



**Casa abierta al tiempo**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA**

**UNIDAD IZTAPALAPA**

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD

POSGRADO EN BIOLOGÍA

**“Variación espacio-temporal de la dieta del zorrillo manchado sureño (*Spilogale angustifrons*)”**

**TESIS**

Que para obtener el grado de  
**Maestro en Biología**

**PRESENTA:**

Biol. Luis Ángel Pozos López

Matricula: 2233804621

Orcid: 0009-0006-8510-4643

Correo electrónico: alpozos11@gmail.com

**Director de tesis:**

Dr. Noé González Ruiz

**Jurado:**

Presidente:

Dr. José Ramírez Pulido

Secretario:

M. en C. Matías Martínez Coronel

Vocal:

Dr. Sergio Ticul Álvarez Castañeda

Vocal:

Dr. Heliot Zarza Villanueva

Iztapalapa, Ciudad de México a 08 de abril de 2026

**La Maestría en Biología de la  
Universidad Autónoma Metropolitana  
pertenece al Padrón de  
Posgrados de Calidad del SECIHTI.**

El jurado designado por la Comisión de la Maestría en Biología de la  
Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, aprobó la tesis que  
represento

Luis Ángel Pozos López

El día 08 de Abril de 2026

**Sinodales:**

**Dr. José Ramírez Pulido (Presidente)**

\_\_\_\_\_

**M. en C. Matias Martínez Coronel (Secretario)**

\_\_\_\_\_

**Dr. Sergio Ticul Álvarez Castañeda (Vocal)**

\_\_\_\_\_

**Dr. Heliot Zarza Villanueva (Vocal)**

\_\_\_\_\_

## Dedicatoria

A mi madre, hermano y sobrinos, por ser el pilar fundamental de mi vida y el motor que me ha impulsado a seguir adelante en múltiples etapas. Gracias por su apoyo incondicional. Este logro también les pertenece.

A mis amigos, por acompañarme a lo largo de este camino, por su comprensión en los momentos de ausencia, sus palabras de aliento y por hacer más ligero cada desafío de esta etapa. Su presencia ha sido invaluable para mí en este proceso.

Gracias por compartir su conocimiento, por su paciencia y por motivarme a mejorar constantemente en mi formación académica y personal.

## Agradecimientos

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mi madre y a mi familia, quienes han sido el pilar fundamental en mi vida. Su apoyo incondicional, confianza y cariño han sido esenciales para la culminación de esta etapa. Gracias por acompañarme en cada momento, por impulsarme a seguir adelante y por creer en mí incluso en los momentos más difíciles.

A mis amigos que son parte del grupo fotográfico “Los Chupamirtos”, les agradezco sinceramente por su compañía durante las salidas de campo, por compartir experiencias, aprendizajes y momentos inolvidables que enriquecieron tanto este trabajo como mi formación personal.

A los miembros del laboratorio de mastozoología, Dianita, Juan, a los alumnos Oscar y Daniel, gracias por su acompañamiento, colaboración y por el ambiente de trabajo que favoreció el aprendizaje y el crecimiento académico. De igual manera, agradezco a la Junta Ejidal de San José Axuxco por las facilidades brindadas y por permitirme desarrollar parte de este proyecto en su territorio.

Al Dr. Noé González Ruiz, le expreso mi más sincero agradecimiento por ser un maestro ejemplar, por compartir su conocimiento, su tiempo y por su guía a lo largo de este proceso académico. Su apoyo fue fundamental para la realización de este trabajo.

Al M. en C. Matías Martínez Coronel, gracias por su guía académica y personal, por su paciencia, consejos y por motivarme a mejorar continuamente.

Al Dr. José Ramírez Pulido, le expreso mi más sincero agradecimiento por su guía a lo largo de este proceso, por compartir conmigo no solo su amplio conocimiento, sino también tantas memorias y experiencias.

## Índice general

Dedicatoria	iii
Agradecimientos	iv
1. Introducción	1
2. Antecedentes y justificación	9
3. Preguntas de investigación	11
4. Hipótesis	11
5. Objetivos	13
5.1. Objetivo general	13
5.2. Objetivos específicos	13
6. Metodología	14
6.1. Áreas de Estudio	14
6.2. Trabajo en campo	17
6.3. Trabajo en laboratorio	19
6.4. Métodos cuantitativos	21
6.4.1. Método volumétrico	24
6.4.2. Índice compuesto	26
6.4.3. Amplitud de la dieta	27
7. Resultados	30
7.1. Descripción de la dieta del zorrillo en Villa Comaltitlán, Chiapas	30
7.1.1. Curva de acumulación de especies	31
7.1.2. Frecuencia de ocurrencia y porcentaje de ocurrencia	32
7.1.3. Porcentaje de Biomasa	33
7.1.4. Índice de importancia relativa	33
7.1.5. Variación temporal	35
7.1.6. Diversidad de la dieta	38
7.1.7. Amplitud del nicho trófico	38
7.2. Dieta en San José Axuxco, Puebla	40
7.2.1. Curva de acumulación de especies	41
7.2.2. Frecuencia de ocurrencia y porcentaje de ocurrencia	43
7.2.3. Porcentaje de Biomasa	43
7.2.4. Índice de importancia relativa	43
7.2.5. Variación temporal	46
7.2.6. Índices de diversidad	49
7.2.7. Amplitud de nicho	50
8. Discusión	52
8.1. La dieta de los zorritos	52
8.2. La artropofagia e insectivoría en carnívoros y sus beneficios	55
8.3. Variación temporal	58
8.4. Variación geográfica	61
9. Conclusiones	65
10. Bibliografía	67

## Índice de figuras

1. Climograma del área San José Axuxco en el sur de Puebla	15
2. Climograma del área Villa Comaltitlán en el sureste de Chiapas	17
3. Excretas de <i>Spilogale angustifrons</i>	18
4. Curva de acumulación por número de muestras de <i>Spilogale angustifrons</i> en Villa Comaltitlán, Chiapas	32
5. Elementos consumidos por <i>Spilogale angustifrons</i> en Villa Comaltitlán	34
6. Variación temporal de la dieta de <i>Spilogale angustifrons</i> en Villa Comaltitlán, Chiapas	37
7. Se representa el índice de Levins estandarizado, el de Simpson y el de Shannon-Wiener	38
8. Curva de acumulación de especies de <i>Spilogale angustifrons</i> en San José Axuxco, Puebla	42
9. Elementos consumidos por <i>Spilogale angustifrons</i> en San José Axuxco, Puebla	45
10. Variación temporal de la dieta de <i>Spilogale angustifrons</i> en San José Axuxco	48
11. Se representa el índice de Levins estandarizado, el de Simpson y el de Shannon-Wiener	50

## Índice de tablas

Tabla 1. Se presentan los valores de la frecuencia de ocurrencia (FO), porcentaje de ocurrencia (PO), biomasa relativa (Bio) e índice de Importancia Relativa IIR (IIR) de la dieta del zorrillo manchado sureño (*Spilogale angustifrons*) en el municipio de Villa Comaltitlán, Chiapas, obtenidos a partir de un análisis de 156 excretas recolectas entre abril de 2018 y abril de 2019 \_\_\_\_\_ 39

Tabla 2. Se presentan los valores de la frecuencia de ocurrencia (FO), porcentaje de ocurrencia (PO), biomasa relativa (Bio) e índice de Importancia Relativa IIR (IIR) de la dieta del zorrillo manchado sureño (*Spilogale angustifrons*) en el municipio de San José Axuxco, en el sur de Puebla, obtenidos a partir de un análisis de 161 excretas recolectas entre diciembre de 2023 y noviembre de 2024 \_\_\_\_\_ 51

## 1. Introducción

Conocer la dieta de un organismo es esencial para comprender parte de la ecología de una especie (Putman 1984), el papel que juegan tanto depredadores o presas en la estructuración y dinámica del ecosistema, a través de las interacciones de competencia intra e interespecíficas y el impacto que tienen en las poblaciones dentro de esta relación depredador- presa (Goswami y Friscia 2010). Particularmente, los estudios de hábitos alimentarios han sido importantes para comprender otros aspectos de la biología de una especie, estimar cómo la dieta de una especie puede estar relacionada con el tamaño corporal de las presas, el tiempo de actividad (Forrajeo), la abundancia de sus presas y la reproducción de depredadores (Gittleman 1985; Iriarte *et al.*, 1990; Estes *et al.*, 2003; Swenson *et al.*, 2007). La información derivada de este tipo de estudios es útil para determinar registros geográficos nuevos, selección del hábitat, uso de recursos y diversidad genética (derivado del material genético obtenido en excretas) (Gallo-Reynoso 1986, Macdonald y Mason 1992, Pardini 1998, Pardini y Trajano 1999, Quadros y Monteiro-Filho 2001, 2002). Así, como para la implementación de planes de manejo y conservación, especialmente en especies de importancia económica, amenazadas o sujetas a protección (Klare *et al.*, 2011).

Ahora bien, hay que hacer una distinción entre lo que es la dieta y un patrón alimentario. La dieta es la composición de alimentos que se consume, esto incluye

cantidad y frecuencia en las que se consume, por otro lado, tenemos el patrón alimentario que no solo incluye lo mencionado anteriormente, si no que incluye la regularidad o tendencia en una línea temporal (Nielsen *et al.*, 2018).

Existen dos métodos encaminados al estudio de la alimentación en los carnívoros, los métodos invasivos y no invasivos. Dentro de los primeros, están los que implican el sacrificio o contención del animal, como el análisis de contenido estomacal; a diferencia de los no invasivos donde no es necesario manipular ni sacrificar a los ejemplares, ya que la información se obtiene a través de observaciones directas mientras el animal come, la recolección de restos de sus presas en comederos y el análisis de heces. Este último método es el más utilizado por ser relativamente fácil de realizar, además de ser estudios de logística simple y de bajo costo, siendo la mejor opción debido a la naturaleza del comportamiento evasivo de los carnívoros, siendo perfecto en estudios sobre los hábitos alimentarios (Comportamiento trófico) y la dieta (Composición del alimento), además de no representar ningún riesgo para las poblaciones de la especie(s) a estudiar, especialmente para aquellas que están amenazadas o en peligro de extinción (Kruuk 2006, Marucco *et al.*, 2008). En el caso particular del análisis de heces, además de poder conocer la dieta, también se obtiene información sobre el uso del hábitat, área de forrajeo, área de distribución, comportamiento, parasitismos, diversidad genética, entre otros aspectos (Chame 2003, Trinca *et al.*, 2007, Josef *et al.*, 2008, Weber *et al.*, 2009, Ramos-Rosas *et al.*, 2012, Guerrero-Flores *et al.*, 2015, Hernández-Romero *et al.*, 2018).

Para cuantificar los componentes de la dieta se han desarrollado y adaptado diversos criterios, que van desde el uso del porcentaje de contribución (Hynes 1950), índices ecológicos (Hyslop 1980, Cortés 1997, Moreno 2001), métodos gráficos (Amundsen *et al.*, 1996), y la frecuencia de ocurrencia y la abundancia relativa. Los dos últimos son los métodos cuantitativos más ampliamente utilizados en los estudios relacionados con la alimentación de mamíferos (Hyslop 1980, Cortés 1997). Sin embargo, no existe una línea metodológica única y estricta, debido a que se pueden aplicar diversos métodos, incluso en un mismo estudio (Hynes 1950, Hyslop 1980, Cortés 1997, Vega-Cendejas 1990). El uso de los métodos depende principalmente de los objetos de estudio y los hábitats (Vega-Cendejas 1990, Helfman 2009, Vital-Rodríguez 2011, Ramírez-Herrejón *et al.*, 2013), así como del tamaño de la especie estudiada y del tipo de presas que ingiere (Torres-Rojas 2011).

El orden Carnívora es un grupo de mamíferos que incluye especies carismáticas como animales domésticos; perros, gatos, como animales silvestres; osos, nutrias, hienas y focas (Goswami y Friscia 2010). Son una fuente de fascinación para el humano desde tiempos remotos, debido posiblemente a la relación íntima entre las personas y los carnívoros domesticados, como es el caso de la relación humano-perros, además por su gran diversidad ecológica, etológica, morfológica y taxonómica. Por lo que les reconoce como un grupo modelo para abordar diversos temas de importancia ecológica y evolutiva (Goswami y Friscia 2010).

Los carnívoros se caracterizan por tener caninos grandes y cónicos, un arco cigomático fuerte, los huesos turbínales o nasales relativamente grandes y complejos, por sus huesos escafoides y lunares fusionados en los carpos, además de la presencia de dientes carnasiales que son el sello distintivo y evolutivo de los carnívoros (Nowak 2005, Goswami y Friscia 2010). El orden Carnivora se divide en dos clados: Feliformia, que incluye gatos, civetas, mangostas, fosas y hienas, y el Caniformia, que contiene a los osos, focas, leones marinos, morsas, pandas, mapaches, nutrias (Wozencraft 2005, Myers *et al.* 2008). Actualmente el clado está representado por 305 especies a escala mundial y es el tercer orden más diverso de mamíferos, después de Rodentia y Chiroptera (Wilson y Reeder 2005). Además del elevado número de especies, los carnívoros son diversos desde el punto de vista ecológico, ya que habitan tanto en sistemas terrestres como acuáticos en los cinco continentes, se pueden encontrar en todos los océanos y biomas del planeta, y además han logrado adaptarse a las regiones heladas en ambos polos y en las zonas desérticas. Su diversidad también se extiende a los tipos de locomoción, como: cursoriales, arborícolas, fosoriales y acuáticos. También poseen diversas de adaptaciones en el comportamiento y estrategias de forrajeo (Myers *et al.* 2008).

Si bien el nombre Carnivora evoca imágenes de depredadores y consumidores de carne como los tigres, leones o lobos, no todas las especies del orden presentan este tipo de alimentación. Históricamente, varios grupos se han separado de su dieta carnívora, y aunque no son carnívoros estrictos, mantienen la apariencia de un

depredador, como es el caso del oso negro o el mapache (*Procyon lotor*), que son más generalistas. Lógicamente, el primer paso evolutivo para alejarse de la carnivoría fue la omnivoría (Ewer 1973), hasta llegar a la especialización, como aquellas especies que consumen materia vegetal y que rara vez comen alimentos de origen animal, un ejemplo de esto es el panda gigante (*Ailuropoda melanoleuca*)(Pigozzi 1992, Rodríguez-Bolaños *et al.* 2000, Fedriani *et al.* 2000). Así, la alimentación puede variar desde omnívoros con un espectro completo de dieta mixta, pasando por los carnívoros estrictos, hasta los que se especializan en frutas, peces, hojas e insectos (Goswami y Friscia 2010). Entre los ejemplos de carnívoros especializados en presas pequeñas o dietas mixtas se encuentran los representantes de la familia Mephitidae (Nowak *et al.* 2005).

Los zorrillos (Mephitidae) están ampliamente distribuidos en el continente americano y parte del sureste asiático (Dragoo y Honeycutt 1997, Flynn y Nedbal 1998). Morfológicamente se caracterizan por variar de tamaño pequeño a mediano, con cuerpos robustos, hocicos puntiagudos y garras fuertes (Goswami y Friscia 2010, Álvarez-Castañeda *et al.* 2015). Todos cuentan con marcas de coloración distintivas en el dorso, como rayas o manchas blancas sobre un fondo de color negro, las cuales funcionan como señal de advertencia contra sus depredadores (Myers *et al.* 2008). Sin embargo, los zorrillos son más conocidos por los olores intensos originados por el almizcle que producen en las glándulas anales y expulsan cuando se sienten amenazados (Myers *et al.* 2008, Aranda-Sanchez 2012).

Actualmente se reconocen cuatro géneros dentro de la Familia Mephitidae, el género asiático *Mydaus*, que cuenta con dos especies y se distribuye exclusivamente en las islas de Java, Sumatra y Filipinas (Nowak 2005). Los otros tres géneros son americanos: *Conepatus*, con tres especies; *Mephitis*, que tiene dos especies, (Ramírez-Pulido *et al.* 2014, Hernández-Sánchez *et al.* 2022); y el género *Spilogale*, que es el más diverso, con siete especies reconocidas (McDonough *et al.* 2022).

Los zorrillos manchados del género *Spilogale* se pueden distinguir de los otros géneros de la familia por su pequeño tamaño y su patrón de coloración. Tienen una longitud total alrededor de 345 mm y llegan a pesar de 0.2 kg a 1 kg (Nowak 2005, Aranda 2012, Álvarez-Castañeda *et al.* 2015). El patrón de coloración consta de cuatro a seis bandas de color blanco o amarillento, que generalmente recorren longitudinalmente la espalda y los costados, aunque en algunas ocasiones estas franjas se encuentran divididas. Adicionalmente tienen una mancha blanca triangular en la frente (Hall 1981, Nowak 2005, Aranda 2012, Helgen *et al.* 2016). Se les considera animales de hábitos nocturnos, con picos de actividad máxima después de medianoche, cuando realizan la búsqueda de alimento (Kinlaw 1995, Medellín *et al.* 1998, Verts 2001, Farías-González y Hernández-Mendoza 2021, Sol de Mayo *et al.* 2021). Estos animales pequeños y ágiles se han observado ocasionalmente escalando árboles y casas (Crabb 1948).

Dentro del género *Spilogale* se han realizado cambios taxonómicos en los últimos años, anteriormente se reconocían cuatro especies: *S. angustifrons*, *S.*

*putorius*, *S. gracilis* y *S. pygmaea* (Kinlaw 1995, Medellín *et al.* 1998, Verts *et al.* 2001, Dragoo 2009, Ramírez-Pulido *et al.* 2014). Sin embargo, un estudio molecular demostró que el género en realidad está compuesto por siete especies, las cuales son: *S. angustifrons*, *S. gracilis*, *S. interrupta*, *S. leucoporia*, *S. putorius*, *S. pygmaea* y *S. yucatanensis*, aunque posiblemente exista una especie adicional no descrita aún en el norte de Sonora (McDonough *et al.* 2022).

El género *Spilogale* se distribuye desde el norte de Estados Unidos de América hasta Costa Rica. En Estados Unidos de América se encuentran cuatro especies (*S. interrupta*, *S. gracilis*, *S. leucoporia* y *S. putorius*) (McDonough *et al.* 2022), en México se distribuyen seis de las siete especies (*S. interrupta*, *S. gracilis*, *S. leucoporia*, *S. Pygmaea*, *S. yucatanensis* y *S. angustifrons*), mientras que en Centroamérica (Guatemala, Belice, Honduras, El Salvador, Nicaragua y Costa Rica) sólo se encuentra *S. angustifrons* (Aranda 2012, McDonough *et al.* 2022). En México, *Spilogale angustifrons* se limita a una distribución boreal, en la Faja Volcánica Transmexicana y se extiende hacia el sureste mexicano (McDonough *et al.* 2022), exceptuando las costas de los estados de Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero y Oaxaca, área donde habita *S. pygmea* (McDonough *et al.* 2022).

La mayoría de los mefitidos son considerados omnívoros oportunistas (Ewer 1973, Kurtén y Anderson 1980, Dragoo y Honeycutt 1999a, Montalvo *et al.* 2008, Dragoo 2009, Goswami y Friscia 2010). Mientras que otros autores los consideran carnívoros generalistas (Nams 1988, Travaini *et al.* 1998) que cambian su alimentación

de acuerdo con la disposición de las presas (Taylor 1984, Hanski *et al.* 1991, Ray 1998). De la misma manera, y quizá por generalización, las especies del género *Spilogale* también son consideradas omnívoros que incluyen en su dieta a insectos, arañas, aves, huevos, pequeños mamíferos, algunas frutas y semillas (Ceballos y Miranda 1986), pero en realidad gran parte de su alimentación consiste básicamente en insectos y pequeños mamíferos (Selko 1937, Ewer 1973, Kurtén y Anderson 1980, Medellín *et al.* 1998, Verts *et al.* 2001, Cantú-Salazar *et al.* 2005). Algunas adaptaciones tróficas que poseen los zorrillos son un olfato agudo y un bulbo olfatorio relativamente que, en conjunto con sus fuertes patas delanteras y garras especializadas, les ayuda a excavar en busca de su alimento, como escarabajos y algunos vertebrados (Myers *et al.* 2008, Dragoo 2009). Se conoce que los zorrillos capturan a su presa y con ayuda de su lengua sienten la forma para determinar la palatabilidad (Dragoo 2009).

A pesar de la literatura acumulada sobre los zorrillos, pocos estudios han abordado de manera precisa la alimentación del género *Spilogale*, particularmente de *S. angustifrons* se desconoce todo lo referente a su dieta, hecho que motiva este trabajo.

## 2. Antecedentes y justificación

A pesar de la cantidad de investigaciones que se han realizado sobre los carnívoros, en la actualidad la información disponible sobre la morfología, ecología, biología y conservación de *Spilogale angustifrons* es prácticamente nula. Entre los pocos estudios que se conocen de esta especie están los que amplían y ratifican la distribución geográfica (Hidalgo-Mihart *et al.* 2014, González-Christen *et al.* 2016, Botello *et al.* 2013), las interacciones biológicas (Mejenes-López *et al.* 2021), la actividad diaria (Farías-González y Vega-Flores 2019, 2021) y sobre etnozooloía (Ojeda-Lavariéga *et al.* 2019). Y lo poco que se sabe de su alimentación, sugiere que son omnívoros (Farías-González y Hernández-Mendoza 2021, Ewer 1973, Kurtén y Anderson 1980, Dragoo y Honeycutt 1999, Montalvo *et al.* 2008, Goswani y Friscia 2010), aunque esta información tiene poca evidencia. Las otras especies del género *Spilogale* (*S. putorius* y *S. gracilis*) presentan una dieta omnívora compuesta por invertebrados y vertebrados, aunque en algunas ocasiones pueden llegar a consumir más vertebrados dependiendo de la temporada y de la disponibilidad del recurso (Selko 1937, Crabb 1948, Pearson 1951, Baker y Baker 1975, Crooks y Van Vuren 1995). La excepción es *S. pygmaea*, que se considera principalmente insectívora (Cantú-Salazar *et al.* 2005).

El conocimiento de la dieta de cualquier especie es de vital importancia para entender aspectos de su biología y ecología, como la conducta, la selección de la presa, los patrones de actividad y la distribución espacial, así como evaluar el papel

de la especie en el ecosistema, la competencia con otras especies y su impacto en las poblaciones de presas (Fuller *et al.* 1992, Henschel y Skinner 1990, Breuer 2005, Klare *et al.* 2011). Este tipo de estudios permite deducir cómo responde la especie a los cambios en la disponibilidad de recursos alimentarios, a los cambios de hábitat inducidos por el hombre y al cambio climático, así como los posibles beneficios que aporta a la agricultura (Klare *et al.* 2011, Walther *et al.* 2002, Bojarska y Selva 2012, Schmidly y Bradley 2016). Por lo tanto, los resultados de un análisis detallado de la dieta son de gran valor para comprender la ecología de la especie y, en consecuencia, orientar el desarrollo de planes de manejo y conservación (Putman 1984, Stenset *et al.* 2016).

A pesar de la importancia de conocer la dieta de los mamíferos en vida silvestre, no se han realizado este tipo de estudios para la mayoría de las especies, y cuando los hay, muchos son descriptivos y rara vez evalúan cuantitativamente la abundancia y la variación temporal de los alimentos (Stenset *et al.* 2016). Debido al nulo conocimiento de la dieta de *Spilogale angustifrons*, en este trabajo se analiza su dieta, y se evalúa la variación estacional y espacial.

### 3. Preguntas de investigación

- 1.- ¿Cuál es la dieta y el patrón alimentario de *Spilogale angustifrons*?
- 2.- ¿Existen cambios en la dieta de *Spilogale angustifrons* a lo largo de un ciclo anual?
- 3.- ¿Existen cambios en la dieta de *Spilogale angustifrons* en dos regiones con tipos de vegetación diferente?

### 4. Hipótesis

Si la alimentación de algunas especies del género *Spilogale* (*S. putorius* y *S. gracilis*) tiende a ser omnívora con preferencia a la artropofagia, entonces, *Spilogale angustifrons* también consumirá artrópodos.

Si la disponibilidad de los recursos alimentarios varía entre estaciones o temporadas, entonces la composición de la dieta de *Spilogale angustifrons* se modificará en función de dicha disponibilidad; sin embargo, la especie podría mantener una preferencia relativa por algunos grupos tróficos a lo largo del año.

Si los recursos alimenticios disponibles son diferentes entre el matorral xerófilo y la selva media-alta, la dieta de *Spilogale angustifrons* cambiara conforme a los tipos de la vegetación.



## **5. Objetivos**

### **5.1. Objetivo general**

- Determinar espacial y temporalmente la dieta de *Spilogale angustifrons* en dos poblaciones de hábitat contrastantes (San José Axuxco, Puebla y Villa Comaltitlán, Chiapas).

### **5.2. Objetivos específicos**

- Determinar la composición de la dieta de *Spilogale angustifrons*.
- Evaluar el efecto de la estacionalidad sobre la dieta de *Spilogale angustifrons* a lo largo de un ciclo anual.
- Determinar la composición de la dieta de *Spilogale angustifrons* en una población de selva media-alta y matorral crasuláceo.

## 6. Metodología

### 6.1. Áreas de Estudio

El estudio se realizó en dos tipos de vegetación contrastante. El primero de ellos se ubica en el Cerro Tepetroja ( $18^{\circ}12' 09.8''$  N,  $97^{\circ} 14' 15.6''$  O) a una altitud de 900 a 1,400 msnm, en el ejido de San José Axuxco, municipio de San José Miahuatlán, al sureste del estado de Puebla. El Cerro Tepetroja se encuentra dentro de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán y se considera una zona conservada, que está vigilada por las autoridades civiles del ejido que controlan el acceso y realizan constantemente recorridos de vigilancia para prevenir la caza y extracción ilegal de fauna y flora. La vegetación del área corresponde principalmente a matorral xerófilo con cactáceas columnares de los géneros *Cephalocereus*, *Myrtillocactus*, *Neobuxbaumia* y *Pachycereus*, que dominan la fisonomía del paisaje, además de árboles y arbustos de copas extendidas pertenecientes principalmente de los géneros *Bursera*, *Castela*, *Ceiba*, *Ficus*, *Fouquieria*, *Parkinsonia* y *Ziziphus* (Rzedowski 1978, Valiente-Banuet *et al.* 2000).

El clima del área corresponde a un tipo de clima semiárido (BS), con lluvias de mayo a octubre, una precipitación promedio anual de 300 mm y temperatura media anual de  $22^{\circ}\text{C}$  (Farías-González *et al.* 2021, Dávila *et al.* 2002). La temperatura media anual varía desde un mínimo de  $19^{\circ}\text{C}$  entre diciembre y enero, con un valor máximo en mayo cuando llega a los  $27^{\circ}\text{C}$ . La precipitación varía desde un mínimo de 3 mm en febrero, hasta llegar en su punto máximo a 86.7 mm en el mes de septiembre. Con

base en la precipitación (Figura 1), en la zona se reconocen dos temporadas: de mayo a octubre corresponde a la temporada de lluvias, y de noviembre a abril, la temporada de secas.

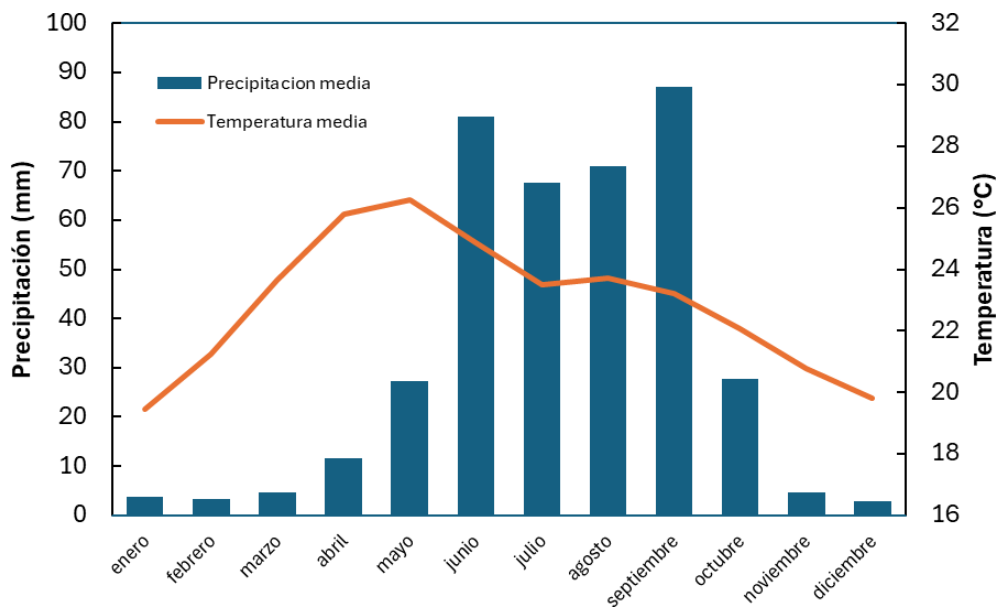


Figura 1. Climograma del área San José Axuxco en el sur de Puebla. Datos obtenidos de la estación Calipan, clave 21018 (SMN 2025).

El segundo sitio de estudio se encuentra en el municipio de Villa Comaltitlán, en el poblado del mismo nombre, en el estado de Chiapas (15° 12' 37.7" N, 92° 33' 46.6" O), entre los límites de la Sierra Madre de Chiapas y de la Llanura Costera del Pacífico. La vegetación del área corresponde a manglar en la costa, tulares, palmares, selva baja caducifolia, selva media subperennifolia y selva alta perennifolia (Espinoza *et al.*

2003). Particularmente, en el sitio de muestreo, la vegetación dominante es bosque de galería, selva media y alta perennifolia principalmente.

El clima de la región es del tipo Am(w) que corresponde a un clima cálido-húmedo, con abundantes lluvias en verano. La precipitación mínima anual es de 1,300 mm y la máxima de 3,000 mm, siendo el mes de septiembre el más lluvioso con aproximadamente 312 mm. La temporada de lluvias comienza en el mes de mayo y se extiende hasta noviembre, con una breve disminución de lluvias entre julio y agosto correspondiente a la sequía intraestival; el resto del año es seco o con lluvias ocasionales en febrero o marzo. La temperatura media anual es de 28°C y se mantiene relativamente constante durante todo el año por arriba de los 22°C, aunque marzo es el mes más caluroso, con una temperatura promedio de 29.8°C (García 1973). También, en este estudio se dividió el año en dos temporadas: de mayo a octubre, la temporada de lluvias, y de noviembre a abril, la temporada de secas (Figura 2).

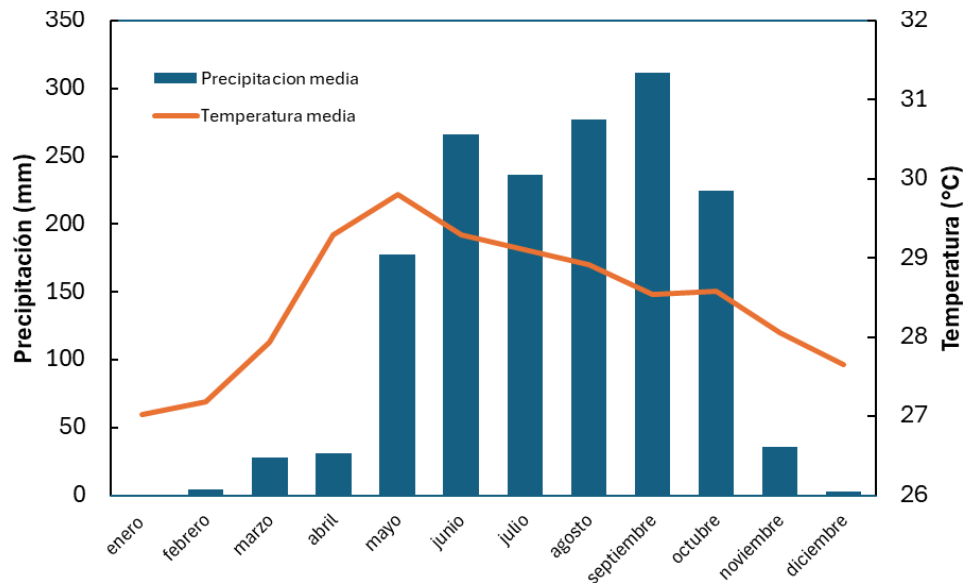


Figura 2. Climograma del área Villa Comaltitlán en el sureste de Chiapas. Datos obtenidos de la estación del Despoblado, clave 7038 (SMN 2025).

## 6.2. Trabajo en campo

Dentro de las áreas de estudio se identificaron las zonas con evidencias de la presencia de *Spilogale angustifrons*, apoyándose en la frecuencia de olor, huellas y excretas (Figura 3). La recolección de muestras en Villa Comaltitlán se realizó de abril de 2018 a abril de 2019. Mientras que en San José Axuxco, la recolección se llevó a cabo de diciembre de 2023 a noviembre de 2024. La diferencia temporal entre ambos periodos de muestreo responde a la disponibilidad personal, así como al ingreso al posgrado. En ambos sitios, se realizaron recolectas mensuales, con duración de dos a tres días, dependiendo del éxito de encuentro de las heces.

La recolección de las muestras ocurrió en caminos y veredas distintos cada vez, esto se realizó para poder tener una zona de muestreo más amplia además de poder

responder a los distintos cambios en las zonas durante el año, Los trayectos fueron de 3 a 5 km en los cuales se buscaron las excretas de *Spilogale angustifrons*. Para la determinación preliminar de la excreta usé la guía de campo de Aranda (2012). Las excretas se identificaron por ser de forma cilíndrica y con puntas romas, con un tamaño que va de 2 a 5 cm de largo y entre 0.5 y 1 cm de grosor. También se pueden reconocer por su contenido, que normalmente presenta restos de artrópodos y, en algunos casos, plumas o pelo. Por el tamaño, coloración, olor y contenido, las excretas de este zorrillo no se pueden confundir con las de otros animales.

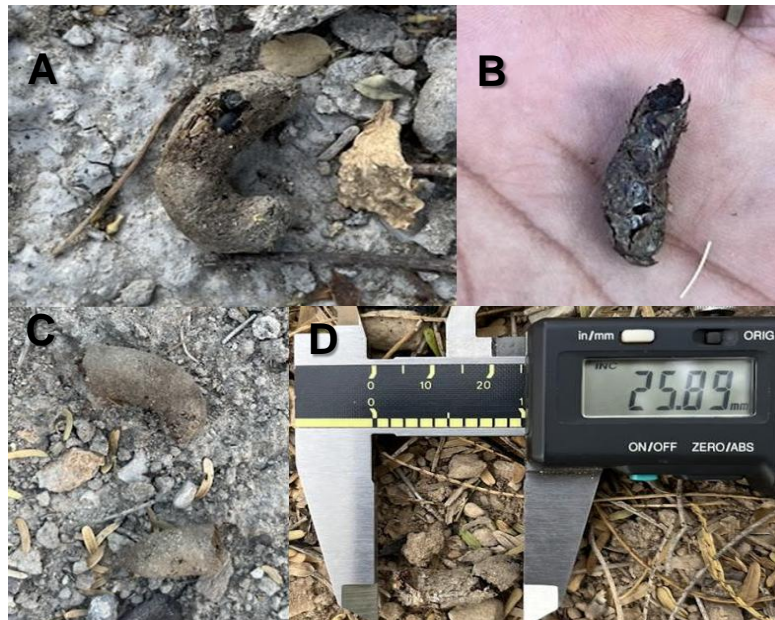


Figura 3.- Excretas de *Spilogale angustifrons*. A y B) excreta del Cerro Tepetroja, B y C) Excreta de Villa Comaltitlán.

A cada excreta colectada se le asignó un número de registro consecutivo, y se tomaron las medidas de largo y ancho en cm con un vernier digital, se anotó la

coloración en el momento de la colecta, y se tomó una fotografía. Asimismo, se anotó el sitio de colecta: la localidad, coordenadas geográficas con ayuda de un GPS (Garmin Etrex 22x), tipo de vegetación, hábitat y fecha, información que fue registrada en un formato *ad hoc*. Todas las muestras obtenidas se colocaron individualmente en bolsas de papel tipo estraza debidamente rotuladas con el número de registro, para su traslado al laboratorio donde fueron procesadas.

Asociado a la recolecta de excretas, se colectaron muestras de artrópodos y plantas para integrar colecciones de referencia. Para la captura de los artrópodos se utilizaron trampas de caída (*pitfall trap*) y la colecta directa con pinzas entomológicas, ayuda dándonos con una sábana blanca colocada en el suelo. Todas las colectas de artrópodos se realizaron durante recorridos nocturnos, mientras que las plantas se colectaron al mismo tiempo que se realizaban las colectas de las excretas durante el día.

### **6.3. Trabajo en laboratorio**

En el laboratorio, las excretas se dejaron secar a temperatura ambiente y se guardaron alejadas de fuentes de humedad para prevenir la aparición de hongos (Murphy *et al.* 2017). Posteriormente, se pesaron con ayuda de una balanza granataria y el peso se registró en la bitácora como peso seco. Se colocaron en un vaso de precipitado de 50 ml con una mezcla de agua y jabón en polvo y se dejaron reposar durante al menos 24 horas, con el fin de facilitar la eliminación de grasa y permitir la

separación de los componentes. Posteriormente, con ayuda de cernidores de 1 mm y 250  $\mu\text{m}$ , los elementos de la muestra fueron separados para evitar la pérdida de material. Después, los restos se dejaron secar en cajas de Petri a temperatura ambiente con el número de registro correspondiente.

Las muestras secas fueron revisadas bajo un microscopio estereoscópico y separadas en diferentes categorías como plantas, insectos, otros artrópodos, vertebrados (Murphy *et al.* 2017). La determinación taxonómica se realizó al nivel más bajo posible, generalmente familia, y a género cuando fue posible, como fue el caso de las hormigas. Los vertebrados se identificaron a nivel de orden y familia. Mientras que la materia vegetal se agrupó bajo una sola categoría, debido al bajo consumo (Dahle *et al.* 1998, Klare *et al.* 2011, Silva *et al.* 2014).

Para la determinación taxonómica de los elementos encontrados en las excretas se emplearon diferentes guías o claves taxonómicas, de acuerdo con el tipo de material revisado (Mackay y Mackay 1989, Cupul-Magaña y Flores-Guerrero 2016). Asimismo, se utilizaron las colecciones de referencia integradas. Una vez determinado cada elemento alimentario, fue separado y almacenado en bolsas con cierre hermético, rotuladas con los datos taxonómicos y número de registro. Todas las categorías alimentarias encontradas y determinadas se anotaron en un formato *ad hoc*, que posteriormente se integró a una base de datos, en la cual se registraron: número de excreta, longitud, anchura y peso seco, municipio, localidad, fecha,

temporada, descripción del lugar, tipo de vegetación y coordenadas del sitio de recolecta, categoría taxonómica y biomasa por taxón o elemento.

Además se realizó una breve revisión bibliográfica con el propósito de complementar la interpretación de los resultados obtenidos en este estudio. Dicha revisión permitió identificar antecedentes relevantes en la literatura disponible relacionados con la dieta y datos tróficos reportados para las especies de la familia.

Por cada sitio de muestreo se realizó una curva de acumulación de especies, que permitió calcular la eficiencia de los muestreos y, a su vez, comparar la diversidad entre sitios y temporadas (Lamas *et al.* 1991, Soberón y Llorente 1993, Colwell y Coddington 1994, Gotelli y Colwell 2001).

Las curvas se generaron con la herramienta de acceso libre iNEXT (Chao *et al.*, 2016), software de interpolación y extrapolación de la diversidad de especies. Se utilizaron datos de abundancia para el análisis y la creación de la gráfica. En la cual podemos observar la diversidad de especies versus el número de individuos, indicando un esfuerzo bueno para el sitio de colecta.

#### **6.4. Métodos cuantitativos**

Para la obtención de la abundancia relativa por grupo de presas se utilizó una estimación del número de individuos en cada excreta (Hyslop 1980, Bowen 1996). Este método representa problemas en los estudios de especies omnívoras (Hyslop

1980, Canto-Maza y Vega Cendejas 2008), pero es adecuado en los carnívoros (Hynes 1950, Hyslop 1980, Vital-Rodríguez 2011).

Se utilizó la frecuencia de ocurrencia (FO) tanto anual, como estacional, por cada categoría alimentaria utilizando el método descrito por Ciucci *et al.* (2014) y Larson *et al.* (2015). El FO se calculó dividiendo el número total de taxa o categorías (ítem) consumidos entre el total número de excretas, de la siguiente manera:

$$\text{Frecuencia de Ocurrencia (FO}_i\text{)} = (n_i/N) \times 100$$

Donde:

$n_i$  = número de muestras en las que aparece el ítem alimenticio  $i$

$N$  = número total de muestras (excretas) analizadas

FO = frecuencia de ocurrencia del ítem  $i$

La FO es la expresión del porcentaje aparición de un elemento o componente alimentario que aparece en todas las muestras. Este método se utiliza comúnmente en estudios relacionados con la ecología trófica de carnívoros (Zubieta-Rojas 1985, Navarrete *et al.* 1993, Trujillo-Jiménez y Díaz-Pardo 1996, Navarrete *et al.* 2009, Torres-Rojas 2011, Vital-Rodríguez 2011, Ramírez-Herrejón *et al.* 2013).

Se comparó el FO de todas las categorías de alimentos a lo largo de las temporadas y sitios de colecta utilizando una prueba de  $\chi^2$  (Stenset *et al.* 2016). Los

datos se agruparon para promediarlos con los FO entre las diversas temporadas y se calculó la desviación estándar como una medida de variabilidad para brindar una aproximación de la importancia de los alimentos por temporada y en ciclo anual (Leger y Didrichsons 1994; Ciucci *et al.* 2014; Stenset *et al.* 2016)

Por otro lado, se calculó el porcentaje de ocurrencia (PO) para los distintos elementos o taxones encontrados en las excretas. El porcentaje de ocurrencia es la expresión de la frecuencia con que aparece cada ítem respecto al total de ocurrencias registradas, de esta manera, representa el porcentaje de cada ítem presente en la dieta de la especie (Stark y Schoroer 1970). El porcentaje de ocurrencia se expresa como:

$$\text{Porcentaje de Ocurrencia (PO)}_i = (FO_i/N) \times 100$$

Donde:

$FO_i$  = frecuencia de ocurrencia de la especie  $i$

$N$  = Número total de componentes en las muestras de heces analizadas.

$PO$  = Porcentaje de ocurrencia del ítem  $i$

El PO también se comparó entre temporadas y sitios de trabajo utilizando una prueba de  $\chi^2$  (Stenset *et al.* 2016).

#### **6.4.1. Método volumétrico**

Los métodos volumétricos son de gran utilidad en estudios de alimentación debido a que son más descriptivos, tienen una mejor capacidad de inferencia y son ecológicamente significativos para estimar la dieta real de una especie (Price y Hopkins 2015). Se basan en calcular el volumen del alimento consumido en lugar de la frecuencia a través de la presencia/ausencia del ítem alimentario como lo hacen la FO y el PO. Estos métodos consisten en estimar el volumen promedio de una presa o un grupo alimentario mediante la comparación con un volumen conocido de la presa (Hyslop 1980, Klare *et al.* 2011). Se recomiendan cuando los componentes alimentarios son de tamaño pequeño a mediano y la medición se realiza por categoría o ítem alimentario (Hynes 1950, Hyslop 1980, Klare *et al.* 2011). Sin embargo, cuando la especie se alimenta de presas grandes o el depredador solo consume partes de las presas, la alternativa es el método volumétrico indirecto (Hyslop 1980, Vega-Cendejas 1990, Canto-Maza y Vega-Cendejas 2008).

Como método volumétrico se utilizó el porcentaje de biomasa (PB). Fue calculado al multiplicar el peso promedio estimado de un individuo de una categoría alimentaria por el número de individuos consumidos, y este resultado se dividió entre el peso total de los grupos alimentarios y el resultado expresado en porcentaje (Travaini *et al.* 1998, Donadio *et al.* 2004) de la siguiente manera:

$$\text{Porcentaje de Biomasa (PB)} = Ni \times Pi / (\sum(Nt \times Pt) \times 100$$

Donde:

$Ni$  = Número de individuos consumidos (o categorías tróficas) del ítem  $i$

$Pi$  = Peso promedio del ítem  $i$

$Nt$  = Número de individuos consumidos (o categorías tróficas) de todos los ítems

$Pt$  = Peso total de todos los ítems consumidos

El peso promedio se estimó mediante el cálculo entre el taxón consumido y los ejemplares completos de la colección de referencia. Se tomaron los pesos en fresco de los ejemplares que correspondían a un tamaño similar y que pertenecían al mismo grupo taxonómico encontrado en la dieta (modificado de Klare *et al.* 2011). El número de presas consumidas se obtuvo al agrupar apéndices pares (por ejemplo, tenazas, alas, antenas, patas o mandíbulas), o en su defecto, se contabilizaron las piezas individuales como cabezas y aguijones de las presas, dependiendo de la muestra.

Aunque en muchos estudios se utiliza el volumen como medida del aporte relativo de cada ítem, en este trabajo se empleó el peso en fresco como estimador de biomasa, lo que constituye un método gravimétrico equivalente al porcentaje de biomasa (PB)

#### 6.4.2. Índice compuesto

Debido a que algunos métodos pueden presentar sesgos, y en ciertos casos, sobreestimar la abundancia de los componentes alimentarios, se ha propuesto el empleo de mediciones combinadas que se conocen como índice de importancia relativa (IIR), aunque estos métodos se han utilizado en pocas ocasiones en los estudios de alimentación de mamíferos (Pinkas *et al.* 1971, Hyslop 1980, Hart *et al.* 2002, Yip *et al.* 2005). Este índice contiene el porcentaje numérico de las presas, el índice volumétrico en porcentaje y la frecuencia de ocurrencia, también expresada de forma porcentaje (Pinkas *et al.* 1971), como sigue:

$$\text{Índice de Importancia Relativa (IIR}_i) = (\%N_i + \%V_i) \times \%FO_i$$

Donde:

$\%N_i$  = proporción de ítems de un tipo respecto al total de presas consumidas

$\%V_i$  = proporción del volumen (o peso) total de ese ítem respecto al total consumido

$\%FO_i$  = proporción de estómagos o muestras en los que aparece ese ítem.

Puesto que este método reduce el sesgo al analizar la dieta, también resulta más útil para inferir los hábitos alimentarios, así como la selección de presas y los posibles beneficios energéticos para el depredador.

### 6.4.3. Amplitud de la dieta

La dieta de cualquier especie representa una panorámica de su nicho trófico, posición y función que ocupa un organismo en la estructura y dinámica de una comunidad (Torres-Rojas 2011). En consecuencia, con base en los elementos de la dieta se puede estimar la amplitud del nicho trófico de cualquier organismo (MacArthur y Pianka 1966, Schwartz y Ellis 1981, Krebs 1989, Torres-Rojas 2011).

El índice de Levins es uno de los más utilizados en estudios de dieta cuando se quiere conocer la amplitud del nicho trófico, ya que es relativamente fácil de implementar e interpretar. Este índice indica si la especie es generalista o especialista en el uso de los recursos tróficos, y a su vez permite inferir la amplitud de la dieta de una especie, considerando la proporción de cada presa y cómo se distribuye en el total obtenido (Guerrero *et al.* 2002, Silva *et al.* 2014). Su valor estandarizado varía de 0 (máxima especialización) a 1 (máxima generalización) (Feisinger *et al.* 1981, Monroy-Vilchis *et al.* 2009, Ávila-Nájera *et al.* 2018).

La amplitud del nicho trófico se calculó con las siguientes fórmulas (Levins 1968):

$$\text{Índice de Levins } (B) = 1 / \sum p^2$$

$$\text{Índice de Levins estandarizado } (Best) = B - 1 / n - 1$$

Donde:

$p_i$  = es la proporción del uso del ítem alimenticio respecto al total

$B$  = es el índice de Levins

$n$  = es el número total de categorías (ítems posibles).

$Best$  = índice de Levins estandarizado.

Además, se utilizó el Índice de Shanon y Wiener ( $H'$ ) (Krebs 1989, Cornejo y Jiménez 2001).

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

Donde:

$H'$  = Índice de diversidad de Shannon-Wiener.

$S$  = Número total de especies (riqueza específica).

$p_i$  = Proporción de individuos de la especie  $i$  con respecto al total (es decir,  $p_i = n_i/N$ , es el número de individuos de la especie  $i$ , y  $N$  es el total de individuos de todas las especies).

$\ln$  = Logaritmo natural (base  $e$ ).

La diversidad trófica se calculó mediante el complemento del índice de Simpson ( $1 - D$ ), que varía entre los valores 0 a 1 (menos a más diverso) (Krebs 1989):

$$B = 1 / \sum p^2$$

$$H = - \sum p_i (\log^2 p_i)$$

$$1 - D = 1 - \sum (p_i^2)$$

Donde:  $B$  = índice de amplitud de nicho de Levins,  $H'$  = índice de Shannon y Wiener,  $1 - D$  = índice de amplitud de nicho de Levins, y  $p_i$  = proporción de la contribución de la especie  $i$  en la dieta del depredador.

Todos los análisis estadísticos se realizaron en el programa R (R Core Team, 2025), utilizando distintos paquetes especializados para el cálculo de índices, pruebas de significancia y visualización gráfica.

## 7. Resultados

### 7.1. Descripción de la dieta del zorrillo en Villa Comaltitlán, Chiapas

Se recolectaron 156 excretas de *Spilogale angustifrons* entre abril de 2018 hasta abril de 2019. Las excretas recolectadas tuvieron en promedio una longitud de 2.1 cm y una anchura de 1 cm.

En las excretas se encontraron restos de 6,244 presas representantes de las clases Insecta, Diplopoda, Arachnida, Gastropoda y Vertebrata. Los elementos más abundantes fueron los invertebrados, principalmente insectos, mientras que los vertebrados (aves, reptiles y pequeños mamíferos) y materia vegetal (hojas de gramíneas) estuvieron poco representados.

Entre los insectos se determinaron representantes de los órdenes Hymenoptera (Formicidae y Vespidae), Coleoptera (Scarabaeidae, Carabidae, Elateridae, Curculionidae y Passalidae), Blattodea, Megaloptera, Orthoptera (Acrididae), Hemiptera (Pentatomidae y Cicadidae). Además, se encontraron representantes de las clases Diplopoda (Polydesmida y Julida) y Arachnida (Opiliones y Araneae [Lycosidae y Cosmetidae]). Y en menor frecuencia, moluscos (Mollusca: Stylommatophora) y entre los vertebrados hay representantes de (Reptilia (Squamata), Osteichthyes, Aves y Mammalia (Rodentia). En total se identificaron 42 taxa que incluyen cinco clases, 19 órdenes, 26 familias y 18 géneros (Tabla 1).

De la familia Formicidae se determinaron 18 géneros: *Atta*, *Azteca*, *Odontomachus*, *Holcponera*, *Camponotus*, *Labidus*, *Pheidole*, *Pseudomyrmex*, *Pseudoponera*, *Rogeria*, *Rasopone*, *Formica*, *Solenopsis*, *Crematogaster*, *Belonopelta*, *Carebara*, *Pachycondyla* y *Dolichoderus*, de los cuales *Atta* y *Azteca* fueron los más abundantes en las muestras.

El grupo alimentario con mayor frecuencia fue la Familia Formicidae, que se encontró en 125 de las 156 excretas (80.12%), seguido por los órdenes Coleoptera, presente en 115 muestras (73.71%), Hemíptera en 63 excretas (40.38%), Opiliones en 60 (38.46%) y Polydesmida en 52 (33.3%). El resto de los grupos se encontraron en menos del 10% de las muestras.

#### **7.1.1. Curva de acumulación de especies**

La curva de acumulación de especies mostró un incremento de la riqueza de especies a medida que aumentó el número de excretas revisadas, especialmente alrededor de los 100-130 muestras, donde se observó el mayor incremento en la pendiente. Posteriormente, la curva se acerca a la estabilización, alcanzando un poco más de 40 especies, esto alrededor de las 150 muestras. Mientras que la extrapolación nos sugiere un incremento en la riqueza que no supera las 45-47 especies, lo que nos indica un muestreo exhaustivo. El intervalo de confianza (zona sombreada) solo se amplía en la extrapolación. Lo que nos indica que la mayor número de especies estuvo presente en las muestras obtenidas. En conjunto estos datos indican que el esfuerzo

de muestreo fue suficiente para poder caracterizar la mayor parte de las especies presente en este sitio (Figura 4).

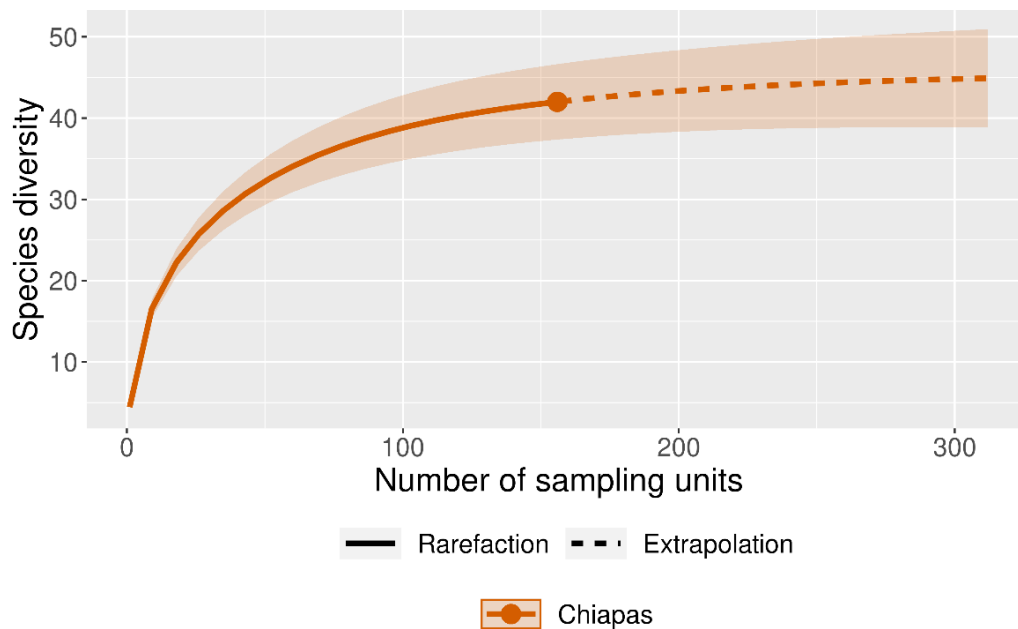


Figura 4. Curva de acumulación por número de muestras de *Spilogale angustifrons* en Villa Comaltitlán, Chiapas.

### 7.1.2. Frecuencia de ocurrencia y porcentaje de ocurrencia

Los resultados obtenidos para el porcentaje de ocurrencia (PO) y frecuencia de ocurrencia (FO) mostraron que el grupo principal en la dieta fueron los artrópodos, con más del 92% del PO y 96.7% del FO (Tabla 1). Sobresaliendo por su aporte en la dieta los órdenes Hymenoptera y Coleoptera con más del 50% de acuerdo con el PO y mayor del 70% del FO. Con menos del 15% del PO cada uno, aunque algunos mantuvieron un alto FO, están Hemiptera, Diplopoda, Opiliones y Araneae, mientras

que Megaloptera, Blattodea, Styломmatophora representan en conjunto menos del 2%. Los vertebrados con valores más bajos solo estuvieron presentes ocasionalmente en la dieta (PO = 7.3% y FO = 7.6%) (Figura 5).

### **7.1.3. Porcentaje de Biomasa**

En cuanto al porcentaje de biomasa, el grupo que mayor aporte a la dieta del zorrillo fue la Familia Formicidae, con 76% del total de la biomasa consumida, seguida por Hemiptera con el 9.7% aunque estuvo presente en menos de la mitad de las muestras (FO = 40.3%). Los coleópteros tuvieron un 8.2% de la biomasa, pero ausente en algunas excretas (FO = 73.7%) (Figura 5).

### **7.1.4. Índice de importancia relativa**

El índice de importancia relativa (IIR) confirmó que las hormigas (Familia Formicidae) fueron la principal fuente de alimento en la dieta de *Spilogale angustifrons*, con un 88.7%. Mientras que los otros grupos representan menos del 10% del IIR cada uno. El orden Coleoptera tuvo una importancia del 7.1%, seguido por Hemiptera con 3.2%. El 0.9% IIR restante correspondió a los órdenes Blattodea, Megaloptera, Orthoptera, Polydesmida, Julida, Araneae, Opiliones, Styломmatophora, así como a los vertebrados (Figura 5).

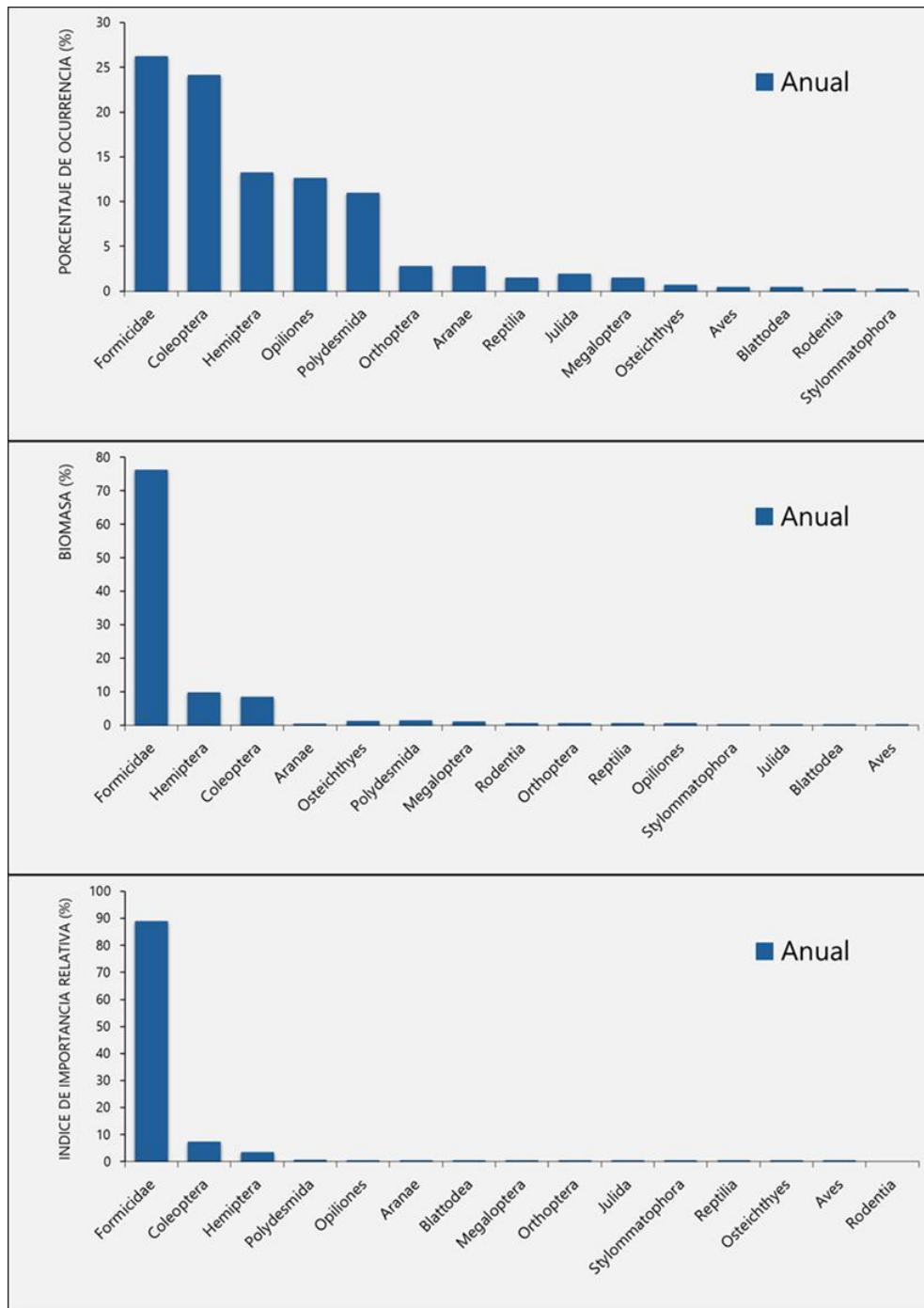


Figura 5. Elementos consumidos por *Spilogale angustifrons* en Villa Comaltitlán, Chiapas. Se representa el porcentaje de ocurrencia (PO), la biomasa (Bio) y el índice de importancia relativa (IIR).

### 7.1.5. Variación temporal

Para determinar las diferencias entre temporadas usamos la prueba chi-cuadrada, esto en cada conjunto de datos obtenidos (Porcentaje de Ocurrencia, Porcentaje de biomasa e índice de Importancia Relativa). Las diferencias no fueron significativas en el PO ( $\chi^2 = 9.18$ ,  $gl = 14$ ,  $p = 0.82$ ), pero si para el PB ( $\chi^2 = 31.04$ ,  $gl = 12$ ,  $p = < 0.01$ ) y el IIR ( $\chi^2 = 43.42$ ,  $gl = 8$ ,  $p < 0.01$ ) (Figura 6).

Los grupos principales en la dieta fueron las hormigas (Familia Formicidae), los coleópteros (Coleoptera) y las chinches (Hemiptera). El porcentaje de los otros grupos no varió de manera importante y se mantuvo con pocos cambios evidentes entre las dos temporadas. Sin embargo, las diferencias entre temporadas fueron evidentes en la variación de los porcentajes en los principales grupos.

En el porcentaje de biomasa (Figura 6) se observó un mayor consumo por parte de los tres grupos principales (Formicidae, Coleoptera y Hemiptera), aunque únicamente varió el porcentaje de estos tres grupos según la temporada. Particularmente, la Familia Formicidae fue el grupo con mayor porcentaje de biomasa consumida durante la temporada de secas, mientras que Coleoptera, Hemiptera y los vertebrados disminuyeron su consumo. Durante la temporada de secas, el zorrillo también se alimentó en menor proporción de otros grupos, como Araneae, Opiliones, Polydesmida, Julida y Orthoptera, aunque en conjunto representaron menos del 5% de la biomasa consumida. Por el contrario, en la temporada de lluvias las hormigas también constituyeron el alimento principal, pero su consumo disminuye y es

parcialmente reemplazado por varios grupos, entre los cuales destacan Coleoptera y Hemiptera.

El Índice de Importancia Relativa mantiene el mismo comportamiento que el porcentaje de biomasa siendo la familia Formicidae, así como el orden Coleoptera y Hemiptera, sin embargo, podemos ver que se presenta un mayor porcentaje en secas, mientras que los otros dos ordenes están más presentes en lluvias. El resto de los grupos como Aranae, Opiliones, Polydesmida, Julida, Orthoptera y Vertebrados cambiando su bajo porcentaje e incluso la desaparición dentro de una temporada (Figura 6).

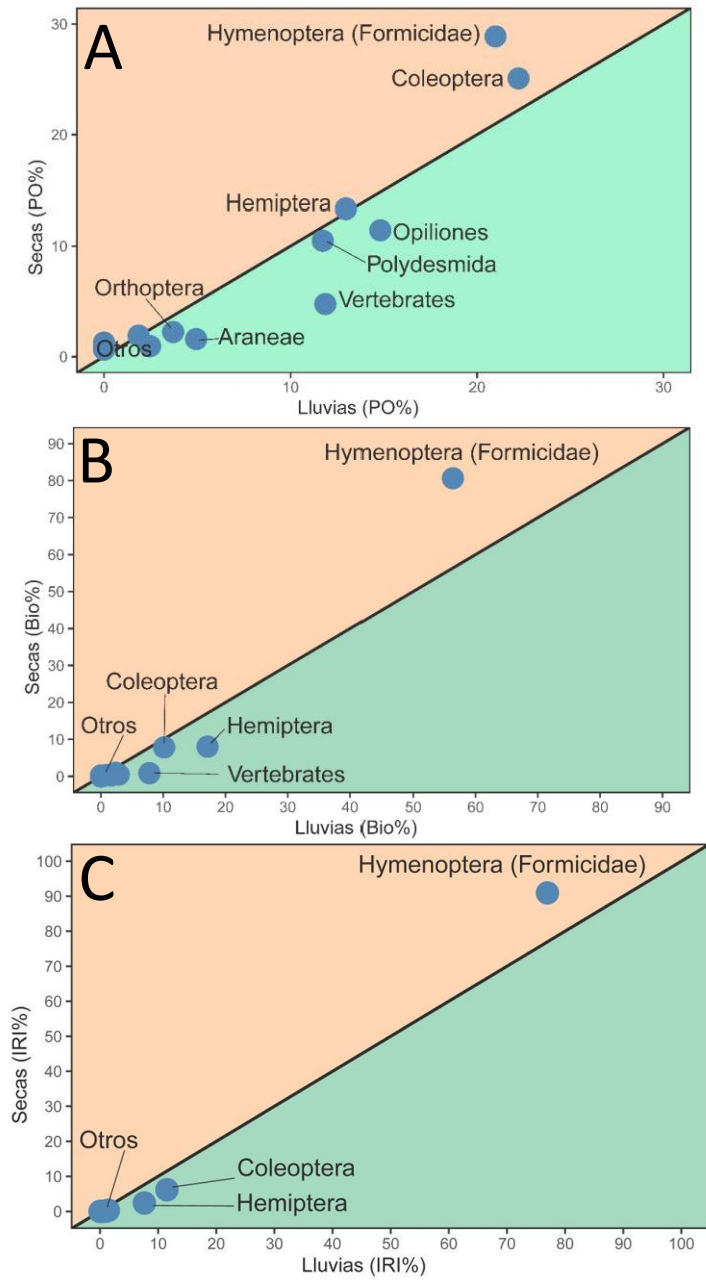


Figura 6. Variación temporal de la dieta de *Spilogale angustifrons* en Villa Comaltitlán, Chiapas. Se representa el porcentaje de ocurrencia (PO)(A), la biomasa (Bio)(B) y el índice de importancia relativa (IIR)(C).

### 7.1.6. Diversidad de la dieta

El índice de Simpson presentó un valor de 0.21, indicando una baja diversidad trófica y una baja dominancia de un único tipo de presa dentro de la dieta analizada, en temporada de lluvias (0.929) se obtuvo una diversidad alta mientras que en temporada de secas fue de 0.7.

El resultado del índice de Diversidad de Shannon-Wiener fue de 2.9 de manera anual, mientras en la temporada de lluvias fue de 1.94 indicando una diversidad moderada según el primero y relativamente baja en la temporada de secas (1.38) dieta de *S. angustifrons* de Chiapas.

### 7.1.7. Amplitud del nicho trófico

En ambas temporadas los valores del índice de Levins indican una dieta de los zorrillos estrecha ( $<0.04$ ) (Figura 7), aunque durante la temporada de lluvias fue ligeramente más amplia que en la temporada de secas ( $<0.015$ ) (Figura 7).

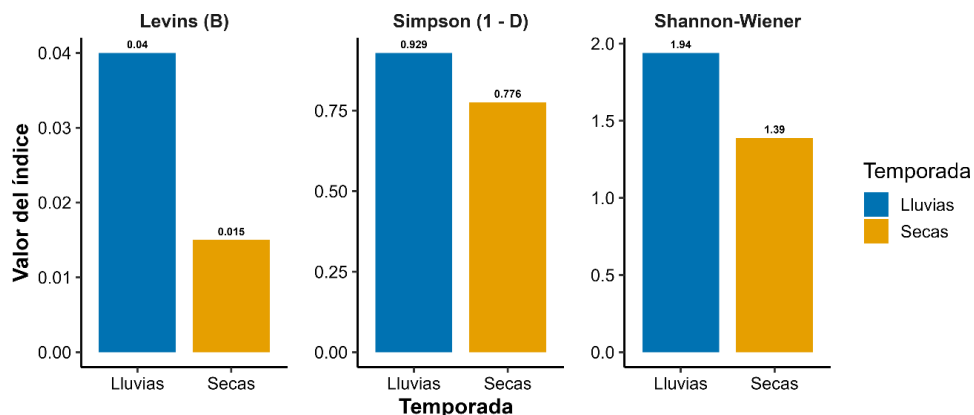


Figura 7. Se representa el índice de Levins estandarizado, el de Simpson y el de Shannon-Wiener.

Taxa	Lluvias (n = 55)				Secas (n = 101)				Anual (n = 156)			
	FO	PO%	Bio%	IIR%	FO	PO%	Bio%	IIR%	FO	PO%	Bio%	IIR%
<b>Arthropoda</b>	<b>94.5</b>	<b>88.1</b>	<b>92.2</b>	<b>99.5</b>	<b>98</b>	<b>94.2</b>	<b>98.9</b>	<b>99.9</b>	<b>96.7</b>	<b>92</b>	<b>97.6</b>	<b>99.9</b>
<b>Clase Insecta</b>												
<b>Orden Coleoptera</b>	65.4	22.2	10.1	11.5	78.2	25	7.8	6.1	73.7	24.1	8.2	7.1
Familia Scarabaeidae									66	16.9		
Familia Carabidae									7.1	1.8		
Familia Elateridae									10.9	2.8		
Familia Curculionidae									3.8	1		
Familia Passalidae									1.9	0.5		
<b>Orden Blattodea</b>	0	0	0	0	1.9	0.6	0.002	0.0002	1.2	0.4	0.001	0.0001
<b>Orden Megaloptera (larva)</b>	7.2	2.4	2.8	0.2	2.9	0.9	0.4	0.009	4.4	1.4	0.9	0.03
<b>Orden Orthoptera</b>	10.9	3.7	0.9	0.1	6.9	2.2	0.3	0.02	8.3	2.7	0.4	0.03
Familia Acrididae									3.2	0.8		
No identificado									5.1	1.3		
<b>Orden Hemiptera</b>	38.1	12.9	17.1	7.6	41.5	13.3	8	2.3	40.3	13.2	9.7	3.2
Familia Pentatomidae									5.1	1.3		
Familia Cicadidae									10.3	2.6		
No identificado									25.6	6.6		
<b>Orden Hymenoptera</b>	0	0	0	0	3.9	1.2	0.0003	0.001	2.5	0.8	0.0002	0.001
<b>Familia Formicidae</b>	61.8	20.9	56.3	76.9	90	28.8	80.6	90.9	80.1	26.2	76	88.7
Genero <i>Atta</i>									59	15.1		
Genero <i>Azteca</i>									17.9	4.6		
Genero <i>Odontomachus</i>									1.3	0.3		
Genero <i>Holcoperona</i>									1.9	0.5		
Genero <i>Camponotus</i>									17.3	4.4		
Genero <i>Labidus</i>									1.9	0.5		
Genero <i>Pheidole</i>									23.1	5.9		
Genero <i>Pseudomyrmex</i>									1.9	0.5		
Genero <i>Pseudoponera</i>									0.6	0.2		
Genero <i>Rogeria</i>									1.9	0.5		
Genero <i>Rasopone</i>									0.6	0.2		
Genero <i>Formica</i>									1.9	0.5		
Genero <i>Solenopsis</i>									1.3	0.3		
Genero <i>Crematogaster</i>									0.6	0.2		
Genero <i>Belonopelta</i>									9.6	2.5		
Genero <i>Carebara</i>									0.6	0.2		
Genero <i>Pachycondyla</i>									1.9	0.5		
Genero <i>Dolichoderus</i>									2.6	0.7		
No identificado									1.3	0.3		
Familia Vespidae									2.6	0.7	0	0
<b>Clase Diplopoda</b>									<b>39.1</b>	<b>10</b>		
Orden Polydesmida	34.5	11.7	2.3	1.4	32.6	10.4	0.9	0.3	33.3	10.9	1.2	0.4
Orden Julida	5.4	1.8	0.1	0.01	5.9	1.9	0.07	0.006	5.7	1.8	0.07	0.007
<b>Clase Arachnida</b>									<b>46.8</b>	<b>12</b>		
Orden Araneae	14.5	4.9	0.5	1.02	4.9	1.5	0.2	0.07	8.3	2.7	0.2	0.1
Orden Opiliones	43.6	14.8	1.7	0.5	35.6	11.4	0.2	0.04	38.4	12.5	0.5	0.1
<b>Clase Gastropoda</b>									<b>0.6</b>	<b>0.6</b>	<b>0.1</b>	<b>0.0008</b>
Orden Stylommatophora	0	0	0	0	0.9	0.9	0.2	0.001	0.6	0.2	0.1	0.0008
<b>Clase Vertebrata</b>	<b>12.7</b>	<b>11.8</b>	<b>7.7</b>	<b>0.4</b>	<b>4.9</b>	<b>4.7</b>	<b>0.8</b>	<b>0.007</b>	<b>7.6</b>	<b>7.3</b>	<b>2.1</b>	<b>0.03</b>
Reptilia (Lacertidae)	7.2	2.4	1.9	0.1	2.9	0.9	0.1	0.003	4.4	1.4	0.5	0.01
Osteichthyes	5.4	1.8	5.8	0.3	0	0	0	0	1.9	0.6	1.09	0.01
Aves	0	0	0	0	1.9	0.6	0.01	0.0005	1.2	0.4	0.009	0.0003
Mammalia (Rodentia)	0	0	0	0	0.9	0.3	0.6	0.002	0.6	0.2	0.5	0.6

Tabla 1.- Se presentan los valores de la frecuencia de ocurrencia (FO), porcentaje de ocurrencia (PO), biomasa relativa (Bio) e índice de Importancia Relativa IIR (IIR) de la dieta del zorrillo manchado sureño (*Spilogale angustifrons*) en el municipio de Villa Comaltitlán, Chiapas, obtenidos a partir de un análisis de 156 excretas recolectas entre abril de 2018 y abril de 2019.

## 7.2. Dieta en San José Axuxco, Puebla

Se recolectaron 161 excretas de *Spilogale angustifrons* desde diciembre de 2023 hasta enero de 2025. Las heces recolectadas tuvieron un promedio de 2.6 cm de largo y 1.4 cm de anchura, lo cual coincide con el rango de tamaño de la excreta reportado por Aranda (2012).

Se identificaron restos de 7,483 presas pertenecientes a cinco clases distintas. La mayoría de los restos correspondieron a exoesqueletos de insectos y otros artrópodos. Los restos de vertebrados como aves, reptiles y pequeños mamíferos fueron muy pocos con una frecuencia muy baja. También se registraron restos de material vegetal, principalmente fragmentos frutas, sin embargo, también fueron pocos, lo que sugiere una ingesta ocasional.

La clase Insecta fue la más abundante en la dieta del zorrillo manchado sureño, sin embargo, las clases Arachnida, Diplopoda, Gastropoda y los vertebrados estuvieron representadas en menor proporción. De estas clases, se determinaron 14 órdenes: Coleoptera, Polydesmida, Blattodea, Megaloptera, Orthoptera, Hemiptera, Hymenoptera, Isoptera, Scorpiones, Araneae, Stylommatophora, Squamata, Aves y Rodentia. En total se identificaron 40 taxones: cinco clases, 13 ordenes, 14 familias y ocho géneros distintos (Tabla 2).

De las hormigas (Familia Formicidae) se identificaron siete géneros (*Atta*, *Azteca*, *Holcaponera*, *Camponotus*, *Pheidole*, *Neoponera* y *Pseudomyrmex*). Del orden Coleoptera solo se lograron identificar nueve familias (Scarabaedae, Carabidae,

Elateridae, Curculionidae, Buprestidae, Tenebrionidae, Cerambycidae, Meloidae, Passalidae y la subfamilia Cicindelinae), de la cuales la Familia Scarabaedae es la más abundante en la dieta. También se reconoció a la Familia Termitidae, que estuvo presente con gran abundancia en la alimentación del zorrillo. Además de las familias mencionadas de la clase Insecta se identificaron Acrididae, Pentatomidae, Cicadidae, Vespidae y Apidae. De la clase Arachnida solo se lograron identificar dos familias, Lycosidae y Caraboctonidae. En cuanto a Diplopoda, se registró el orden Polydesmida.

El grupo alimentario con mayor ocurrencia fue el orden Coleoptera, presente en 115 de las 161 excretas (71.4%). El segundo grupo más importante fue el orden Hemiptera que se presentó en 43 muestras (26.7%). Las Familias Formicidae y Termitidae se registraron en 56 excretas (34.8%). La Clase Arachnida se encontró en 38 (23.0%). El resto de los grupos presentó una ocurrencia inferior al 10% de las muestras.

### **7.2.1. Curva de acumulación de especies**

La curva mostró un aumento pronunciado dentro de las primeras 100 muestras, lo que equivale a aproximadamente 15 especies distintas. A partir de este punto, el incremento de la diversidad se volvió más gradual, viendo una asíntota alrededor de 40-45 especies, hasta las 160-170 muestras. Lo que nos indica que la mayoría de las especies disponibles fueron encontradas dentro del muestreo. Mientras que la

extrapolación nos muestra que incluso al aumentar el esfuerzo del muestreo, la riqueza no sería mayor de 45 especies. También el intervalo de confianza en la zona de extrapolación se mantiene amplia, lo cual se atribuye a la incertidumbre que genera la predicción más allá de lo observado (Figura 8).

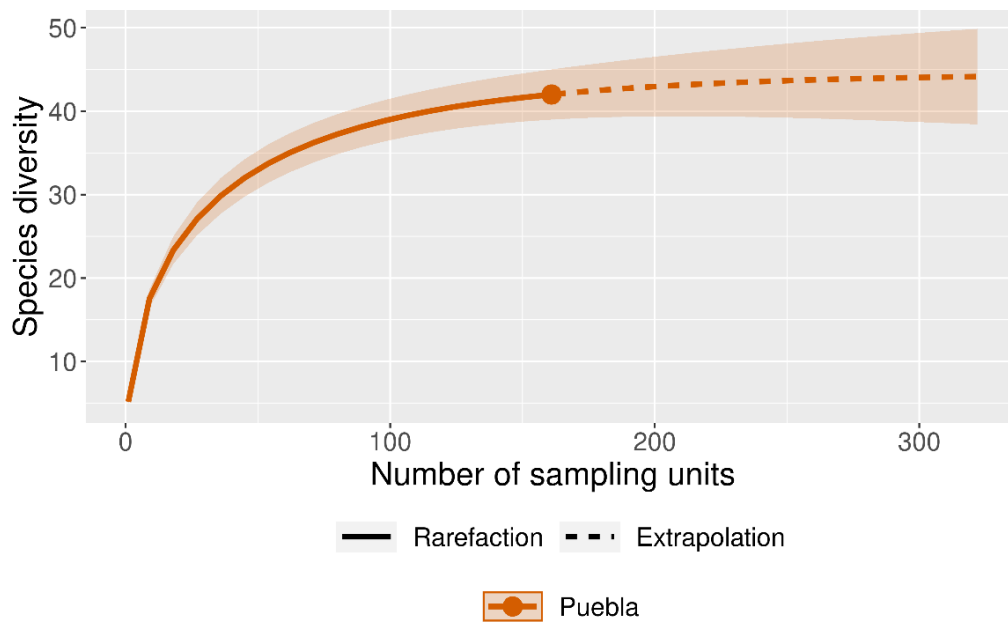


Figura 8. Curva de acumulación de especies de *Spilogale angustifrons* en san José Axuxco, Puebla.

### **7.2.2. Frecuencia de ocurrencia y porcentaje de ocurrencia**

Los resultados de los porcentajes de ocurrencia (PO) y de frecuencia de ocurrencia (FO) indicaron que los principales grupos alimentarios fueron los escarabajos (Coleoptera) y las termitas (Blattodea: Isoptera) (Tabla 2). En porcentajes menores se registraron representantes de la Familia Formicidae, así como de los órdenes Hemiptera y Arachnida. Los grupos con menor presencia correspondieron a los órdenes Polydesmida, Styломmatophora y a los vertebrados (Figura 9).

### **7.2.3. Porcentaje de Biomasa**

Según la biomasa, los escarabajos (Coleoptera) y las termitas (Familia Termitidae) fueron los grupos más consumidos con un porcentaje de 25% y 24.9% del total, respectivamente. Les siguieron las chinches (Orden Hemiptera) con 19.8%, y las hormigas (Familia Formicidae) con una biomasa relativamente baja de apenas el 9.9%. Por último, los grupos menos relevantes en la dieta de *Spilogale angustifrons* presentaron, de manera individual, un porcentaje menor al 10%, como los vertebrados (9.7%), Orthoptera (5%), Styломmatophora (1.0%), Hemiptera (0.28%) y Polydesmida (0.23%) (Tabla 2).

### **7.2.4. Índice de importancia relativa**

Los resultados demuestran que los escarabajos (Coleoptera) son el grupo alimentario más importante en la dieta del zorrillo nombre completo en Puebla, con

47.5% del valor total del IIR. El segundo grupo más importante son las termitas (Blattodea: Termitidae) con un porcentaje de 34.8%. La dieta se complementa con otros grupos de menor importancia, como los órdenes Hemiptera (6.3%), Hymenoptera (5.9%) y Orthoptera (3.3%). El resto de los grupos, como los vertebrados, Stylommatophora, Arachnida y Polydesmida, representaron menos del 1.3% (Tabla 2, Figura 9).

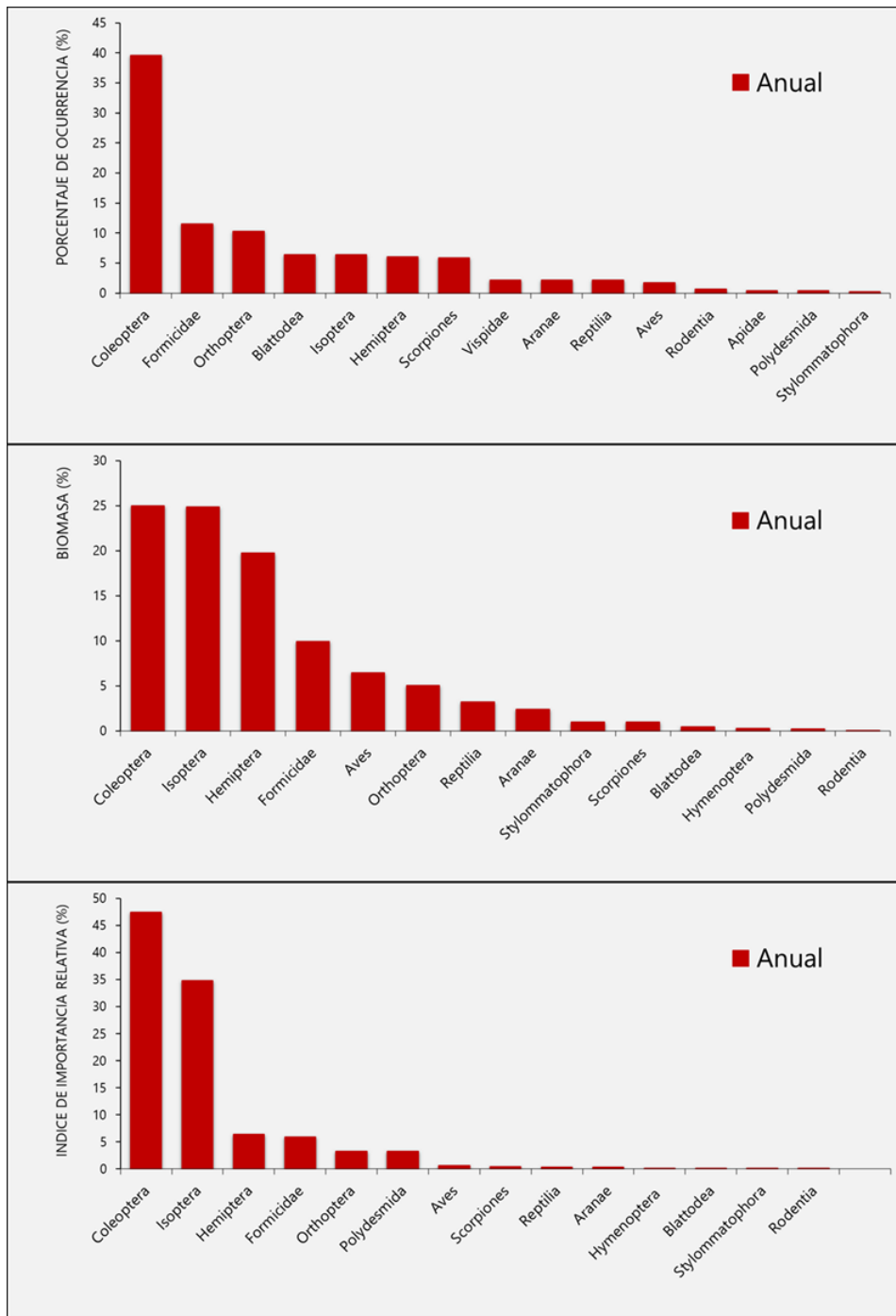


Figura 9. Elementos consumidos por *Spilogale angustifrons* en San José Axuxco, Puebla. Se representa el porcentaje de ocurrencia (PO), la biomasa (Bio) y el índice de importancia relativa (IIR).

### 7.2.5. Variación temporal

Para comparar las temporadas de lluvias y secas, se corrieron tres pruebas de chi-cuadrada: para el porcentaje de ocurrencia (PO); para la biomasa (PB) y una tercera para el índice de importancia relativa (IIR). Para los tres análisis se encontraron diferencias significativas en el consumo de alimentos entre las temporadas. El PO presentó un valor de  $\chi^2 = 7.87$ ,  $gl = 12$ ,  $p = 0.008$ ; el PB tuvo un valor de  $\chi^2 = 52.1$ ,  $gl = 6$ ,  $p = 0.0001$ ; y IIR mostró también diferencias importantes,  $\chi^2 = 46.6$ ,  $gl = 13$ ,  $p = 0.0002$ .

Los resultados del Porcentaje de Ocurrencia (PO) mostraron que, durante la temporada de lluvias, los principales grupos en la dieta del zorrillo manchado sureño son los coleópteros (Coleoptera), seguidos por las familias Formicidae y Termitidae (Isoptera), además de un incremento en el consumo de hemípteros (Hemiptera). En contraste, durante la temporada seca, los grupos que aumentan el consumo son Orthoptera, Scorpiones, así como termitas y vertebrados, principalmente aves. La mayoría de los otros grupos presentan porcentajes de ocurrencia relativamente constantes entre las dos temporadas, mientras que algunos órdenes como Polydesmida y Stylommatophora muestran cambios mínimos (Figura 10).

El análisis del porcentaje de biomasa refleja de manera más evidente estas diferencias estacionales. Durante la temporada de lluvias, los grupos principales en biomasa son Hemiptera y Coleoptera, mientras que en la temporada seca la familia Termitidae se convierte en el grupo dominante, acompañado de una disminución en la

proporción de coleópteros y hemípteros. Otros grupos, como Orthoptera y aves, mantienen su proporción de manera constante, mientras que los grupos minoritarios (Araneae, Scorpiones, Polydesmida, entre otros) no superan el 10% en ninguna temporada (Figura 10).

El Índice de Importancia Relativa (IIR) confirma que los grupos más importantes varían entre temporadas. Coleoptera predomina en la temporada de lluvias, mientras que Termitidae se convierte el grupo más relevante en la temporada seca. Hemiptera, Orthoptera y Formicidae, aunque con porcentajes más bajos, permanecen presentes en ambas temporadas. Por su parte, los vertebrados y otros grupos como arácnidos, Polydesmida e Hymenoptera presentan valores bajos en ambas temporadas, lo que indica que su contribución a la dieta es mínima durante todo el año (Figura 10)

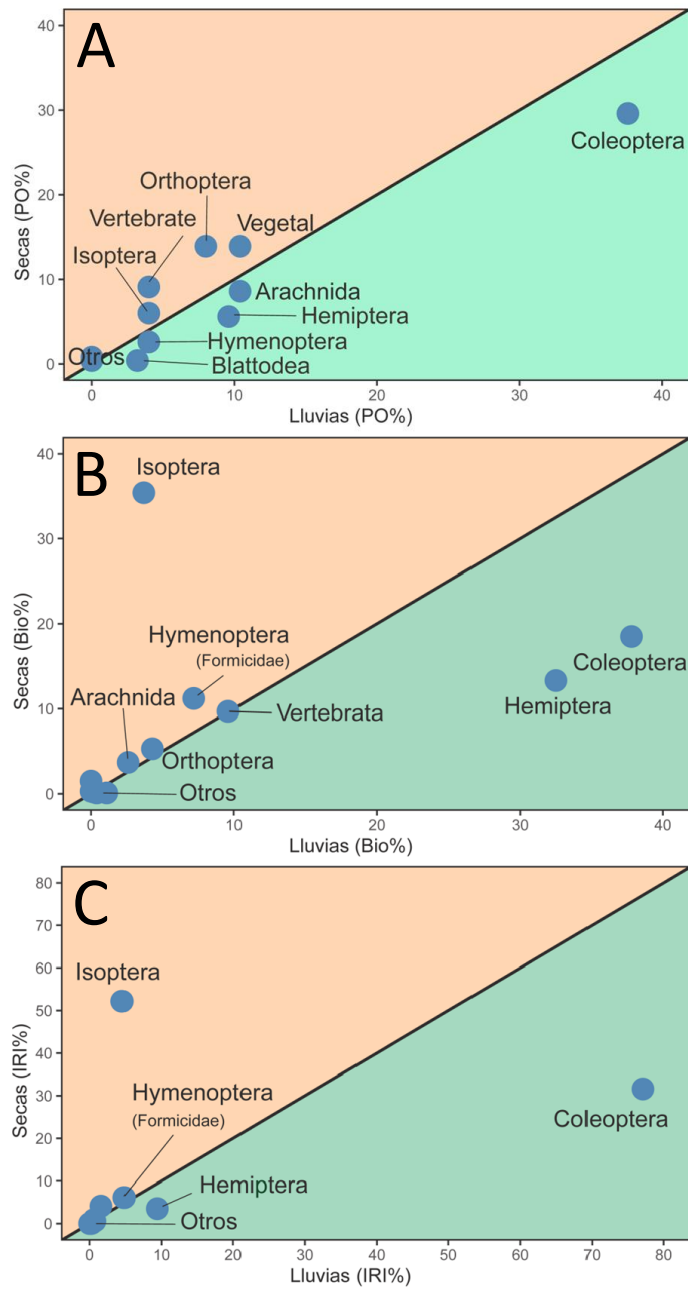


Figura 10. Variación temporal de la dieta de *Spilogale angustifrons* en San José Axuxco, Chiapas. Se representa el porcentaje de ocurrencia (PO)(A), la biomasa (Bio)(B) y el índice de importancia relativa (IIR)(C).

### 7.2.6 Índices de diversidad

El índice de Simpson (1-D) mostró valores elevados en ambas temporadas, lo que indica una diversidad relativamente alta en los ítems consumidos. Durante la temporada de lluvias se obtuvo el valor más alto (0.944), lo que sugiere una mayor diversidad trófica y una menor dominancia de un solo tipo de presa. En contraste, en la temporada de secas el índice fue menor (0.708), indicando una reducción en la diversidad y una mayor concentración del consumo en ciertos recursos alimentarios (Figura 11).

El índice de diversidad de Shannon–Wiener también evidenció diferencias estacionales en la dieta. Durante la temporada de lluvias se registró un valor de  $H' = 2.02$ , lo que indica una diversidad trófica relativamente alta. Por otro lado, en la temporada de secas el índice disminuyó a  $H' = 1.17$ , sugiriendo una diversidad menor y una distribución menos equitativa en el consumo de los diferentes ítems alimentarios en la dieta de *Spilogale angustifrons* (Figura 11).

### 7.2.7 Amplitud de nicho

Los resultados muestran que en ambas temporadas los valores del índice de levins son bajos, aunque relativamente más alto durante la temporada de lluvias (0.174), en comparación con la temporada de secas (0.02) (Figura 11).

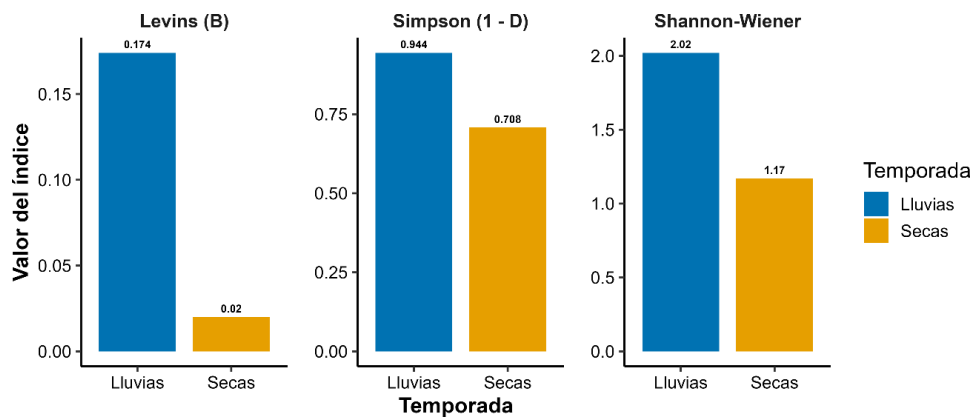


Figura 11. Se representa el índice de Levins estandarizado, el de Simpson y el de Shannon-Wiener.

Taxa	Lluvias (n = 73)				Secas (n = 88)				Anual (n = 161)			
	FO	PO%	Bio%	IIR%	FO	PO%	Bio%	IIR%	FO	PO%	Bio%	IIR%
<b>Arthropoda</b>												
<b>Clase Insecta</b>												
<b>Orden Coleoptera</b>	85.4	37.6	37.8	77.1	65.3	29.6	18.5	31.6	99.6	39.6	25	47.4
Familia Scarabaeidae									43.4	17.2		
Familia Carabidae									18.6	7.3		
Familia Elateridae									0.6	0.2		
Familia Curculionidae									6.2	2.4		
Familia Buprestidae									3.7	1.4		
Familia Meloidae									12.4	4.9		
Familia Tenebrionidae									4.3	1.7		
Familia Cerambycidae									3.1	1.2		
Subfamilia Cicindelinae									1.8	0.7		
Familia Passalidae									1.2	0.4		
No identificado									4.3	1.7		
<b>Orden Blattodea</b>									16.1	6.4		
Isoptera	9.0	4.0	3.7	4.5	20.1	9.1	35.4	52.2	16.1	6.4	24.8	34.7
Larva no identificada	7.2	3.2	1.1	0.2	0.9	0.4	0.1	0.002	3.1	1.2	0.4	0.03
<b>Orden Orthoptera</b>	18.1	8	4.3	1.6	30.7	13.9	5.3	4.1	26	10.3	5	3.3
Familia Acrididae												
<b>Orden Hemiptera</b>	21.8	9.6	32.5	9.4	12.5	5.6	13.3	3.5	15.5	6.1	19.7	6.3
Familia Pentatomidae									8	3.2		
Familia Cicadidae									7.4	2.9		
<b>Orden Hymenoptera (Formicidae)</b>	20	8.8	7.2	4.8	18.2	8.2	11.2	6.1	29.1	7	9.9	5.8
Genero <i>Atta</i>									1.2	0.4		
Genero <i>Azteca</i>									7.4	2.9		
Genero <i>Holcaponera</i>									1.2	0.4		
Genero <i>Camponotus</i>									6.8	2.7		
Genero <i>Pheidole</i>									1.8	0.7		
Genero <i>Neoponera</i>									1.2	0.4		
Genero <i>Pseudomyrmex</i>									1.2	0.4		
No identificado									1.2	0.4		
<b>Orden Hymenoptera</b>	9.0	4.0	0.4	0.3	5.7	2.6	0.1	0.05	5.5	2.2	0.2	0.1
Familia Vespidae												
Familia Apidae												
<b>Clase Diplopoda</b>												
<b>Orden Polydesmida</b>	0	0	0	0	1.9	0.8	0.3	0.01	1.2	0.4	0.2	3.3
<b>Clase Arachnida</b>									20.4	8.1		
<b>Orden Araneae</b>	3.6	1.6	1.2	0.06	6.7	3	3	0.4	5.5	2.2	2.4	0.2
<b>Orden Scorpiones</b>	20	8.8	1.4	0.7	12.5	5.6	0.7	0.2	14.9	5.9	0.9	0.3
<b>Clase Gastropoda</b>												
<b>Orden Stylommatophora</b>	0	0	0	0	0.9	0.4	1.5	0.03	0.6	0.2	1	0.01
<b>Clase Vertebrata</b>												
Reptilia (Lacertidae)	3.6	1.6	2.4	0.1	6.7	3	3.6	0.5	5.5	2.2	3.2	0.3
Aves	5.4	2.4	7.2	0.5	3.8	1.7	6	0.4	4.3	1.7	6.4	0.5
Mammalia	0	0	0	0	2.8	1.3	0.1	0.01	1.8	0.7	0.1	0.004
<b>Vegetal</b>	23.6	10.4	0.2	0.4	30.7	13.9	0.2	0.4	27.9	11	0.22	0.4

Tabla 2. Se presentan los valores de la frecuencia de ocurrencia (FO), porcentaje de ocurrencia (PO), biomasa relativa (Bio) e índice de Importancia Relativa IIR (IIR) de la dieta del zorrillo manchado sureño (*Spilogale angustifrons*) en el municipio de San José Axuxco, en el sur de Puebla, obtenidos a partir de un análisis de 161 excretas recolectas entre diciembre de 2023 y noviembre de 2024.

## 8. Discusión

### 8.1. La dieta de los zorrillos

Históricamente los zorrillos se han considerado especies omnívoras, esto es, que pueden consumir alimentos tanto de origen vegetal como animal, así mismo, se menciona que son oportunistas. Esta caracterización ha sido ampliamente aceptada durante décadas por varios autores (Ewer 1973, Kurtén y Anderson 1980, Dragoo y Honeycutt 1999, Montalvo *et al.* 2008, Dragoo 2009a, Goswani y Friscia 2010). Sin embargo, los estudios de dieta de los zorrillos, se ha encontrado que la ingesta de materia vegetal es baja, además en muchos casos se considera que el consumo es accidental (Sturgis 1932, Selko 1937, Greenwood *et al.* 1999, Zapata *et al.* 2001, Medina *et al.* 2009, Kasper *et al.* 2016). Entonces, los zorrillos son principalmente carnívoros, consumiendo vertebrados (roedores, reptiles y aves), pero principalmente invertebrados. Los artrópodos, como coleópteros, hormigas, arácnidos, entre otros, resultan ser los más frecuentes en la dieta de los zorrillos (Selko 1937, Crabb 1941, Baker y Baker 1975, Aleksasuk y Stewart 1977, Crooks y Van Vuren 1995, Zapata *et al.* 2001, Cantú-Salazar *et al.* 2005, Medina *et al.* 2009, Peters *et al.* 2011, Kasper *et al.* 2016, Machado *et al.* 2023). De esta manera, la dieta de estos animales es mayormente insectívora y no omnívora como se pensaba anteriormente, aun así, son pocos los autores que mencionan una preferencia hacia la insectivoría (Patton 1974, Rosatte y Larivière 2003, Meaney *et al.* 2006, Dragoo 2009b).

Es necesario aclarar que el término insectívoro es comúnmente utilizado por la comunidad de ecólogos para referirse a los mamíferos que se alimentan de insectos, pero también se ha utilizado el término artropofagia de manera más general para referirse a animales que se alimentan, además de insectos, de otros artrópodos como ciempiés, milpiés y arácnidos (Segura-Trujillo *et al.* 2016). Sin embargo, para evitar confusiones, aunque *S. angustifrons* se alimenta tanto de insectos como de otros artrópodos, se considera como insectívoro porque consume mayormente insectos, de acuerdo con lo que propuso Root (1967).

En este trabajo se revisaron estudios sobre la dieta de algunos mefitidos (*Conepatus*, *Mephitis* y *Spilogale*) con el propósito de evaluar el grado de insectivoría de este grupo. Se extrajeron el porcentaje, la frecuencia de ocurrencia y la biomasa dependiendo del estudio, aunque estos tres datos son de naturaleza distinta, son indicadores de la preferencia alimentaria. En los estudios analizados se encontró un alto porcentaje de insectos como parte de la dieta. Por ejemplo, en *Conepatus chinga* de Arequipa, Perú, estos representan el 55.4% de la biomasa (Medina *et al.* 2009), en el extremo sur de Brasil, el 96.7% de la FO (Peters *et al.* 2011) y en Río Grande del Sur, Brasil, el 81.5% del volumen (Kasper *et al.* 2016). En *Conepatus amazonicus* en el centro de Brasil los insectos representan el 82.8% del PO (Machado *et al.* 2023). En EEUU, *Mephitis mephitis* de Iowa, el 64.1% del volumen (Selko 1937), en Michigan el 83.7% del PO (Sturgis 1932), en el norte de Dakota el 95% del PO (Greenwood *et al.* 1999) y por último, en México *Spilogale pygmaea* de la costa de Jalisco, representan

el 63.1% del PO (Cantu-Salazar *et al.* 2005). Todos estos estudios muestran que los zorrillos tienen una clara tendencia a la insectivoría. Este mismo patrón se extiende a las dos poblaciones de *Spilogale angustifrons* analizadas en este estudio, en donde se encontró la misma tendencia a la insectivoría, igual que el resto de los zorrillos. Esto se observa en todos los indicadores alimentarios tanto en Villa Comaltitlán donde los insectos representaron el 68.8% del PO, el 95.2% de la biomasa y 99.1% del IIR, mientras que en San José Axuxco fueron 72.8% de PO, 85.0% de bimasa y 97.6% de IIR.

El género *Spilogale* se ha clasificado comúnmente como omnívoro (Ceballos y Miranda 1986, Verts *et al.* 2001), porque se ha encontrado que se alimenta de mamíferos pequeños, insectos y frutos (Howell 1906, Selko 1937, Sprayberry y Edelman 2016). Sin embargo, algunos autores consideran a miembros de este género principalmente insectívoros (Crabb 1941, Kinlaw 1995, Medellín *et al.* 1998, Hidalgo-Milhart *et al.* 2014). Este patrón se ha confirmado en *S. pygmaea* que consume mayormente insectos con un PO de 63.1% y donde los grupos principales fueron los órdenes Coleoptera, Hymenoptera, Orthoptera, Hemiptera, entre otros (Cantú-Salazar *et al.* 2005). Mientras que en *Spilogale leucoparia* en Durango, Baker y Baker (1975) mencionan que se alimenta de insectos, principalmente coleópteros y lepidópteros, y algunos vertebrados.

En las especies de *Spilogale* con distribución en Estados Unidos de América, se encontró que alimentación varía entre las temporadas del año. Por ejemplo, Crabb

(1941) encontró que *S. interrupta* los insectos representan el 92.4% en el verano y un 80.5% (FO) durante otoño, siendo los grupos más consumidos coleópteros, lepidópteros y hormigas. Por su parte, Crooks y Van Vuren (1995) describen un consumo abundante de insectos en la dieta de *S. gracilis* en la isla de Santa Cruz, California, principalmente en la temporada de lluvias, donde los insectos como coleópteros, lepidópteros y ortópteros, entre otros, son los más abundantes. En este estudio se encontró que *S. angustifrons* también se alimentó mayormente de insectos con los mismos grupos reportados en los estudios previos para el género *Spilogale*, como Hymenoptera, Coleoptera, Hemiptera, Orthoptera y en menor proporción vertebrados. Sin embargo, a diferencia de las otras especies de *Spilogale*, *S. angustifrons* se destaca por el alto consumo de hormigas y termitas.

## **8.2. La artropofagia e insectivoría en carnívoros y sus beneficios**

Los zorrillos, especialmente *S. angustifrons*, no son los únicos carnívoros que han adoptado una dieta basada en insectos. Hay carnívoros con una dieta completamente insectívora como la hiena lobo de tierra (*Proteles cristata*), que se ha especializado en alimentarse principalmente de termitas (Isóptera) (Koehler y Richardson 1990, De Vries *et al.* 2011). La mangosta común enana (*Helogale parvula*) consume artrópodos terrestres como insectos o arácnidos, aunque también incluye vertebrados pequeños en menor proporción (Lee *et al.* 2020). La suricata (*Suricata suricatta*) su dieta está basada en artrópodos, principalmente insectos, en los que

destacan los escarabajos y ortópteros (Van Staaden 1994, Doolan y MacDonald 1996). Otros carnívoros comen insectos al menos durante alguna temporada del año, como es el caso de *Genetta genetta*, que se alimenta de artrópodos, aves, reptiles, mamíferos y plantas (Santos-Reis y Rosalino 2002). Sin embargo, se ha observado que el consumo de artrópodos es mayor durante el verano, mientras que en invierno disminuye, mientras que los vertebrados predominan durante esta temporada (Amroun *et al.* 2014).

Otros carnívoros aprovechan los insectos de manera oportunista (Kavčič *et al.* 2015, Costello *et al.* 2016, Stenset *et al.* 2016). Por ejemplo, el oso pardo de los Apeninos (*Ursus arctos marsicanus*) se ha reportado que se alimenta de hormigas en algunas ocasiones (Tosoni *et al.* 2018). Esto mismo comportamiento se ha registrado en otras localidades y especies de osos (Swenson *et al.* 1999, Mattson 2001). Otro ejemplo, es la nutria de río (*Lontra annectens*), que si bien la base de su dieta son peces y crustáceos (Grajales-García *et al.* 2019), en algunas ocasiones los insectos son parte importante de su alimentación (Rangel-Aguilar y Gallo-Reynoso 2013, Pozos-López *et al.* 2024).

Como se ha demostrado, la insectivoría en los carnívoros puede ser total, temporal u oportunista. En el caso de *S. angustifrons*, este se alimenta casi completamente de insectos durante todo el año y en las dos zonas de estudio. Sin embargo, a diferencia de otros carnívoros insectívoros, tiene una marcada tendencia a alimentarse de hormigas y termitas, por lo que puede considerarse mirmecófago. A

pesar de esto, no se han realizado estudios detallados que demuestren la presencia de adaptaciones para este tipo de alimentación, como diferencias morfológicas en el cráneo, un hocico alargado, una lengua larga, móvil y pegajosa como están presentes en aquellas especies en las que su dieta es a base de estos grupos. Tampoco se sabe si poseen adaptaciones fisiológicas para digerir la quitina o neutralizar toxinas, como sucede en otros mamíferos mirmecófagos (Cheng *et al.* 2023).

La dieta insectívora ofrece ciertas ventajas, ya que al comer presas pequeñas se disminuyen los costos energéticos asociados a encontrar y capturar presas grandes, reduciendo así el gasto energético (Pyke 1984). Otra ventaja es que los artrópodos son un recurso abundante y ampliamente distribuido más que las presas mayores, como los pequeños vertebrados, siendo más fácil encontrarlos, además, permite a muchos mamíferos acceder a una fuente de alimento relativamente estable incluso en periodos de baja disponibilidad de otros recursos tróficos (Griffiths 1980). También este tipo de dieta brinda ventajas en cuanto al valor nutricional, ya que se puede obtener una gran cantidad de nutrientes esenciales de los artrópodos como aminoácidos, proteínas, vitaminas y un buen balance de macronutrientes esenciales (Coogan *et al.* 2014, Erlenbach *et al.* 2014, Gunther *et al.* 2014, Costello *et al.* 2016, Oonincx y Finke 2021). La facilidad con la que pueden localizarse y los costos energéticos relativamente bajos asociados a la captura hacen que los insectos funcionen como un recurso eficiente y predecible. Especialmente las hormigas y termitas representan una fuente de alimento constante y de fácil acceso para los

zorrillos. Debido a su equilibrio de macronutrientes y a su contenido de aminoácidos esenciales (Redford y Dorea 1984, Noyce *et al.* 1997), se considera que las hormigas compensan deficiencias nutricionales (Noyce *et al.* 1997, Swenson *et al.* 1999), aumentan la eficiencia en la ganancia de masa y contribuyen al mantenimiento de la masa corporal magra y las reservas de grasa (Coogan *et al.* 2014, Erlenbach *et al.* 2014). Además, la estructura social o colonial de hormigas y termitas permite un aprovechamiento eficiente con un gasto energético mínimo, ya que miles de individuos pueden ser consumidos en un solo evento de forrajeo (Tosoni *et al.* 2018).

### **8.3. Variación temporal**

La variación temporal en la dieta se ha analizado en diferentes carnívoros a partir de las estaciones del año. En regiones neárticas normalmente se reconocen las cuatro temporadas; primavera, otoño, verano e invierno (Goszczyński *et al.* 2000, Krawczyk *et al.* 2013). Sin embargo, en regiones tropicales, la estacionalidad de las zonas frías no es tan marcada, por lo que suelen dividirse en temporadas de lluvias y secas (Cantú-Salazar *et al.* 2005, Guerrero *et al.* 2004, Briones-Salas *et al.* 2013), debido al contraste tan marcado de las precipitaciones y humedad relativa. En este estudio, los dos sitios que se analizaron tienen amplias diferencias climáticas entre las dos temporadas, no sólo en la precipitación sino también en la marcha de la temperatura (Figuras 1 y 2).

En Villa Comaltitlán, Chiapas, la diversidad de la dieta en la temporada lluviosa fue mayor que en secas. Asimismo, algunos elementos alimentarios no estuvieron presentes en la temporada seca, como Blattodea, Aves, y Osteichthyes. La amplitud de nicho trófico indica una dieta estrecha, con diferencias temporales. Durante la temporada de lluvias la dieta fue ligeramente más amplia, relacionada con la mayor disponibilidad y diversidad de presas en esta temporada. En cambio, durante la temporada seca la amplitud de nicho fue menor, debido al menor consumo de algunos elementos alimentarios y al uso mayor de otros, lo que refleja una mayor especialización en el uso de recursos tróficos. Aunque tengamos en cuenta que en ambas temporadas el valor es cercano a cero, siendo solo un poco mayor en una, teniendo en mente que los valores cercanos a uno representan un nicho amplio o generalista, mientras que valores próximos a cero indican especialización (Guerrero *et al.* 2002).

El alimento principal del zorrillo manchado sureño en Chiapas fueron las hormigas (Familia Formicidae), aunque con porcentajes bastante diferentes entre temporadas, mientras que en secas la mayor parte de su alimentación son hormigas, en lluvias disminuye su consumo casi a la mitad (56.4% en lluvias y 80.6% en secas). El consumo menor de hormigas en lluvias se ve compensado por el aumento de otros grupos tróficos como hemípteros, coleópteros y vertebrados.

En San José Axuxco, Puebla, la diversidad en la temporada de lluvias es mayor que en secas. En la amplitud de nicho trófico, esta especie mantiene un nicho estrecho

en ambas temporadas, aunque en secas tiene mayor especialización, debido a la casi dependencia de solo unos pocos grupos tróficos. El drástico cambio entre las dos temporadas está determinado principalmente por el mayor aprovechamiento de termitas y hormigas en la temporada seca, mientras que en la temporada lluviosa se compensa principalmente el mayor consumo de coleópteros y hemípteros (Figura 10).

La alimentación de los carnívoros cambia de manera notable entre temporadas, como muestran los estudios de otros carnívoros como la zorra gris, mapache y jaguarundi (Briones-Salas *et al.* 2013; Guerrero *et al.* 2000, Guerrero *et al.* 2002, Fajardo *et al.* 2014; Stenset *et al.* 2016). En la temporada de lluvias, aumentan la diversidad y la amplitud del nicho trófico debido al aumento de recursos, mientras en la temporada de secas se concentran en pocos alimentos como estrategia para afrontar la escasez estacional en la disponibilidad de recursos.

Aunque no existen estudios sobre la dieta de *S. angustifrons*, se observa un patrón similar al de otros miembros del género. En *S. gracilis* de la isla de Santa Cruz, en California en la temporada secas la dieta es más especializada en ortópteros y mamíferos, siendo que la alimentación es más diversa en lluvias al consumir mayor cantidad de ortópteros, coleópteros, hemípteros y lagartijas (Crooks y Van Vuren 1995). Otro ejemplo, es la variación temporal en la dieta *S. pygmaea* en Chamela, México, que consume más abundantemente artrópodos de hojarasca como neurópteros, diplópodos y arácnidos en la estación lluviosa, mientras que en la

estación seca opta por presas alternativas como hormigas y escarabajos en mayor proporción (Cantú-Salazar *et al.* 2005).

Durante la temporada de secas, *S. angustifrons* aprovecha los insectos sociales como hormigas y termitas, como una fuente predecible y densa de alimento, con gran concentración de individuos en un solo sitio y de fácil acceso, cuya depredación puede resultar ventajosa frente a otros tipos de presas que se encuentran más dispersas o de menor disponibilidad en esa estación (Anu *et al.* 2009, Fischer *et al.* 2022, Queiroz *et al.* 2023). También son un recurso energéticamente rentable, ya que se pueden obtener una gran cantidad de alimento con un bajo costo de búsqueda y captura (Tomasi 2018).

#### **8.4. Variación geográfica**

Las condiciones ambientales y climáticas afectan la disponibilidad de alimento y pueden influir en la composición y la diversidad de la dieta (Hill y Dunbar 2002). Los estudios sobre variación geográfica de la dieta en carnívoros son comunes, debido a los cambios sobre esta. Un ejemplo es el del coyote (*Canis latrans*) del cual se ha estudiado la dieta en distintos lugares (Johnson y Hansen 1979, Litvaitis y Shaw 1980, Tood *et al.* 1981, MacCracken y Uresk 1984, Andelt *et al.* 1987, Servin y Huxley 1991, Esparza-García 1991, Cypher *et al.* 1994, García 1994, Aranda *et al.* 1995, Guerrero *et al.* 2002, Guerrero *et al.* 2004). El coyote se alimenta regularmente de mamíferos y materia vegetal pero se han encontrado diferencias en el consumo de presas, dependiendo a distintos factores (Jensen *et al.* 2022). Otro ejemplo es el puma, donde

en mayores latitudes, pastizales, desiertos y bosques templados, se alimenta de presas grandes, mientras que en latitudes bajas y en biomas tropicales, consume presas medianas y pequeñas (Karandikar *et al.* 2022).

El sitio de Villa Comaltitlán, Chiapas se encuentra ubicado al sureste de México en una selva alta perennifolia, mientras que San José Axuxco, Puebla, está más al centro del país y en un matorral xerófilo, entonces los dos sitios son contrastantes tanto en clima como tipo de vegetación. En ambos sitios, la dieta de *S. angustifrons* es principalmente insectívora (mayor del 88% de Biomasa y casi 100% en IIR) con cambios importantes en la composición de la dieta y con una mayor diversidad trófica en Chiapas que en Puebla. En Chiapas el zorrillo manchado sureño consumió 19 grupos mientras que en Puebla sólo 13 grupos. Asimismo, las hormigas en Chiapas estuvieron integradas por 19 géneros, mientras que en Puebla solo fueron 8. Estas diferencias en los grupos taxonómicos corresponden a la diversidad de los artrópodos, ya que son más diversos en zonas tropicales que en zonas áridas (García-Hernández *et al.* 20019, Privet y Pétilon 2020, Karandikar *et al.* 2022, Teixeira *et al.* 2025), especialmente de hormigas (Dantas y Fonseca 2023).

Los grupos principales en ambos sitios fueron los insectos, especialmente la Familia Formicidae, los órdenes Coleoptera y Hemiptera en Chiapas, mientras que en Puebla se mantuvieron los órdenes Coleoptera, Hemiptera, Formicidae, además de la Familia Termitidae, pero en proporciones diferentes. El porcentaje consumido de hormigas en los dos sitios fue muy diferente, en el primero los parámetros alimentarios

son mayores de la cerca de 80%, mientras que en el segundo sitio, son menores al 10%. Los escarabajos y hemípteros son mayormente consumidos en el matorral xerófilo, mientras las consumen con abundancia exclusivamente en el matorral. También se encontraron ítems exclusivos en cada localidad, los órdenes Opiliones, Julida y Megaloptera, solo se encontraron en la primera localidad, mientras que la segunda localidad los grupos exclusivos son el orden Scorpiones y la Familia Termitidae.

La dieta en ambas localidades sigue el mismo patrón al utilizar principalmente a los insectos como base de la dieta, aunque aprovechan vertebrados y materia vegetal en menor porcentaje. *Spilogale angustifrons* también utiliza casi los mismos grupos de insectos, variando sólo las proporciones consumidas. Estas diferencias entre los sitios se relacionan con factores ecológicos y climáticos de cada uno, como sucede en la mayoría de los carnívoros (Guerrero *et al.* 2000; Krawczyk *et al.* 2013; Stenset *et al.* 2016; Murphy *et al.* 2017).

Las diferencias dietéticas reflejan un patrón oportunista, dentro de la insectívora, donde su alimentación posiblemente depende de la disponibilidad espacial y accesibilidad de presas. El zorrillo manchado sureño ajusta su dieta a los recursos dominantes de cada hábitat, consumiendo hormigas cuando son masivas y accesibles (selva tropical), y recurriendo a coleópteros, hemípteros o termitas en matorrales donde su captura es menos costosa y su disponibilidad estacional puede ser mayor. La dieta es a base de insectos coloniales (termitas y hormigas) que son recursos que

puede explotar con bajo costo energético, son masivos y fácilmente accesibles. Estas diferencias reflejan la adaptación de la especie a las condiciones locales, ajustando su consumo a los recursos más abundantes y accesibles de cada sitio, pero manteniendo la base insectívora de su alimentación.

## 9. Conclusiones

Las curvas de rarefacción y extrapolación indican que la riqueza de presas aumenta rápidamente durante las primeras unidades de muestreo y posteriormente tiende a estabilizarse conforme se incrementa el número de excretas analizadas. Aunque la asíntota se aproxima alrededor de 150 excretas, una proporción considerable de la diversidad se encuentra representada con un esfuerzo cercano a 100 muestras.

En conclusión, se encontró que la dieta de *Spilogale angustifrons* está basada en artrópodos, principalmente insectos. Dentro de los grupos principales se alimenta de escarabajos (Coleoptera), hormigas (Formicidae), termitas (Termitidae) y hemípteros (Hemiptera). La ingesta de vertebrados y materia vegetal es baja y ocasional.

La alimentación insectívora ofrece múltiples ventajas para el zorrillo manchado sureño, ya que este recurso aporta un alto contenido de proteínas y nutrientes esenciales, reduce los costos energéticos asociados a la captura de presas más grandes y proporciona un recurso alimentario estable incluso en periodos de escasez.

La preferencia por insectos sociales, como hormigas y termitas, maximiza la eficiencia en la obtención de alimento que se encuentran en grandes concentraciones y son de fácil acceso, lo que permite obtener grandes cantidades de energía con bajo esfuerzo. Lo que podría considerarse un comportamiento mirmecófago dentro de la familia. Esto evidencia que las adaptaciones ecológicas de los mefitidos incluyen una

marcada especialización en la explotación de artrópodos, lo cual podría aportar conocimientos para la comprensión de la ecología trófica y la estrategia de forrajeo de la familia.

La variación estacional es marcada. Durante la temporada de lluvias, la dieta es más diversa con una amplitud de recursos tróficos mayor, donde los coleópteros, hemípteros y ortópteros son los más consumidos. Mientras que la temporada de secas, la dieta se torna aún más especializada, centrándose en insectos sociales como hormigas y termitas, los cuales son recursos predecibles y fácilmente accesibles. Esta especialización de *S. angustifrons* es una estrategia para la búsqueda más eficiente de alimento ante los cambios estacionales.

La dieta de *Spilogale angustifrons* varía entre los dos sitios estudiados, esto debido a la influencia de factores ambientales y climáticos que normalmente están relacionados con la disponibilidad de presas. En Villa Comaltitlán, Chiapas (selva alta perennifolia), la dieta es más diversa, con un mayor número de grupos de artrópodos, particularmente un consumo destacado de hormigas. En San José Axuxco, Puebla (matorral xerófilo), la dieta es menos diversa, con un predominio de coleópteros, termitas y hemípteros.

## 10. Bibliografía

- Aguirre, L. F., Herrel, A., Van Damme, R. y Matthysen, E. (2003). The implications of food hardness for diet in bats. *Functional Ecology*, 17, 201–212.
- Aleksiuk, M. y Stewart, A. P. (1977). Food intake, weight changes and activity of confined striped skunks (*Mephitis mephitis*) in winter. *American Midland Naturalist*, 331-342.
- Álvarez-Castañeda, S. T., Álvarez, T. y González-Ruiz, N. (2015). Guía para la identificación de los mamíferos de México en campo y laboratorio / Keys for identifying mammals of Mexico in the field and in the laboratory. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste-aMMac. Guadalajara, México.
- Amroun, M., Bensidhoum, M., Delattre, P., & Gaubert, P. (2014). Feeding habits of the common genet (*Genetta genetta*) in the area of Djurdjura, north of Algeria. *Mammalia*, 78(1), 1–10.
- Amundsen, P. A., Gabler, H. M., & Staldivik, F. J. (1996). A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data—Modification of the Costello (1990) method. *Journal of Fish Biology*, 48(4), 607–614.
- Andelt, W. F., Kie, J. G., Knowlton, F. F., & Cardwell, K. (1987). Variation in coyote diets associated with season and successional changes in vegetation. *Journal of Wildlife Management*, 51(2), 273–277.
- Anderson, N. (2003). Megaloptera (Alderflies, Dobsonflies). In *Encyclopedia of Insects* (pp. 700–703). New York City, New York, USA: Academic Press.

- Anu, A., Sabu, T. K., & Vijayakumar, P. J. (2009). Seasonality of litter insects and relationship with rainfall in a wet evergreen forest in South Western Ghats. *Journal of Insect Science*, 9(1), Article 46.
- Aranda, M., López-Rivera, N., & López-de Buen, L. (1995). Hábitos alimentarios del coyote (*Canis latrans*) en la Sierra del Ajusco, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 65, 89–99.
- Aranda, J. M. (2012). Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Ciudad de México, México.
- Ávila-Nájera, D. M., Chávez, C., Pérez-Elizalde, S., Guzmán-Plazola, R. A., Mendoza, G. D., & Lazcano-Barrero, M. A. (2018). Ecology of *Puma concolor* (Carnivora: Felidae) in a Mexican tropical forest: adaptation to environmental disturbances. *Revista de Biología Tropical*, 66(1), 78–9
- Baker, R. H. y Baker, M. W. (1975). Montane habitat use by the spotted skunk (*Spilogale putorius*) in Mexico. *Journal of Mammalogy*, 56, 671-673.
- Bakker, R. T. (1983). The deer flees, the wolf pursues: Incongruities in predator-prey coevolution. In D. J. Futuyama & M. Slatkin (Eds.), *Coevolution* (pp. 350–382). Sinauer.
- Ben-David, M., Flynn, R. W. y Schell, D. M. (1997). Annual and seasonal changes in diets of martens: Evidence from stable isotope analysis. *Oecologia*, 111, 280–291.

- Bojarska, K. y Selva, N. (2012). Spatial patterns in brown bear *Ursus arctos* diet: The role of geographical and environmental factors. *Mammal Review*, 42, 120-143.
- Botello, F., Villaseñor, E., Guevara, L., Méndez, Á., Cortés, A., Iglesias, J. y Salazar, J. M. (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.
- Bowen, S. H. (1996). Quantitative description of the diet. In B. R. Murphy & D. W. Willis (Eds.), *Fisheries techniques* (2nd ed., pp. 513–522). American Fisheries Society, Bethesda, Maryland.
- Braña, F., Naves, J. y Palomero, G. (1987). Hábitos alimenticios y configuración de la dieta del oso pardo en la cordillera cantábrica. *Coloquio Internacional sobre el oso pardo*, 1, 14-15.
- Breuer, T. (2005). Diet choice of large carnivores in northern Cameroon. *African Journal of Ecology*, 43, 97–106.
- Briones-Salas, M., Peralta-Pérez, M. A., & Arellanes, E. (2013). Análisis temporal de los hábitos alimentarios de la nutria neotropical (*Lontra longicaudis*) en el río Zimatán en la costa de Oaxaca, México. *Therya*, 4(2), 311–326.
- Burgin, C. J., Colella, J. P., Kahn, P. L., & Upham, N. S. (2018). How many species of mammals are there? *Journal of Mammalogy*, 99(1), 1–14.
- Buskirk, S. W. y MacDonald, S. O. (1984). Seasonal food habits of marten in south-central Alaska. *Canadian Journal of Zoology*, 62, 944–950.

- Canto-Maza, W. G. y Vega-Cendejas, M. E. (2008). Hábitos alimenticios del pez *Lagodon rhomboides* (Perciformes: Sparidae) en la laguna costera de Chelem, Yucatán, México. *Revista de Biología Tropical*, 56(4), 1837-1846.
- Cantú-Salazar, L., Hidalgo-Mihart, M. G., López-González, C. A. y González-Romero, A. (2005). Diet and food resource use by the pygmy skunk (*Spilogale pygmaea*) in the tropical dry forest of Chamela, Mexico. *Journal of Zoology*, 267, 283-289.
- Ceballos, G. y Miranda, A. (1986). Los mamíferos de Chamela, Jalisco: manual de campo. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Chao, A., Ma, K. H., & Hsieh, T. C. (2016). iNEXT (iNterpolation and EXTrapolation) Online: Software for interpolation and extrapolation of species diversity [Software]. National Tsing Hua University.  
<https://chao.shinyapps.io/iNEXTOnline/>
- Chame, M. (2003). Terrestrial Mammal Feces: A Morphometric Summary and Description. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, 71-94.
- Cheng, S. C., Liu, C. B., Yao, X. Q., Hu, J. Y., Yin, T. T., Lim, B. K., ... Yu, L. (2023). Hologenomic insights into mammalian adaptations to myrmecophagy. *National Science Review*, 10(4), nwac174.
- Ciucci, P., Tosoni, E., Di Domenico, G., Quattrociocchi, F. y Boitani, L. (2014). Seasonal and annual variation in the food habits of Apennine brown bears, central Italy. *Journal of Mammalogy*, 95(3), 572-586.

- Colwell, R. K. y Coddington, J. A. (1994). Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B*, 345, 101-118.
- Coogan, S. C. P., Raubenheimer, D., Stenhouse, G. B. y Nielsen, S. E. (2014). Macronutrient optimization and seasonal diet mixing in a large omnivore, the grizzly bear: A geometric analysis. *PLoS One*, 5(2).
- Cornejo, A. Y. y Jiménez, P. (2001). Dieta del zorro andino *Pseudalopex culpaeus* (Canidae) en el matorral desértico del sur del Perú. *Revista de Ecología Latinoamericana*, 8, 01-09.
- Cortés, E. (1997). A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: Application to elasmobranch fishes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 54, 726-738.
- Costello, C. M., Cain, S. L., Pils, S., Frattaroli, L., Haroldson, M. A. y van Manen, F. T. (2016). Diet and macronutrient optimization in wild ursids: A comparison of grizzly bears with sympatric and allopatric black bears. *PLoS One*, 11, e0153702. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0153702>
- Crabb, W. D. (1941). Food habits of the prairie spotted skunk in southeastern Iowa. *Journal of Mammalogy*, 22(4), 349-364.
- Crabb, W. D. (1948). The ecology and management of the prairie spotted skunk in Iowa. *Ecological Monographs*, 18, 201-232.

- Crooks, K. R. y Van Vuren, D. (1995). Resource utilization by two insular endemic mammalian carnivores, the island fox and island spotted skunk. *Oecologia*, 104, 301-307.
- Cupul-Magaña, F. G. y Flores-Guerrero, U. S. (2016). Guide for the identification of centipedes families (Myriapoda: Chilopoda) from Mexico: An update / Guía para la identificación de las familias de ciempiés (Myriapoda: Chilopoda) de México: una actualización. *Revista Bio Ciencias*, 4(1), 40-51.
- Cypher, B. L., Spencer, K. A., & Scrivner, J. H. (1994). Food-item use by coyotes at the Naval Petroleum Reserves in California. *The Southwestern Naturalist*, 39(1), 91–95.
- Dahle, B., Srensen, O. J., Wedul, E. H., Swenson, J. E. y Sandegren, F. (1998). The diet of brown bears *Ursus arctos* in central Scandinavia: Effect of access to free-ranging domestic sheep *Ovis aries*. *Wildlife Biology*, 4, 147–158.
- Dantas, A., & Fonseca, C. R. (2023). Global biogeographical patterns of ants and their abiotic determinants. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 21(3), 237–246.
- Dávila, P., Arizmendi, M. C., Valiente-Banuet, A., Villaseñor, J. L., Casas, A. y Lira, R. (2002). Biological diversity in the Tehuacán-Cuicatlán Valley, México. *Biodiversity and Conservation*, 11, 421-442.
- De Vries, J. L., Pirk, C. W. W., Bateman, P. W., Cameron, E. Z. y Dalerum, F. (2011). Extension of the diet of an extreme foraging specialist, the aardwolf (*Proteles cristata*). *African Zoology*, 46(1), 194-196.

- Donadio, E., Di Martino, S., Aubone, M. y Novaro, A. (2004). Feeding ecology of the Andean hog-nosed skunk (*Conepatus chinga*) in areas under different land use in north-western Patagonia. *Journal of Arid Environments*, 56, 709-718.
- Doolan, S. P. y MacDonald, D. W. (1996). Diet and foraging behaviour of group-living meerkats, *Suricata suricatta*, in the southern Kalahari. *Journal of Zoology*, 239(4), 697-716.
- Dragoo, J. W. (2009). Family Mephitidae (skunks). En D. E. Wilson & R. A. Mittermeier (Eds.), *Handbook of the mammals of the world. Carnivores* (pp. 532-563). Lynx Editions, Barcelona, Spain.
- Dragoo, J. W. (2009). Nutrition and behavior of striped skunks. *Veterinary Clinics of North America. Exotic Animal Practice*, 12, 313-326.
- Dragoo, J. W. y Honeycutt, R. I. (1999a). Eastern hog-nosed skunk / *Conepatus leuconotus*. En D. E. Wilson & S. Ruff (Eds.), *The Smithsonian book of North American mammals* (pp. 190–191). Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- Dragoo, J. W. y Honeycutt, R. L. (1997). Systematics of mustelid-like carnivores. *Journal of Mammalogy*, 78, 426–43.
- Dragoo, J. W. y Sheffield, S. R. (2009). *Conepatus leuconotus* (Carnivora: Mephitidae). *Mammalian Species*, 827, 1-8.
- Erlenbach, J., Rode, K. D., Raubenheimer, D. y Robbins, C. T. (2014). Macronutrient optimization and energy maximization determine diets of brown bears. *Journal of Mammalogy*, 95, 160–168.

- Esparza-García, J. A. (1991). Variaciones estacionales en la dieta de mamíferos carnívoros en la Estación Científica Las Joyas [Tesis de licenciatura no publicada]. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Guadalajara.
- Espinoza, E., Cruz, E., Kramsky, H. y Sánchez, I. (2003). Mastofauna de la reserva de la biosfera "La Encrucijada", Chiapas. *Revista Mexicana de Mastozoología (nueva época)*, 7(1), 5-19.
- Estes, J. A., Riedman, M. L., Staedler, M. M., Tinker, M. T. y Lyon, B. E. (2003). Individual variation in prey selection by sea otters: Patterns, causes, and implications. *Journal of Animal Ecology*, 72, 144–155.
- Evans, E. y Neunzig, H. (1996). *Megaloptera and Aquatic Neuroptera: An Introduction to the Aquatic Insects of North America* (pp. 298-308). Kendall/Hunt Publishing Company, Dubuque, Iowa, USA.
- Ewer, R. F. (1973). *The Order Carnivora: The Carnivores*. Cornell University Press, Ithaca, NY. *Science*, 181(4098), 433-434.
- Fajardo, U., Cossíos, D., & Pacheco, V. (2014). Dieta de *Leopardus colocolo* (Carnivora: Felidae) en la Reserva Nacional de Junín, Junín, Perú. *Revista Peruana de Biología*, 21(1), 61–70.
- Farías-González, V. y Hernández-Mendoza, K. H. (2021). Coexistence of three mephitids in Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve, México. *Therya*, 12, 527-536.
- Farías-González, V. y Vega-Flores, C. N. (2019). Spotted skunks (*Spilogale angustifrons*) photo-captured following gray foxes (*Urocyon cinereoargenteus*)

- in tropical dry forest in central Mexico. *Journal of Arid Environments*, 160, 25-31.
- Fedriani, J. M., Fuller, T. K., Sauvajot, R. M. y York, E. C. (2000). Competition and intraguild predation among three sympatric carnivores. *Oecologia*, 125, 258-270.
- Feinsinger, P., Spears, E. E. y Poole, R. W. (1981). A simple measure of niche breadth. *Ecology*, 62(1), 27-32.
- Fischer, C., Gerstmeier, R., & Wagner, T. C. (2022). Seasonal and temporal patterns of rainfall shape arthropod community composition and multi-trophic interactions in an arid environment. *Scientific Reports*, 12, Article 3742.
- Flynn, J. J. y Nedbal, M. A. (1998). Phylogeny of the Carnivora (Mammalia): congruence versus incompatibility among multiple data sets. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 9, 414–426.
- Fuller, T. K., Kat, P. W., Bulger, J. B., Maddock, A. H., Grinsberg, J. R., Burrows, R., McNutt, J. W. y Mills, M. G. C. (1992). Population dynamics of African wild dogs. En D. R. McCullough & H. Barrett (Eds.), *Wildlife 2001: Populations* (pp. 537–550). Elsevier Science Publishers, London.
- Gallo-Reynoso, J. P. (1986). Otters in Mexico. *The Journal of the Otter Trust*, 1, 19–24.
- García, E. (1973). *Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen*. Instituto de Geografía, UNAM, México, D. F.

- García, R. N. (1994). Análisis preliminar de la dieta del coyote (*Canis latrans* Say 1823): Estudio comparativo en dos áreas del rancho El Macho, Guerrero, Coahuila, México [Tesis de licenciatura no publicada]. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León.
- García-Hernández, A., López-Martínez, J., & Ramírez-Hernández, A. (2019). Diversity patterns of terrestrial arthropods in an altitudinal gradient in the Volcán de Tequila, Jalisco, México. *Entomología Mexicana*, 6(EC), 438–444.
- Gittleman, J. L. (1985). Carnivore body size: ecological and taxonomic correlates. *Oecologia*, 67, 540–554.
- González-Christen, A., Guzmán Guzmán, S. y Alarcón Villegas, L. E. (2016). Nuevas localidades del zorrillo manchado del sur *Spilogale angustifrons* (Carnivora, Mephitidae) en Veracruz, México. *Acta zoológica mexicana*, 32(3), 387-389.
- Gordon, C. E. (2000). The coexistence of species. *Revista Chilena de Historia Natural*, 73, 175-198.
- Goswami, A. y Friscia, A. (2010). *Introduction to Carnivoran Evolution: New Views on Phylogeny, Form and Function*. Cambridge University Press.
- Goszczyński, J., Jedrzejewska, B., & Jedrzejewski, W. (2000). Diet composition of badgers (*Meles meles*) in a pristine forest and rural habitats of Poland compared to other European populations. *Journal of Zoology*, 250(4), 495-505.
- Gotelli, N. J. y Colwell, R. K. (2001). Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters*, 4, 379-391.

- Grajales-García, D., Serrano, A., Capistrán-Barradas, A., Naval-Ávila, C., Pech-Canché, J. M. y Becerril-Gómez, C. (2019). Hábitos alimenticios de la nutria neotropical (*Lontra longicaudis annectens*) (Carnivora: Mustelidae) en la zona costera de Tuxpan, Veracruz. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 90, 1-12.
- Greenwood, R. J., Sargeant, A. B., Piehl, J. L., Buhl, D. A. y Hanson, B. A. (1999). Foods and foraging of prairie striped skunks during the avian nesting season. *Wildlife Society Bulletin*, 823-832.
- Griffiths, D. (1980). Foraging costs and relative prey size. *American Naturalist*, 116, 743-752.
- Guerrero, S., Badii, M. H., Zalapa, S. S., & Arce, J. A. (2004). Variación espacio-temporal en la dieta del coyote en la costa norte de Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 20(2), 145–157.
- Guerrero, S., Badii, M. H., Zalapa, S. S., & Flores, A. E. (2002). Dieta y nicho de alimentación del coyote, zorra gris, mapache y jaguarundi en un bosque tropical caducifolio de la costa sur del estado de Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, (86), 119–137.
- Guerrero, S., Sandoval, M. R., & Zalapa, S. S. (2000). Determinación de la dieta del mapache (*Procyon lotor hernandezii* Wagler, 1831) en la costa sur de Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana*, (80), 211–221.
- Guerrero-Flores, J. J., Gallo-Reynoso, J. P., y Biek, R. (2015). Mitochondrial DNA diversity, genetic structure, and demographic history of the Neotropical Otter (*Lontra longicaudis*) in Mexico. *Journal of Mammalogy*, 96, 1162-1173.

- Gunther, K. A., Shoemaker, R. R., Frey, K. L., Haroldson, M. A., Cain, S. L., Van Manen, F. T., y Fortin, J. K. (2014). Dietary breadth of grizzly bears in the greater Yellowstone ecosystem. *Ursus*, 25, 60–72.
- Hall, E. R., y Kelson, K. R. (1981). *The mammals of North America* (Vols. 1-2).
- Hanski, I., Hansson, L., y Henttonen, H. (1991). Specialist predators, generalist predators, and the microtine rodent cycle. *Journal of Animal Ecology*, 60, 353–367.
- Hart, R. K., Calver, M. C., & Dickman, C. R. (2002). The index of relative importance: An alternative approach to reducing bias in descriptive studies of animal diets. *Wildlife Research*, 29(5), 415–421.
- Helfman, G., Collette, B. B., Facey, D. E., y Bowen, B. W. (2009). *The diversity of fishes: biology, evolution, and ecology*. John Wiley & Sons. 737 pp.
- Helgen, K., Reid, F., y Timm, R. (2016). *Spilogale angustifrons*. La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN 2016. Consultado el 21 de junio de 2022. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T136636A45221538.en>
- Henschel, J. R., y Skinner, J. D. (1990). The diet of the spotted hyaenas *Crocuta crocuta* in Kruger National Park. *African Journal of Ecology*, 28(1), 69-82.
- Hernández-Romero, P. C., Gutiérrez-Rodríguez, C., Valdespino, C., y Prieto-Torres, D. A. (2018). The Role of Geographical and Ecological Factors on Population Divergence of the Neotropical Otter *Lontra longicaudis* (Carnivora, Mustelidae). *Evolutionary Biology*, 45, 37-55.

- Hernandez-Sanchez, A., Santos-Moreno, A., y Pérez-Irineo, G. (2022). The Mephitidae in the Americas: a review of the current state of knowledge and future research priorities. *Mammalian Biology*, 102(2), 307-320.
- Herrel, A., Van Damme, R., Vanhooydonck, B., y De Vree, F. (2001). The implications of bite performance for diet in two species of lacertid lizards. *Canadian Journal of Zoology*, 79, 662–670.
- Hidalgo-Mihart, L., Contreras-Moreno, F., de la Cruz, A., y Pérez-Solano, L. (2014). Ampliación del área de distribución del zorrillo manchado del sur *Spilogale angustifrons* Howell, 1902 en el estado de Campeche, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 30, 232-236.
- Hill, R. A., & Dunbar, R. I. M. (2002). Climatic determinants of diet and foraging behaviour in baboons. *Evolutionary Ecology*, 16(6), 579–593.
- Howell, A. H. (1906). Revisions of the skunks of the genus *Spilogale*. *North American Fauna*, 26, 1–55.
- Husseman, J. S., Murray, D. L., Power, G., Mack, C., Wenger, C. R., y Quigley, H. (2003). Assessing differential prey selection patterns between two sympatric large carnivores. *Oikos*, 101(3), 591-601.
- Hwang, Y. T., y Larivière, S. (2001). *Mephitis macroura*. *Mammalian Species*, 686, 1-3.
- Hynes, H. B. N. (1950). The food of freshwater sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*) with a review of methods used in studies of the food of fishes. *Journal of Animal Ecology*, 19, 36-58.

- Hyslop, E. J. (1980). Stomach contents analysis: A review of methods and their application. *Journal of Fish Biology*, 17(4), 411-429.
- Iriarte, J. A., Franklin, W. L., Johnson, W. E., y Redford, K. H. (1990). Biogeographic variation of food habits and body size of the American puma. *Oecologia*, 85, 185–190.
- Jedrzejewski, W., Zalewski, A., y Jedrzejewska, B. (1993). Foraging by pine marten *Martes martes* in relation to food resources in Białowieża National Park, Poland. *Acta Theriol.*, 38, 405–426.
- Jensen, A. J., Marneweck, C. J., Kilgo, J. C., & Jachowski, D. S. (2022). Coyote diet in North America: Geographic and ecological patterns during range expansion. *Mammal Review*, 52(4), 480–496.
- Johnson, M. K., & Hansen, R. M. (1979). Coyote food habits of the Idaho National Engineering Laboratory. *Journal of Wildlife Management*, 43(4), 951–955.
- Josef, C. F., Adriano, L. R., De Frañasa, E. J., Arantes De Carvalho, G. G., y Ferreira, J. R. (2008). Determination of Hg and diet identification in otter (*Lontra longicaudis*) feces. *Environmental Pollution*, 152, 592-596.
- Karandikar, H., Serota, M. W., Sherman, W. C., Green, J. R., Verta, G., Kremen, C., & Middleton, A. D. (2022). Dietary patterns of a versatile large carnivore, the puma (*Puma concolor*). *Ecology and Evolution*, 12(6), e9002.
- Kasper, C. B., Peters, F. B., Christoff, A. U., y de Freitas, T. R. O. (2016). Trophic relationships of sympatric small carnivores in fragmented landscapes of

- southern Brazil: Niche overlap and potential for competition. *Mammalia*, 80(2), 143-152.
- Kavčič, I., Adamič, M., Kaczensky, P., Krofel, M., Kobal, M., y Jerina, K. (2015). Fast food bears: Brown bear diet in a human-dominated landscape with intensive supplemental feeding. *Wildlife Biology*, 21, 1–8.
- Kinlaw, A. (1995). *Spilogale putorius*. *Mammalian Species*, 511, 1-7.
- Klare, U., Kamler, J. F., y Macdonald, D. W. (2011). A comparison and critique of different scat-analysis methods for determining carnivore diet. *Mammal Review*, 41(4), 294-312.
- Koehler, C. E., y Richardson, P. R. K. (1990). *Proteles cristatus*. *Mammalian Species*, 363, 1-6.
- Krawczyk, A. J., Bogdziewicz, M., & Czyż, M. J. (2013). Diet of the American mink *Neovison vison* in an agricultural landscape in western Poland. *Folia Zoologica*, 62(4), 304–310.
- Krebs, C. J. (1989). *Ecological Methodology*. Harper and Row. New York, USA. 550 pp.
- Kruuk, H. (1986). Interactions between felidae and their prey species: A review. In S. D. Miller & D. D. Everett (Eds.), *Cats of the world* (pp. 353–374). National Wildlife Federation, Washington DC.
- Kruuk, H. (2006). *Otters: Ecology, Behaviour and Conservation* (1st ed.). Oxford University Press, Oxford, UK.

- Kurtén, B., y Anderson, E. (1980). Pleistocene mammals of North America. Columbia University Press, New York. 442 pp.
- Lamas, G., Robbins, R. K., y Harvey, D. J. (1991). A preliminary survey of the butterfly fauna of Pakitza, Parque Nacional del Manu, Peru, with an estimate of its species richness. *Publ. Mus. Hist. Nat. UNMSM (A)*, 40, 1-1.
- Larson, R. N., Morin, D. J., Wierzbowska, I. A., y Crooks, K. R. (2015). Food habits of coyotes, gray foxes, and bobcats in a coastal southern California urban landscape. *Western North American Naturalist*, 75, 339–347.
- Lee, D. B., Snyder, C. J., Mans, C., Clyde, V. L., y Scheels, J. (2020). Management of severe periodontal disease and gingival enlargement in a dwarf mongoose (*Helogale parvula*). *Journal of Veterinary Dentistry*, 37(3), 141-148.
- Leger, D. W., y Didrichsons, I. A. (1994). An assessment of data pooling and some alternatives. *Animal Behaviour*, 48(4), 823-832.
- Litvaitis, J. A., & Shaw, J. H. (1980). Coyote movements, habitat use, and food habits in Southwestern Oklahoma. *Journal of Wildlife Management*, 44(1), 62–68.
- Litvak, M. K., y Leggett, W. C. (1992). Age and size-selective predation on larval fishes: the bigger-is-better hypothesis revisited. *Marine Ecology Progress Series*, 81, 13–24.
- Luna, M. D., Scheffrahn, R. H., García-Barríos, R., y Cuéllar-Rodríguez, G. (2023). Termites (Blattodea: Isoptera) of Canada, continental USA, and Mexico: An identification key to families and genera, checklist of species, and new records for Mexico. *Acta Zoológica Mexicana*, 39.

- MacArthur, R. H., & Pianka, E. R. (1966). On optimal use of a patchy environment. *The American Naturalist*, 100(916), 603–609.
- MacArthur, R. H., y Levins, R. (1967). The limiting similarity, convergence and divergence of coexisting species. *American Naturalist*, 101, 377-385.
- MacCracken, J. G., & Uresk, D. W. (1984). Coyote foods in the Black Hills, South Dakota. *Journal of Wildlife Management*, 48(4), 1420–1422.
- Macdonald, S. M., y Mason, C. F. (1992). A note on *Lutra longicaudis* in Costa Rica. *IUCN Otter Specialist Group Bulletin*, 7, 1–2.
- Machado, G. A., de Azevedo, F. C., Freitas-Junior, M. C., da Mota Lima, C. F., Cavalcanti, G. N., de Almeida Cunha, A., ... y Lemos, F. G. (2023). Size does not matter: Natural history and sexual dimorphism of the striped hog-nosed skunk (Carnivora, Mephitidae) in protected and anthropised landscapes of a Neotropical ecosystem.
- Mackay, W. P., y Mackay, E. (1989). Clave de los géneros de hormigas en México (Hymenoptera: Formicidae). In *Memorias del II Simposio Nacional de Insectos Sociales* (pp. 1-82). Morelos, Mexico: Sociedad Mexicana de Entomología.
- Mangan, B. P. (1994). Pupation ecology of the dobsonfly *Corydalus cornutus* (Corydalidae: Megaloptera) along a large river. *Journal of Freshwater Ecology*, 9, 57-62.
- Marucco, F., Pletscher, D. H., y Boitani, L. (2008). Accuracy of scat sampling for carnivore analysis: Wolves in the Alps as a case study. *Mammalogy*, 89, 665-673.

- McCafferty, W. P., y Provonsha, A. V. (1983). *Aquatic Entomology: The Fisherman's and Ecologist's Illustrated Guide to Insects and Their Relatives*. Jones and Bartlett Publishers, Inc. Portola Valley, California. Pp 448.
- McDonough, M. M., Ferguson, A. W., Dowler, R. C., Gompper, M. E., y Maldonado, J. E. (2022). Phylogenomic systematics of the spotted skunks (Carnivora, Mephitidae, Spilogale): Additional species diversity and Pleistocene climate change as a major driver of diversification. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 167, 107266.
- MD-Zain, B. M., Aifat, N. R., Abdul-Latiff, M. A. B., Mohd-Yusof, N. S., y Ampeng, A. (2019). Molecular systematic position of the Sarawak Malay Badger, *Mydaus javanensis*. *Malaysian Applied Biology*, 48(3), 125-132.
- Md-Zain, B. M., Mohd-Daut, N., & Md-Nor, S. (2009). Characterizing silvered leaf monkey–visitor interactions at Bukit Melawati, Kuala Selangor, Malaysia. *The Journal of Wildlife and Parks*, 26.
- Meaney, C. A., Ruggles, A. K., y Beauvais, G. P. (2006). American Hog-nosed Skunk (*Conepatus leuconotus*): A technical conservation assessment. U.S.D.A. Forest Service, Rocky Mountain Region.
- Medellín, R. A., Ceballos, G., y Zarza, H. (1998). *Spilogale pygmaea*. *Mammalian Species*, 600, 1-3.
- Medina, C. E., Díaz, C. V., Delgado, F. A., Ynga, G. A., y Zela, H. F. (2009). Dieta de *Conepatus chinga* (Carnívora: Mephitidae) en un bosque de *Polylepis* del

departamento de Arequipa, Perú. *Revista Peruana de Biología*, 16(2), 183-186.

Mejenes-López, S. M., Gálvez-Aguilera, X., Escalona-Segura, G., Vargas-Contreras, J., Retana-Guiascón, O. G., y Cab-Paat, G. A. (2021). First record of the coexistence of two mesocarnivores in the Yucatán Peninsula, México. *Therya Notes*, 2, 79-84.

Monroy-Vilchis, O., Gómez-Ortiz, Y., Janczur, M., & Urios, V. (2009). Food niche of *Puma concolor* in Central Mexico. *Wildlife Biology*, 15(1), 97–105.

Monroy-Vilchis, O., Zarco-González, M. M., Ramírez-Pulido, J., & Aguilera-Reyes, U. (2011). Diversidad de mamíferos de la Reserva Natural Sierra Nanchititla, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 82(1), 237-248.

Montalvo, C. I., Pessino, M. E., y Bagatto, F. C. (2008). Taphonomy of the bones of rodents consumed by Andean hog-nosed skunks (*Conepatus chinga*, Carnivora, Mephitidae) in central Argentina. *Journal of Archaeological Science*, 35(6), 1481-1488.

Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. *Manuales y Tesis*, 1, 84 pp. Zaragoza.

Murphy, S. M., Ulrey, W. A., Guthrie, J. M., Maehr, D. S., Abrahamson, W. G., Maehr, S. C., y Cox, J. J. (2017). Food habits of a small Florida black bear population in an endangered ecosystem. *Ursus*, 28, 92-104.

- Murphy, S. M., Ulrey, W. A., Guthrie, J. M., Maehr, D. S., Abrahamson, W. G., Maehr, S. C., & Cox, J. J. (2017). Food habits of a small Florida black bear population in an endangered ecosystem. *Ursus*, 28(1), 92–104.
- Myers, P., Espinosa, R., Parr, C. S., Jones, T., Hammond, G. S., y Dewey, T. A. (2008). The animal diversity web (<http://animaldiversity.ummz.umich.edu/>).
- Nams, V. O. (1988). Prey switching by striped skunks. PhD dissertation, University of Victoria, Canada.
- Navarrete, N., Jacobo, D., y Aguilar, C. (2009). Alimentación de *Menidia jordani* en el embalse La Goleta, Estado de México. *Revista de Zoología*, 20, 1-6.
- Navarrete, N., Sánchez, R., y Rojas, M. (1993). Selección del zooplancton por el charal *Chirostoma jordani* (Atheriniformes: Atherinidae). *Revista de Biología Tropical*, 44(2), 757-761.
- Nielsen, J. M., Clare, E. L., Hayden, B., Brett, M. T., & Kratina, P. (2018). Diet tracing in ecology: Method comparison and selection. *Methods in Ecology and Evolution*, 9(2), 278–291.
- Nowak, R. M. (2005). *Walker's Carnivores of the World*. JHU Press.
- Ojeda-Lavariega, E., Vásquez-Dávila, M. A., Padilla-Gómez, E., y Manzanero-Medina, G. I. (2019). Usos de mamíferos silvestres medianos y grandes en San Pablo Etla, Oaxaca, México. In AICA (Vol. 14, pp. 42-46).
- Oonincx, D. G. A. B., y Finke, M. D. (2021). Nutritional value of insects and ways to manipulate their composition. *Journal of Insects as Food and Feed*, 7(5), 639-659.

- Owen, J. G., Baker, R. J., y Williams, S. L. (1996). Karyotypic variation in spotted skunks (Carnivora: Mustelidae: Spilogale) from Texas, Mexico, and El Salvador. *Texas Journal of Science*, 48, 119–122.
- Pardini, R. (1998). Feeding ecology of the Neotropical river otter *Lontra longicaudis* in an Atlantic Forest stream, southeastern Brazil. *Journal of Zoology*, 245, 385–391. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1998.tb00113.x>
- Pardini, R., y Trajano, E. (1999). Use of shelters by the Neotropical river otter (*Lontra longicaudis*) in an Atlantic Forest stream, southeastern Brazil. *Journal of Mammalogy*, 80, 600–610. <https://doi.org/10.2307/1383304>
- Pastorok, R. A. (1981). Prey vulnerability and size selection by Chaoborus larvae. *Ecology*, 62, 1311–1324.
- Patton, R. F. (1974). Ecological and behavioral relationships of the skunks of Trans Pecos Texas. Texas A&M University.
- Pearson, O. P. (1951). Mammals in the highlands of southern Peru. The Museum.
- Peters, F. B., Roth, P. R. D. O., y Christoff, A. U. (2011). Feeding habits of Molina's hog-nosed skunk, *Conepatus chinga* (Carnivora: Mephitidae) in the extreme south of Brazil. *Zoologia (Curitiba)*, 28, 193-198.
- Pigozzi, G. (1992). Frugivory and seed dispersal by the European badger in a Mediterranean habitat. *Journal of Mammalogy*, 73, 630-639.
- Pinkas, L., Oliphant, M. S., y Iverson, I. L. K. (1971). Fish Bulletin 152. Food habits of albacore, Bluefin tuna, and bonito in California waters.

- Pla, L. (2006). Biodiversidad: inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *Interciencia*, 31(8), 583–590.
- Pozos-López, L. Á., González-Ruiz, N., y Ramírez-Pulido, J. (2024). Unusual importance of insectivory in the diet of the Neotropical otter, *Lontra annectens* (Major, 1897) (Mammalia, Carnivora). *Neotropical Biology and Conservation*, 19(4), 505-516.
- Price, S. A., y Hopkins, S. S. (2015). The macroevolutionary relationship between diet and body mass across mammals. *Biological Journal of the Linnean Society*, 115(1), 173-184.
- Privet, K., & Pétilon, J. (2020). Comparative patterns in taxonomic and functional spider diversities between tropical vs. temperate forests. *Ecology and Evolution*, 10(23), 13165–13172.
- Putman, R. J. (1984). Facts from faeces. *Mammal Review*, 14, 79-97.
- Pyke, G. H. (1984). Optimal foraging theory: A critical review. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 15, 523–575.
- Pyke, G. H., Pulliam, H. R., y Charnov, E. R. (1977). Optimal foraging: a selective review of theory and tests. *Quarterly Review of Biology*, 52, 137–154.
- Quadros, J., y Monteiro-Filho, E. L. A. (2001). Diet of the Neotropical otter, *Lontra longicaudis*, in an Atlantic forest area, Santa Catarina State, southern Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 36, 15–21.  
<https://doi.org/10.1076/snfe.36.1.15.8881>

- Quadros, J., y Monteiro-Filho, E. L. A. (2002). Spraining sites of the Neotropical otter, *Lontra longicaudis*, in an Atlantic forest area of Southern Brazil. *Mastozoologia Neotropical*, 9, 39–46.
- Queiroz, A. C., Marques, T. G., Ribas, C. R., Cornelissen, T. G., Nogueira, A., Schmidt, F. A. & Diehl-Fleig, E. (2023). Ant diversity decreases during the dry season: A meta-analysis of the effects of seasonality on ant richness and abundance. *Biotropica*, 55(1), 29–39.
- Ramírez-Herrejón, J. P., Castañeda-Sam, L. S., Moncayo-Estrada, R., Caraveo-Patiño, J., y Balart, E. F. (2013). Trophic ecology of the exotic Lerma livebearer *Poeciliopsis infans* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae) in the Lago de Pátzcuaro, Central Mexico. *Revista de Biología Tropical*, 61(3), 1289-1300.
- Ramírez-Pulido, J., González-Ruíz, N., Gardner, A. L., y Arroyo-Cabrales, J. (2014). List of recent land mammals of Mexico, 2014. Special Publications of the Museum of Texas Tech University, 63, 1-69.
- Ramos-Rosas, N., Valdespino, C., García Hernández, J., Gallo-Reynoso, J. P., y Olgúin, E. (2012). Heavy metals in the habitat and throughout the food chain of the Neotropical otter, *Lontra longicaudis*, in protected Mexican wetlands. *Environmental Monitoring and Assessment*, 184, 1-11.
- Rawlins, D. R., y Handasyde, K. A. (2002). The feeding ecology of the striped possum *Dactylopsila trivirgata* (Marsupialia: Petauridae) in far north Queensland, Australia. *Journal of Zoology (London)*, 257, 195–206.  
<https://doi.org/10.1017/S0952836902000808>

- Ray, J. C. (1998). Temporal variation of predation on rodents and shrews by small African forest carnivores. *Journal of Zoology (London)*, 244, 363–370.
- Redford, K. H., y Dorea, J. G. (1984). The nutritional value of invertebrates with emphasis on ants and termites as food for mammals. *Journal of Zoology (London)*, 203, 385–395. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1984.tb02339.x>
- Reid, F. (2009). A field guide to the mammals of Central America and southeast Mexico. Oxford University Press, New York, USA.
- Reid, F. A. (1997). A field guide to the mammals of Central America and southeast Mexico. Oxford University Press, New York, New York, USA.
- Reilly, S. M., McBrayer, L. D., y Miles, D. B. (Eds.). (2007). Lizard ecology. Cambridge University Press.
- Rheingantz, M. L., Menezes, J. F. S., Galliez, M., y Fernandez, F. A. S. (2017). Biogeographic patterns in the feeding habits of the opportunist and semiaquatic Neotropical otter. *Hydrobiologia*, 792, 1–15.
- Rocha-Mendes, F., Mikich, S. B., Quadros, J., y Pedro, W. A. (2010). Feeding ecology of carnivores (Mammalia, Carnivora) in Atlantic forest remnants, southern Brazil. *Biota Neotropica*, 10, 21-30.
- Rodríguez-Bolaños, A., Cadena, A., y Sánchez, P. (2000). Trophic characteristics in social groups of the mountain coati, *Nasuella olivacea* (Carnivora: Procyonidae). *Small Carnivore Conservation*, 23, 1-6.
- Root, R. B. (1967). The niche pattern of the Blue-gray gnatcatcher. *Ecological Monographs*, 37(4), 317–350.

- Rosalino, L. M., & Santos-Reis, M. (2002). Feeding habits of the common genet *Genetta genetta* (Carnivora: Viverridae) in a semi-natural landscape of central Portugal. *Mammalia*, 66(2), 195–205.
- Rosatte, R. C., y Larivière, S. (2003). Skunks (genera *Mephitis*, *Spilogale*, and *Conepatus*). Pp. 692-707, in *Wild Mammals of North America: Biology, Management, and Conservation* (Feldhamer, G. A., Thompson, B. C., y Chapman, J. A., eds.). The Johns Hopkins University Press. Baltimore, Maryland.
- Rzedowski, J. (1978). *Vegetación de México*. Limusa. Ciudad de México, México.
- Schmidly, D. J., y Bradley, R. D. (2016). *The mammals of Texas*. University of Texas Press.
- Schoener, T. W. (1971). Theory of feeding strategies. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 2, 369–404.
- Schwartz, C. C., & Ellis, J. E. (1981). Feeding ecology and niche separation in some native and domestic ungulates on the shortgrass prairie. *Journal of Applied Ecology*, 18(2), 343–353.
- Segura-Trujillo, C. A., Lidicker, W. Z., Jr., & Álvarez-Castañeda, S. T. (2016). New perspectives on trophic guilds of arthropodivorous bats in North and Central America. *Journal of Mammalogy*, 97(2), 644–654.
- Selko, L. F. (1937). Food habits of Iowa skunks in the Fall of 1936. *The Journal of Wildlife Management*, 1, 70.

- Servín, J., & Huxley, C. (1991). La dieta del coyote en un bosque de encino-pino de la Sierra Madre Occidental de Durango, México. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie), 44, 1–26.
- Sih, A., y Moore, R. D. (1990). Interacting effects of predator and prey in determining diets. In: Hughes, R. N. (ed.), *Behavioural mechanisms of food selection* (pp. 771–796). Springer-Verlag.
- Silva, M., Hernández, M. R., y Medina, N. M. (2014). Métodos clásicos para el análisis del contenido estomacal en peces. *Biológicas*, 16(2), 13-16.
- Soberón, J., y Llorente, J. (1993). The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology*, 7, 480-488.
- Sol de Mayo, A., Gálvez-Aguilera, X., Escalona-Segura, G., Vargas-Contreras, J. A., Retana-Guiascón, O. G., y Cab-Paat, G. de los Ángeles (2021). First record of the coexistence of two mesocarnivores in the Yucatán Peninsula, México. *Therya Notes*, 2, 79-84.
- Sprayberry, T. R., y Edelman, A. J. (2016). Food provisioning of kits by a female eastern spotted skunk. *Southeastern Naturalist*, 15, N53–N56.
- Stenset, N. E., Lutnæs, P. N., Bjarnadóttir, V., Dahle, B. S., Fossum, K. H., Jigsved, P., ... & Swenson, J. E. (2016). Seasonal and annual variation in the diet of brown bears *Ursus arctos* in the boreal forest of southcentral Sweden. *Wildlife Biology*, 22(3), 107–116.
- Stenset, N. E., Lutnæs, P. N., Bjarnadóttir, V., Dahle, B., Fossum, K. H., Jigsved, P., Johansen, T., Neumann, W., Opseth, O., Rønning, O., Steyaert, S. M. J. G.,

- Zedrosser, A., Brunberg, S., y Swenson, J. E. (2016). Seasonal and annual variation in the diet of brown bears *Ursus arctos* in the boreal forest of southcentral Sweden. *Wildlife Biology*, 22, 107-116.
- Sturgis, I. S. J. (1932). A comparative study of the food habits of the skunk and opossum in Michigan (Doctoral dissertation).
- Swenson, J. E., Adamič, M., Huber, D., Stokke, S. (2007). Brown bear body mass and growth in northern and southern Europe. *Oecologia*, 153, 37–47.  
<https://doi.org/10.1007/s00442-007-0715-1>
- Taylor, L. R. (1984). Assessing and interpreting the spatial distributions of insect populations. *Annual Review of Entomology*, 29(1), 321-357.
- Taylor, R. J. (1984). *Predation*. London: Chapman and Hall.
- Teixeira, K., Santos, A. de S., Vilela, D. S., Ribeiro, C., & Rodrigues, M. E. (2025). The importance of different biomes (Atlantic Forest, Cerrado, and Caatinga) in the regional structuring of Neotropical dragonfly assemblages. *Diversity*, 17(5), 345.
- Terraube, J., et al. (2011). Diet specialisation and foraging efficiency under fluctuating vole abundance: a comparison between generalist and specialist avian predators. *Oikos*, 120, 234–244.
- Tinker, M. T., Bentall, G., y Estes, J. A. (2008). Food limitation leads to behavioral diversification and dietary specialization in sea otters. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105, 560–565.

- Todd, A. W., Keith, L. B., & Fischer, C. A. (1981). Population ecology of coyotes during a fluctuation of snowshoe hares. *Journal of Wildlife Management*, 45(3), 629–640.
- Torres-Rojas, Y. E. (2011). Nicho trófico de pelágicos mayores capturados en la boca del Golfo de California. Tesis doctoral, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-Instituto Politécnico Nacional, La Paz Baja California Sur, México, 185 pp.
- Tosoni, E., Mei, M., y Ciucci, P. (2018). Ants as food for Apennine brown bears. *The European Zoological Journal*, 85(1), 342-348.
- Travaini, A., Delibes, M., y Ceballos, O. (1998). Summer foods of the Andean hog-nosed skunk ( *Conepatus chinga* ) in Patagonia. *Journal of Zoology (London)*, 246, 457-460.
- Treves, A., & Karanth, K. U. (2003). Human–carnivore conflict and perspectives on carnivore management worldwide. *Conservation Biology*, 17(6), 1491–1499.
- Trinca, C. S., Waldemarin, H. F., y Eizirik, E. (2007). Genetic diversity of the Neotropical otter (*Lontra longicaudis* Olfers, 1818) in Southern and Southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 67, 813-818.
- Trujillo-Jiménez, P., y Díaz-Pardo, E. (1996). Espectro trófico de *Ilyodon whitei* (Pisces: Goodeidae) en el río del muerto, Morelos, México. *Revista de Biología Tropical*, 44, 755-761.

- Valiente-Banuet, A., Casas, A., Alcántara, A., Dávila, P., Flores-Hernández, N., Arizmendi, M. C., Villaseñor, J., y Ortega, J. (2000). La Vegetación del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 67, 24-74.
- Van Staaden, M. J. (1994). *Suricata suricatta*. *Mammalian Species*, (483), 1-8.
- Vega-Cendejas, M. E. (1990). Interacción trófica entre los bagres *Arius melanopus* (Agassiz, 1829) y *Arius felis* (Linnaeus, 1766) en las costas de Celestún, Yucatán, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 15(1), 185-194.
- Verts, B. J., Carraway, L. N., y Kinlaw, A. (2001). *Spilogale gracilis*. *Mammalian Species*, 2001(674), 1-10.
- Vital-Rodríguez, B. E. (2011). Hábitos alimentarios del género *Chirostoma* del lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. Tesis de maestría, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México, 108 pp.
- Walther, G.-R., et al. (2002). Ecological responses to recent climate change. *Nature*, 416, 389–394.
- Wang, S. W., & Macdonald, D. W. (2006). Livestock predation by carnivores in Jigme Singye Wangchuck National Park, Bhutan. *Biological Conservation*, 129(4), 558–565.
- Weber, L. I., Hildebrand, C. G., Ferreira, A., Pedarassi, G., Levy, J. A., y Colares, E. P. (2009). Microsatellite genotyping from faeces of *Lontra longicaudis* from southern Brazil. *Iheringia Serie Zoologia*, 99, 5-11.

- Wilson, D. E., y Reeder, D. M. (Eds.). (2005). Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference (Vol. 1). JHU press.
- Wozencraft, W. C. (2005). Order Carnivora. In Wilson, D. E., & Reeder, D. M. (Eds.), Mammal Species of the World – A Taxonomic and Geographic Reference (pp. 532–628). Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press.
- Yip, S. J., Rich, M. A., & Dickman, C. R. (2015). Diet of the feral cat, *Felis catus*, in central Australian grassland habitats during population cycles of its principal prey. Mammal Research, 60, 39–50.
- Young, J. K., Glasscock, S. N., y Shivik, J. A. (2008). Does spatial structure persist despite resource and population changes? Effects of experimental manipulation on coyotes. Mammalogy, 89, 1094-1104.
- Zapata, S. C., Travaini, A., y Martínez-Peck, R. (2001). Seasonal feeding habits of the Patagonian hog-nosed skunk *Conepatus humboldtii* in southern Patagonia. Acta Theriologica, 46(1), 97-102.
- Zubieta, R. T. (1985). Estudio sobre los hábitos alimenticios de seis especies de peces del Lago de Cuitzeo, Mich. Tesis Profesional, Universidad Michoacana, México. 55 pp.



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

# ACTA DE EXAMEN DE GRADO

No. 00250

Matrícula: 2233804621

Variación espacio-temporal de la dieta del zorrillo manchado sureño (*Spilogale angustifrons*).

En la Ciudad de México, se presentaron a las 12:00 horas del día 8 del mes de abril del año 2026 en la Unidad Iztapalapa de la Universidad Autónoma Metropolitana, los suscritos miembros del jurado:

DR. JOSE RAMIREZ PULIDO  
DR. SERGIO TICUL ALVAREZ CASTAÑEDA  
DR. HELIOT ZARZA VILLANUEVA  
M. EN C. MATIAS MARTINEZ CORONEL

Bajo la Presidencia del primero y con carácter de Secretario el último, se reunieron para proceder al Examen de Grado cuya denominación aparece al margen, para la obtención del grado de:

MAESTRO EN BIOLOGÍA

DE: LUIS ANGEL POZOS LOPEZ



LUIS ANGEL POZOS LOPEZ  
ALUMNO

y de acuerdo con el artículo 78 fracción III del Reglamento de Estudios Superiores de la Universidad Autónoma Metropolitana, los miembros del jurado resolvieron:

Aprobar

Acto continuo, el presidente del jurado comunicó al interesado el resultado de la evaluación y, en caso aprobatorio, le fue tomada la protesta.

REVISÓ

MTRA. ROSALIA SERRANO DE LA PAZ  
DIRECTORA DE SISTEMAS ESCOLARES

DIRECTORA DE LA DIVISIÓN DE CBS



DRA. EDITH ARENAS RIOS

PRESIDENTE

DR. JOSE RAMIREZ PULIDO

VOCAL

DR. SERGIO TICUL ALVAREZ CASTAÑEDA

VOCAL

DR. HELIOT ZARZA VILLANUEVA

SECRETARIO

M. EN C. MATIAS MARTINEZ CORONEL