



**Universidad Nacional Autónoma de México**

---

---

**Facultad de Estudios Superiores Iztacala**

**“Segregación temporal y coexistencia de tres  
mefitidos simpátricos en la Reserva de la  
Biosfera Tehuacán-Cuicatlán”**

**T E S I S**

**Que para obtener el título de**

**BIÓLOGA**

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

**Karen Haydee Hernández Mendoza**

**Directora de Tesis:**

**Dra. Verónica Farías González**

**Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de**

**México, 2019**





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

*“It seems to me that the natural world is the greatest source of excitement; the greatest source of visual beauty; the greatest source of intellectual interest. It is the greatest source of so much in life that makes life worth living.”*

David Attenborough

Para lo más valioso e importante en mi vida:

mi familia.

Los amo.

## **Agradecimientos**

A mi mamá por su inmenso amor y cariño incondicional, por escucharme siempre y apoyarme en cada decisión que he tomado, por enseñarme a creer más en mí, por todo lo que hace por quienes ama.

A mi papá por enseñarme el valor del trabajo, por confiar en mí, por todos los sacrificios que ha hecho para darme lo mejor, por preocuparse y por siempre preguntar qué tal me fue.

A mi hermana por siempre estar ahí para mí, por aconsejarme y ayudarme cuando yo sentía que ya no podía más, por ser mi confidente y por las risas que me provocó cuando más lo necesitaba.

A mi Tita y a mi tía por alentarme a alcanzar mis metas, por preocuparse siempre por mí y por enseñarme a valorar todo lo que tengo.

A las amistades que hice a lo largo de la carrera, con quienes compartí experiencias inolvidables y momentos increíbles, pero también situaciones difíciles y de estrés. De cada persona que conocí, aprendí algo diferente que me hizo crecer tanto profesional como emocionalmente.

A la Dra. Verónica Farías González por aceptarme en este proyecto, por sus enseñanzas, consejos, disposición y apoyo en todo este proceso. A los miembros del jurado por sus observaciones y comentarios para mejorar esta tesis.

Le agradezco a la Universidad Nacional Autónoma de México por permitirme ser parte de ella y a la Facultad de Estudios Superiores Iztacala por todo el aprendizaje que he adquirido a lo largo de este camino.

## Índice

Resumen .....	1
1. Introducción .....	4
1.1 Los zorrillos del sur de Puebla, México .....	4
1.2 La coexistencia de mamíferos carnívoros .....	7
1.3 Los patrones de actividad .....	10
1.4 La abundancia relativa .....	11
1.5 El fototrampeo .....	12
2. Justificación .....	13
3. Objetivos e Hipótesis .....	13
3.1 Objetivo General .....	13
3.2 Objetivos Particulares .....	13
3.3 Hipótesis .....	14
4. Materiales y método .....	14
4.1 Área de estudio .....	14
4.2 Monitorización participativa .....	15
4.3 Fotoregistros .....	17
4.4 Patrones de actividad .....	19
4.5 Abundancia relativa .....	20
5. Resultados .....	21
5.1 Fotoregistros .....	21
5.2 Patrones de actividad .....	22
5.3 Abundancia relativa .....	26
6. Discusión .....	30
6.1 Patrones de actividad .....	31
6.2 Abundancia relativa .....	34

7. Conclusiones.....	38
8. Literatura citada.....	40
9. Anexos .....	51
Anexo 1. Esfuerzo de muestreo (EM) en días/trampa por temporada. ....	51
Anexo 2. Pruebas estadísticas de los patrones de actividad entre temporadas. .....	51

## Índice de figuras

- Figura 1.** Fotografía tomada por cámara trampa de un individuo de zorrillo de espalda blanca (*Conepatus leuconotus*) en selva baja caducifolia al sur de Puebla, México..... 5
- Figura 2.** Fotografía tomada por cámara trampa de un individuo de zorrillo listado (*Mephitis macroura*) en selva baja caducifolia al sur de Puebla, México..... 6
- Figura 3.** Fotografía tomada por cámara trampa de un individuo de zorrillo manchado del sur (*Spilogale angustifrons*) en selva baja caducifolia al sur de Puebla, México..... 7
- Figura 4.** Ubicación geográfica del Ejido San José Axuxco, Municipio de San José Miahuatlán, en el sur de Puebla. .... 15
- Figura 5.** Localización de 15 estaciones de muestreo en el Cerro Tepetroja dentro del Ejido San José Axuxco, Puebla, en la reserva de la biosfera Tehuacán-Cuicatlán (RBTC). .... 17
- Figura 6.** Patrones de actividad de (a) *Conepatus leuconotus*, (b) *Mephitis macroura* y (c) *Spilogale angustifrons* durante cuatro años de estudio del 1 de mayo del 2013 al 30 de abril del 2017, en selva baja caducifolia al sur de Puebla, México..... 25
- Figura 7.** Índices de Abundancia Relativa (IAR) promedio de *Conepatus leuconotus*, *Mephitis macroura* y *Spilogale angustifrons* en cuatro temporadas de



lluvia y cuatro temporadas secas del 1 de mayo del 2013 al 30 de abril del 2017, en selva baja caducifolia al sur de Puebla, México. .... 27

**Figura 8.** Promedio de los Índices de Abundancia Relativa (IAR) para la temporada de lluvia y temporada seca de *Conepatus leuconotus*, *Mephitis macroura* y *Spilogale angustifrons* del 1 de mayo del 2013 al 30 de abril del 2017, en selva baja caducifolia al sur de Puebla, México. .... 28

**Figura 9.** Promedio del Índice de Abundancia Relativa (IAR) mensual de *Conepatus leuconotus* del 1 de mayo del 2013 al 30 de abril del 2017, en una selva baja caducifolia al sur de Puebla, México. Sobre cada barra hay un número que indica, para cada mes, el número de años (3 ó 4) en que se obtuvieron registros de la especie..... 29

**Figura 10.** Promedio del Índice de Abundancia Relativa mensual de *Mephitis macroura* y *Spilogale angustifrons* del 1 de mayo del 2013 al 30 de abril del 2017, en una selva baja caducifolia al sur de Puebla, México. Sobre cada barra hay un número que indica, para cada mes, el número de años (0 a 4) en que se registró la especie. .... 30

## Índice de cuadros

**Cuadro 1.** Estaciones funcionales por fecha de muestreo del 1 de mayo de 2013 al 30 de abril de 2017, dentro del Ejido San José Axuxco, Puebla, en la reserva de la biosfera Tehuacán-Cuicatlán (RBTC)..... 18

**Cuadro 2.** Número de registros independientes de los zorrillos *Conepatus leuconotus*, *Mephitis macroura* y *Spilogale angustifrons* del 1 de mayo de 2013 al 30 de abril de 2017, en selva baja caducifolia al sur de Puebla, México. La temporada de lluvia fue del 1 mayo al 31 de octubre y la temporada seca del 1 de noviembre al 30 de abril. El esfuerzo para cada temporada de cada año se indica entre paréntesis en días-trampa. .... 21

**Cuadro 3.** Porcentaje de registros de acuerdo con el patrón de actividad de los zorrillos *Conepatus leuconotus*, *Mephitis macroura* y *Spilogale angustifrons* del 1 de mayo de 2013 al 30 de abril de 2017, en selva baja caducifolia al sur de Puebla, México..... 22

**Cuadro 4.** Valores de los parámetros de estadística circular de los patrones de actividad de *Conepatus leuconotus*, *Mephitis macroura* y *Spilogale angustifrons* durante cuatro años de muestreo (1 de mayo de 2013 al 30 de abril de 2017), en selva baja caducifolia al sur de Puebla, México. .... 26

## Resumen

Al sur del estado de Puebla, México, habitan tres especies de mefítidos: el zorrillo de espalda blanca (*Conepatus leuconotus*), el zorrillo listado o rayado (*Mephitis macroura*) y el zorrillo manchado del sur (*Spilogale angustifrons*). Al grupo de especies simpátricas que explotan la misma clase de recursos se le puede definir como gremio, y las tres especies de zorrillos pertenecen a un gremio ya que son nocturnos y se alimentan principalmente de invertebrados adultos y sus larvas, pero difieren en su tamaño corporal. El zorrillo espalda blanca es el de mayor tamaño en México y pesa de 1 a 4.5 kg, el zorrillo listado es de tamaño mediano y pesa de 1 a 3 kg y el zorrillo manchado del sur es el segundo más pequeño en México y pesa de 200 a 800 g. La coexistencia entre las especies de mamíferos del Orden de los carnívoros (Mammalia: Carnivora) está relacionada principalmente con las diferencias en el tamaño corporal ya que la especie de mayor tamaño es generalmente la especie dominante, pero las diferencias en microhábitat y dieta pueden permitirles la segregación en una o varias dimensiones de sus nichos ecológicos como un mecanismo para reducir la competencia por los recursos. Con el fin de contribuir a generar información sobre las interacciones intragremiales entre las tres especies de zorrillos al sur de Puebla, los objetivos del estudio fueron determinar los patrones de actividad y estimar la abundancia relativa en una selva baja caducifolia dentro de la reserva de la biosfera Tehuacán-Cuicatlán. Se utilizaron registros fotográficos colectados del 1 de mayo del 2013 al 30 de abril del 2017 y se analizaron por temporadas (de lluvia y seca) y por meses. Se utilizó el software Oriana 4 (Kovach Computing Services, Pentraeth, Isle of Anglesey, Wales, U.K.) para

graficar los patrones de actividad y determinar si existían diferencias estadísticas entre las tres especies de mefitidos. Para obtener el Índice de Abundancia Relativa (IAR) se aplicó la fórmula utilizada para estaciones olfativas (González, 2011) y adaptada para su uso con el método de fototrampeo (Lira-Torres y Briones-Salas, 2012) y se realizó un ANOVA de Friedman para determinar si existieron diferencias significativas en los IAR de los tres zorrillos. El esfuerzo total de muestreo para los cuatro años fue de 15,841 días-trampa y se obtuvieron 287 registros independientes de los cuales 229 pertenecieron a *C. leuconotus*, 38 a *M. macroura* y 20 a *S. angustifrons*.

Las tres especies de zorrillos fueron principalmente nocturnas. Las especies *C. leuconotus* ( $\mu = 00:25$ , IC 95% = 23:49 - 01:01) y *M. macroura* ( $\mu = 00:35$ , IC 95% = 23:58 - 01:11) no tuvieron diferencias significativas entre sus patrones de actividad. En contraste, el patrón de actividad más restringido fue el de *S. angustifrons* ( $\mu = 02:03$ , IC 95% = 01:40 - 02:26), el zorrillo de menor tamaño, y esta especie estuvo activa durante menos tiempo y en un horario diferente al de las otras dos especies de mayor tamaño. Al comparar los patrones de actividad de cada especie entre temporadas con la prueba de Mardia-Watson-Wheeler se determinó que no hubo diferencias significativas entre temporada de lluvia y temporada seca para *C. leuconotus* ( $W = 1.421$ ,  $p = 0.491$ ) ni para *M. macroura* ( $W = 0.038$ ,  $p = 0.981$ ). Para *S. angustifrons* no se pudo realizar la prueba debido a que el número de observaciones era menor de 10 en una de las dos temporadas; sin embargo, al comparar el intervalo de confianza entre las temporadas se observó que se superponen, por lo que para esta especie tampoco hubo diferencias. En cuanto al análisis de abundancia relativa, *C. leuconotus* presentó el mayor índice (IAR = 1.45) y difirió significativamente ( $X^2$

$r = 22.87$ ,  $p < 0.0001$ ) de *M. macroura* (0.22) y de *S. angustifrons* (0.12). *C. leuconotus* también fue estadísticamente más abundante en las temporadas de lluvia de los cuatro años de muestreo, mientras que los valores de IAR de *M. macroura* y *S. angustifrons* no tuvieron diferencias significativas entre temporadas.

Nuestros resultados mostraron segregación temporal en los patrones de actividad de las tres especies de zorrillos, *C. leuconotus*, *M. macroura* y *S. angustifrons*, que coexistieron en selva baja caducifolia en la RBTC. Como se esperaba, *C. leuconotus*, el zorrillo de mayor tamaño corporal, se comportó como la especie dominante porque presentó el patrón de actividad menos restringido y fue la especie más abundante durante los cuatro años de estudio. *S. angustifrons*, el zorrillo de menor tamaño corporal, se comportó como la especie subordinada debido a que presentó el patrón de actividad más restringido y la abundancia relativa más baja. Debido a que la información disponible de las especies de zorrillos en México es limitada, la información generada en este estudio es importante para el conocimiento de la ecología y conservación de la Familia Mephitidae, además éste es el primer estudio sobre interacción intragremial entre tres especies de zorrillos en la RBTC.

## 1. Introducción

### 1.1 Los zorrillos del sur de Puebla, México

En México habitan tres géneros de zorrillos (Mammalia: Carnivora, Mephitidae):  *Conepatus* (con dos especies),  *Mephitis* (con dos especies) y  *Spilogale* (con cuatro especies; Ramírez-Pulido  *et al.*, 2014). Este estudio se realizó en las tres especies presentes dentro de la reserva de la biosfera Tehuacán-Cuicatlán (RBTC) al sur de Puebla:  *C. leuconotus* (Lichtenstein, 1832),  *M. macroura* (Lichtenstein, 1832) y  *S. angustifrons* (Howell, 1902), en una localidad con selva baja caducifolia.

El zorrillo de espalda blanca ( *C. leuconotus*) es el más grande de México, pesa de 1 a 4.5 kg y es rechoncho con cola blanca (Aranda, 2012). Su cuerpo es de color negro con una franja única y amplia de color blanco desde la cabeza hasta la cola; la franja blanca es más ancha en la espalda y más angosta en la parte posterior (Reid, 1997). Se encuentra desde el sur de Estados Unidos hasta Nicaragua; en México esta especie se distribuye en casi todo el país, excepto en la península de Baja California, el noroeste de Sonora, parte de Veracruz y Chiapas, Tabasco y la península de Yucatán (Aranda, 2012).



**Figura 1.** Fotografía tomada por cámara trampa de un individuo de zorrillo de espalda blanca (*Conepatus leuconotus*) en selva baja caducifolia al sur de Puebla, México.

El zorrillo listado (*M. macroura*) es de tamaño mediano, pesa de 1 a 3 kg y se caracteriza por tener la cola larga y una delgada franja blanca en la frente (Aranda, 2012). El color de su cuerpo es negro con franjas blancas con variación desde individuos casi negros con una delgada franja blanca en los costados hasta individuos con el dorso y la cola blancos (Aranda, 2012). Se encuentra desde el sur de Estados Unidos hasta Costa Rica; en México se distribuye a lo largo del Altiplano Central hasta Oaxaca y de ahí al estado de Chiapas (Aranda, 2012). En comparación con los otros géneros de zorrillo, *Mephitis* parece beneficiarse de las áreas perturbadas por el ser humano y puede ser abundante alrededor de las poblaciones humanas (Reid, 1997).



**Figura 2.** Fotografía tomada por cámara trampa de un individuo de zorrillo listado (*Mephitis macroura*) en selva baja caducifolia al sur de Puebla, México.

El zorrillo manchado del sur (*S. angustifrons*) es de los más pequeños de México, pesa de 200 a 800 g, su color es negro y se caracteriza por poseer bandas y manchas blancas en todo el cuerpo (Aranda, 2012; Helgen *et al.*, 2016). Se distribuye desde la Faja Volcánica Transmexicana por el centro de México hasta Costa Rica (Aranda, 2012; Helgen *et al.*, 2016).





**Figura 3.** Fotografía tomada por cámara trampa de un individuo de zorrillo manchado del sur (*Spilogale angustifrons*) en selva baja caducifolia al sur de Puebla, México.

Las tres especies anteriormente descritas son nocturnas y la mayor parte de su alimentación está constituida por invertebrados adultos y sus larvas, de modo que se alimentan de insectos, pequeños vertebrados, huevos de aves, frutas y raíces (Aranda, 2012; Cuarón *et al.*, 2016; Helgen, 2016).

## **1.2 La coexistencia de mamíferos carnívoros**

La coexistencia de especies simpátricas de mamíferos del Orden de los carnívoros (Mammalia: Carnivora) puede estar relacionada con diversos

factores, pero el tamaño corporal es la característica morfológica más importante (Schoener, 1974). Entre especies de tamaño similar, son determinantes los rasgos morfológicos estrechamente vinculados al uso de recursos por lo que las diferencias en microhábitat y dieta pueden permitirles coexistir, ya que la segregación en una o varias dimensiones de sus nichos ecológicos es un mecanismo para reducir la competencia (Fedriani *et al.*, 1999; Doty y Dowler, 2006; Davies *et al.*, 2007).

Al grupo de especies simpátricas que explotan la misma clase de recursos se le puede definir como gremio y este término agrupa especies que se superponen significativamente en sus requerimientos del nicho sin tener necesariamente que pertenecer al mismo taxón (Root, 1967).

Las interacciones intragremiales juegan un papel muy importante en la formación de comunidades ecológicas; incluso se ha sugerido que estas interacciones pueden haber modelado, al menos parcialmente, la adaptación evolutiva a los estratos específicos del hábitat, los tipos de hábitat y los patrones de actividad (Van Valkenburgh, 1985; Marti *et al.*, 1993; Jacomo *et al.*, 2004; St-Pierre *et al.*, 2006; Hunter y Caro, 2008).

Entre los mamíferos carnívoros, el tamaño corporal se considera el factor que más contribuye al determinar la dirección y fuerza de la dinámica intragremial de modo que las especies de mayor tamaño pueden ser capaces de excluir a las más pequeñas de los hábitats o de limitar su acceso a los recursos tróficos (Polis *et al.*, 1989; Donadio y Buskirk, 2006; Lesmeister *et al.*, 2015). El tamaño corporal es un factor clave en los rasgos de la historia de vida de las especies, incluidas la densidad poblacional y el tamaño del ámbito hogareño (Gittleman y Harvey, 1982; Fedriani *et al.*, 2000; Carbone y Gittleman, 2002; Donadio y

Buskirk, 2006). En diversos estudios se ha comprobado que a menudo las especies de carnívoros de pequeño y mediano tamaño se ven afectadas por interacciones agresivas con los miembros simpátricos de mayor tamaño del gremio al que pertenecen (Palomares *et al.*, 1996; Fedriani *et al.*, 2000; Donadio y Buskirk, 2006). Estas interacciones agresivas entre mamíferos carnívoros son frecuentes y, en algunas especies, además de suponer un cambio en el uso de hábitat para las especies subordinadas, tienen también un efecto considerable en las tasas de mortalidad y por lo tanto en la abundancia y densidad de dichas especies en presencia de un competidor superior o especie dominante (Ralls y White, 1995; Sovada *et al.*, 1995).

Los estudios sobre interacciones intragremiales de mefitidos revelan que también se presenta la segregación entre especies. En una selva seca del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, Cortés-Marcial y Briones-Salas (2014) determinaron que *C. leuconotus*, la especie de mayor tamaño, fue más abundante que *M. macroura*; además, la abundancia de *C. leuconotus* fue mayor en temporada de lluvia mientras que para *M. macroura* solo hubo registros en temporada seca. De manera similar, Cruz-Jácome *et al.* (2015) en selva baja caducifolia y matorral xerófilo en la región de La Cañada, Oaxaca, dentro de la RBTC, registraron que para *C. leuconotus* y *S. angustifrons* la abundancia fue mayor en temporada de lluvia mientras que para *M. macroura* la abundancia fue mayor en temporada seca; sin embargo, estas diferencias entre temporadas no fueron estadísticamente significativas. La especie más abundante fue *C. leuconotus* seguida de *S. angustifrons* y *M. macroura*. Monroy-Vilchis *et al.* (2011) en su estudio realizado en la Sierra de Nanchititla, Estado de México, estimaron que la abundancia relativa para *C. leuconotus* fue menor que para *M. macroura* ya que

esta última especie obtuvo el doble de registros. Cabe mencionar que una parte considerable de esta Sierra ha sido transformada en monocultivos de maíz y zonas de pastizal, lo que puede ser la causa de que la especie *M. macroura*, que es tolerante a la transformación del hábitat, haya sido la más abundante al preferir sitios descubiertos como pastizales y terrenos de cultivo (Allen y Shapton, 1942; Ceballos y Galindo, 1982; List y MacDonald, 1998).

### **1.3 Los patrones de actividad**

Los patrones de actividad son una adaptación conductual de los organismos a las variaciones diarias y estacionales de factores ambientales y pueden diferir con la edad, sexo y estado fisiológico del individuo, y la hora del día, estación del año y/o condiciones climáticas (Nielsene, 1983; Larivière *et al.*, 1994; Gallina y Bello, 2014). Los cambios en los patrones de actividad pueden estar influenciados por factores externos como la temperatura, la presión atmosférica, los ciclos de luz y oscuridad y fases lunares, así como por la presencia de competidores y/o depredadores (Aschoff, 1966; Beier y McCullough, 1990; Kamler *et al.*, 2007).

La forma en que un animal usa el tiempo y distribuye su actividad dentro del periodo de 24 horas que tiene el día es una dimensión importante del nicho ecológico (Norris *et al.*, 2010; Gerber *et al.*, 2012). El concepto de nicho ecológico se refiere a la suma de todas las variables o factores ambientales que actúan sobre un organismo; es un “espacio” teórico y multidimensional compuesto por condiciones bióticas y abióticas en el que las especies encuentran condiciones adecuadas para su presencia (Hutchinson, 1957). De

esta manera, los animales pueden atenuar la competencia y el riesgo de depredación intragremial mediante la segregación temporal del nicho al reducir la superposición de los patrones de actividad entre especies similares (Kronfeld-Schor y Dayan, 2003; Azlan y Sharma, 2006).

Los patrones de actividad son uno de los mecanismos que permiten la segregación temporal de especies similares morfológicamente dentro del gremio de los mamíferos carnívoros; incluso se ha mencionado que esta segregación puede ser potencialmente el mecanismo más efectivo para reducir la competencia (Schoener, 1974; Carothers y Jaksic, 1984; Polis *et al.*, 1989; Di Bitetti *et al.*, 2010). Por ejemplo, en Texas, E.U.A., Neiswenter *et al.* (2010) documentaron diferencias estadísticas en la actividad de dos especies de zorrillos (*M. mephitis* y *S. gracilis*) en todas las estaciones del año, en donde la alta actividad de *S. gracilis* ocurrió durante la baja actividad de *M. mephitis*, lo que podría indicar que *S. gracilis* evita a la especie más grande y dominante, *M. mephitis*.

#### **1.4 La abundancia relativa**

La abundancia absoluta es el número total de individuos que integran una población, es decir el tamaño total de una población, y la abundancia relativa se expresa por medio de índices que representan el número de individuos detectados por unidad de esfuerzo (Ojasti y Dallmeier, 2000). La abundancia relativa de los mamíferos puede ser un indicador de la situación poblacional y su evaluación en diferentes tiempos o espacios puede dar evidencias de su

variación espacial y temporal (Naranjo, 2000; Walker *et al.*, 2000; Jenks *et al.*, 2011).

La abundancia es uno de los parámetros más importantes en la toma de decisiones para el manejo de fauna silvestre y su hábitat; por ejemplo, si un estudio como el presente se realiza a lo largo de un periodo de tiempo y se observa un decremento en este parámetro poblacional, las decisiones y acciones se orientarían en el incremento del número de individuos y la preservación del hábitat de la especie (Sinclair *et al.*, 1994; Naranjo, 2000).

### **1.5 El fototrampeo**

El estudio de mamíferos carnívoros puede resultar complicado debido a sus historias de vida, al terreno irregular donde se desplazan y al incremento de las actividades humanas (Karanth *et al.*, 2004; Buenrostro-Silva *et al.*, 2015); sin embargo, el fototrampeo permite obtener estimaciones confiables de su abundancia así como de sus patrones de actividad que posibilitan la ampliación del conocimiento de este taxón (Pinto de Sá y Andriolo, 2005; Rowcliffe y Carbone, 2008; Lira-Torres *et al.*, 2014).

La utilización del método de fototrampeo es particularmente adecuada para la detección e identificación de especies raras y crípticas, para monitorear abundancias relativa y absoluta y para estudiar patrones de actividad (Griffiths y Van Schaik, 1993; Van Schaik y Griffiths, 1996; Lizcano *et al.*, 2000; Jeganathan *et al.*, 2002; Maffei *et al.*, 2002; Botello *et al.*, 2006).

## **2. Justificación**

Con el fin de generar información científica sobre las interacciones intragremiales de las tres especies de zorrillos *C. leuconotus*, *M. macroura* y *S. angustifrons*, las metas de este estudio fueron determinar sus patrones de actividad y estimar sus abundancias relativas en un hábitat con vegetación en buen estado de conservación dentro de una reserva natural. El patrón de actividad y la abundancia relativa son componentes importantes de los programas de monitoreo para proveer datos para manejo de poblaciones silvestres y también pueden contribuir a la propuesta de estrategias para la conservación de las especies (Walker *et al.*, 2000).

## **3. Objetivos e Hipótesis**

### **3.1 Objetivo General**

El objetivo general de este trabajo fue determinar los patrones de actividad y estimar la abundancia relativa de *C. leuconotus*, *M. macroura* y *S. angustifrons* para inferir las interacciones intragremiales que permiten la coexistencia entre los mefitidos en una selva baja caducifolia de la reserva de la biosfera Tehuacán-Cuicatlán.

### **3.2 Objetivos Particulares**

Determinar si existe segregación temporal entre los patrones de actividad de *C. leuconotus*, *M. macroura* y *S. angustifrons*.

Estimar la abundancia relativa de *C. leuconotus*, *M. macroura* y *S. angustifrons* para inferir cuál es la especie dominante y cuáles son las especies subordinadas.

### **3.3 Hipótesis**

Segregación temporal

- Existe segregación temporal entre las tres especies de zorrillos para prevenir encuentros agonísticos. Los zorrillos que sean afectados negativamente por competencia intragremial evitarán a las otras especies de zorrillos a través del tiempo.

Abundancia relativa

- Existen diferencias significativas en la abundancia relativa entre las tres especies de zorrillos. Las especies con menor abundancia relativa serán subordinadas a la especie dominante.

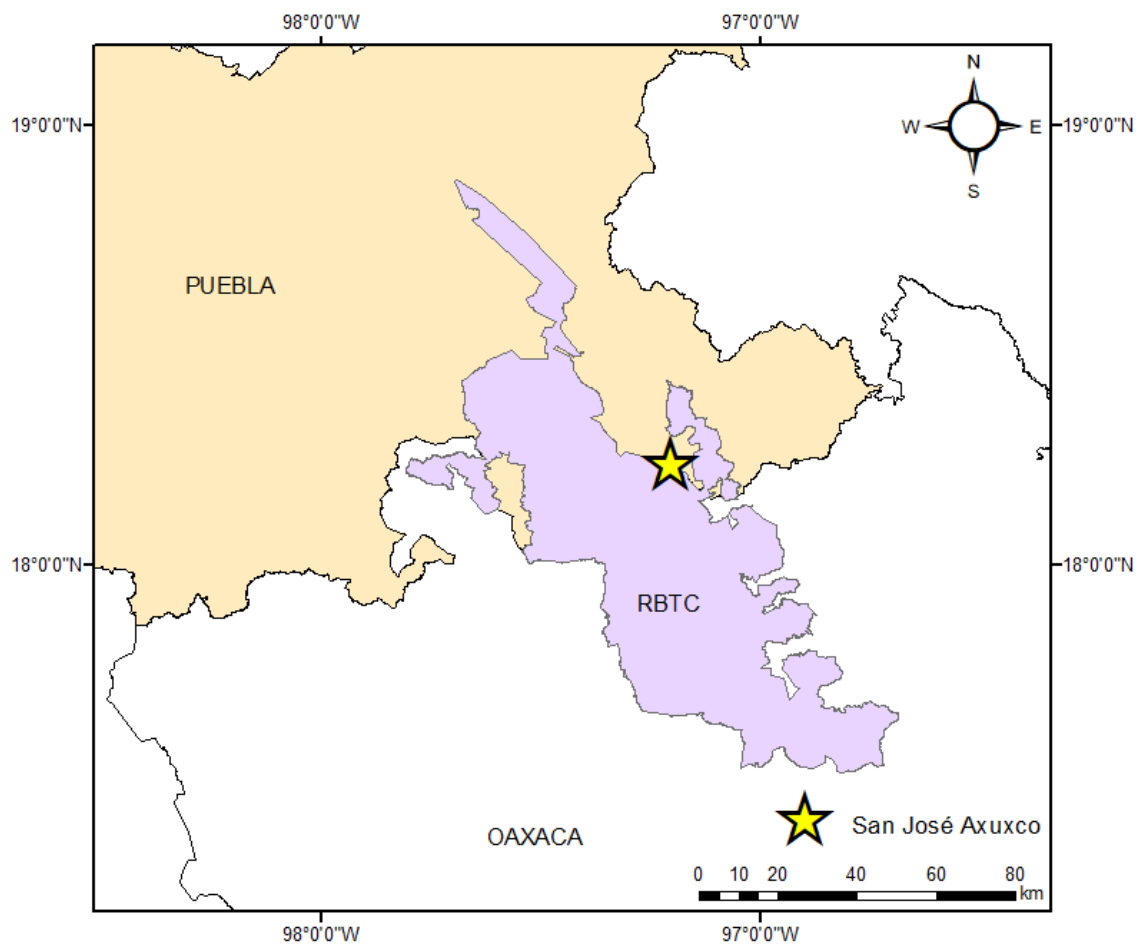
## **4. Materiales y método**

### **4.1 Área de estudio**

El área de estudio se localiza en el ejido de San José Axuxco, municipio de San José Miahuatlán, al sur del estado de Puebla, donde los ejidatarios protegen el hábitat para la vida silvestre dentro de los límites de la RBTC (Farías *et al.*, 2015). El ejido se encuentra en las coordenadas centrales geográficas 18° 13' 52.2" N y - 97° 12' 26.3" O, y a una altitud de 959 msnm. Colinda al oeste con el municipio de Caltepec, al norte con San Gabriel Chilac, Altepexi y Zinacatepec, al este con



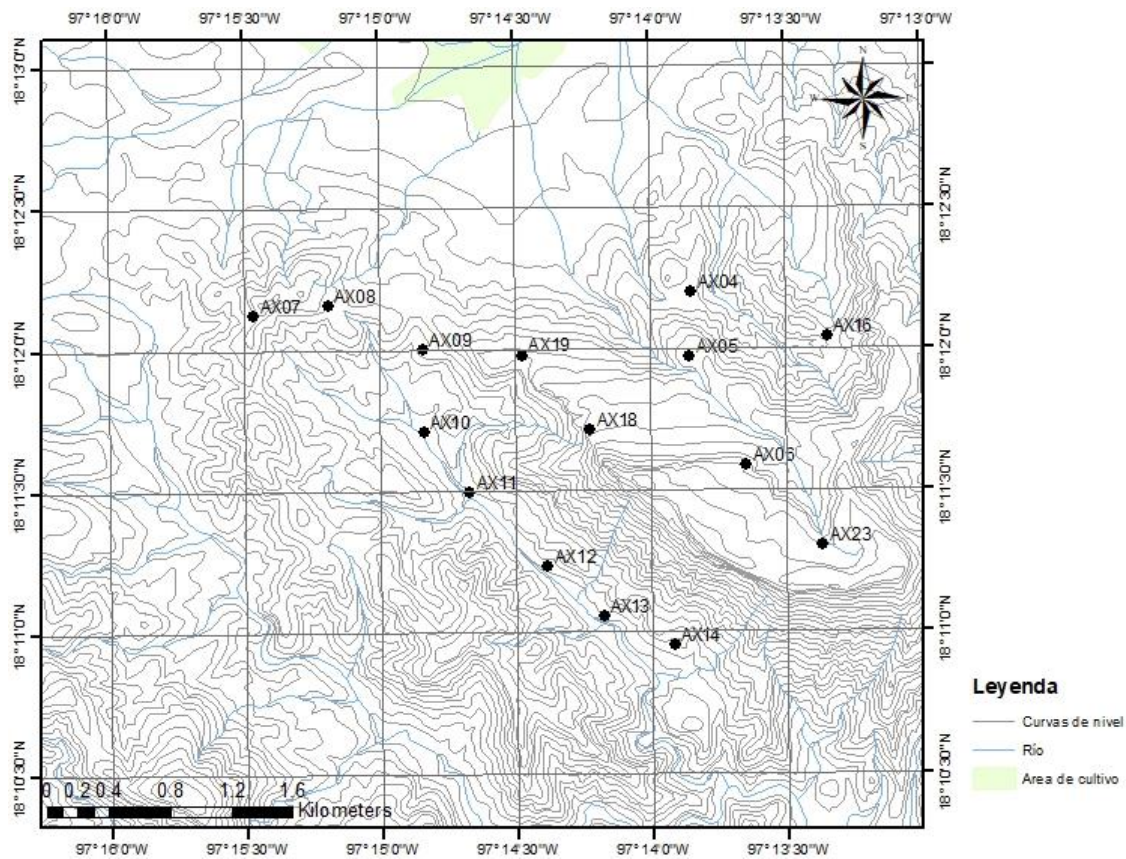
Coxcatlán y al sur con el estado de Oaxaca. En el Valle de Tehuacán-Cuicatlán el clima es semiárido con lluvias en verano, la precipitación promedio anual es de 300 mm y la temperatura promedio anual de 22 °C (Dávila *et al.*, 2002).



**Figura 4.** Ubicación geográfica del Ejido San José Axuxco, Municipio de San José Miahuatlán, en el sur de Puebla.

## 4.2 Monitorización participativa

El trabajo de campo se llevó a cabo mediante la monitorización participativa con las autoridades civiles del ejido y dando aviso a las autoridades de la RBTC (Farías *et al.*, 2015). La unidad de muestreo fueron las estaciones de fototrampeo que consistieron en una cámara trampa (LTL Acorn 6210, Little Acorn Outdoors, Green Bay, Wisconsin, EE. UU.) en cada estación, con sensor digital infrarrojo que activó la cámara al detectar la presencia de un animal. Se colocaron 15 estaciones de muestreo; sin embargo, estuvieron funcionando de ocho a 15 estaciones debido a que en ocasiones las cámaras se descompusieron, se quedaron sin baterías o fueron sustraídas (Figura 5). Las estaciones se colocaron para detectar la presencia de mamíferos silvestres en sitios identificados donde los ejidatarios saben que es paso de mamíferos silvestres por evidencias indirectas como huellas y excrementos, y se utilizaron los senderos de fauna ya existentes para no abrir nuevos senderos en el hábitat (Farías *et al.*, 2015). La distancia entre cada estación fue de aproximadamente 500 m lineales. Cada cámara-trampa se ató a la base de una cactácea columnar o de un árbol a una distancia de 20-40 cm del suelo. Se programaron para operar las 24 horas del día y al ser activadas por el sensor tomar una foto de 12 megapíxeles y un video de 20 s de duración, e imprimir la fecha y hora de captura. El periodo de intervalo entre cada evento de detección fue de 30 s. Las cámaras se revisaron cada cinco a ocho semanas para obtener el material fotográfico y abastecerlas con baterías nuevas.



**Figura 5.** Localización de 15 estaciones de muestreo en el Cerro Tepetroja dentro del Ejido San José Axuxco, Puebla, en la reserva de la biosfera Tehuacán-Cuicatlán (RBTC).

### 4.3 Fotoregistros

Se utilizaron los registros fotográficos colectados del 1 de mayo de 2013 al 30 de abril de 2017 de ocho a 15 cámaras trampa que funcionaron durante este periodo. El 19 de abril de 2013 se dejaron funcionando las primeras 11 cámaras trampa. El número de estaciones de muestreo varió debido a que las cámaras se descompusieron, se quedaron sin baterías o fueron sustraídas (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Estaciones funcionales por fecha de muestreo del 1 de mayo de 2013 al 30 de abril de 2017, dentro del Ejido San José Axuxco, Puebla, en la reserva de la biosfera Tehuacán-Cuicatlán (RBTC).

<b>Fechas</b>	<b>Número de estaciones funcionales</b>	<b>Motivo del aumento o disminución del número de estaciones</b>
1 may 2013 – 19 dic 2013	11	Iniciamos con 11 cámaras
19 dic 2013 – 23 ene 2014	8	2 cámaras sustraídas y 1 cámara descompuesta
23 ene 2014 – 18 feb 2014	9	1 cámara se repuso
18 feb 2014 – 17 mar 2014	8	1 cámara sin baterías
17 mar 2014 – 29 mar 2014	9	Se colocaron baterías a todas las cámaras
29 mar 2014 – 8 may 2014	12	Se colocaron 3 estaciones nuevas
8 may 2014 – 2 dic 2014	15	Se colocaron 3 estaciones nuevas
2 dic 2014 – 5 may 2015	14	1 cámara sustraída
5 may 2015 – 26 ago 2015	15	1 cámara se repuso
26 agos 2015 – 21 jun 2016	14	1 cámara sustraída
21 jun 2016 – 8 nov 2016	13	1 cámara retirada por nosotros
8 nov 2016 – 4 abr 2017	12	1 cámara sustraída
4 abr 2017 – 30 abr 2017	11	1 cámara sustraída

Los registros se analizaron por temporada de lluvia (TLL) y temporada seca (TS) y por mes durante los cuatro años de muestreo. Las temporadas se analizaron

como el promedio de las cuatro temporadas de lluvia (1 de mayo a 31 de octubre) y el promedio de las cuatro temporadas secas (1 de noviembre a 30 de abril).

Se consideraron como registros independientes cada periodo de 24 h los siguientes casos: (a) fotocapturas, consecutivas o no, de individuos de la misma especie que pudieron ser identificados como diferentes debido a sus características morfológicas y (b) fotocapturas consecutivas de individuos de la misma especie que no pudieron ser identificados como individuos diferentes. El criterio (b) se aplicó cuando no fue posible determinar si una serie de fotografías y/o videos consecutivos correspondieron al mismo individuo o a más de un individuo. Las especies fotografiadas se identificaron mediante el uso de literatura especializada (Aranda, 2012).

#### **4.4 Patrones de actividad**

Los registros independientes de cada especie de meffítido se agruparon en 24 intervalos de una hora para cubrir las 24 horas del día y así obtener el porcentaje de registros para cada hora.

Los patrones de actividad se clasificaron como diurnos (8:00 - 15:59 h), nocturnos (20:00 - 3:59 h), crepusculares (4:00 - 7:59 h y 16:00 - 19:59 h) o catemerales (actividad durante las 24 h el día).

Posteriormente, los patrones de actividad se analizaron en el software Oriana 4 (Kovach Computing Services, Pentraeth, Isle of Anglesey, Wales, U.K.). En este programa se graficaron los patrones de actividad de cada especie como diagramas de rosa que representaron como ángulos (0 – 360 grados) las horas

del día y el porcentaje de registros obtenidos en cada hora. Después, se obtuvieron los estadísticos circulares de cada diagrama de rosa y se estimó el vector promedio ( $\mu$ ), que se refiere a la hora en donde hubo mayor actividad, y los intervalos de confianza (95%) del vector promedio. Por último, se realizó la prueba de Mardia-Watson-Wheeler (Fisher, 1995; Zar, 1999; Reyes *et al.*, 2009) para determinar si existían diferencias significativas en los patrones de actividad entre las tres especies de meffítidos.

#### **4.5 Abundancia relativa**

Para obtener el Índice de Abundancia Relativa (IAR) se aplicó la fórmula utilizada para estaciones olfativas (González, 2011) y adaptada para su uso con el método de fototrampeo (Lira-Torres y Briones-Salas, 2012):

$$\text{IAR} = (C/EM) \times 100$$

Donde:

C = número de eventos fotocapturados,

EM= esfuerzo de muestreo (sumatoria del número de días que funcionaron las cámaras), y

100 = factor de corrección estándar.

Se estimó el IAR por temporadas (de lluvia y seca) y el IAR mensual de las tres especies de zorrillos a lo largo de los cuatro años de muestreo. Para determinar si existieron diferencias estadísticamente significativas se realizó un ANOVA de Friedman, que es un análisis de varianza no paramétrico, empleando el programa InfoStat versión 2017 (Di Rienzo *et al.*, 2017).

## 5. Resultados

### 5.1 Fotoregistros

El esfuerzo total de muestreo para los cuatro años fue de 15,841 días-trampa (Anexo 1). Se obtuvieron 287 registros independientes de los cuales 229 pertenecieron a *C. leuconotus*, 38 a *M. macroura* y 20 a *S. angustifrons* (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Número de registros independientes de los zorrillos *Conepatus leuconotus*, *Mephitis macroura* y *Spilogale angustifrons* del 1 de mayo de 2013 al 30 de abril de 2017, en selva baja caducifolia al sur de Puebla, México. La temporada de lluvia fue del 1 mayo al 31 de octubre y la temporada seca del 1 de noviembre al 30 de abril. El esfuerzo para cada temporada de cada año se indica entre paréntesis en días-trampa.

Periodo	Temporada	<i>C. leuconotus</i>	<i>M. macroura</i>	<i>S. angustifrons</i>
1 may 2013 al 30 abr 2014	Lluvia (1690)	39	2	0
	Seca (1486)	13	0	1
1 may 2014 al 30 abr 2015	Lluvia (1798)	36	6	2
	Seca (2055)	19	4	1
1 may 2015 al 30 abr 2016	Lluvia (2176)	38	8	1
	Seca (2419)	19	8	10

1 may 2016 al 30 abr 2017	Lluvia (2303)	54	10	3
	Seca (1914)	11	0	2
TOTAL		229	38	20

## 5.2 Patrones de actividad

Las tres especies de zorrillos presentaron el mayor porcentaje de registros durante el horario nocturno, *C. leuconotus* con el 78%, *M. macroura* con 72% y *S. angustifrons* con 70%; y el resto de la actividad fue en horario crepuscular (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Porcentaje de registros de acuerdo con el patrón de actividad de los zorrillos *Conepatus leuconotus*, *Mephitis macroura* y *Spilogale angustifrons* del 1 de mayo de 2013 al 30 de abril de 2017, en selva baja caducifolia al sur de Puebla, México.

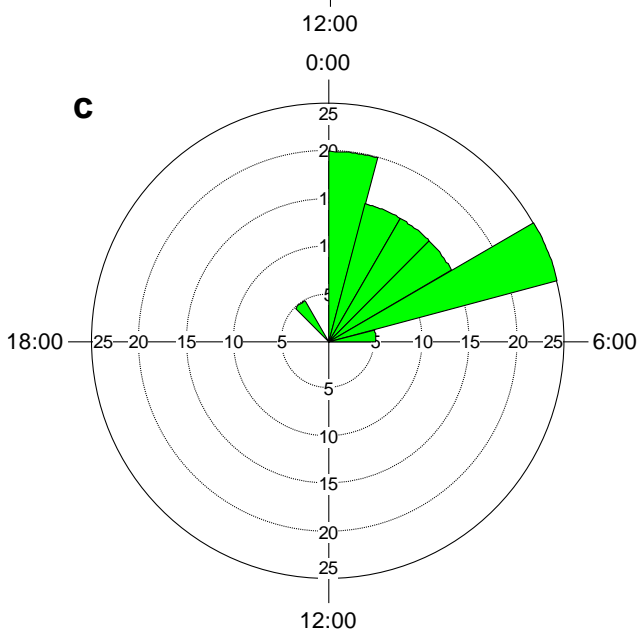
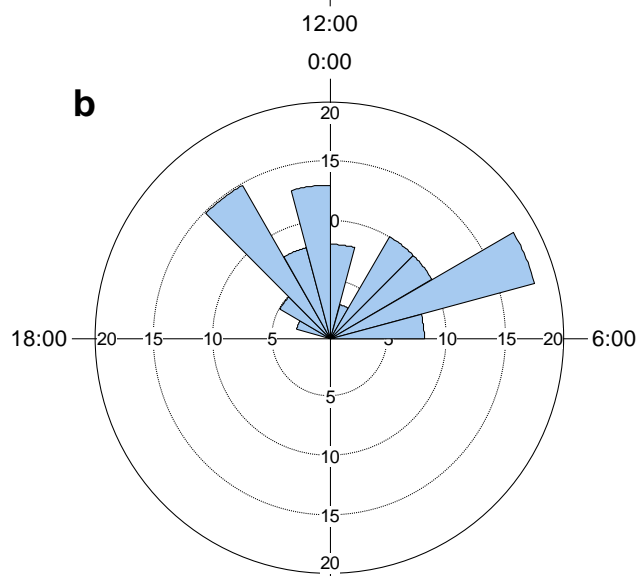
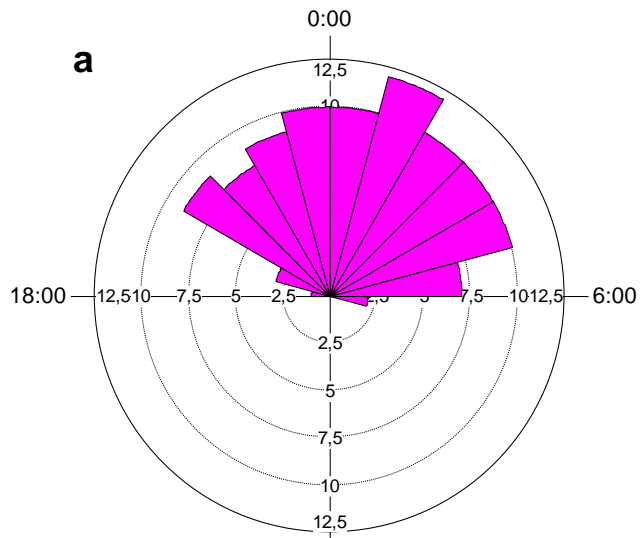
	Diurno	Nocturno	Crepuscular
<b><i>C. leuconotus</i></b>	0.00	77.96	22.04
<b><i>M. macroura</i></b>	0.00	71.79	28.21
<b><i>S. angustifrons</i></b>	0.00	70.00	30.00

A lo largo de los cuatro años de estudio *C. leuconotus* fue la especie que tuvo actividad durante más horas, seguida de *M. macroura*, mientras que *S.*



*angustifrons* fue la especie que tuvo un horario de actividad más restringido (Figura 6).

Al comparar los patrones de actividad de cada especie entre temporadas y con la prueba de Mardia-Watson-Wheeler, se determinó que no hubo diferencias significativas entre temporada de lluvia y temporada seca para la especie *C. leuconotus* ( $W = 1.421$ ,  $p = 0.491$ ) ni para *M. macroura* ( $W = 0.038$ ,  $p = 0.981$ ). Para la especie *S. angustifrons* no se pudo realizar la prueba Mardia-Watson-Wheeler debido a que el número de observaciones era menor de 10 en una de las dos temporadas; sin embargo, al comparar el intervalo de confianza entre las temporadas se observó que éstos se superponen, por lo que para esta especie tampoco hubo diferencias (Anexo 2).



**Figura 6.** Patrones de actividad de (a) *Conepatus leuconotus*, (b) *Mephitis macroura* y (c) *Spilogale angustifrons* durante cuatro años de estudio del 1 de mayo del 2013 al 30 de abril del 2017, en selva baja caducifolia al sur de Puebla, México.

Al comparar los valores estadísticos de los patrones de actividad de las tres especies de zorrillos con la prueba Mardia-Watson-Wheeler se determinó que entre las especies *C. leuconotus* y *M. macroura* no existieron diferencias significativas ( $W = 0.685$ ,  $p = 0.71$ ). Estas dos especies tuvieron un patrón de actividad muy similar, se mostraron muy cercanos en el valor del vector promedio y sus intervalos de confianza se superpusieron (Cuadro 4).

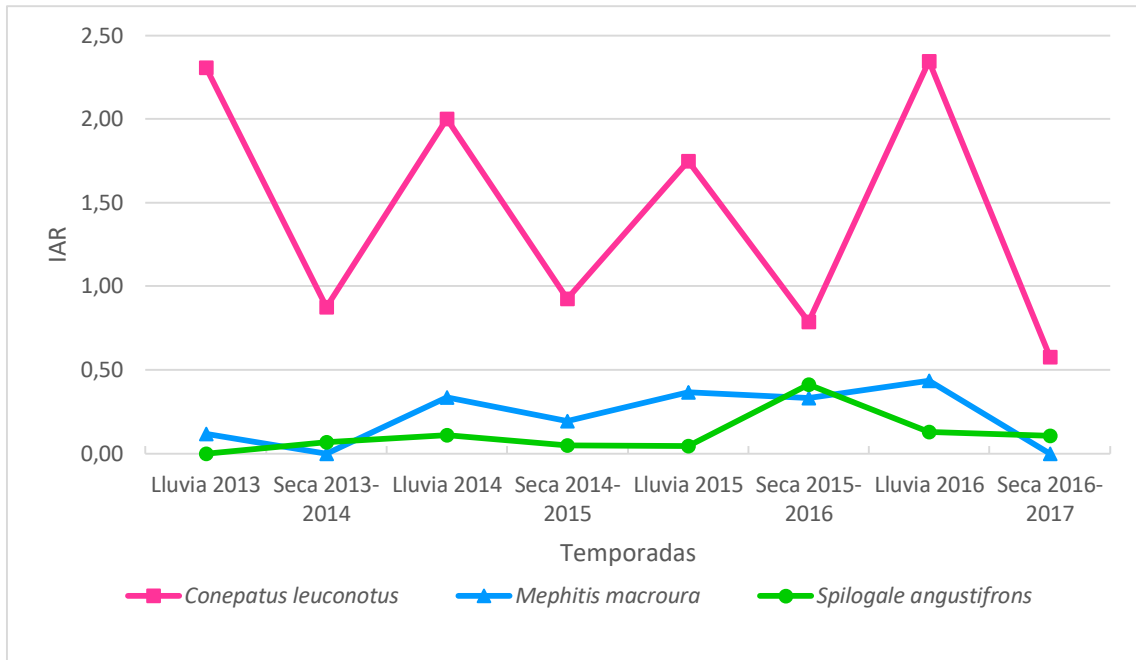
En contraste, los patrones de actividad de la especie *S. angustifrons* resultaron estadísticamente diferentes a los de *C. leuconotus* ( $W = 9.21$ ,  $p = 0.01$ ) y a los de *M. macroura* ( $W = 8.368$ ,  $p = 0.015$ ). Al analizar los valores de los parámetros estadísticos del patrón de actividad de *S. angustifrons*, se pudo observar que el vector promedio de esta especie fue aproximadamente dos horas después que el de las otras dos especies, además de que el intervalo de confianza no se superpuso con el de *C. leuconotus* ni con el de *M. macroura* (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Valores de los parámetros de estadística circular de los patrones de actividad de *Conepatus leuconotus*, *Mephitis macroura* y *Spilogale angustifrons* durante cuatro años de muestreo del 1 de mayo de 2013 al 30 de abril de 2017, en selva baja caducifolia al sur de Puebla, México.

	<i>Conepatus leuconotus</i>	<i>Mephitis macroura</i>	<i>Spilogale angustifrons</i>
Vector promedio ( $\mu$ )	00:25	00:35	02:03
Intervalo de 95% de confianza para $\mu$	23:49 01:01	23:58 01:11	01:40 02:26

### 5.3 Abundancia relativa

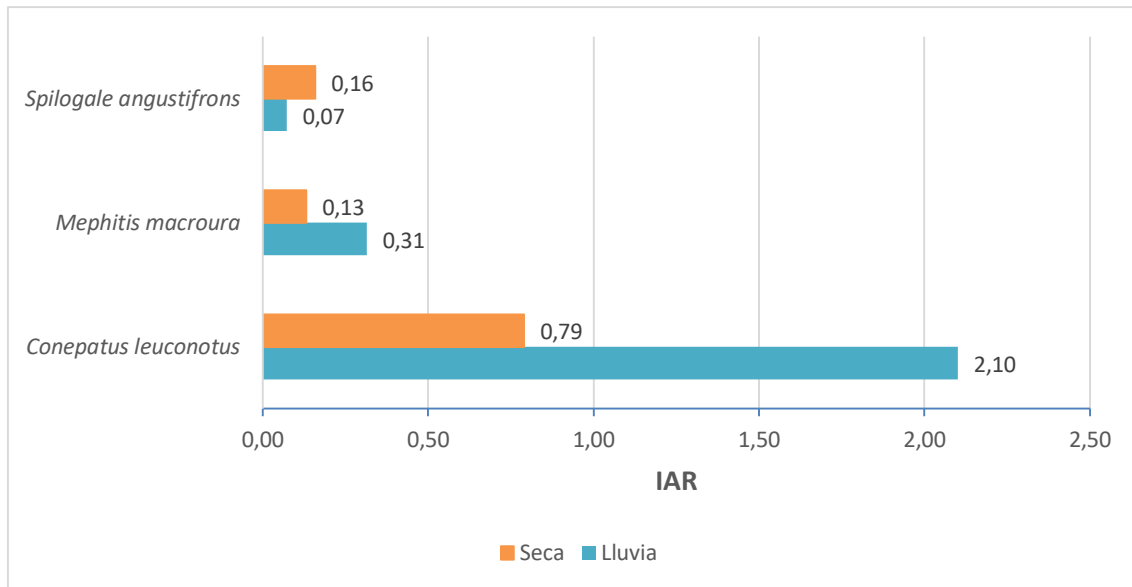
Los promedios de IAR de *C. leuconotus* y *M. macroura* mostraron una tendencia a fluctuar entre las temporadas de lluvia y seca a lo largo de los cuatro años de muestreo, de modo que en las temporadas de lluvia se presentaron más elevados en comparación con las temporadas secas (Figura 7). En contraste, para *S. angustifrons* los IAR promedio no tuvieron variación entre las primeras temporadas, pero se registró un valor máximo de IAR elevado en la temporada seca 2015-2016 (Figura 7).



**Figura 7.** Índices de Abundancia Relativa (IAR) promedio de *Conepatus leuconotus*, *Mephitis macroura* y *Spilogale angustifrons* en cuatro temporadas de lluvia y cuatro temporadas secas del 1 de mayo del 2013 al 30 de abril del 2017, en selva baja caducifolia al sur de Puebla, México.

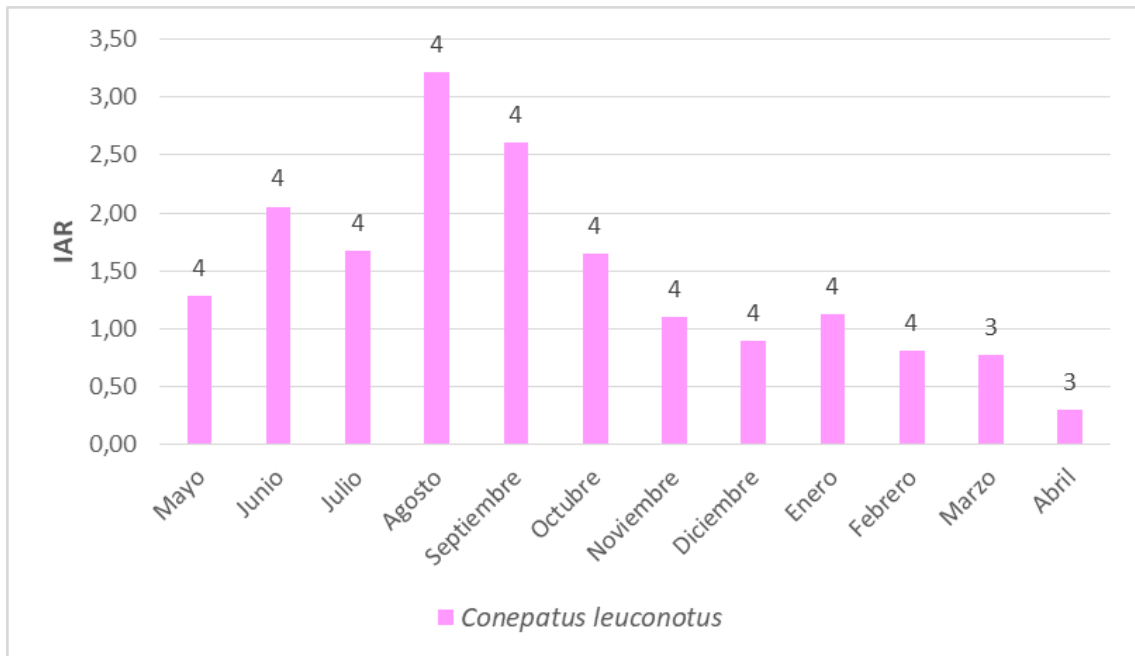
Al promediar el IAR por temporadas (de lluvia y seca), la especie más abundante para la TLL fue *C. leuconotus* seguida de *M. macroura* y por último *S. angustifrons*. En la TS la especie más abundante fue *C. leuconotus* seguida de *S. angustifrons* y *M. macroura* (Figura 8). Únicamente los promedios de IAR de *C. leuconotus* fueron estadísticamente diferentes entre temporadas ( $\chi^2_r = 1E30$ ,  $p < 0.0001$ ).

El promedio anual del IAR de *C. leuconotus* fue de 1.45 y difirió significativamente de los IAR promedio anuales de *M. macroura* (0.22) y *S. angustifrons* (0.12,  $X^2_r= 22.87$ ,  $p<0.0001$ ).



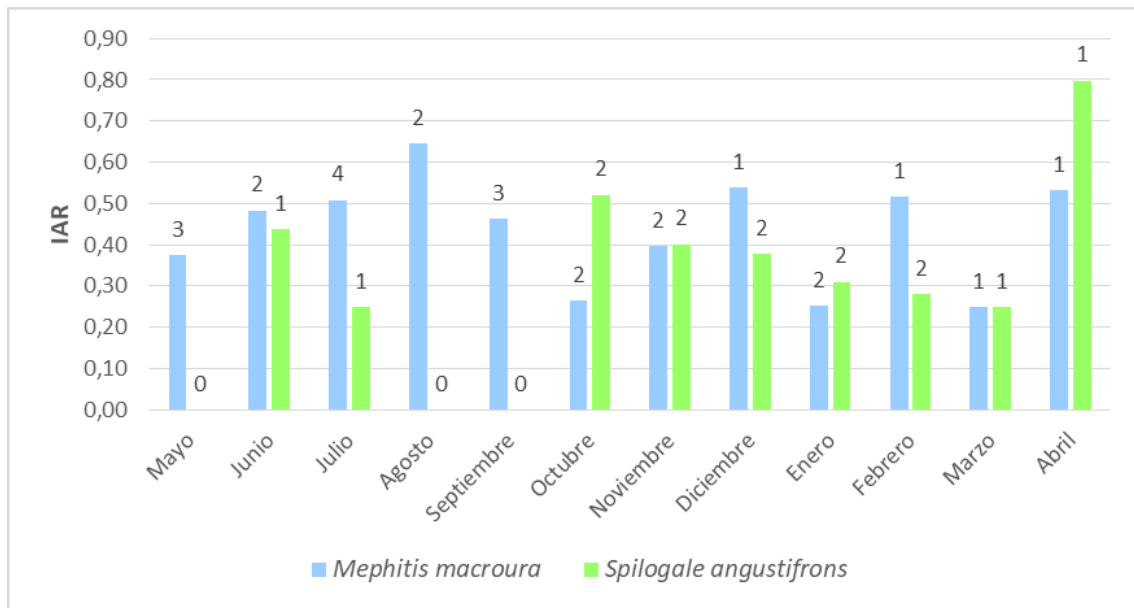
**Figura 8.** Promedio de los Índices de Abundancia Relativa (IAR) para los promedios de la temporada de lluvia y temporada seca de *Conepatus leuconotus*, *Mephitis macroura* y *Spilogale angustifrons* del 1 de mayo del 2013 al 30 de abril del 2017, en selva baja caducifolia al sur de Puebla, México.

Al analizar la abundancia relativa por mes, para *C. leuconotus* el promedio de IAR obtuvo el valor más alto en el mes de agosto y el valor más bajo en el mes de abril (Figura 9).



**Figura 9.** Promedio del Índice de Abundancia Relativa (IAR) mensual de *Conepatus leuconotus* del 1 de mayo del 2013 al 30 de abril del 2017, en una selva baja caducifolia al sur de Puebla, México. Sobre cada barra hay un número que indica, para cada mes, el número de años (tres o cuatro) en que se obtuvieron registros de la especie.

También para *M. macroura* el promedio de la abundancia relativa para los cuatro años de muestreo obtuvo el valor más alto en el mes de agosto, pero el valor más bajo no fue tan evidente (Figura 10). En contraste, para *S. angustifrons* el promedio de la abundancia relativa para los cuatro años de muestreo obtuvo el valor más alto en el mes de abril y no hubo registros en mayo, agosto y septiembre (Figura 10).



**Figura 10.** Promedio del Índice de Abundancia Relativa mensual de *Mephitis macroura* y *Spilogale angustifrons* del 1 de mayo del 2013 al 30 de abril del 2017, en una selva baja caducifolia al sur de Puebla, México. Sobre cada barra hay un número que indica, para cada mes, el número de años (0 a 4) en que se registró la especie.

## 6. Discusión

De acuerdo con los resultados obtenidos, se lograron cumplir los objetivos de este estudio, dado que se determinó que hubo segregación temporal en los patrones de actividad de las tres especies de zorrillos que habitan en selva baja caducifolia en la RBTC. También se logró estimar la abundancia relativa de las tres especies. El zorrillo de espalda blanca, la especie de mayor tamaño corporal, fue la especie dominante al ser la que presentó el patrón de actividad menos restringido y por ser la especie más abundante durante los cuatro años de estudio. El zorrillo manchado del sur presentó el patrón de actividad más restringido y la menor abundancia relativa por lo que se determinó como especie



subordinada. Estos resultados son importantes para el conocimiento de la interacción intragremial entre los zorrillos y para poder entender la manera en que coexisten. Además, al darle seguimiento a este tipo de estudios podemos monitorear la condición de las diferentes poblaciones a través del tiempo.

### **6.1 Patrones de actividad**

El conocimiento sobre los patrones de actividad de las especies es importante para comprender la dimensión temporal de su nicho ecológico (Hwang y Garshelis, 2007; Lucherini *et al.*, 2009). En nuestro estudio, las tres especies de zorrillos fueron consideradas nocturnas dado que obtuvieron los mayores porcentajes de registros en este horario. Esto es consistente con estudios anteriores de *C. leuconotus* y *M. macroura* en México en donde se les reportó con horario nocturno (Monroy-Vilchis *et al.* 2011, Aranda *et al.* 2012).

La segregación temporal entre las tres especies de zorrillos en nuestro estudio fue congruente con un estudio de especies hermanas de los zorrillos que habitan en Puebla, México. Neiswenter *et al.* (2010) documentaron en Texas, E.U.A, diferencias estadísticas en la actividad de los zorrillos *M. mephitis* y *S. gracilis* en todas las estaciones del año (primavera, verano, otoño e invierno). La mayor actividad de *S. gracilis* ocurrió durante la menor actividad de *M. mephitis*, lo que permitió suponer que *S. gracilis* evitó a la especie más grande y dominante, *M. mephitis*. En nuestro estudio *S. angustifrons* fue la especie que estuvo más restringida en su horario de actividad y concentró su actividad en un horario estadísticamente diferente a las otras dos especies de zorrillos. Este pequeño zorrillo es la especie de menor tamaño corporal y también es la más vulnerable de los tres zorrillos ante encuentros agonísticos con otras especies (Aranda,

2012; Helgen *et al.*, 2016). Este comportamiento en los patrones de actividad también ha sido reportado en otras especies de mamíferos. Por ejemplo, en el estudio realizado por Di Bitetti *et al.* (2009), dos zorros neotropicales de tamaño y hábitos alimenticios similares coexistieron como resultado de que la especie subordinada (*Lycalopex gymnocercus*) pudo ajustar su patrón de actividad a la presencia de la especie dominante (*Cerdocyon thous*).

Un resultado notable de nuestro trabajo fue demostrar que las especies *C. leuconotus* y *M. macroura* no tuvieron diferencias significativas entre sus patrones de actividad, ya que *C. leuconotus* es de mayor tamaño corporal que *M. macroura* y presentó mayor abundancia relativa en el área de estudio. En un estudio realizado por Cervantes *et al.* (2002) en Oaxaca, México, no se observaron interacciones físicas entre las especies *M. macroura* y *C. leuconotus*, durante un año de trabajo de campo; sin embargo, los autores sí observaron a los zorrillos caminando o alimentándose uno cerca del otro en el mismo tipo de hábitat. La especie *M. macroura* ha sido descrita como una especie nocturna y generalmente solitaria; sin embargo, se menciona que varios individuos se pueden reunir sin agresión en un mismo sitio de alimentación (Reid 1997; Mora, 2000).

Las especies de zorrillo de espalda blanca y zorrillo listado tuvieron patrones de actividad muy similares en nuestra área de estudio. Las diferencias en sus microhábitats y dietas probablemente les permitan convivir (Doty y Dowler, 2006). En el estudio de Patton (1974), *C. leuconotus* fue simpátrico con hasta tres especies de zorrillos diferentes dentro de gran parte de su área de distribución: *M. mephitis*, *M. macroura* y *S. putorius* o *S. gracilis*; el autor menciona que estas especies pueden usar los mismos sitios de las madrigueras

pero que el uso de otros recursos, como los alimentos, difiere entre las especies (Meaney *et al.*, 2006). En cuanto a la preferencia del hábitat, los zorrillos de la especie *M. macroura* prefieren hábitats de pastizal, matorral y chaparral (List y MacDonald, 1998). Aunque *C. leuconotus* también utiliza sitios de pastizal y matorral, frecuenta hábitats con alta cobertura vegetal (List y MacDonald, 1998; Reid, 1997). Por otro lado, el zorrillo manchado, prefiere sitios con mucha cobertura arbórea, incluso en desiertos busca sitios con cobertura vegetal (Kinlaw, 1995).

De acuerdo con Van Schaik y Griffiths (1996), las especies de mamíferos pequeños (< 5 kg) tienden a ser nocturnos, ya que por su tamaño tienen una mayor probabilidad de ser depredadas por lo que utilizan la oscuridad para disminuir el riesgo de depredación al no ser detectadas fácilmente. Los zorrillos tienen un mecanismo de defensa que consiste en una secreción de olor penetrante que se almacena en dos glándulas (sacos anales); cuando el organismo es atacado o sorprendido, levanta su cola y expulsa esta secreción una distancia de hasta tres metros (Wood, 1999). Además, la especie más pequeña de zorrillo, *S. angustifrons*, posee en todo su cuerpo una serie de bandas y manchas; se ha considerado que estos patrones en el pelaje de los mamíferos tienen la función de camuflaje, advertencia y reconocimiento (Mills y Patterson, 2009).

Al estudiar los patrones de actividad se puede conocer si existen cambios en el comportamiento de los organismos que pueden deberse a factores externos tales como las condiciones del hábitat o interacciones con otras especies como la competencia o depredación (Lucherini *et al.*, 2009; Gallina y Bello, 2014; Caravaggi *et al.*, 2018). Los depredadores potenciales de los zorrillos son las

aves rapaces y otros mamíferos carnívoros como los gatos monteses y los coyotes, todos ellos están presentes en nuestra área de estudio (Reid, 1997).

Para tener un mayor conocimiento sobre la coexistencia de estas tres especies de mefitidos simpátricos que habitan en la selva baja caducifolia de la reserva de la biosfera Tehuacán-Cuicatlán, se recomienda realizar estudios sobre la preferencia de hábitat y dieta de estas tres especies y así poder determinar si existe también segregación en el espacio y documentar la segregación de los recursos que consumen. En nuestro estudio *C. leuconotus* y *M. macroura* se detectaron en todas las estaciones de fototrampeo por lo que se infiere que no existe segregación temporal entre los dos zorrillos de talla mayor. En contraste, *S. angustifrons* se detectó en siete de las 15 estaciones. Estos resultados deben analizarse con cautela ya que *S. angustifrons* presentó una abundancia relativa muy baja, y es probable que la ausencia de fotos en todas las estaciones de muestreo se deba a la necesidad de prolongar el esfuerzo de muestreo para registrar su presencia y no necesariamente a que la especie presente segregación espacial. El tipo de vegetación fue selva baja caducifolia para todas las estaciones de muestreo. No fue posible colocar estaciones en otros tipos de vegetación porque en el área de estudio, la selva baja caducifolia es el único tipo de vegetación preservado, ya que los pastizales fueron transformados en su totalidad a cañaverales y milpa.

## **6.2 Abundancia relativa**

Con los resultados obtenidos en este estudio se demostró que *C. leuconotus*, la especie de zorrillo más grande de México, se comportó como la especie

dominante en nuestra área de estudio ya que a lo largo de los cuatro años de muestreo fue significativamente más abundante que las otras dos especies. *M. macroura* y *S. angustifrons* actuaron como especies subordinadas. El tamaño corporal juega un papel muy importante en la dinámica intragremial de las poblaciones, de modo que las especies de mayor tamaño pueden ser capaces de excluir a las más pequeñas de los hábitats o de limitar su acceso a los recursos (Polis *et al.*, 1989; Donadio y Buskirk, 2006).

Por otra parte, el zorrillo manchado fue la especie que tuvo menos registros (20) en los cuatro años de nuestro estudio. El género *Spilogale*, al ser los zorrillos más pequeños de México, presentan una conducta trepadora por lo que desarrollan su mayor actividad en arbustos con alta cobertura vegetal, en cambio los géneros *Conepatus* y *Mephitis* se han caracterizado por tener una conducta excavadora desarrollando su mayor actividad en áreas abiertas (Reid, 1997; Rosatte y Larivière, 2003). Sin embargo, estas especies han sido estudiadas en otras regiones de Norteamérica y en nuestra área de estudio en la selva baja caducifolia los árboles no son de alturas superiores a los cuatro o cinco metros y la cobertura vegetal se manifiesta como densidad de arbustos pequeños y nopaleras.

En nuestros resultados de IAR por temporadas del año se observó que se presentaron fluctuaciones en la abundancia de las tres especies de zorrillos.

La única especie que mostró diferencias significativas en su abundancia al compararla entre temporadas fue *C. leuconotus*. Esta especie fue estadísticamente más abundante en temporada de lluvia y probablemente esto

se debe a la abundancia de su principal fuente alimenticia, los escarabajos (Coleoptera).

Los zorrillos de espalda blanca (*Conepatus*) se alimentan casi exclusivamente de insectos; los escarabajos principalmente en estado larvario constituyen una proporción importante de su dieta; esta especie de mefítico es la más insectívora comparada con otras especies de zorrillos (Rosatte y Larivière, 2003; Helgen, 2016).

En un análisis de los tubos digestivos de 118 zorrillos de espalda blanca tomados en el centro de Texas desde febrero de 1942 hasta enero de 1943, Taylor (1953) encontró que el material animal representó el 96.2% de la dieta por volumen; los insectos, principalmente las larvas, comprendían el 66%. En otros estudios en Texas, los insectos representaron entre el 50 y el 90% de la dieta de esta especie independientemente de la temporada (Davis 1945, Patton 1974) y también consistía en gran parte de escarabajos (Coleoptera; Meaney *et al.*, 2006). Lorenzo *et al.* (2005) mencionaron que entre los factores que pudieron estar influyendo sobre las tendencias en abundancias ocurridas en las especies de su estudio realizado en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, (*C. leuconotus*, *M. macroura* y *S. putorius*), pueden incluirse el tipo y diversidad de hábitats presente en el área; así como la posible disponibilidad de alimento específico en estos hábitats para cada uno de los zorrillos estudiados.

En nuestro estudio, no hubo diferencias en abundancia entre temporadas para los zorrillos rayados (*Mephitis*) y manchados (*Spilogale*), lo cual se puede explicar con su fuente alimenticia ya que estas dos especies son más generalistas que *C. leuconotus* y pueden explotar cualquier tipo de recurso

durante todo el año, como los son insectos, pequeños vertebrados, huevos y material de origen vegetal (Wade-Smith y Verts, 1982; Kinlaw, 1995). Kinlaw (1995) menciona que debido principalmente a que el zorrillo manchado es omnívoro y a que es el único zorrillo que puede trepar, puede explotar diferentes hábitats.

En nuestro estudio, la especie más abundante para ambas temporadas fue *C. leuconotus*, contrario a lo que se registró en el estudio de Monroy-Vilchis *et al.* (2011); sin embargo, esto probablemente se deba a las diferencias en el estado de conservación del hábitat entre ambas áreas de estudio ya que *M. macroura* es una especie que parece beneficiarse de las áreas perturbadas por el ser humano y puede ser abundante alrededor de las poblaciones humanas (Reid, 1997). Monroy-Vilchis *et al.* (2011) mencionan que la Sierra de Nanchititla ha sido transformada en monocultivos de maíz y zonas de pastizal, lo que podría ser la causa de que la especie *M. macroura* haya sido la más abundante ya que se ha reportado que este género de zorritos prefiere sitios descubiertos como pastizales e inclusive terrenos de cultivo (Allen y Shapton, 1942; Ceballos y Galindo, 1982; List y MacDonald, 1998). Por otra parte, en el estudio Aranda *et al.* (2012) realizado en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, no hubo una diferencia significativa en la abundancia de *C. leuconotus* y *M. macroura* ya que únicamente obtuvieron tres y cuatro registros, respectivamente, con un esfuerzo de muestreo de 1,156 días/trampa.

Cortés-Marcial y Briones-Salas (2014) determinaron que la abundancia de *C. leuconotus* fue mayor que la de *M. macroura* en Oaxaca, lo que fue consistente con lo aquí reportado. Los autores registraron que *C. leuconotus* fue más abundante en temporada de lluvia, mientras que para *M. macroura* únicamente

hubo registros en temporada seca; lo anterior pudo deberse a que únicamente obtuvieron tres registros de *C. leuconotus* y uno de *M. macroura*, pese a que el muestreo del estudio constó de 23 meses.

Debido a que la información disponible de las especies de zorrillos en México es limitada, la información generada en este estudio es importante para el conocimiento de la ecología y emprender estrategias en pro de la conservación de la Familia Mephitidae, además este es el primer estudio sobre interacción intragremial entre tres especies de zorrillos en esta zona de la RBTC. Un factor importante en las poblaciones de mamíferos es que pueden existir interacciones agresivas en donde las especies de menor tamaño se ven perjudicadas por especies simpátricas de mayor tamaño (Palomares *et al.*, 1996; Fedriani *et al.*, 2000; Donadio y Buskirk, 2006). Estas interacciones pueden tener como consecuencia que las especies subordinadas cambien el uso de hábitat, además de tener un efecto en la abundancia (Ralls y White, 1995; Sovada *et al.*, 1995).

## **7. Conclusiones**

Las especies de zorrillos *C. leuconotus*, *M. macroura* y *S. angustifrons* coexistieron en una selva baja caducifolia de la reserva de la biosfera Tehuacán-Cuicatlán y presentaron segregación temporal como un mecanismo que les puede permitir el prevenir encuentros agonísticos.

*Conepatus leuconotus*, el zorrillo de mayor tamaño corporal, se comportó como la especie dominante debido a que su patrón de actividad no estuvo restringido en relación a las otras dos especies y por ser la especie más abundante.

*Mephitis macroura*, el zorrillo de tamaño corporal medio se comportó como una especie subordinada a *C. leuconotus* y como especie dominante a *S.*



*angustifrons*, debido a que su patrón de actividad no estuvo restringido en relación a las otras dos especies pero su abundancia relativa fue muy baja comparada con la de *C. leuconotus*.

*Spilogale angustifrons*, el zorrillo de menor tamaño corporal se comportó como una especie subordinada debido a que presentó los patrones de actividad más restringidos y abundancia relativa muy baja.

## 8. Literatura citada

Allen, D. L. y Shapton, W. W. (1942). An ecological study of winter dens, with special reference to the eastern skunk. *Ecology*, 23(1), 59-68.

Aranda, J. M. (2012). *Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Aschoff, J. (1966). Circadian activity pattern with two peaks. *Ecology*, 47(4), 657-662.

Aranda, M., Botello, F. y López-de Buen, L. (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, 778-784.

Azlan, J. M. y Sharma, D. S .K. (2006). The diversity and activity patterns of wild felids in a secondary forest in Peninsular Malaysia. *Oryx*, 40: 36-41.

Beier, P. y McCullough, R. D. (1990). Factors influencing white-tailed deer activity patterns and habitat use. *Wildlife Monographs*, 109, 1-51.

Botello, F., Illoldi-Rangel, P., Linaje, M. y Sánchez-Cordero, V. (2006). Primer registro del tigrillo (*Leopardus wiedii*, Schinz 1821) y del gato montés (*Lynx rufus*, Kerr 1792) en la Reserva de la Biósfera de Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 22(1), 135-139.

Buenrostro-Silva, A., Sigüenza, D. P. y García-Grajales, J. (2015). Mamíferos carnívoros del Parque Nacional Lagunas de Chacahua, Oaxaca, México: riqueza, abundancia y patrones de actividad. *Revista Mexicana De Mastozoología*, 2, 39-54.

Caravaggi, A., Gatta, M., Vallely, M. C., Hogg, K., Freeman, M., Fadaei, E., Dick, J.T.A., Montgomery, W. I., Reid, N. y Tosh, D. G. (2018). Seasonal and predator-prey effects on circadian activity of free-ranging mammals revealed by camera traps. *PeerJ*, 1-27.

Carothers, J. H. y Jaksic, F. M. (1984). Time as a niche difference: the role of interference competition. *Oikos*, 42, 403-406.

Carbone, C. y Gittleman, J. L. (2002). A common rule for the scaling of carnivore density. *Science*, 295, 2273–2276.

Ceballos, G. G. y Galindo, L. (1982). Mamíferos Silvestres de la Cuenca de México. México: LIMUSA.

Cervantes, F. A., Loredo, J. y Vargas, J. (2002). Abundance of sympatric skunks (Mustelidae: Carnivora) in Oaxaca, Mexico. *Journal of Tropical Ecology*, 18, 463-469.

Cortés-Marcial, M. y Briones-Salas, M. (2014). Diversidad, abundancia relativa y patrones de actividad de mamíferos medianos y grandes en una selva seca del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. *Revista de Biología Tropical*, 62 (4), 1433-1448.

Cruz-Jácome, O., López-Tello, E., Delfín-Alfonso, C. A. y Mandujano, S. (2015). Riqueza y abundancia relativa de mamíferos medianos y grandes en una localidad en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca, México. *Therya*, 6(2), 435-448.

Cuarón, A. D., González-Maya, J. F., Helgen, K., Reid, F., Schipper, J. y Drago, J. W. (2016). *Mephitis macroura*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T41634A45211135.en>

Davies, T. J., Meiri, S., Barraclough, T. G. y Gittleman, J. L. (2007). Species coexistence and character divergence across carnivores. *Ecology Letters*, 10, 146–152.

Davis, W. B. (1945). Texas skunks. *Texas Game and Fish*, 3, 8-10.

Dávila, P., Arizmendi, M. C., Valiente Banuet, A., Villaseñor, J. L., Casas, A. y Lira, R. (2002). Biological diversity in the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico. *Biodiversity and Conservation*, 3, 421-442.

Di Bitetti, M. S., Di Blanco, Y. E., Pereira, J. A., Paviolo, A. y Jiménez-Pérez, I. (2009). Time partitioning favors the coexistence of sympatric crab-eating foxes (*Cerdocyon thous*) and pampas foxes (*Lycalopex gymnocercus*). *Journal of Mammalogy*, 90(2), 479-490.

Di Bitetti, M. S., De Angelo, C. D., Di Blanco, Y. E. y Paviolo, A. (2010). Niche partitioning and species coexistence in a Neotropical felid assemblage. *Acta Oecologica*, 36, 403-412.

Di Rienzo, J., Casanoves, F., Balzarini, M., González, L., Tablada, M. y Robledo, C. (2017). InfoStat versión 2017. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Donadio, E. y Buskirk, S. W. (2006). Diet, morphology, and interspecific killing in carnivora. *The American Naturalist*, 167(4), 524-536.

- Doty, J. B. y Dowler, R. C. (2006). Denning ecology in sympatric populations of skunks (*Spilogale gracilis* and *Mephitis mephitis*) in west-central Texas. *Journal of Mammalogy*, 87(1), 131–138.
- Farías, V., Téllez, O., Botello, F., Hernández, O., Berruecos, J., Olivares, S. J. y Hernández, J. C. (2015). Primeros registros de 4 especies de felinos en el sur de Puebla, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86, 1065-1071.
- Fedriani, J. M., Palomares, F. y Delibes, M. (1999). Niche relations among three sympatric Mediterranean carnivores. *Oecologia*, 121,138-148.
- Fedriani, J. M., Fuller, T. K., Sauvajot, R. M. y York, E. C. (2000). Competition and intraguild predation among three sympatric carnivores. *Oecologia*, 125(2), 258-270.
- Fisher, N. I. (1995). *Statistical Analysis of Circular Data*. Reino Unido: Cambridge University Press.
- Gallina, S. y Bello, J. G. (2014). Patrones de actividad del venado cola blanca en el noreste de México. *Therya*, 5(2), 423-436.
- Gerber, B. D., Karpanty, S. M. y Randrianantenaina, J. (2012). Activity patterns of carnivores in the rain forests of Madagascar: implications for species coexistence. *Journal of Mammalogy*, 93(3), 667-676.
- Gittleman, J. L. y Harvey, P. H. (1982). Carnivore home-range size, metabolic needs and ecology. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 10, 57–63.
- González, R. A. (2011). Cinco métodos sencillos para estimar el tamaño de las poblaciones en fauna silvestre. En Gallina, S. y López-González, C. (Eds.).

*Manual de técnicas para el estudio de la fauna.* (pp. 161-314). México: Universidad Autónoma de Querétaro- Instituto de Ecología.

Griffiths, M. y Van Schaik, C. P. (1993). The impact of human traffic on the abundance and activity periods of Sumatran rain forest wildlife. *Conservation Biology*, 7(3), 623-626.

Helgen, K. (2016). *Conepatus leuconotus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T41632A45210809.en>

Helgen, K., Reid, F. y Timm, R. (2016). *Spilogale angustifrons*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T136636A45221538.en>

Hunter, J. y Caro, T. (2008). Interspecific competition and predation in American carnivore families. *Ethology Ecology & Evolution*, 20(4), 295-324.

Hutchinson, G. E. (1957). Concluding remarks. *Cold Spring Harbour Symposium on Quantitative Biology*, 22, 415-427.

Hwang, M. H. y Garshelis, D. L. (2007). Activity patterns of Asiatic black bears (*Ursus thibetanus*) in the Central Mountains of Taiwan. *Journal of Zoology*, 271, 203–209.

Jacomo, A. T. A., Silveir, L. y Diniz-Filho, J. A. F. (2004). Niche separation between maned wolf (*Chrysocyon brachyurus*), the crab-eating fox (*Dusicyon thous*) and the hoary fox (*Dusicyon vetulus*) in central Brazil. *Journal of Zoology*, 262, 99-106.

Jeganathan, P., Green, R. E., Bowden, C. G. R., Norris, K., Pain, D. y Rahmani, A. (2002). Use of tracking strips and automatic cameras for detecting critically endangered Jerdon's coursers *Rhinoptilus bitorquatus* in scrub jungle in Andhra Pradesh, India. *Oryx*, 36(2), 182-188.

Jenks, K. E., Chanteap, P., Damrongchainarong, K., Cutter, P., Cutter, P., T. Redford, Lynam, A. J., Howard, J. y Leimgruber, P. (2011). Using relative abundance indices from camera-trapping to test wildlife conservation hypotheses - an example from Khao Yai National Park, Thailand. *Tropical Conservation Science*, 4 (2), 113-131.

Kamler, J. F., Jxdrzejewski, B. y Jxdrzejewski, W. (2007). Activity patterns of red deer in Białowieża National Park, Poland. *Journal of Mammalogy*, 88, 508-514.

Karanth, K. U., Chundawat, R. S., Nichols, J. D. y Kumar, N. S. (2004). Estimation of tiger densities in the tropical dry forests of Panna, Central India, using photographic capture-recapture sampling. *Animal Conservation*, 7, 285-290.

Kinlaw, A. (1995). *Spilogale putorius*. *Mammalian Species*, 551, 1-7.

Kronfeld-Schor, N. y Dayan, T. (2003). Partitioning of time as an ecological resource. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 34, 153-181.

Larivière, S., Huot, J. y Samson, C. (1994). Daily activity patterns of female black bears in a northern mixed-forest environment. *Journal of Mammalogy*, 75, 613-620.

Lesmeister, D., Nielsen, C. K., Schauber, E. M. y Hellgren, E. C. (2015). Spatial and Temporal Structure of a Mesocarnivore Guild in Midwestern North America. *Wildlife Monographs*, 191, 1-61.

Lira-Torres, I. y Briones-Salas, M. (2012). Abundancia relativa y patrones de actividad de los mamíferos de los Chimalapas, Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 28(3), 566-585.

Lira-Torres, I., Briones-Salas, M. y Sánchez-Rojas, G. (2014). Abundancia relativa, estructura poblacional, preferencia de hábitat y patrones de actividad del tapir centroamericano *Tapirus bairdii* (Perissodactyla: Tapiridae), en la Selva de Los Chimalapas, Oaxaca, México. *Revista de Biología Tropical*, 62(4), 1407-1419.

List, R. y MacDonald, D. W. (1998). Carnivora and their larger Mammalian prey: Species inventory and abundance in the Janos-Nuevo Casas Grandes prairie dog complex, Chihuahua. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 3, 95-112.

Lizcano, D. L. y Cavelier, J. (2000). Daily and seasonal activity of the mountain tapir (*Tapirus pinchaque*) in the Central Andes of Colombia. *Journal of Zoology*, 252, 429- 435.

Lucherini, M., Reppucci, J. I., Walker, R. S., Villalba, M. L., Wurstten, A., Gallardo, G., Iriarte, A., Villalobos, R. y Perovic, P. (2009). Activity pattern segregation of carnivores in the High Andes. *Journal of Mammalogy*, 90(6), 1404-1409.

Maffei, L., Cuéllar, E. y Noss, A. J. (2002). Uso de trampas-cámara para la evaluación de mamíferos en el ecotono Chaco-Chiquitanía. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental*, 11, 55-65.

Marti, C. D., Steenhof, K., Kochert, M. N. y Marks, J. S. (1993). Community trophic structure: the roles of diet, body size, and activity time in vertebrate predators. *Oikos*, 67, 6–18.



Meaney, C. A., Ruggles, A. K. y Beauvais, G. P. (2006). American Hog-nosed Skunk (*Conepatus leuconotus*): a technical conservation assessment. USDA Forest Service, Rocky Mountain Region.

Mills, M. G. y Patterson, L. B. (2009). Not just black and white: pigment pattern development and evolution in vertebrates. *Seminars in Cell & Developmental Biology*, 20(1), 72-81.

Monroy-Vilchis, O., Zarco-González, M. M., Rodríguez-Soto, C., Soria-Díaz, L. y Urios, V. (2011). Fototrampeo de mamíferos en la Sierra Nanchititla, México: abundancia relativa y patrón de actividad. *Revista de Biología Tropical*, 59(1), 373-383.

Mora, J. M. (2000). *Los mamíferos silvestres de Costa Rica*. Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia.

Naranjo, E. J. (2000). Estimaciones de abundancia y densidad en poblaciones de fauna silvestre tropical. En Cabrera, E., Mercolli, C. y Resquin, R. (Eds.). *Manejo de Fauna Silvestre en Amazonia y Latinoamérica*. (pp. 37-46). Paraguay: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, Universidad de Florida.

Neiswenter, S. A., Dowler, R. C. y Young, J. H. (2010). Activity Patterns of Two Sympatric Species of Skunks (*Mephitis mephitis* and *Spilogale gracilis*) in Texas. *The Southwestern Naturalist*, 55(1), 16-21.

Nielsene, T. (1983). Relation of behavioral activity rhythms to the changes of day and night. A revision of views. *Behaviour*, 89, 147-173.

Norris, D., Michalski, F. y Peres, C. A. (2010). Habitat patch size modulates terrestrial mammal activity patterns in Amazonian forest fragments. *Journal of Mammalogy*, 91, 551-560.

Ojasti, J. y Dallmeier, F. (Eds.) (2000). *Manejo de fauna silvestre neotropical*. SI/MAB Series #5. EUA: Smithsonian Institution/MAB Biodiversity Program.

Palomares, F. P. Ferreras, Fedriani, J. M. y Delibes, M. (1996). Spatial relationships between Iberian lynx and other carnivores in an area of south-western Spain. *Journal of Applied Ecology*, 33(1), 5-13.

Patton, R. F. (1974). Ecological and behavioral relationships of the skunks of Tans Pecos, Texas. Tesis de doctorado. Texas A & M University, College Station, TX.

Pinto de Sá, A. L. y Andriolo, A. (2005). Camera traps on the mastofaunal survey of Araras Biological Reserve, IEF-RJ. *Revista Brasileira Zootecias*, 7, 231-246.

Polis, G. A., Myers, C. A. y Holt, R. D. (1989). The ecology and evolution of intraguild predation: Potential competitors that eat each other. *Annual Review Ecology and Systematics*, 20, 297-330.

Ramírez-Pulido, J., González-Ruiz, N., Gardner, A. L. y Arroyo-Cabrales, J. (2014). List of Recent Land Mammals of Mexico. *Special Publications of the Museum of Texas Tech University*, 63, 1-69.

Ralls, K. y White, P. J. (1995). Predation on San Joaquin Kit Foxes by Larger Canids. *Journal of Mammalogy*, 76(3), 723-729.

Reid, F. A. (1997). *A Field Guide to the Mammals of Central America and Southeast Mexico*. EUA: Oxford University Press.

Reyes, S. E., García, R. P. y Marques Dos Santos, M. (2009). *Estadística circular: herramienta para analizar datos angulares en biología*. México: UNAM.

Root, R. B. (1967). The Niche Exploitation Pattern of the Blue-Gray Gnatcatcher. *Ecological Monographs*, 37(4), 317-350.

Rosatte, R. y Larivière, S. (2003). Skunks. En Feldhamer, G. A., Thompson, B. C., Chapman, J. A. (Eds.) *Wild Mammals of North America: Biology, Management, and Conservation*. (pp. 692-707). EUA: The Johns Hopkins University Press.

Rowcliffe, J. M. y Carbone, C. (2008). Surveys using camera traps: are we looking to a brighter future? *Animal Conservation*, 11, 185-186.

Schoener, T. W. (1974). Resource partitioning in ecological communities. *Science*, 185, 27-39.

Sinclair, R. E. A., Fryxell, J. M. y Caughley, G. (1994). *Wildlife Ecology, Conservation, and Management*. EUA: Blackwells.

Sovada, M. A., Sargeant, A. B. y Grier, J. W. (1995). Differential Effects of Coyotes and Red Foxes on Duck Nest Success. *The Journal of Wildlife Management*, 59(1), 1-9.

St-Pierre, C., Ouellet, J. P. y Crete, M. (2006). Do competitive intraguild interactions affect space and habitat use by small carnivores in a forested landscape? *Ecography*, 29, 487-496.

Taylor, W. P. (1953). Food habits of hog-nosed skunk in Texas. Part of Final Report Project W-31-R-1, Food habits of furbearers in relation to Texas game species. Texas Game and Fish Commission. Austin, TX.

Van Schaik, C. P. y Griffiths, M. (1996). Activity periods of Indonesian rain forest mammals. *Biotropica*, 28(1), 105- 112.

Van Valkenburgh, B. (1985). Locomotor diversity within past and present guilds of large predatory mammals. *Paleobiology*, 11, 406-428.

Wade-Smith, J. y Verts, B. J. (1982). *Mephitis mephitis*. *Mammalian Species*, 173, 1-7.

Walker, R. S., Novaro, A. J. y Nichols, J. D. (2000). Consideraciones para la estimación de abundancia de poblaciones de mamíferos. *Mastozoología Neotropical*, 7(2), 73-80.

Wood, F. W. (1999). The History of Skunk Defensive Secretion Research. *The Chemical Educator*, 4, 44–50.

Zar, J. H. (1999). *Biostatistical Analysis*. EUA: Prentice Hall.

## 9. Anexos

Anexo 1. Esfuerzo de muestreo (EM) en días/trampa por temporada.

	AÑO 1	EM	AÑO 2	EM	AÑO 3	EM	AÑO 4	EM
Temporada de lluvia	may-13	239	may-14	287	may-15	356	may-16	403
	jun-13	226	jun-14	228	jun-15	330	jun-16	379
	jul-13	318	jul-14	269	jul-15	403	jul-16	372
	ago-13	299	ago-14	288	ago-15	399	ago-16	372
	sep-13	291	sep-14	360	sep-15	347	sep-16	387
	oct-13	317	oct-14	366	oct-15	341	oct-16	390
Temporada seca	nov-13	234	nov-14	360	nov-15	387	nov-16	349
	dic-13	209	dic-14	371	dic-15	434	dic-16	341
	ene-14	256	ene-15	364	ene-16	434	ene-17	310
	feb-14	243	feb-15	331	feb-16	388	feb-17	280
	mar-14	263	mar-15	329	mar-16	400	mar-17	293
	abr-14	281	abr-15	300	abr-16	376	abr-17	341
Total lluvia	1690		1798		2176		2303	
Total seca	1486		2055		2419		1914	
<b>Total</b>	<b>3176</b>		<b>3853</b>		<b>4595</b>		<b>4217</b>	<b>15841</b>

Anexo 2. Pruebas estadísticas de los patrones de actividad entre temporadas.

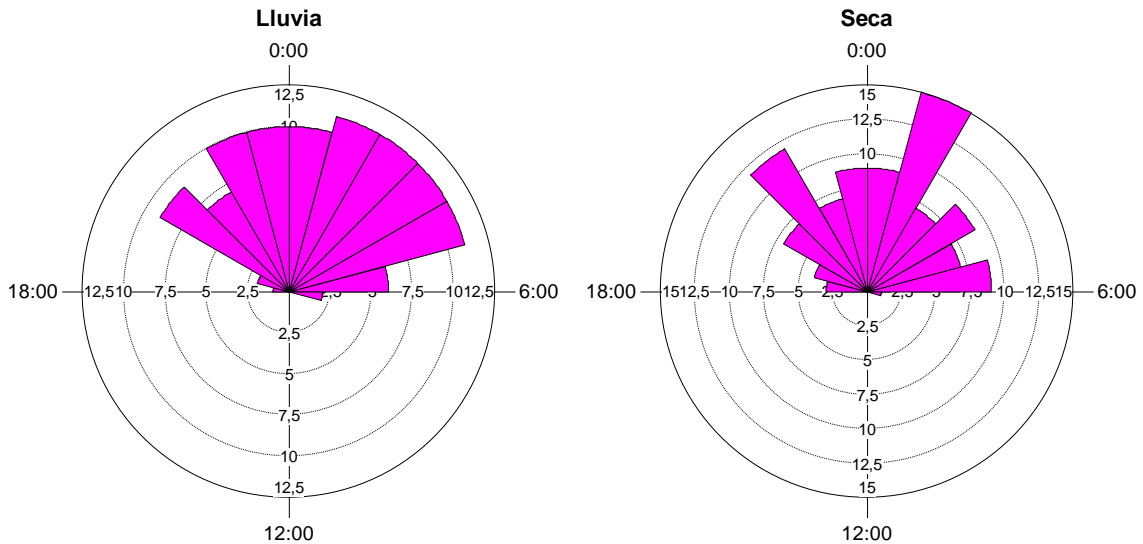
### PRUEBA MARDIA-WATSON-WHEELER ENTRE TEMPORADAS

*Conepatus leuconotus*

Variables (y observaciones)	W	p
Temporada de lluvia y Temporada seca (177 y 68)	1.421	0.491

	TEMPORADA DE LLUVIA	TEMPORADA SECA
Mean vector ( $\mu$ )	00:31 (7.912°)	00:07 (1.863°)
Length of mean vector (r)	0.732	0.703
Median	01:00 (15°)	00:00 (0°)
Concentration	2.225	2.022
Circular variance	0,268	0.297
Circular standard deviation	03:00 (45.217°)	03:12 (48.14°)

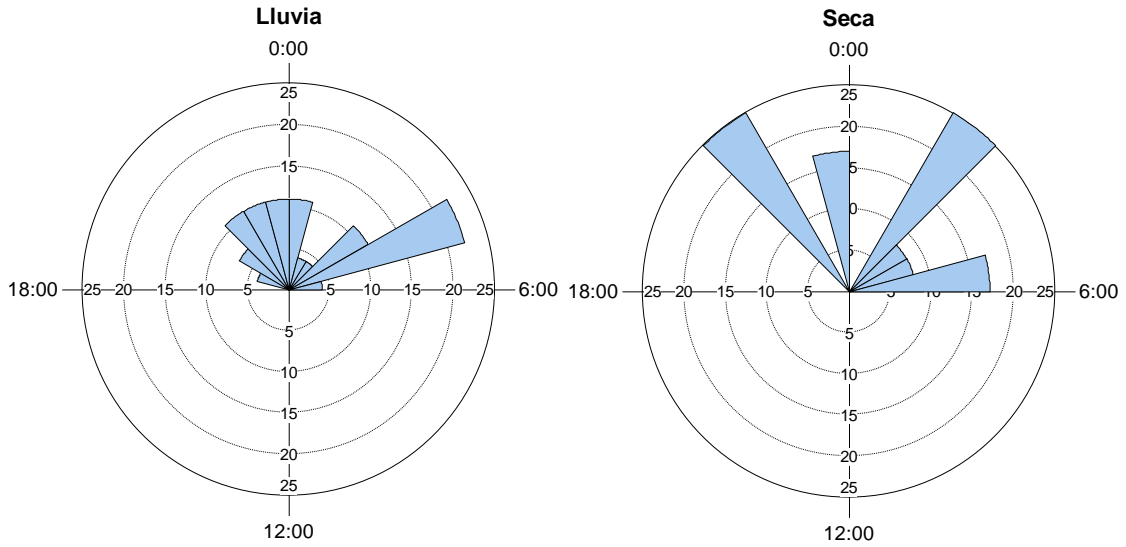
Standard error of mean	00:17 (4.466°)	00:19 (4.831°)
95% Confidence interval (-/+) for $\mu$	23:56 (359.157°) 01:06 (16.667°)	23:29 (352.393°) 00:45 (11.333°)
99% Confidence interval (-/+) for $\mu$	23:45 (356.407°) 01:17 (19.418°)	23:17 (349.418°) 00:57 (14.308°)



### *Mephitis macroura*

Variables (y observaciones)	W	p
Temporada de lluvia y Temporada seca (27 y 12)	0.038	0.981

	TEMPORADA DE LLUVIA	TEMPORADA SECA
Mean vector ( $\mu$ )	00:24 (6.207°)	01:02 (15.553°)
Length of mean vector (r)	0.71	0.725
Median	00:00 (0°)	02:00 (30°)
Concentration	2.071	2.168
Circular variance	0.29	0.275
Circular standard deviation	03:09 (47.398°)	03:03 (45.99°)
Standard error of mean	00:18 (4.724°)	00:18 (4.571°)
95% Confidence interval (-/+) for $\mu$	23:47 (356.946°) 01:01 (15.468°)	00:26 (6.592°) 01:38 (24.514°)
99% Confidence interval (-/+) for $\mu$	23:36 (354.036°) 01:13 (18.377°)	00:15 (3.777°) 01:49 (27.328°)



*Spilogale angustifrons*

	TEMPORADA DE LLUVIA	TEMPORADA SECA
Mean vector ( $\mu$ )	01:58 (29.664°)	02:04 (31.233°)
Length of mean vector (r)	0.922	0.859
Median	02:00 (30°)	03:00 (45°)
Concentration	6.674	3.861
Circular variance	0.078	0.141
Circular standard deviation	01:32 (23.124°)	02:06 (31.567°)
Standard error of mean	00:09 (2.31°)	00:12 (3.178°)
95% Confidence interval (-/+) for $\mu$	01:40 (25.135°) 02:16 (34.192°)	01:40 (25.003°) 02:29 (37.463°)
99% Confidence interval (-/+) for $\mu$	01:34 (23.713°) 02:22 (35.615°)	01:32 (23.046°) 02:37 (39.42°)

