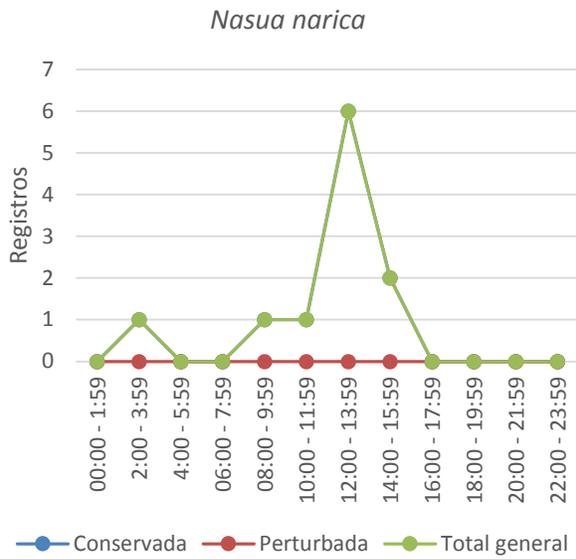


Figura 14. Patrones de actividad por zona de los carnívoros de Cosoltepec, Oaxaca

## **8.6 Modelos de ocupación y detección**

### **8.6.1 Fototrampeo**

El mejor modelo para predecir la probabilidad de ocupación ( $\Psi$ ) y detección ( $p$ ) de *B. astutus*, *L. rufus*, *M. macroura*, *P. lotor* y *U. cinereoargenteus*, fue aquel en donde  $\Psi$  y  $p$  se mantuvieron constantes. De acuerdo con este modelo no hubo influencia de ninguna covariable en la probabilidad de ocupación y detección de las especies. El mejor modelo para predecir la probabilidad de ocupación ( $\Psi$ ) de *C. latrans* fue aquel donde  $\Psi$  está en función de la zona. Para *C. leuconotus* y *N. narica* el mejor modelo para predecir la probabilidad de detección ( $p$ ) fue aquel donde  $p$  está en función de la temporada (Cuadro 10).

### **8.6.2 Transectos**

El mejor modelo para predecir la probabilidad de ocupación ( $\Psi$ ) y de detección ( $p$ ) de *L. rufus*, y *P. lotor* fue aquel en donde  $\Psi$  y  $p$  se mantuvieron constantes. De acuerdo con este modelo no hubo influencia de ninguna covariable en la probabilidad de ocupación ni de detección (Cuadro 11).

Cuadro 10. Modelos para determinar las probabilidades de presencia ( $\Psi$ ) y probabilidades de detección ( $p$ ) de la comunidad de mamíferos carnívoros mediante fototrampeo en el municipio de Cosoltepec, Oaxaca

Modelo	AIC							
	<i>B. astutus</i>	<i>C. latrans</i>	<i>C. leuconotus</i>	<i>L. rufus</i>	<i>M. macroura</i>	<i>N. narica</i>	<i>P. lotor</i>	<i>U. cinereoargenteus</i>
	$\Psi$							
$\Psi(\cdot)p(\cdot)$	<b>79.74*</b>	129.54	172.73	<b>147.65*</b>	<b>145.33*</b>	42.34	<b>76.46*</b>	<b>195.11*</b>
$\Psi(\text{zona})$	83.45	<b>128.2*</b>	176.29	151.65	146.38	43.23	74.57	199.11
$p(\text{zona})$	81.99	132.01	176.69	151.59	148.06	43.23	76.36	198.33
$p(\text{temporada})$	81.44	131.53	<b>170.87*</b>	149.54	146.98	<b>42.31*</b>	76.4	197.11
$p(\text{zona+temporada})$	83.68	133.99	174.83	153.49	149.71	43.2	78.46	200.83

$\Psi(\cdot)p(\cdot)$ =probabilidades de presencia ( $\Psi$ ) y probabilidades de detección ( $p$ ) constantes. \* Indica el modelo más parsimonioso de cada especie

Cuadro 11. Modelos para determinar las probabilidades de presencia ( $\Psi$ ) y probabilidades de detección ( $p$ ) de la comunidad de mamíferos carnívoros mediante transectos en el municipio de Cosoltepec, Oaxaca

Modelo	AIC	
	L. rufus	P. lotor
	$\Psi$	
$\Psi(.)p(.)$	<b>69.2*</b>	<b>47.25*</b>
$\Psi(\text{zona})$	73.2	51.25
$p(\text{zona})$	73.2	48.76
$p(\text{temporada})$	71.05	48.98
<u><math>p(\text{zona+temporada})</math></u>	75.05	50.47

$\Psi(.)p(.)$ =probabilidades de presencia ( $\Psi$ ) y probabilidades de detección ( $p$ ) constantes. \* Indica el modelo más parsimonioso de cada especie

## 9 DISCUSIÓN

### 9.1 Grado de perturbación

Con los valores obtenidos del análisis de grado de perturbación se pudo cuantificar el grado de disturbio en ambas zonas. El índice ayudó a confirmar el establecimiento de las zonas.

Al realizar la evaluación del grado de perturbación las variables que aportaron mayor información fueron: *camino ganadero* y *cercanía a poblaciones*. Hubo variables que no aportaron información como: *presencia de rastros de ganado caprino*, *incendios* e *isla*.

Martorell y Peters (2000), concluyen que la variable *compactación del suelo* debe ser más alta en la zona conservada que en la perturbada, ya que el tránsito en la zona conservada se concentra en pocos caminos incrementando la compactación. En el presente estudio se encontró un suelo más compacto en la zona perturbada que en la conservada. Esto debido a que la zona conservada está cercada y hay poca incidencia de ganado, con respecto a la zona perturbada en la cual el ganado pastorea libre por toda la zona.

### 9.2 Curvas y modelos de acumulación de especies

Al realizar las curvas de acumulación de especies se observa que mediante fototrampeo el esfuerzo de captura fue suficiente para registrar el total de las especies estimadas en el área de estudio. Mediante transectos se observa que el esfuerzo de muestreo es insuficiente, los estimadores no llegaron a la asíntota, mediante el estimador ACE se estimaron 8.26 especies, valor muy cercano a las nueve especies

observadas mediante fototrampeo. A partir de las especies observadas y estimadas con transectos y fototrampeo, se considera que el estudio registró el total de las especies distribuidas en el municipio. Se incrementa a nueve el número de especies de mamíferos carnívoros reportadas para el Distrito de Huajuapán, para el cual, se contaba con ocho especies reportadas por (Cervantes y Riveros, 2012). Se obtiene como nuevo registro a *Spilogale angustifrons*.

Debido a la colindancia con la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán (RBTC) se esperaría encontrar algunas especies registradas para esa zona *Leopardus wiedii*, *Puma concolor*, *Herpailurus yagouaroundi* (Botello *et al.*, 2013; Cruz-Jácome *et al.*, 2015). La ausencia de estas especies podría deberse a que habitan zonas alejadas de poblaciones y de núcleos silvopastoriles (Botello, 2006).

### **9.3 Diversidad y abundancia relativa**

Mediante fototrampeo se logró obtener la mayor riqueza de especies. El presente estudio, al igual que otros (Trolle y Kéry, 2003; Lira-Torres, 2006; Kelly y Holub, 2008; Lira-Torres y Briones-Salas, 2012), demuestra que el método de fototrampeo es una técnica de monitoreo efectiva, con la cual se logra obtener un mayor número de registro de especies con respecto a otros métodos de monitoreo. Contrario a lo reportado por Cortés-Marcial y Briones-Salas (2014) que mediante transectos se obtiene mayor riqueza de especies, en este estudio se obtuvo un menor número de especies registradas a través de este método.

Se registraron cuatro familias y nueve especies de carnívoros, lo cual corresponde al 80% de familias y 39% de la especies registradas para Oaxaca (Briones-Salas *et al.*, 2015). La riqueza de la comunidad estudiada fue similar a la de diversos estudios de carnívoros en el estado de Oaxaca, donde se han registrado de 6 a 11 especies (Botello, 2004; Botello, 2006;

Luna, 2008; Pérez-Irineo, 2008; Aldape, 2011; Botero, 2011). De las especies reportadas para el municipio de Cosoltepec (Cervantes y Riveros, 2012), *Spilogale angustifrons* se reporta como nuevo registro.

La riqueza de especies por zona varió por una especie, *Nasua narica* no se registró en la zona perturbada por ninguno de los dos métodos, contrario a lo reportado por Pérez-Irineo y Santos-Moreno (2012) donde la describen como una especie adaptable a ambientes perturbados. La ausencia de esta especie en la zona perturbada pudiera estar relacionada con la poca presencia de árboles, los cuales, fungen como sitios de descanso (Ceballos y Oliva, 2005).

De las especies registradas con fototrampeo se registraron el 100% de especies (n= 9) y por transectos solo se registró el 67% (n= 6). De las especies que se no registraron por transectos, para *Bassariscus astutus* podría deberse a sus hábitos arborícolas (Ceballos y Oliva, 2005; Aranda, 2012), por lo cual resulta difícil encontrar sus rastros (Aranda, 2012). En cuanto a *Canis latrans* y *Urocyon cinereoargenteus*, los rastros encontrados de ambas especies no se consideraron por la presencia de perros. Debido a la similitud de las heces en olor, apariencia y textura, se excluyeron de los análisis para no sobrestimar la presencia de las especies silvestres. Si bien el tamaño de las heces pudiera ser un factor determinante en el caso de *U. cinereoargenteus* se podrían confundir con heces de perros cachorros y las de *C. latrans* con heces de perros medianos y grandes. Un método alternativo y confiable para establecer el origen de las heces sería mediante la determinación del perfil de ácidos biliares en las heces por medio de cromatografía en capa (Salame-Méndez *et al.*, 2012).

La diversidad estimada mediante el índice de Shannon-Wiener fue mayor con fototrampeo ( $H' = 1.969$ ) con respecto al estimado en transectos ( $H' = 1.035$ ). La

comunidad estudiada, por fototrampeo, presento una diversidad menor a la reportada en otros estudios realizados en Oaxaca con el mismo método, Botello (2004) realizó su estudio en bosque de pino encino en Santa Catarina Ixtepeji, Sierra Norte, y encontró un valor de  $H' = 2.02$ . Por otro lado, la diversidad encontrada en este estudio fue mayor a la encontrada por Botello (2006) en la RBTC reportó una diversidad de  $H' = 1.86$ , y la reportada por Pérez-Irineo (2008) en una selva mediana en Tuxtepec ( $H' = 0.46$ ).

Por ambos métodos, el índice de diversidad ( $H'$ ) fue mayor en la zona conservada y menor en la perturbada. Las diferencias estadísticamente significativas en ambos casos demuestran la importancia de mantener sitios de conservación donde las especies se puedan resguardar. La diversidad de la comunidad estudiada se ve afectada por la zona perturbada, sin embargo, todas las especies, excluyendo al lince, son omnívoros, por lo cual esta zona puede estar aportando recursos alimenticios de dos maneras: 1) a través de cultivos de maíz (*Zea mays*) y pitaya (*Stenocereus queretaroensis*) y, 2) a través de las especies de roedores y lagomorfos que se alimentan de semillas y pastos de las zonas agropastoriles.

El cambio por la estacionalidad es un factor determinante de la diversidad, estructura y función de las comunidades (Cortés-Marcial, 2009). Mediante fototrampeo los valores del índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) y de diversidad de orden uno ( ${}^1D$ ) en ambas zonas fueron mayores durante la temporada de lluvias. Sin embargo, mediante este método las diferencias que se encontraron por temporada no fueron significativas. No hubo un cambio en la diversidad posiblemente porque durante lluvias encuentran alimento en los cultivos de la zona perturbada y refugio en la conservada y, durante secas están en busca de alimento en ambas zonas.

Mediante transectos los valores de  $H'$  y  ${}^1D$  cambiaron de acuerdo a la estacionalidad. En la zona conservada fueron mayores durante lluvias y en la zona perturbada fueron

mayores durante secas. Ambas zonas presentaron diferencias significativas. Estas diferencias se consideraron debido a la detectabilidad de los rastros y a la baja eficiencia del método, y no por un cambio en la composición de la diversidad. Los factores como la humedad del suelo, precipitación, viento, paso de personas y ganado fueron factores que sesgaron la presencia y la detectabilidad de rastros (Simonetti y Huareco, 1999; Aranda, 2000).

Durante lluvias encontrar mayor diversidad en la zona conservada pudo haber sido por la humedad, las impresiones quedaron más grabadas en el suelo. En la zona conservada la diversidad pudo haber disminuido posiblemente por la eliminación de rastros de los transectos como consecuencia del aumento en el tránsito de los caminos por las actividades agrícolas. La anulación de los rastros para los análisis provenientes de *U. cinereoargenteus* y *C. latrans* fue un factor que de igual manera influyó en la diversidad estimada mediante este método.

Los índices de abundancia relativa (IAR) más altos se obtuvieron mediante el método de fototrampeo. Las especies que registraron los IAR más bajos fueron *B. astutus*, *N. narica*, *P. lotor* y *S. angustifrons*. Estas especies, a excepción de *P. lotor*, presentan comportamiento arborícola (Ceballos y Oliva, 2005; Aranda, 2012). Contrario a lo reportado en otros estudios en los cuales los prociénidos se encuentran documentados como especies muy comunes y abundantes (Botello, 2004; Pérez-Irineo, 2008; Aldape, 2011), en este trabajo se reportaron bajos IAR para este grupo. En este estudio los IAR obtenidos para estas especies se relaciona con el diseño de muestreo, el cual se enfocó para registrar especies de comportamiento terrestre, mientras que los registros obtenidos para especies arborícolas están sesgados por la dificultad de detección de los individuos (Cortés-Marcial y Briones-Salas, 2014).

Las especies con IAR más altos fueron: *C. latrans*, *U. cinereoargenteus*, *L. rufus*, *C. leuconotus* y *M. macroura*, lo cual coincide con estudios realizados en Oaxaca (Botello, 2004; Pérez-Irineo, 2008; Cortés-Marcial, 2009; Cortés-Marcial y Briones-Salas, 2014). La gran abundancia de *U. cinereoargenteus* y *C. latrans* se debe a que son especies muy adaptables al disturbio, además de ser oportunistas (Botello *et al.*, 2008). De las especies más abundantes, resaltan los IAR de *C. leuconotus*, porque existen pocos estudios que reportan la abundancia mediante fototrampeo en Oaxaca, y presentan abundancias muy por debajo a las reportadas en este estudio (Cortés-Marcial, 2009; Cortés-Marcial y Briones-Salas, 2014). Lo mismo pasa con *L. rufus*, las abundancias registradas son mayores a las reportadas por Botello (2006), en la RBTC encuentra pocos registros en zonas con poca actividad humana y Aldape (2011) presenta abundancias bajas en una zona de manejo forestal. Por lo tanto esta especie podría considerarse como muy adaptable a zonas perturbadas o incluso una especie con preferencia a zonas con alto grado de disturbio.

En general la estacionalidad no fue un factor determinante en los IAR calculados por zona, ya que la diferencia que presentaron no fue significativa.

Mediante transectos los IAR, al igual que en los índices de diversidad, estuvieron sesgados debido a la detectabilidad de los rastros, y al igual que en el fototrampeo las especies arborícolas estuvieron subestimadas por el diseño de muestreo enfocado a especies terrestres. Los IAR obtenidos mediante este método estuvieron por debajo de los obtenidos mediante fototrampeo. Sin embargo, estudios realizados mediante transectos estiman valores bajos, similares a los reportados en este estudio (Aldape, 2011; Botero, 2011; Cortés-Marcial y Briones-Salas, 2014).

#### 9.4 Uso de hábitat

Con los datos obtenidos mediante fototrampeo, la preferencia de hábitat por parte de los carnívoros no fue significativa durante la temporada de lluvias. Las especies no presentaron predilección por alguna zona. Esto podría deberse a que en esta época las especies encuentran alimento disponible tanto en la zona conservada como en la perturbada. Sin embargo, durante la temporada seca algunas especies mostraron diferencias en el uso de hábitat, *C. latrans*, y *N. narica* prefirieron la zona conservada, *M. macroura* la perturbada.

Se ha registrado que el uso de hábitat de *N. narica* depende en gran medida de la disponibilidad de los recursos los cuales varían de acuerdo con los factores temporales y espaciales (Valenzuela y Ceballos, 2000). Contrario a lo reportado por Lira-Torres (2006) quien registra la preferencia de la especie en áreas agrícolas y de vegetación secundaria en este estudio se documentó la preferencia hacia la zona conservada con mayor cantidad de vegetación arbórea. La preferencia de hábitat podría deberse al comportamiento de la especie, la cual ocupa huecos o ramas de los árboles como sitios de descanso (Ceballos y Oliva, 2005)

Por considerarse como especie oportunista, *C. latrans*, se esperaría no tuviera una preferencia hacia alguna zona en particular. Sin embargo, en este estudio se encontró que el coyote presenta predilección por la zona conservada. Se ha documentado la preferencia de esta especie hacia zonas con mayor cobertura vegetal y zonas alejadas de actividades humanas (Monroy y Velázquez, 2002). Este comportamiento podría deberse porque en esas zonas encuentra mayor cantidad de

pequeños mamíferos con los cuales alimentarse y al evadir las zonas con actividades humanas evitan ser presa de cazadores.

El zorrillo *M. macroura* uso más de lo esperado la zona perturbada, no se encontraron estudios previos que describan su preferencia por algún tipo de hábitat, sin embargo, esta predilección de hábitat coincide con la descripción de la especie, la cual se encuentra fácilmente en zonas de cultivo (Ceballos y Miranda, 2000; Ceballos *et al.*, 2005).

Por medio del método de transectos, ninguna especie mostro diferencia significativa en la preferencia de hábitat durante la temporada seca. Durante lluvias la única especie que presentó diferencia significativa fue *P. lotor* y usó más de los esperado la zona conservada. Aranda (2012) mencionó que es muy común encontrar rastros cercanos a cuerpos de agua. Sin embargo, en la zona de mayor uso no hay presencia de cuerpos de agua. La predilección de la zona conservada con respecto a la perturbada, contradice los hábitos de esta especie, ya que en esta última es donde están presentes algunos cuerpos de agua establecidos para el ganado. En este estudio la preferencia se pudo deber a que la zona aporta un hábitat con cobertura arbórea.

## **9.5 Patrones de actividad**

Mediante fototrampeo se pudo monitorear a las especies durante 24 horas, lo cual proporcionó datos confiables acerca de la actividad. Si bien existen otros métodos para obtener información sobre la actividad, algunos de ellos, como los transectos para registrar avistamientos son poco confiables y solo aportan información de las horas en las que se realiza dicha actividad (Lira-Torres y Briones-Salas, 2012). Mediante telemetría también se pueden obtener datos concretos y confiables sobre los horarios de actividad, sin embargo, esta técnica requiere de mucho tiempo y esfuerzo (Maffei *et al.*, 2002).

En este estudio, se observó un comportamiento catemeral para las especies registradas de mayor tamaño, *C. latrans*, *U. cinereoargenteus* y *L. rufus*. Estudios de patrones de actividad concluyen que el peso corporal influye en los horarios que las especies están activas. Se ha encontrado que a mayor peso, mayores requerimientos alimenticios, por lo que las especies buscan más cantidades de alimento durante más tiempo, tanto de día como de noche (Van Schaik y Griffiths, 1996; Monroy-Vilchis *et al.*, 2011; Lira-Torres y Briones-Salas, 2012; Cortés-Marcial y Briones-Salas, 2014). Especies de menor tamaño, como *B. astutus*, *P. lotor* y *C. leuconotus*, se mostraron activas mayormente durante la noche. Lo cual concuerda con la literatura, donde se registrado que especies menores a 10 kilogramos presentan un comportamiento crepuscular/nocturno para evitar a los depredadores (Van Schaik y Griffiths, 1996).

La descripción del comportamiento nocturno de los zorrillos (Ceballos y Oliva, 2005; Aranda, 2012) concuerda con la actividad reportada en otros estudios (Ceballos y Oliva, 2005; Aranda, 2012). En este estudio *M. macroura* registró un comportamiento catemeral. Los registros fueron mayormente nocturnos, sin embargo, en ambas zonas durante la temporada seca se obtuvieron observaciones diurnas, aunque se registró inactividad alrededor del mediodía. Este comportamiento se podría esperar porque en esta temporada en ambas zonas los recursos son más limitados, por lo cual se debe invertir más tiempo en su búsqueda.

Para *N. narica* se ha reportado un comportamiento tanto nocturno como diurno (Monroy-Vilchis *et al.*, 2011), pero, de acuerdo al sexo y temporalidad varían estos patrones, mientras los machos son más activos durante la noche las hembras y crías son más activas durante el día (Valenzuela y Ceballos, 2000). Los registros encontrados para esta especie coinciden con lo descrito anteriormente ya que las imágenes que se

encontraron durante la noche corresponden a individuos solitarios, posiblemente machos. Y los registros encontrados durante el día pertenecieron a imágenes con varios individuos.

Los pocos registros de *S. angustifrons* no son suficientes para catalogarlo dentro de algún comportamiento, no obstante por lo observado y por el comportamiento registrado en la literatura se esperaría encontrar un comportamiento nocturno por parte de esta especie (Aranda, 2012).

## **9.6 Modelos de ocupación y detección**

Son pocos los trabajos los cuales han realizado modelos de ocupación y detección para el estudio de mamíferos (Lantschner *et al.*, 2012; Murillo-García y Bedoya-Durán, 2014). Sin embargo, es importante realizar este tipo de análisis ya que estos modelos probabilísticos aportan información sobre las abundancias reales de las especies (MacKenzie *et al.*, 2002; MacKenzie *et al.*, 2006).

Mediante fototrampeo y transectos no se encontró variación en la probabilidad de la detectabilidad ni variación en la probabilidad de ocupación relacionada con diferencias espaciales y temporales. Al no encontrar variaciones en las probabilidades se considera que la abundancia estimada, los patrones de actividad y el uso de hábitat de la comunidad estudiada son confiables, puesto que no se subestimaron los datos de presencia ausencia de las especies.

Para *C. latrans* y *C. leuconotus*, habría que analizar la abundancia, patrones de actividad y uso de hábitat con precaución, ya que mostraron cambios en la detección en función de la zona y en la ocupación en función de la temporada, respectivamente.

Lantschner *et al.* (2012) encontró cuatro especies de carnívoros, sin embargo, solo modela las probabilidades de detección y ocupación para *Lycalopex culpaeus* por ser la

especie con mayor número de registros. En este estudio, las especies que no presentaron variación en la probabilidad de ocupación y detección presentaron abundancias bajas, que tal vez aportaron poca información a los modelos. En cambio, las especies que mostraron diferencias en las probabilidades fueron las especies más abundantes, con lo cual aportaron mayor información al modelo.

## 10 CONCLUSIONES

El área de estudio alberga el 39% de las especies registradas para Oaxaca. Se incrementa a nueve el número de especies de mamíferos carnívoros reportadas para el Distrito de Huajuapán.

La comunidad de carnívoros estudiada en el municipio de Cosoltepec, Oaxaca, estuvo compuesta por nueve especies, agrupadas en las familias Canidae, Felidae, Mephitidae y Procyonidae. En la zona conservada se encontraron todas las especies reportadas, mientras que en la zona perturbada solo se registraron ocho especies.

El método de fototrampeo resultó ser más eficaz que los transectos. Mediante el método de fototrampeo se obtuvo un mayor número de registros con respecto al método de transectos.

Mediante fototrampeo no se encontraron diferencias en la diversidad y abundancia relativa de la comunidad por temporada, por lo que las especies pueden tener las mismas oportunidades de refugio y alimento en ambas temporadas. Sin embargo, a través del factor espacial se observaron diferencias en la diversidad, se estimó una mayor diversidad en la zona conservada con respecto a la zona perturbada. Este cambio en la diversidad refleja la presión que ejercen las actividades antropogénicas sobre la comunidad de mamíferos carnívoros estudiada.

El fototrampeo permite registrar la actividad de las especies 24 horas al día, este método resulta ser eficaz para conocer los patrones de actividad de las especies. Se registró un comportamiento catemeral en *C. latrans*, *U. cinereoargenteus*, *L. rufus* y *M. macroura*. Las especies que registraron actividad crepuscular y nocturna fueron: *C. leuconotus* y *P. lotor*. Con comportamiento diurno y nocturno se registró *N. narica*. La única especie de comportamiento nocturno fue *B. astutus*.

Mediante el análisis de uso de hábitat se pudo conocer en qué medida las especies utilizaron las zonas de acuerdo a su disponibilidad. Se pudo documentar cuales especies fueron afectadas por las actividades agropastoriles de la zona perturbada. Las especies que registraron preferencia por algún tipo de hábitat en alguna temporada fueron: *C. latrans*, *U. cinereoargenteus*, *M. macroura*, *N. narica* y *P. lotor*. Las especies afectadas por las actividades antropogénicas de la zona perturbada son: *C. latrans*, *N. narica* y *P. lotor*, debido a que manifiestan una preferencia hacia la zona conservada.

El estudio aporta información sobre como las actividades antropogénicas afectan la diversidad y el comportamiento de la comunidad de mamíferos carnívoros. De haber una disminución de las zonas conservadas la diversidad de la comunidad de carnívoros se verá afectada negativamente, por lo cual es conveniente tomar medidas de conservación y manejo que aseguren el mantenimiento de la comunidad de mamíferos carnívoros.

## 11 LITERATURA CITADA

- Aldape, C.T., 2011. Estructura de comunidades de mamíferos carnívoros bajo influencia de manejo forestal en Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca. Instituto Politécnico Nacional, México: pp: 52.
- Amín, M., J.C. Faller, J. Arroyo-Cabrales, C. Chávez, G. Ceballos, R. Núñez, E. Cruz, M.G. Palacios y A. de la Torre. 2006. Ecología Alimentaria. Pp. 36-42 in Memorias del primer Simposio El jaguar mexicano en el siglo XXI: Situación actual y manejo, (C. Chávez and G. Ceballos, eds.). CONABIO-Alianza WW Telcel-Universidad Nacional Autónoma de México, México DF.
- Aragón, J., M. Briones-Salas, I. Caballero-Sibaja y J. Pérez. 2013. Riqueza mastofaunística del municipio de San Marcos Arteaga, Huajuapán de León, Oaxaca. Pp. 100-117 in Estudios en zonas áridas de Oaxaca: homenaje al Dr. Alejandro Flores Martínez, (M. Briones-Salas, G. Manzanero and G. González, eds.). Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR Unidad Oaxaca, Oaxaca, México.
- Aranda, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Instituto de Ecología, A.C., Xalapa, México. Veracruz, México.
- Aranda, M. 2012. Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimientos y Uso de la Biodiversidad. México.
- Aranda, M., F. Botello y L. López-de Buen. 2012. Diversidad y datos reproductivos 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(3): 778-784.
- Arita, H. 1993. Riqueza de especies de la mastofauna de México. Pp. 109-128 in Avances en el Estudio de los Mamíferos de México, (R. Medellín and G. Ceballos, eds.). Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C., México.
- Botello, F., 2004. Comparación de cuatro metodologías para determinar la diversidad de carnívoros en Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca. Tesis, Facultad de Ciencias, UNAM, México, DF 47 p.
- Botello, F., 2006. Distribución, actividad y hábitos alimentarios de carnívoros en la Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México. DF: pp: 57.
- Botello, F., V. Sánchez-Cordero y G. González. 2008. Diversidad de carnívoros en Santa Catarina Ixtepeji, Sierra Madre de Oaxaca, México. Pp. 335-354 in Avances en el estudio de los Mamíferos de México, (C. Lorenzo, E. Espinoza and J. Ortega, eds.). Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C., México.
- Botello, F., E. Villaseñor, L. Guevara, Á. Méndez, A. Cortés, J. Iglesias, M. Izúcar, M. Luna, A. Martínez y J.M. Salazar. 2013. Registros notables del zorrillo manchado (*Spilogale angustifrons*) y del jaguarundi (*Puma yagouaroundi*) en la Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca, México. Revista Mexicana de Biodiversidad 84(2): 713-717.
- Botero, M.A., 2011. Estructura de las comunidades de mamíferos carnívoros en un gradiente altitudinal en el estado de Oaxaca, México. Instituto Politécnico Nacional, México: pp: 53.
- Briones-Salas, M. 2012. Editorial: Mamíferos de Oaxaca. THERYA 3(3): 273-275.

- Briones-Salas, M., M. Cortés-Marcial y M.C. Lavariega. 2015. Diversidad y distribución geográfica de los mamíferos terrestres del estado de Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 86(3): 685-710.
- Briones-Salas, M., D. Ramos y Y. Santiago. 2014. Análisis de los trabajos presentados en los Congresos Nacionales organizados por la Asociación Mexicana de Mastozoología (AMMAC). *THERYA* 5(2): 461-480.
- Briones-Salas, M. y V. Sánchez-Cordero. 2004. Mamíferos. Pp. 423-447 in *Biodiversidad de Oaxaca*, (A. García Mendoza, M. Ordóñez and M. Briones-Salas, eds.). Instituto de Biología-UNAM, Fondo Oaxaqueño para la conservación de la Naturaleza- World Wildlife Fund, México, Oaxaca, México.
- Byers, C.R., R.K. Steinhorst y P.R. Krausman. 1984. Clarification of a technique for analysis of utilization-availability data. *The Journal of Wildlife Management* 48(3): 1050-1053.
- Ceballos, G., J. Arroyo-Cabrales, R.A. Medellín, L.M. González y G. Oliva. 2005. Diversidad y conservación de los mamíferos de México. Pp. 21-66 in *Los mamíferos silvestres de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica, México.
- Ceballos, G. y A. Miranda. 2000. Guía de campo de los mamíferos de la Costa de Jalisco, México. Fundación Ecológica Cuixamala, A.C. México.
- Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. *Los mamíferos silvestres de México*. Fondo de cultura económica. D.F., México.
- Cervantes, F.A. y B. Riveros. 2012. Mamíferos del Municipio de Cosoltepec, Oaxaca, México. *THERYA* 3(3): 311-325.
- Colwell, R.K. y J.A. Coddington. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society* 345(1311): 101-118.
- Conroy, M.J., J.P. Carroll, J.C. Senar y J.J. Thompson. 2015. *Métodos Cuantitativos para la Conservación de los Vertebrados*. Papers in Natural Resources.
- Cortés-Marcial, M., 2009. Diversidad de mamíferos medianos y grandes en dos sitios con diferente grado de conservación en La Venta, Juchitán, Oaxaca. Instituto Politécnico Nacional, México: pp: 46.
- 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. *Revista de Biología Tropical* 62(4): 1433-1448.
- Cortés-Marcial, M., Y. Martínez y M. Briones-Salas. 2014. Diversity of large and medium mammals in Juchitan, Isthmus of Tehuantepec, Oaxaca, Mexico. *Animal Biodiversity and Conservation* 37(1): 1-12.
- Cruz-Jácome, O., E. López-Tello, C.A. Delfín y S. Mandujano. 2015. Riqueza y abundancia relativa de mamíferos medianos y grandes en una localidad en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca, México. *THERYA* 6(2): 435-448.
- Cruz-Lara, L.E., 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.
- Chávez, C., A.d.l. Torre, H. Bárcenas, R.A. Medellín, H. Zarza y G. Ceballos. 2013. Manual de fototrampeo para estudio de fauna silvestre. El jaguar en México como estudio de caso. Alianza WWF-Telcel, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Díaz-Pulido, A. y E. Payán. 2012. Manual de fototrampeo: una herramienta de investigación para la conservación de la biodiversidad en Colombia. Instituto de

- Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Panthera. Bogotá, Colombia.
- Gallina-Tessaro, S. y C. López-González. 2011. Manual de Técnicas para el estudio de la Fauna. Universidad Autónoma de Querétaro e Instituto de Ecología, A.C. México.
- García-Morales, R., C.E. Moreno y J. Bello-Gutiérrez. 2011. Renovando las medidas para evaluar la diversidad en comunidades ecológicas: el número de especies efectivas de murciélagos en el sureste de Tabasco, México. *THERYA* 2(3): 205-215.
- Gittleman, J.L., S.M. Funk, D.W. Macdonald y R.K. Wayne. 2001. Carnivore conservation. Cambridge University Press. UK.
- Goodwin, G.G. y T.B. MacDougall. 1969. Mammals from the State of Oaxaca, Mexico, in the American Museum of Natural History. *Bulletin American Museum of Natural History*. 141(1): 1-270.
- Guizar, E., 2011. La vegetación de la Mixteca. Universidad Autónoma Metropolitana, Mexico: pp: 230.
- Hayward, M.W., L. Boitani, N.D. Burrows, P.J. Funston, K.U. Karanth, D.I. MacKenzie, K.H. Pollock y R.W. Yarnell. 2015. Ecologists need robust survey designs, sampling and analytical methods. *Journal of Applied Ecology* 52(2): 286-290.
- Hill, M.O. 1973. Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology* 54(2): 427-432.
- Jost, L. 2006. Entropy and diversity. *Oikos* 113(2): 363-375.
- Kelly, M.J. y E.L. Holub. 2008. 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.
- Lantschner, M.V., V. Rusch y J.P. Hayes. 2012. Habitat use by carnivores at different spatial scales in a plantation forest landscape in Patagonia, Argentina. *Forest Ecology and Management* 269: 271-278.
- Lira-Torres, I. 2006. Abundancia, densidad, preferencia de hábitat y uso local de los vertebrados en la Tuza de Monroy, Santiago Jamiltepec, Oaxaca. *Revista Mexicana de Mastozoología Nueva época* 10(1): 41-66.
- 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* 28(3): 566-585.
- Luna, M.D., 2008. Conservación de carnívoros en el Área Comunal Protegida de Santiago Comaltepec, Sierra Madre de Oaxaca, México. *Institutp Politécnico Nacional, México*: pp: 91.
- MacKenzie, D.I., J.D. Nichols, G.B. Lachman, S. Droege, J. Andrew Royle y C.A. Langtimm. 2002. Estimating site occupancy rates when detection probabilities are less than one. *Ecology* 83(8): 2248-2255.
- MacKenzie, D.I., J.D. Nichols, A.J. Royle, L.L. Bailey y J.E. Hines. 2006. Occupancy estimation and modeling: inferring patterns and dynamics of species occurrence. Elsevier, Inc. Oxford, U.K.
- Maffei, L., E. Cuellar y A. Noss. 2002. Uso de trampas-cámara para la evaluación de mamíferos en el ecotono Chaco-Chiquitanía. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental* 11: 55-65.
- Mandujano, S., S. Gallina-Tessaro, G. Arceo y L. Pérez-Jiménez. 2004. Variación estacional del uso y preferencia de los tipos vegetacionales por el venado cola blanca en un bosque tropical de Jalisco. *Acta Zoológica Mexicana* 20(2): 45-67.

- Martorell, C. y E.M. Peters, 2000. Conocimiento y conservación de las mamilarias endémicas del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ecología, México: pp: 38.
- Martorell, C. y E.M. Peters. 2005. The measurement of chronic disturbance and its effects on the threatened cactus *Mammillaria pectinifera*. *Biological Conservation* 124(2): 199-207.
- Medellín, R.A., D. Azuara, L. Maffei, H. Zarza, H. Bárcenas, E. Cruz, R. Legaria, I. Lira, G.R. Fernández y S. Ávila. 2006. Censos y monitoreos. Pp. 25-35 in *Memorias del primer Simposio El jaguar mexicano en el siglo XXI: Situación actual y manejo*, (C. Chávez and G. Ceballos, eds.). CONABIO-Alianza WW Telcel-Universidad Nacional Autónoma de México, D.F., México.
- Monroy-Vilchis, O., M.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 de Biología Tropical* 59(1): 373-383.
- Monroy, G. y M. Briones-Salas. 2012. Primeros datos sobre Área de actividad de gato montés (*Lynx Rufus*) en Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana* 28(2): 471-474.
- Monroy, O. y A. Velázquez. 2002. Distribución regional y abundancia del lince (*Linx rufus escuinape*) y el coyote (*Canis latrans cagottis*) por medio de estaciones olfativas: un enfoque espacial. *Ciencia Ergo* 9 (3): 293-300.
- Moreno, C.E. 2001. Manual de métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA. Zaragoza, España.
- Moreno, C.E., F. Barragán, E. Pineda y N.P. Pavón. 2011. Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82(4): 1249-1261.
- Murillo-García, O.E. y M.J. Bedoya-Durán. 2014. Distribución y abundancia de murciélagos en bosques con diferente grado de intervención en el Parque Nacional Natural Gorgona (Colombia). *Revista de Biología Tropical* 62(1): 419-434.
- Narvaéz-Carbajal, G. 1991. Las condiciones naturales para la producción agrícola en las mixtecas oaxaqueñas. *Revista de Geografía Agrícola* 15-16: 33-40.
- Pérez-Irineo, G., 2008. Diversidad de mamíferos carnívoros terrestres en una selva mediana en el Distrito de Tuxtepec, Oaxaca. Instituto Politécnico Nacional, Oaxaca: pp: 72.
- Pérez-Irineo, G. y A. Santos-Moreno. 2012. Diversidad de mamíferos terrestres de talla grande y media de una selva subcaducifolia del noreste de Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83(1): 164-169.
- Ramírez-Pulido, J., N. González-Ruiz, A.L. Gardner y J. Arroyo-Cabrales. 2014. List of recent land mammals of Mexico, 2014. Texas Tech University. Texas, EE.UU.
- Ramírez-Pulido, J. y J. Martínez-Vázquez, 2007. Diversidad de los mamíferos de la Reserva de la biósfera Tehuacán-Cuicatlán, Puebla-Oaxaca, México. In: Informe final. Proyecto Núm. BK022, SNIB-CONABIO, México, DF.
- Salame-Méndez, A., M. Andrade-Herrera, L. Zamora-Torres, H. Serrano, S. Soto-Mendoza, A. Castro-Campillo, J. Ramírez-Pulido y J. Haro-Castellanos. 2012. Método optimizado para evaluar ácidos biliares de muestras fecales secas o preservadas en etanol como herramienta para identificar carnívoros silvestres. *Acta Zoológica Mexicana* 28(2): 305-320.
- Sánchez-Lalinde, C. y J. Pérez-Torres. 2008. Uso de hábitat de carnívoros simpátricos en una zona de bosque seco tropical de Colombia. *Mastozoología Neotropical* 15(1): 67-74.

- Santos-Moreno, A. 2014. Los mamíferos del estado de Oaxaca. *Revista Mexicana de Mastozoología Nueva época* 2(4): 18-32.
- Silveira, L., A.T. Jacomo y J.A. Diniz-Filho. 2003. Camera trap, line transect census and track surveys: a comparative evaluation. *Biological Conservation* 114(3): 351-355.
- Simonetti, J.A. y I. Huareco. 1999. Uso de huellas para estimar diversidad y abundancia relativa de los mamíferos de la Reserva de la Biosfera-Estación Biológica del Beni, Bolivia. *Mastozoología Neotropical* 6(1): 139-144.
- Soberón, J. y J. Llorente. 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology* 7(3): 480-488.
- Trolle, M. y M. Kéry. 2003. Estimation of ocelot density in the Pantanal using capture-recapture analysis of camera-trapping data. *Journal of mammalogy* 84(2): 607-614.
- Urbina-Cardona, J.N. y V.H. Rosales. 2005. Recambio de anfibios y reptiles en el gradiente potrero-borde-interior en Los Tuxtlas, Veracruz, México. Pp. 191-207 in *Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades alfa, beta y gamma*, (G. Halffter, J. Soberón, P. Koleff and A. Melic, eds.). SEA, CONABIO, Grupo DIVERSITAS & CONACYT, Zaragoza, España.
- Valenzuela, D. y G. Ceballos. 2000. Habitat selection, home range, and activity of the white-nosed coati (*Nasua narica*) in a Mexican tropical dry forest. *Journal of mammalogy* 81(3): 810-819.
- Van Schaik, C.P. y M. Griffiths. 1996. Activity periods of Indonesian rain forest mammals. *Biotropica*: 105-112.
- Villarreal, H., M. Alvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina y A. Umaña. 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Bogotá, Colombia.
- Wilson, D., R. Mittermeier, J.d. Hoyo y P. Cavallini. 2009. *Handbook of the mammals of the world*. Lynx editions. Barcelona, España.
- Zarza, H., C. Chávez y G. Ceballos. 2007. Uso de hábitat del jaguar a escala regional en un paisaje dominado por actividades humanas en el sur de la península de Yucatán. Pp. 101-110 in *Conservación y manejo del jaguar en México: estudios de caso y perspectivas*, (G. Ceballos, C. Chávez, R. List and H. Zarza, eds.). Instituto de Ecología, UNAM, México.
- Zúñiga, A., A. Muñoz-Pedrerros y A. Fierro. 2009. Uso de hábitat de cuatro carnívoros terrestres en el sur de Chile. *Gayana* 73(2): 200-210.