



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO**

---

**INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA**

**ÁREA ACADÉMICA DE BIOLOGÍA**

**LICENCIATURA EN BIOLOGÍA**

**Hábitos alimentarios, ciclo de los cuerpos grasos e hígado  
de *Sceloporus minor* (Sauria: Phrynosomatidae) en dos ambientes  
del Estado de Hidalgo, México**

**T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
LICENCIADO EN BIOLOGÍA  
P R E S E N T A:**

**OSIEL BARRERA HERNÁNDEZ**

**DIRECTOR: DR. AURELIO RAMÍREZ BAUTISTA**

**MINERAL DE LA REFORMA, HIDALGO**

**SEPTIEMBRE, 2010**



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO**  
**INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA**  
**ÁREA ACADÉMICA DE BIOLOGÍA**  
**COORDINACIÓN DE LA LICENCIATURA EN BIOLOGIA**

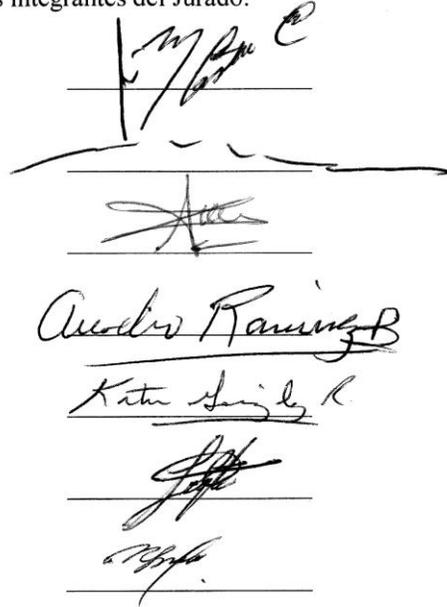
**M. EN C. JULIO CÉSAR LEINES MEDÉCIGO**  
**DIRECTOR DE CONTROL ESCOLAR, UAEH**

**PRESENTE**

Por este conducto le comunico que el Jurado asignado al pasante de Licenciatura en Biología **Osiel Barrera Hernández** quien presenta el trabajo recepcional de tesis intitulado "Hábitos alimentarios, ciclo de los cuerpos grasos e hígado de *Sceloporus minor* (Sauria: Phrynosomatidae) en dos ambientes del Estado de Hidalgo, México", después de revisarlo en reunión de sinodales ha decidido autorizar la impresión del mismo, hechas las correcciones que fueron acordadas.

A continuación se anotan las firmas de conformidad de los integrantes del Jurado:

PRESIDENTE: M. en C. Jesús Martín Castillo Cerón  
PRIMER VOCAL: Dr. Numa Pompilio Pavón Hernández  
SEGUNDO VOCAL: Dr. Alberto Enrique Rojas Martínez  
TERCER VOCAL: Dr. Aurelio Ramírez Bautista  
SECRETARIO: Dra. Katia Adriana González Rodríguez  
PRIMER SUPLENTE: M. en C. Adrián Leyte Manrique  
SEGUNDO SUPLENTE: Dra. Norma Leticia Manríquez Moran



Sin otro particular, reitero a usted la seguridad de mi más atenta consideración.

**A T E N T A M E N T E**  
**"AMOR, ORDEN Y PROGRESO"**  
**Mineral de la Reforma, Hidalgo a 04 de agosto de 2010**

  
**Biol. Ulises Iturbe Acosta**  
**Coordinador Adjunto de la Licenciatura en Biología**



Cuando me acuerdo...  
Claro, ahora recuerdo, todo esto fue un sueño.  
Algo imaginario que yo creé en mis pensamientos  
y es que cuando me observo  
-todo este tiempo,  
tantos días, todos esos momentos-  
el viento,  
serán las nubes, tal vez la noche.  
La luna que espera el atardecer.

“Cuando me paro a contemplar mi estado  
y a ver los pasos por donde he venido,  
me espanto de que un hombre tan perdido  
a conocer su error haya llegado.”  
(Lope de Vega. Soneto I, *Rimas Sacras*)

Quiero seguir soñando

(...)

## **Agradecimientos**

Agradezco al Dr. Aurelio Ramírez Bautista por incrementar el interés y mi pasión por los reptiles, además de que durante todo este tiempo fuiste un ejemplo a seguir, nunca pensé en encontrar una persona tan sencilla, honesta y valiente, jamás imagine encontrarme a un amigo...gracias por darme la oportunidad de trabajar estos dos años contigo.

Nunca olvidare el apoyo y la atención que pusiste en mi para la realización de este trabajo...Gracias.

También agradezco al comité de sinodales:

Al M. en C. Adrián Leyte Manrique por el apoyo brindado en el trabajo de campo y laboratorio, además del constante seguimiento durante mi estancia en el laboratorio. Así como también por compartir una gran amistad conmigo.

Al Dr. Numa P. Pavón Hernández por haber tenido un seguimiento del trabajo durante todo este tiempo, por tener un interés en los análisis estadísticos y los acertados comentarios.

A la Dra. Norma Manríquez Morán por aportar comentarios importantes e información relevante acerca de los organismos de estudio, por el conocimiento prestado a través de la literatura.

Al Dr. Alberto Rojas Martínez por los valiosos comentarios que enriquecieron de manera significativa mi trabajo.

Al M. en C. Jesús Castillo Cerón por la firmeza de tus comentarios por causar respuestas que ayudaron a mejorar este trabajo.

A la Dra. Katia Adriana González Rodríguez por las sugerencias enfocados en la redacción, ortografía y formato del escrito, además de los comentarios hechos al trabajo.

Y personas que ayudaron a mejorar mi trabajo:

A la M. en C. Imelda Menchaca Armenta por regalarme parte de su tiempo en la identificación de insectos.

Al Dr. Mario Segura Almaraz por el apoyo en la captura de fotografías microscópicas con su talento y dedicación.

A la P.L.B. Ayle Pintado por hacer uso de tus conocimientos ayudándome a editar un mapa que necesitaba.

A mis compañeros con quienes disfrute mi estancia en el laboratorio (Christian, Gustavo, Raciél, Uriel, Carmen, Damariz, Ernesto, Dinorah, Ricardo, Ibeth y Roberto), de igual forma a las personas que pasaron una temporada en el laboratorio (Diana y Cinthya) gracias por escucharme y brindarme su amistad.

A las personas que día con día comparten y han compartido momentos conmigo (Jorge, Lupita, Héctor, Mayra y Manuel), conversaciones puntos de vista encontrados arrastrados por el viento...

Agradezco a los siguientes proyectos por el apoyo brindado para la realización de este trabajo:

Al proyecto **SEP. PROMEP 1103.5/03/1130, Cuerpo Académico de Ecología, CONACyT S52552\_Q.**

Al proyecto **Diversidad Biológica del Estado de Hidalgo (segunda fase) FOMIX-CONACyT-HIDALGO 2008-95828.**

## **Dedicatorias**

A ti por brindarme la confianza en todos los momentos difíciles y creer en mí, ya que además de ser una parte muy importante de mi vida, eres lo más especial que poseo gracias. Mami...

Por todos los sacrificios que hemos pasado, por pensar en mí, por darme la confianza de poder contarte cualquier cosa, por esperarme todo este tiempo...gracias Papa.

Por saber escucharme y corregirme con mis acciones, por todos esos momentos que compartimos juntos en aquella ciudad de lo vientos, por mirar conmigo todas esas tardes...gracias Manu.

## Resumen

El objetivo de este estudio fue determinar los hábitos alimentarios y el ciclo de los cuerpos grasos e hígado de dos poblaciones de *Sceloporus minor* en el estado de Hidalgo, México. Se analizó el contenido estomacal de 145 organismos (32 machos y 39 hembras para la población de La Manzana y 37 machos y 37 hembras de El Enzuelado). Las presas fueron identificadas a nivel de orden. Se encontró que la dieta de *S. minor* en ambas poblaciones está compuesta por 12 taxones: Hymenoptera, Coleoptera, Hemiptera, Homoptera, Lepidoptera, Orthoptera, Araneae, Diptera, Dermaptera, Phasmida, Isopoda y Sauria. Además, en la dieta también se encontró material vegetal, por lo que, esta especie presenta una dieta omnívora. Un análisis de regresión mostró que no existe una relación significativa entre la dimensión de la mandíbula del depredador y el tamaño de las presas en hembras ( $r^2 = 0.107$ ,  $F_{1,8} = 0.955$ ,  $P > 0.05$ ) y machos ( $r^2 = 0.005$ ,  $F_{1,5} = 0.027$ ,  $P > 0.05$ ) de la población de La Manzana. El mismo patrón se presentó en las hembras ( $r^2 = 0.041$ ,  $F_{1,9} = 0.382$ ,  $P > 0.05$ ) y machos ( $r^2 = 0.141$ ,  $F_{1,11} = 1.807$ ,  $P > 0.05$ ) de El Enzuelado. La longitud hocico-cloaca (LHC) de los machos se correlacionó con la masa del hígado de las dos poblaciones; sin embargo, la masa de los cuerpos grasos sólo se correlacionó para la población de El Enzuelado; mientras que la masa del contenido estomacal no estuvo correlacionada en ambas poblaciones. En las hembras, la masa del hígado y cuerpos grasos se correlacionó con la LHC en las dos poblaciones, pero no con la masa del contenido estomacal. Los grupos taxonómicos con mayor valor de importancia alimentaria para ambos sexos de La Manzana fueron Hymenoptera (2.10) y Coleoptera (1.17); en contraste, para El Enzuelado las presas de Coleoptera (1.59) y Orthoptera (1.20) fueron los grupos con mayor valor. La amplitud y solapamiento del nicho alimentario indicaron que los machos consumen un mayor número de taxones que las hembras. A pesar de que la amplitud del nicho es baja en ambas poblaciones, existe un alto solapamiento alimentario entre sexos en las dos poblaciones (La Manzana  $O_{jk}=0.998$  y El Enzuelado  $O_{jk}=0.917$ ).

## Contenido

<b>Resumen</b>	<b>Pág.</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2. Antecedentes</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Hábitos alimentarios</b>	<b>5</b>
<b>2.2 Importancia de cuerpos grasos e hígado</b>	<b>6</b>
<b>2.3 Historia natural de la especie</b>	<b>7</b>
<b>3. Justificación</b>	<b>8</b>
<b>4. Objetivos</b>	<b>9</b>
<b>4.1 Objetivo general</b>	<b>9</b>
<b>4.2 Objetivos particulares</b>	<b>9</b>
<b>5. Materiales y métodos</b>	<b>10</b>
<b>5.1 Zona de estudio</b>	<b>10</b>
<b>5.2 Trabajo de campo</b>	<b>12</b>
<b>5.3 Trabajo de laboratorio</b>	<b>13</b>
5.3.1 Hábitos alimentarios	<b>13</b>
5.3.2 Valor de importancia alimentaria	<b>14</b>
5.3.3 Amplitud y solapamiento del nicho alimentario	<b>14</b>
5.3.4 Dimensión de la mandíbula y tamaño de las presas	<b>15</b>
5.3.5 Variación mensual	<b>16</b>
<b>6. Resultados</b>	<b>17</b>
<b>6.1 Hábitos alimentarios y presas consumidas en ambas poblaciones</b>	<b>17</b>
6.1.1 Población La Manzana, Zimapán	<b>21</b>
6.1.2 Población El Enzuelado, San Agustín Metzquitlán	<b>25</b>
<b>6.2 Valor de importancia alimentaria</b>	<b>29</b>
6.2.1 Valor de importancia alimentaria, La Manzana	<b>29</b>
6.2.2 Valor de importancia alimentaria, El Enzuelado	<b>30</b>
<b>6.3 Amplitud y solapamiento del nicho alimentario</b>	<b>31</b>
6.5.1 Amplitud del nicho alimentario	<b>31</b>
6.5.2 Solapamiento del nicho alimentario	<b>32</b>

<b>6.4 Relación entre las dimensiones de la mandíbula de los depredadores y el tamaño de las presas</b>	<b>32</b>
6.4.1 Población La Manzana	32
6.4.2 Población El Enzuelado	34
<b>6.5 Variación mensual</b>	<b>36</b>
6.5.1 Población La Manzana	36
6.5.2 Población El Enzuelado	38
<b>7. Discusión</b>	<b>40</b>
<b>7.1 Hábitos alimentarios</b>	<b>40</b>
<b>7.2 Valor de importancia alimentaria</b>	<b>41</b>
<b>7.3 Amplitud y solapamiento del nicho alimentario</b>	<b>42</b>
<b>7.4 Relación entre las dimensiones de la mandíbula de los depredadores y el tamaño de las presas</b>	<b>43</b>
<b>7.5 Variación mensual</b>	<b>44</b>
<b>8. Conclusiones</b>	<b>47</b>
<b>9. Literatura citada</b>	<b>48</b>
<b>10. Anexo</b>	<b>56</b>

## 1. Introducción

El género *Sceloporus* pertenece a la familia Phrynosomatidae, que incluye 86 especies (Uetz, 2009), dentro de las que se encuentra la especie *Sceloporus minor* que pertenece al grupo *S. poinsettii* (Wiens *et al.*, 2010). El género *Sceloporus* tiene una distribución que abarca desde el centro de Estados Unidos, México hasta Centro América. Habita una gran diversidad de ambientes tropicales, húmedos, áridos y templados (Sites *et al.*, 1992; Wiens y Reeder, 1997). Las especies que representan a este género tienen diferentes hábitos (arborícolas, terrestres, saxícolas) y tipos de sustratos en los que percha (troncos, árboles, rocas, magueyes, bardas; Arévalo *et al.*, 1991; Hernández-Ramos, 2005).

Las especies del género *Sceloporus* presentan diversas características de historias de vida, por lo que, son un buen modelo para llevar a cabo estudios en diversos temas de investigación (Ramírez-Bautista *et al.*, 2005; Hernández-Salinas, 2007, Hernández-Salinas *et al.*, 2010), por ejemplo, en taxonomía (Sites *et al.*, 1992; Arévalo *et al.*, 1991) y ecología (Leyte-Manrique *et al.*, 2005; Hernández-Ramos, 2005; Ramírez-Bautista *et al.*, 2005; Hernández-Salinas, 2007, Hernández-Salinas *et al.*, 2010).

Para comprender la organización y funcionamiento de una especie que ocupa dos ambientes contrastantes (árido y húmedo), es necesario describir y analizar los patrones alimentarios que la especie presenta en ellos. En todos los ambientes, el alimento es un factor limitante en el crecimiento de las poblaciones de lagartijas, por lo que, los recursos alimentarios pueden ser un factor importante en la regulación de estos organismos (Barbault y Maury, 1981; Gadsden-Esparza y Palacios-Orona, 1995).

Las variaciones del ambiente entre las estaciones en zonas áridas son muy marcadas, por ejemplo, la precipitación pluvial puede regular la diversidad y abundancia alimentaria, mientras que durante la estación más seca del año, la cantidad y diversidad de alimento disminuye drásticamente (Gadsden-Esparza y Palacios-Orona, 1995). La dieta de las lagartijas puede ampliarse o estrecharse de

acuerdo a las condiciones del ambiente, incrementando o en caso contrario disminuyendo el alimento (Durtsche, 1995). Por otra parte, en ambientes húmedos, presentan una gran diversidad de alimento disponible durante todo el año, esta diversidad presenta una relación con el uso y tipo de microhábitat ocupado por cada especie (Ramírez-Bautista y Lemos-Espinal, 2004). Así también, se ha visto que el microhábitat determina la disponibilidad del recurso alimento, ya que controla la diversidad de presas que pueden ser consumidas por las lagartijas (Vitt y Zani, 1995).

En ambientes húmedos, los hábitos alimentarios son muy variados, influenciados por un gran número de factores, como la precipitación, temperatura e interacción con otras especies (Crump, 1974; Duellman y Trueb, 1986). De igual forma, la disponibilidad del alimento en el ambiente establece una relación estrecha entre la demanda energética durante la vida del organismo, principalmente en el crecimiento, el desarrollo y la reproducción (Ballinger, 1977; Guillette y Casas-Andreu, 1980; Guillette y Bearce, 1986; Maciel-Mata, 2005).

El uso de la energía en los reptiles está dirigido al crecimiento, regeneración de tejido, defensa de territorio y a la reproducción (Ballinger, 1977; Ramírez-Bautista, 1995; Hernández-Ramos, 2005). Para que exista un mayor éxito en la asignación de energía para estos eventos, los organismo deben desarrollar estrategias de forrajeo eficientes para conseguir alimento (calidad y cantidad) de manera exitosa (Zug, 1993). La cantidad y calidad del alimento que los machos y las hembras obtienen durante el forrajeo, la almacenan en forma de cuerpos grasos, que finalmente es usada para las actividades antes indicadas (Selcer, 1987; Hernández-Ramos, 2005).

Existen varios factores que afectan la obtención del alimento, como la disponibilidad del mismo en el ambiente (por las variaciones anuales y estacionales), la dificultad de captura, la toxicidad y el tipo de presa consumida (Durtsche, 1995). Por otra parte, las condiciones del día (Ramírez-Bautista, 1995) pueden determinar la disponibilidad de alimento en el ambiente para las lagartijas.

De acuerdo con lo anterior, la escasez de alimento en el ambiente es un factor limitante en las diferentes actividades de los organismos (Ballinger, 1977). Sin embargo, si los organismos se alimentan de forma exitosa previamente, entonces se tendrá suficiente energía (almacenada en forma de cuerpos grasos) que se reflejará en la reproducción, específicamente en el desarrollo de la vitelogénesis, nutrición y desarrollo de los huevos o embriones, lo contrario sucedería con aquéllos que tienen un menor éxito de forrajeo (Ramírez-Bautista, 1995), afectando así la supervivencia y la reproducción de los mismos (Ramírez-Bautista, 1995).

Los cuerpos grasos se encuentran dentro de la cavidad celómica del cuerpo de las lagartijas, tienen un color amarillo pálido, actúan como una reserva de energía en forma de lípidos y son capaces de transferir energía al hígado para auxiliar el proceso metabólico de las lagartijas (Selcer, 1987). Mientras que el hígado se encuentra dentro de la cavidad torácica del cuerpo de las lagartijas, este órgano presenta un color rojizo-oscuro. El hígado es una fuente importante de energía, ya que almacena parte del alimento consumido por las lagartijas en forma de glucógeno (Ramírez-Bautista *et al.*, 2004).

Se ha observado que el tamaño de la presa que ingieren las lagartijas se encuentra relacionado en muchos casos con la morfología de la especie, es decir, con las estructuras morfológicas, como la dimensión de la mandíbula y la edad (Spellenger, 1982; Maury, 1995; Feria-Ortiz y Pérez-Malváes, 2001; Leyte-Manrique, 2006).

Considerando que existen especies de lagartijas que habitan diferentes ambientes y se alimentan de una gran diversidad de presas; esto en respuesta a la forma de vida, es decir, a la presión de depredación, tasa de crecimiento, periodo reproductivo entre otras. También es conocido de que la dimensión de la mandíbula del depredador determina el tamaño de su presa. Por lo tanto, una buena calidad y cantidad de alimento contribuye a un alto contenido energético almacenado en forma de lípidos en los cuerpos grasos y en el hígado, órgano

capaz de sintetizar proteínas y modificar la composición de los lípidos, patrón que ocurre en varias especies de lagartijas, y en *S. minor* no es la excepción.

## 2. Antecedentes

### 2.1 Hábitos alimentarios

En reptiles se han reportado varios estudios de dieta, principalmente describiendo los hábitos alimentarios de lagartijas del norte de México. Existen trabajos relacionados con este tema en especies de ambientes áridos o de desierto, como las especies *Uma inornata* (Durtsche, 1992) y *U. paraphygas* (Gadsden-Esparza y Palacios-Orona, 1997). Así también en *Uta stansburiana stejnegeri* (Palacios-Orona y Gadsden-Esparza, 1995), *Aspidoscelis tigris* (Gadsden-Esparza y Palacios-Orona, 1997a) y *Cophosaurus texanus* (Maury, 1995). Estas especies del desierto han desarrollado estrategias de forrajeo distintas, permitiendo almacenar energía en forma de cuerpos grasos, para poder invertirla en la supervivencia y reproducción de las mismas.

En la actualidad existen pocos estudios sobre hábitos alimentarios y forma de forrajeo con especies de lagartijas de ambientes áridos y de hábitos diurnos, relacionados con el tipo de alimento que éstas ingieren; en éstos se indica que la alimentación se ve afectada por la precipitación del ambiente y las fluctuaciones climáticas (Castañeda-Gaytan *et al.*, 2006). Las fluctuaciones climáticas pueden afectar de manera positiva el crecimiento de las plantas, y por lo tanto, el crecimiento de las poblaciones de los insectos, que son la fuente de alimento de las lagartijas (Durtsche, 1995; Maury, 1995). Otros estudios sobre dieta que se han realizado, se dirigen principalmente a la variación estacional, composición y solapamiento de nicho alimentario entre los machos y las hembras de un gremio de lagartijas de México (Gadsden-Esparza y Palacios-Orona, 1997a).

Los trabajos dentro del género *Sceloporus*, relacionados con la composición de la dieta son escasos. Sin embargo, existen algunos estudios enfocados a los hábitos alimentarios en las especies *Sceloporus torquatus torquatus* (Feria-Ortiz *et al.*, 2001), *S. mucronatus* (Méndez-de la Cruz *et al.*, 1992) y *S. scalaris* (Barbault *et al.*, 1985). En otros estudios se evalúan los efectos de la variación estacional, la

diversidad alimentaria y el valor de importancia en la alimentación en la especie *S. undulatus consobrinus* (Gadsden-Esparza y Palacios-Orona, 1995).

Dentro de los reptiles, los saurios son muy diversos en cuanto a su ecología y hábitos alimentarios (Vitt y Cooper, 1986; Feria-Ortiz y Pérez-Malváes, 2001; Hernández-Jiménez, 2008). Las lagartijas, generalmente son insectívoras y generalistas. El género *Sceloporus* se alimenta principalmente de insectos (Gadsden-Esparza y Palacios-Orona, 1995; Feria-Ortiz y Pérez-Malváes, 2001; Leyte-Manrique, 2006), sin embargo, algunas especies del género consumen moluscos y lagartijas jóvenes (Leyte-Manrique, 2006), aunque también existen especies estrictamente herbívoras (Búrquez *et al.*, 1986; Esparza y Palacios-Orona, 1997).

## **2.2 Importancia de cuerpos grasos e hígado**

Los cuerpos grasos están constituidos por un tejido adiposo, éstos a su vez se encuentran conectados con el hígado, que actúan como almacenadores de energía vía lípidos, esta energía es utilizada durante la hibernación y la reproducción (Selcer, 1992; Ramírez-Bautista *et al.*, 2005).

Se sabe que existe una relación entre los cuerpos grasos con el éxito de forrajeo y la disponibilidad de alimento (Ramírez-Bautista *et al.*, 2004); debido a que el éxito del forrajeo repercute en el volumen y peso de los cuerpos grasos, es decir, mientras mayor sea el éxito de forrajeo y la disponibilidad de alimento, mayor será la masa de los cuerpos grasos (Ramírez-Bautista *et al.*, 2004).

Se ha visto que existe un incremento en los cuerpos grasos antes de la estación reproductiva de los organismos, algunos estudios enfocados a la ecología reproductiva de los lacertilios, mencionan que el ciclo de los cuerpos grasos es indicativo del patrón reproductivo de las especies (Selcer, 1987; Ramírez-Bautista y Vitt, 1997). En la actualidad se han descrito algunos patrones en la utilización de energía en especies de ambientes tropicales y templados de México, por ejemplo, *Anolis nebulosus* (Ramírez-Bautista y Vitt, 1997) y *Sceloporus grammicus*

(Ramírez-Bautista *et al.*, 2006), en la que la masa de los cuerpos grasos baja con la actividad reproductiva de las hembras y los machos (Ramírez-Bautista y Vitt, 1997; Ramírez-Bautista *et al.*, 2000, 2006).

El hígado es un órgano vital en el metabolismo de los organismos, es el centro de producción de proteínas plasmáticas, capaz de llevar acabo la síntesis de proteínas y el encargado de modificar la composición de los lípidos (almacenados en forma de cuerpos grasos), aminoácidos y carbohidratos (Selcer, 1987; Torres-Albor, 2006). En los lacertilios, el hígado es una fuente importante de energía, ya que parte de la energía almacenada en forma de lípidos proviene del éxito de forrajeo (Ramírez-Bautista *et al.*, 2004).

Estudios previos han demostrados que al igual que la masa de los cuerpos grasos, la masa del hígado incrementa de manera significativa antes de la estación reproductiva (Ramírez-Bautista *et al.*, 2004); un ejemplo ocurre en varias especies de *Aspidoscelis* (Ramírez-Bautista *et al.*, 2000) en ambientes tropicales y *Sceloporus jarrovii* (Ramírez-Bautista *et al.*, 2002) de ambientes templados.

### **2.3 Historia natural de la especie**

*Sceloporus minor* es una lagartija que pertenece al grupo *poinsettii* (Wiens *et al.*, 2010), cuyos miembros son vivíparos (Smith, 1939; Ramos-Flores, 2003; Fig. 1). Es una lagartija de talla mediana, cuya longitud hocico-cloaca máxima es de 90 mm; su distribución abarca desde Zacatecas, San Luis Potosí, Nuevo León, Tamaulipas y norte del Estado de Hidalgo.

Estudios hechos por Ballinger (1979), Ramírez-Bautista *et al.* (2002) y Ramos-Flores (2003) acerca de la reproducción de *S. minor*, indican que la actividad reproductiva es de tipo otoñal, similar a otras especies vivíparas del género *Sceloporus* que habitan en montaña (Ballinger, 1973; Guillette, 1982; Feria, 1986; Ramos-Flores, 2003). Se sabe que el tamaño de camada de esta especie se encuentra dentro de un intervalo de 7 a 13 crías (Fitch, 1970; Ramos-Flores, 2003; Ramírez-Bautista *et al.*, 2008).



Figura 1. Ejemplar macho de *Sceloporus minor*.

### 3. Justificación

Como se indicó, existe poca información enfocada a los hábitos alimentarios de especies de lagartijas, tanto de ambientes del norte (áridos y desierto) como centro (templados de montaña) y del sur (tropicales) de México. Por lo que, en el género *Sceloporus*, que habita diversos tipos de ambientes, existen pocos estudios dirigidos a los hábitos alimentarios y a la importancia de los cuerpos grasos e hígado, así como la relación de éstos con las estructuras morfológicas (mandíbula y extremidades). Así que, la información sobre el comportamiento de la energía almacenada en los cuerpos grasos e hígado que proviene del tipo de alimento ingerido por las lagartijas, es escasa, principalmente en poblaciones del altiplano mexicano de *Sceloporus minor*. Por lo anterior, este estudio tiene el objetivo de reconocer los hábitos alimentarios, ciclo de los cuerpos grasos e hígado de los machos y las hembras en dos ambientes de esta especie en el estado de Hidalgo, México.

## 4. Objetivos

### 4.1 Objetivo general

- I. Determinar los hábitos alimentarios, ciclo de los cuerpos grasos e hígado en dos ambientes en que habita la lagartija vivípara, *Sceloporus minor* en el estado de Hidalgo, México.

### 4.2 Objetivos particulares

- I. Determinar los hábitos alimentarios de las hembras y de los machos de dos poblaciones de *Sceloporus minor* en el estado de Hidalgo, México.
- II. Calcular el valor de importancia de las presas consumidas por los machos y las hembras de *Sceloporus minor* de ambas poblaciones.
- III. Determinar la amplitud y el solapamiento del nicho alimentario de los machos y las hembras de *Sceloporus minor* de ambas poblaciones.
- IV. Determinar si existe una relación entre la estructura morfológica (tamaño de mandíbula) y el tamaño de la presa consumida en los machos y en las hembras de las dos poblaciones de esta especie.
- V. Determinar la variación mensual de la biomasa del contenido estomacal, cuerpos grasos e hígado de los machos y las hembras de *Sceloporus minor*.

## 5. Materiales y métodos

### 5.1 Zona de estudio

El estado de Hidalgo se encuentra ubicado entre los 19°36' y 21°24' latitud N y los 97°58' y 99°54' longitud O (Fig. 2). El estado está enclavado en cuatro provincias fisiográficas: Faja Volcánica Transmexicana, Sierra Madre Oriental, llanura costera del Golfo de México y Altiplano Mexicano (Delgado y Márquez, 2006).

La población de La Manzana se ubica a los 20°52'22" N y 99°13'25" O del municipio de Zimapán, en el estado de Hidalgo; esta comunidad se encuentra a una elevación de 2500 msnm y presenta un tipo de vegetación de pino-encino (Fig. 3). La precipitación promedio anual es de 1088.4 mm y la temperatura media anual es de 20.2°C.

La segunda zona de estudio se localiza en la población llamada El Enzuelado, ubicada a 20°34'30" N y a 98°37'13" O, con una elevación de 1955 msnm, en el municipio de San Agustín Metzquitlán, Hidalgo (Fig. 4). El tipo de vegetación es de matorral xerófilo, la precipitación promedio anual es de 413.9 mm y la temperatura media anual es de 24°C (INEGI, 1992; Pavón y Meza-Sánchez, 2009).

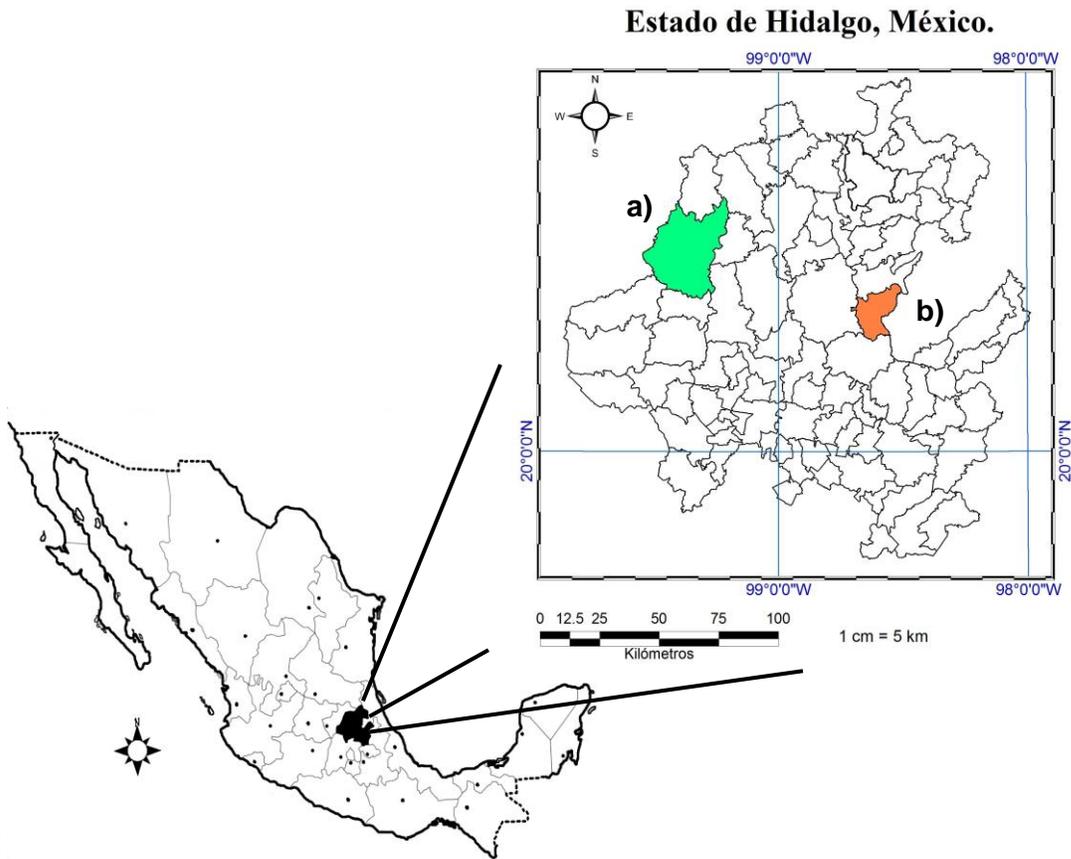


Figura 2. Ubicación de los municipios de a) Zimapán y b) San Agustín Metzquititlán, en el Estado de Hidalgo.



Figura 3. La Manzana, Zimapán, con bosque de pino-encino.



Figura 4. El Enzuelado, San Agustín Metzquititlán, con matorral xerófilo.

## 5.2 Trabajo de campo

Los datos que aquí se presentan se obtuvieron de las recolectas mensuales de la lagartija *Sceloporus minor* en un periodo de un año en las localidades antes mencionadas. Las recolectas se iniciaron a partir del 14 de abril del 2008 y terminaron el 21 de marzo del 2009; este método de muestreo fue con la finalidad de tener un seguimiento de las diferentes estaciones del año, y de esta forma establecer el ciclo del hígado y de los cuerpos grasos completos.

El tamaño total de la muestra para este trabajo fue de 145 ejemplares (69 machos y 76 hembras). Para la población de La Manzana se colectaron 71 ejemplares (32 machos y 39 hembras), y en El Enzuelado 74 ejemplares (37 machos y 37 hembras).

Las recolectas se realizaron de manera sistemática hasta tener un tamaño de muestra mensual de 6 ejemplares (tres machos y tres hembras) adultos. Los ejemplares se buscaron en los diferentes tipos de sustratos que usan las lagartijas (bardas de rocas). La captura de los ejemplares se realizó en días soleados, entre las 10:00-17:00 hrs, porque en este periodo de tiempo es cuando los organismos realizan sus actividades de forrajeo (Leyte-Manrique, 2006; Hernández-Salinas, 2007), de igual forma se eligió este periodo del día para reducir la probabilidad de registrar lagartijas con estómagos vacíos o contenido estomacal muy digerido (Quispitúpac y Pérez, 2009).

La técnica que se usó para la recolecta de los ejemplares fue la más común, capturándolos directamente con las manos o bien con ligas de hule del número cinco, en algunos casos fue conveniente utilizar pinzas, para sacarlos de grietas en rocas o en agujeros (Casas-Andreu *et al.*, 1991).

Una vez capturados los ejemplares, se tomaron *in situ* las medidas morfológicas de: longitud hocico-cloaca (LHC), longitud de la cola (LC), longitud total (LT) con el apoyo de un calibrador digital marca Mitutoyo (0.1mm);

adicionalmente se tomó el peso del cuerpo en gramos por medio de una balanza pesola (0.1g) marca Swiss.

### **5.3 Trabajo de laboratorio**

En el laboratorio, todos los especímenes recolectados fueron fotografiados antes de ser sacrificados, teniendo un registro de los patrones de coloración de los mismos. Una vez sacrificados mediante el método de congelación (que consiste en disminuir su metabolismo hasta detenerlo por completo), se fijaron con una solución de formol al 10%, inyectando varias dosis (dependiendo de la talla del organismo) en la región ventral del cuerpo; los organismos se introdujeron en una cámara húmeda durante cinco días, y posteriormente fueron lavados con agua corriente por una semana (directamente de la llave). Finalmente fueron conservados en alcohol al 70%. Cada ejemplar fue etiquetado con un acrónimo para llevar un control en una base de datos.

#### **5.3.1 Hábitos alimentarios**

Para determinar los hábitos alimentarios de los machos y las hembras de las dos poblaciones de *Sceloporus minor*, se realizó con la técnica propuesta por Acosta (1982). A cada ejemplar se le realizó una incisión en la región ventral para remover y extraer el estómago, cuerpos grasos e hígado. El contenido estomacal fue removido y pesado con ayuda de una balanza analítica digital marca ADAM® (con una precisión de 0.0001g), al mismo tiempo fue pesado el hígado y los cuerpos grasos, así como el peso lleno y vacío del estómago (Leyte-Manrique, 2006).

El contenido estomacal se colocó en una caja de Petri que contenía una parte de papel milimétrico, éste se separó e identificó el tipo de presa consumido por las lagartijas, de igual manera se calculó el volumen del contenido estomacal (Leyte-Manrique, 2006). Los insectos (enteros y semidigeridos) fueron identificados con el apoyo de claves dicotómicas (Borror y White, 1970) a nivel taxonómico de orden.

La determinación taxonómica de las presas se realizó con apoyo de un microscopio estereoscópico marca Lieder® para observar a detalle las estructuras de las presas (Ramírez-Bautista, 1995; Leyte-Manrique, 2006). Los caracteres diagnósticos que se consideraron en los insectos para su identificación fueron la cabeza, élitros, alas, patas y los cuerpos completos (Ver en Anexo, Figs. 20-31).

Posteriormente, se contó el número de presas (cuando se encontraron cuerpos completos se consideraron las características diagnosticas de cada orden, y en organismos incompletos fueron contados los cuerpos o cabezas de las presas) ingeridas por cada taxón y éstas fueron pesadas. Se requirió la ayuda de un especialista en insectos (M. en C. Imelda Menchaca Armenta) para las presas complicadas para su identificación, mientras que las presas que no se lograron identificar debido a que estaban demasiado digeridas, fueron agrupadas en la categoría de material no identificado (Ni).

### 5.3.2 Valor de importancia alimentaria

Para determinar el valor de importancia alimentaria ( $V_i.I$ ) de las presas consumidas por los machos y las hembras, se tomaron tres variables: 1) el peso de las presas de cada taxón, 2) la abundancia relativa, y 3) la frecuencia de aparición de las presas, esto representa la importancia de cada tipo de presa consumida por las lagartijas (Gadsden-Esparza y Palacios-Orona, 1995; Leyte-Manrique, 2006), para ello se aplicó la fórmula de  $V_i.I = P'i + A'i + C'i$  en donde:

$V_i.I$  = Valor de importancia del taxón

$P'i$  = Peso total del taxón /  $\sum P_i$  = peso total de todos los taxones;

$A'i$  = Número de presas pertenecientes al taxón /  $\sum A_i$  = número total de presas;

$C'i$  = Número de estómagos que tuvieron al taxón /  $\sum C_i$  = número total de estómagos; (Acosta, 1982).

### 5.3.3 Amplitud y solapamiento del nicho alimentario

Para determinar la amplitud y solapamiento del nicho alimentario de los machos y las hembras de *Sceloporus minor* de ambas poblaciones, se aplicó el índice de Levins ( $B$ ) con la fórmula:

$$B = \frac{1}{\sqrt{\sum p_j^2}}$$

donde:

$B$  = medición de la amplitud del nicho

$p_j$  = proporción de individuos encontrados en el estómago de las lagartijas

Para determinar si existe solapamiento alimentario entre ambos sexos, se empleó el índice de solapamiento del nicho alimentario entre los machos y las hembras, para ello se utilizó la fórmula del índice de Pianka ( $O_{jk}$ ):

$$O_{jk} = \frac{\sum p_{ij} P_{ik}}{\sum p_j^2 \sum p_k^2}$$

donde:

$O_{jk}$ : representa la medición del solapamiento de nicho alimentario;

$p_{ij}$  y  $P_{ik}$ : representan las proporciones de presas pertenecientes a la primera categoría (grupos alimenticios) que fueron utilizadas por los organismos  $j$  y  $k$  (machos y hembras; Gadsden-Esparza y Palacios-Orona, 1997).

Ambos índices Levins y Pianka fueron analizados con ayuda del programa Ecological Methodology versión 6.1.1 (Krebs, 1999).

#### 5.3.4 Dimensión de la mandíbula y tamaño de las presas

Se realizó una regresión lineal con ayuda del programa estadístico StatView (Abacus Concept, 1992) para analizar la relación del tamaño de las presas ingeridas con la dimensión de la mandíbula de las lagartijas. Se tomó como variable dependiente el tamaño de las presas ingeridas y como variable independiente el tamaño de la mandíbula de la lagartija.

La dimensión de la mandíbula de las lagartijas fue calculada midiendo y multiplicando la anchura y longitud, expresada en  $\text{mm}^3$ ; el volumen de las presas se calculó con el apoyo de una caja petri que contenía un papel milimétrico y con ayuda de un calibrador digital marca Mitutoyo® ( $\pm 0.01\text{mm}$ ), la anchura, longitud y altura de las presas más grandes y completas encontradas en el contenido estomacal (Ramírez-Bautista, 1995; Punzo, 2001; Abbadie-Bisogno, 2004). Finalmente, estos tres valores medidos fueron multiplicados, teniendo como resultado el volumen de las presas completas expresado en  $\text{mm}^3$ , sacando un promedio del tamaño de las presas por cada orden. Ambas variables (dimensión de la mandíbula y tamaño de las presas) fueron convertidas a  $\log_{10}$  para normalizar los datos (Ventura y Marra *et al.*, 2004).

Para determinar si existe diferencia entre las hembras y los machos de cada población en las características morfológicas de LHC, longitud de la mandíbula (LA) y ancho de la mandíbula (AM), se realizó una prueba estadística no paramétrica de U Mann-Whitney.

### **5.3.5 Variación mensual**

Se calculó la regresión de la LHC vs la masa del contenido estomacal, masa de los cuerpos grasos e hígado (todas las variables fueron transformadas en  $\log_{10}$ ) de los machos y de las hembras (Ramírez-Bautista *et al.*, 2000). En aquellas regresiones que resultaron ser positivas y significativas, se calcularon los residuales de las regresiones de la masa de los órganos (cuerpos grasos e hígado) y contenido estomacal sobre la LHC, y de esta forma se tienen las variables ajustadas (Schulte-Hostedde *et al.*, 2005). De ser así, se utilizaron estos residuales para determinar la variación mensual de sus masas.

La variación mensual fue determinada mediante ANOVAs, considerando como variables independientes los meses (efecto) en un periodo de un año y como variables dependientes, los pesos antes mencionados (Scheiner y Gurevitch, 2001).

## 6. Resultados

### 6.1 Hábitos alimentarios y presas consumidas en ambas poblaciones

Se determinó que la lagartija *Sceloporus minor*, en ambas poblaciones tiene una dieta de tipo omnívora (consumo de insectos y material vegetal), siendo los grupos de presas que la componen: Hymenoptera, Coleoptera, Hemiptera, Homoptera, Lepidoptera, Orthoptera, Araneae, Diptera, Dermaptera, Phasmida, Isopoda, Sauria y material vegetal (Figs. 5 y 6). Es importante mencionar que el 46% de las lagartijas examinadas tenían en el interior del estómago restos vegetales, además de que en algunos estómagos revisados de los machos (N= 14), se encontró materia mineral y parásitos, con un peso promedio de  $0.008 \pm 0.002$  g ( $0.000110 - 0.029$ ), y para las hembras (N= 17), con un peso promedio de  $0.007 \pm 0.002$  g ( $0.0002 - 0.026$ ).

De los 145 estómagos revisados de *S. minor*, se cuantificaron e identificaron un total de 1498 presas completas e incompletas, de las cuales 947 fueron presas consumidas por las lagartijas de la población de La Manzana, y 551 de El Enzuelado. La dieta en la población de La Manzana está compuesta por once grupos taxonómicos y materia vegetal, mientras que la población de El Enzuelado comprende nueve grupos taxonómicos y materia vegetal (Cuadro 1; Fig. 7).

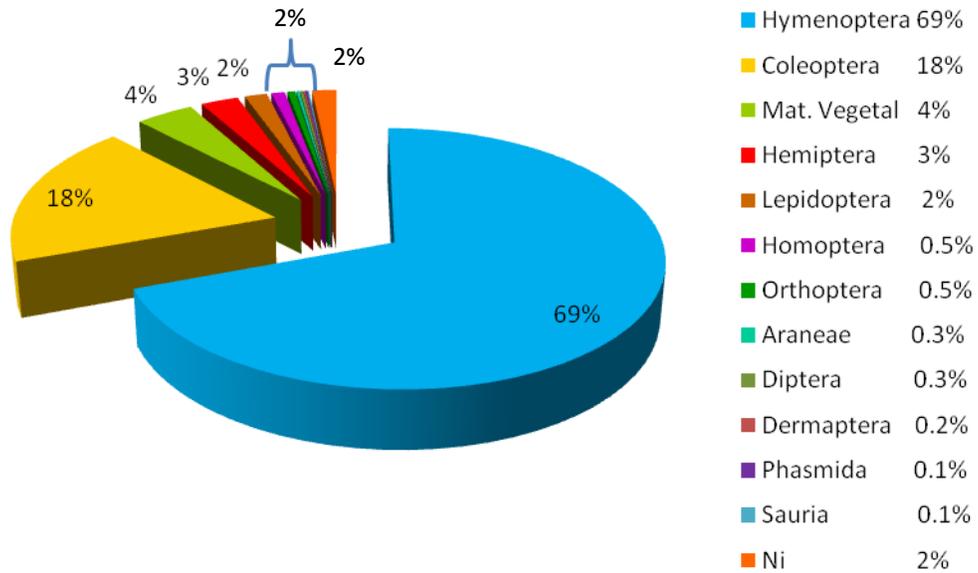


Figura 5. Tipos de presas consumidas por las hembras y los machos de *Sceloporus minor* de la población de La Manzanilla. Las presas representadas con un porcentaje menor al 2% son: Homoptera, Orthoptera, Araneae, Diptera, Dermaptera, Phasmida y Sauria.

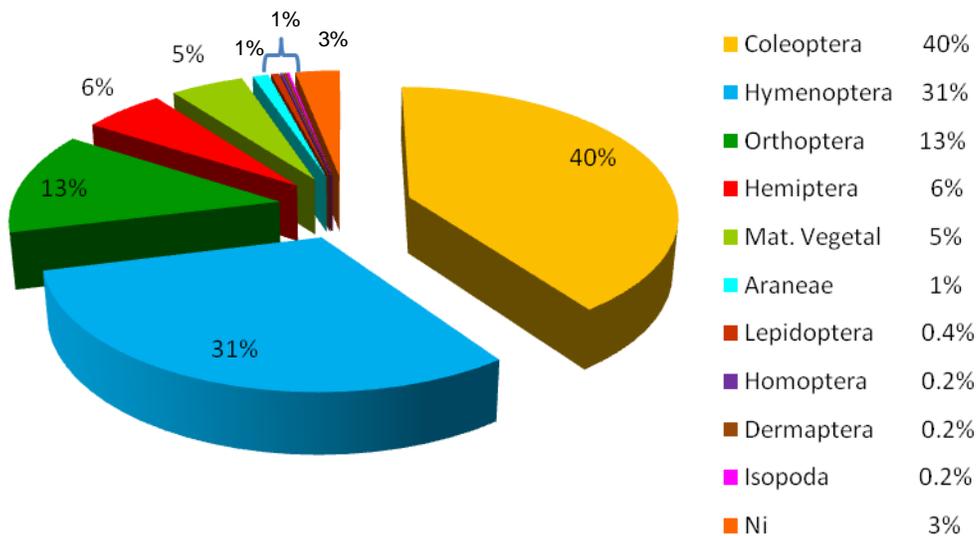


Figura 6. Tipos de presas consumidas por las hembras y los machos de *Sceloporus minor* de la población de El Enzuelado. Las presas representadas con un porcentaje menor al 1% son: Lepidoptera, Homoptera, Dermaptera e Isopoda.

Cuadro 1. Tipos de presas consumidas por la lagartija *Sceloporus minor* en dos poblaciones del Estado de Hidalgo, México. **NER**: número de estómagos revisados, **NP**: número de presas y **Ni**: material no identificado.

	La Manzana	El Enzuelado
<b>NER</b>	71	74
	<b>NP</b>	<b>NP</b>
<b>Tipos de presas</b>		
Hymenoptera	174	221
Coleoptera	657	171
Orthoptera	5	71
Hemiptera	25	31
Homoptera	9	1
Lepidoptera	15	3
Araneae	2	6
Dermaptera	1	1
Diptera	2	--
Isopoda	--	1
Phasmida	1	--
Sauria	1	--
Material vegetal	39	28
Ni	16	17
<b>Presas totales</b>	<b>947</b>	<b>551</b>

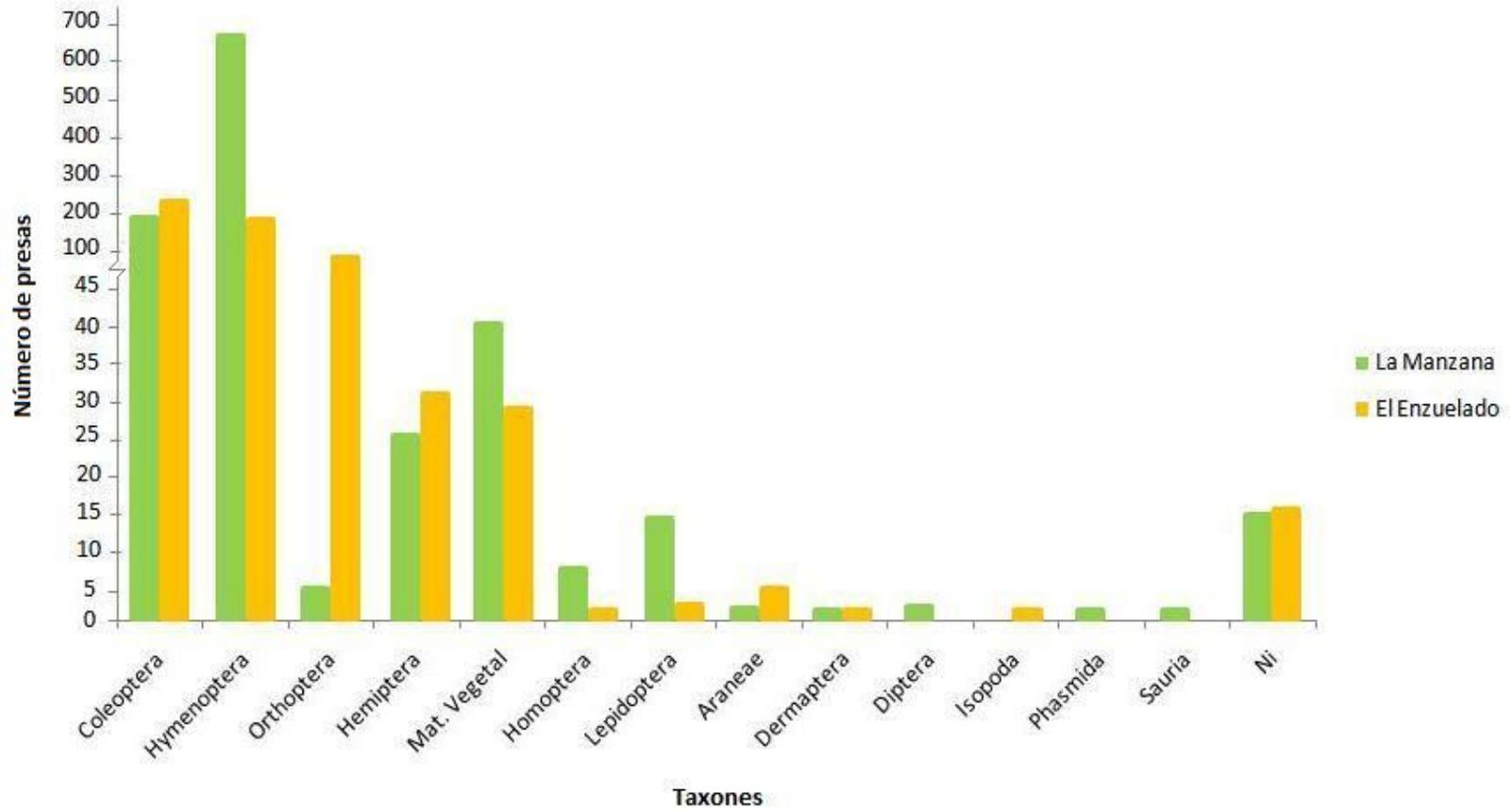


Figura 7. Presas consumidas por la lagartija *Sceloporus minor* en dos poblaciones del Estado de Hidalgo, México.

### **6.1.1 Población La Manzana, Zimapán**

Se encontraron nueve tipos de presas distintas consumidas por las hembras de la población de La Manzana, con un porcentaje en abundancia de 72% en Hymenoptera, 18% en Coleoptera, 3% en material vegetal, 2% en Hemiptera, 2% en Lepidoptera, 1% en Orthoptera y el 2% distribuido en los órdenes Homoptera, Araneae, Diptera y material no identificado (Ni; Fig. 8). Los machos consumieron once tipos de presas, Hymenoptera (abundancia de 65%), Coleoptera (18%), material vegetal (6%), Hemiptera (4%), Homoptera (2%), Lepidoptera (2%), el 2% distribuido en los órdenes Orthoptera, Dermaptera, Diptera, Phasmida, Sauria y el 2% en Ni (Fig. 9).

La abundancia por tipo de presas consumidas con mayor frecuencia de consumo, en las hembras se encontraron 422 individuos y en los machos 235 del orden Hymenoptera, 108 presas del orden Coleoptera se encontraron en hembras, y 66 en machos; 19 y 20 restos de material vegetal fueron consumidos por las hembras y los machos, respectivamente (Cuadro 2; Fig. 10).

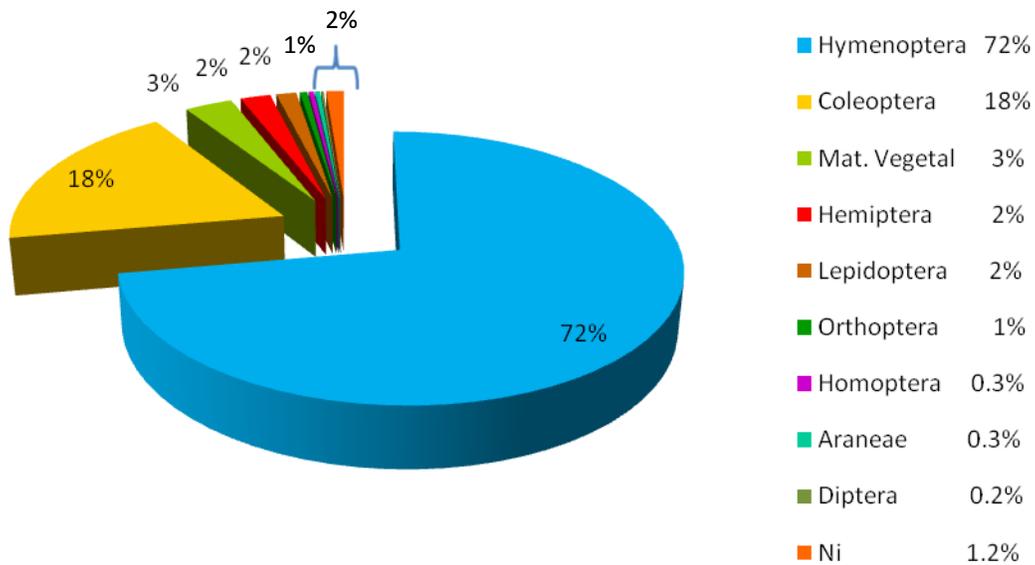


Figura 8. Tipos de presas consumidas por las hembras de la población de La Manzanita. Las presas representadas con un porcentaje menor al 2 % son: Homoptera, Araneae, Diptera y Ni.

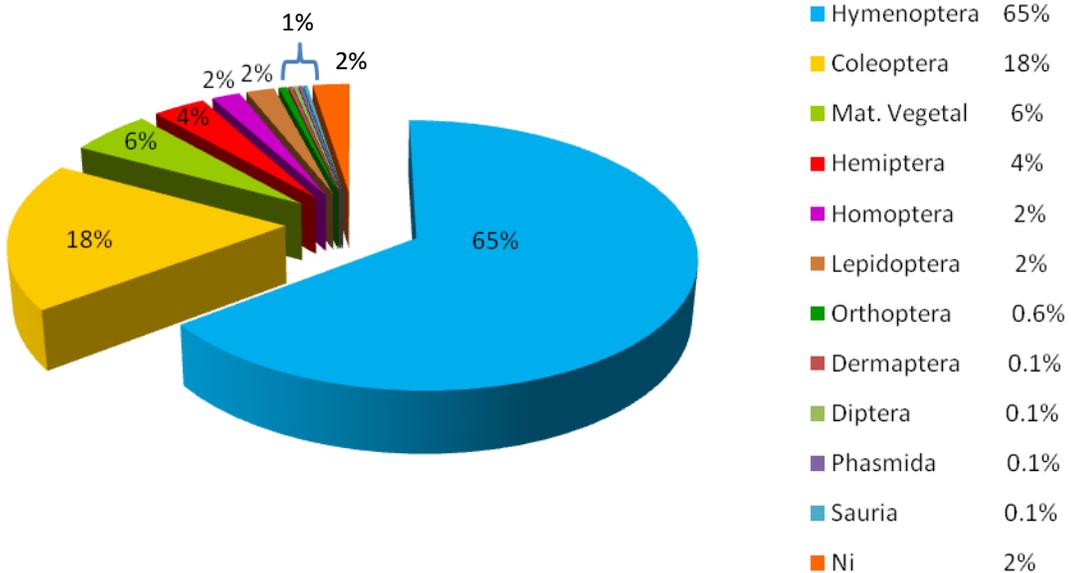


Figura 9. Tipos de presas consumidas por los machos de la población de La Manzanita. Las presas representadas con un porcentaje menor al 1% son: Orthoptera, Dermaptera, Diptera, Phasmida y Sauria.

Cuadro 2. Tipos de presas consumidas por las hembras y los machos de la lagartija *Sceloporus minor* en la población de La Manzana. **NER**: número de estómagos revisados, **NP**: número de presas y **Ni**: material no identificado.

La Manzana		
	Hembras	Machos
<b>NER</b>	39	32
	<b>NP</b>	<b>NP</b>
<b>Tipos de presas</b>		
Hymenoptera	422	235
Coleoptera	108	66
Material vegetal	19	20
Hemiptera	12	13
Lepidoptera	8	7
Homoptera	2	7
Orthoptera	3	2
Dermaptera	--	1
Diptera	1	1
Araneae	2	--
Phasmida	--	1
Sauria	--	1
Isopoda	--	--
Ni	7	9
<b>Presas totales</b>	<b>584</b>	<b>363</b>

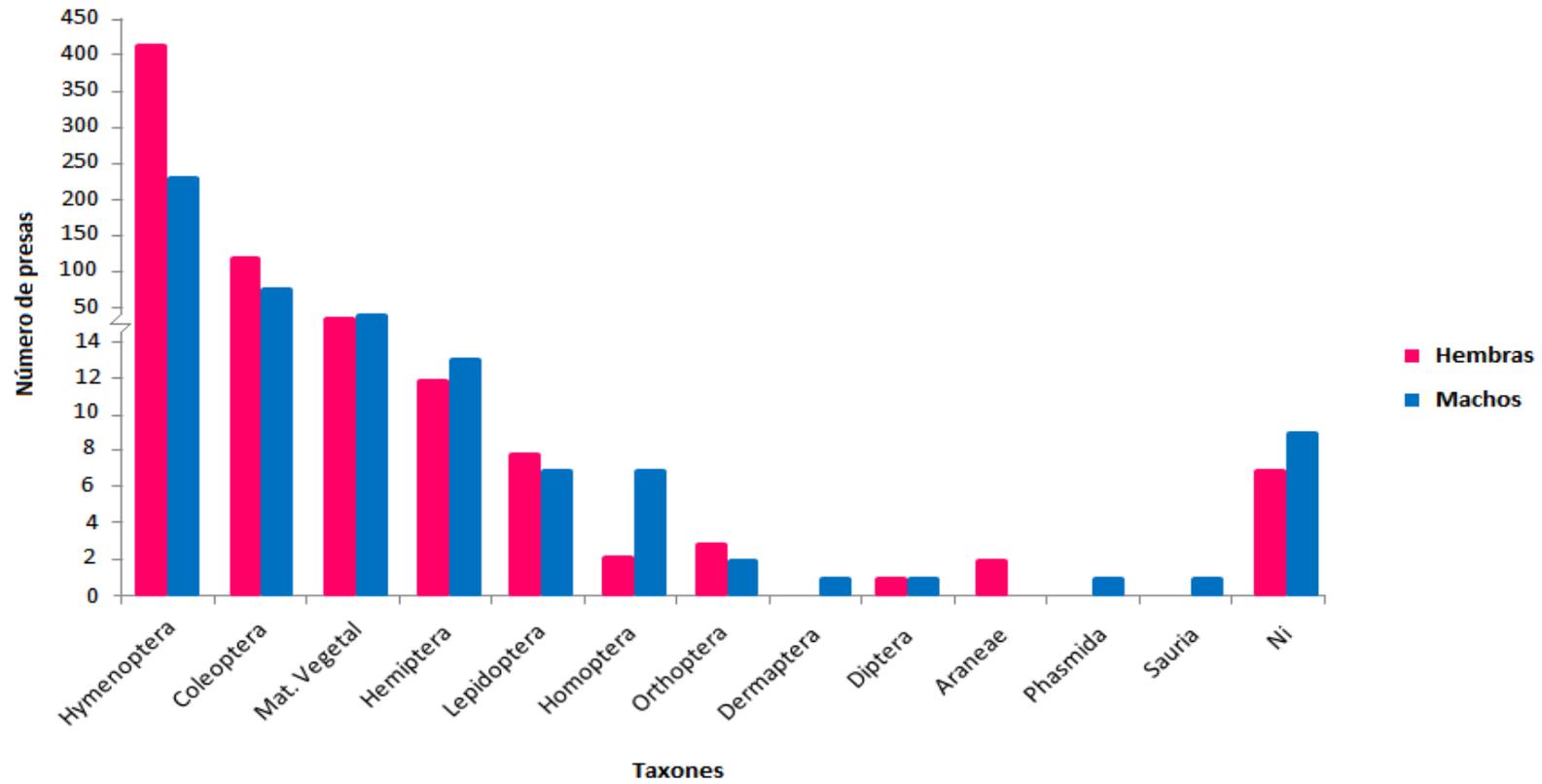


Figura 10. Presas consumidas por las hembras y los machos de *Sceloporus minor* en la población de La Manzana.

### **6.1.2 Población El Enzuelado, San Agustín Metzquititlán**

Se encontraron nueve tipos de presas consumidas por las hembras de la población de El Enzuelado, con un porcentaje en abundancia de 39% en Hymenoptera, 37% en Coleoptera, 12% en Orthoptera, 4% en materia vegetal, 3% en Hemiptera, el 2% distribuido en los órdenes Araneae, Homoptera, Dermaptera, Isopoda, y el 3% en material no identificado (Ni; Fig. 11). Los machos consumieron siete tipos de presas, Coleoptera (abundancia de 45%), Hymenoptera (20%), Orthoptera (14%), Hemiptera (9%), materia vegetal (7%), Lepidoptera (1%), Araneae (1%), y Ni (3%; Fig. 12).

Por otra parte, la abundancia por tipo de presa consumida con mayor frecuencia, en las hembras se encontraron 126 presas, y en los machos, 45 del orden Hymenoptera, del orden Coleoptera, 119 individuos en hembras y 102 en machos; 38 y 33 individuos del orden Orthoptera fueron encontrados en las hembras y los machos, respectivamente (Cuadro 3; Fig.13).

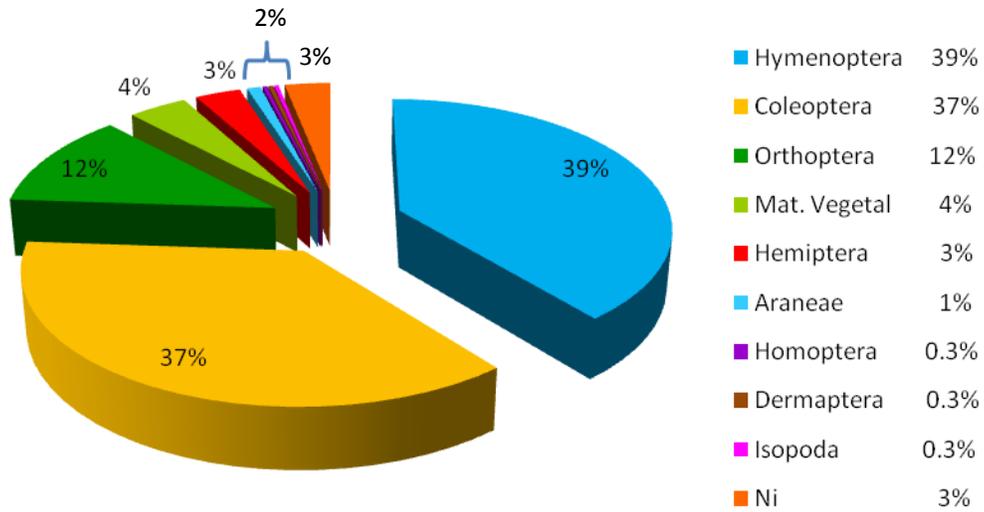


Figura 11. Tipos de presas consumidas por las hembras de la población de El Enzuelado. Las presas representadas con un porcentaje menor al 2% son: Homoptera, Dermaptera e Isopoda.

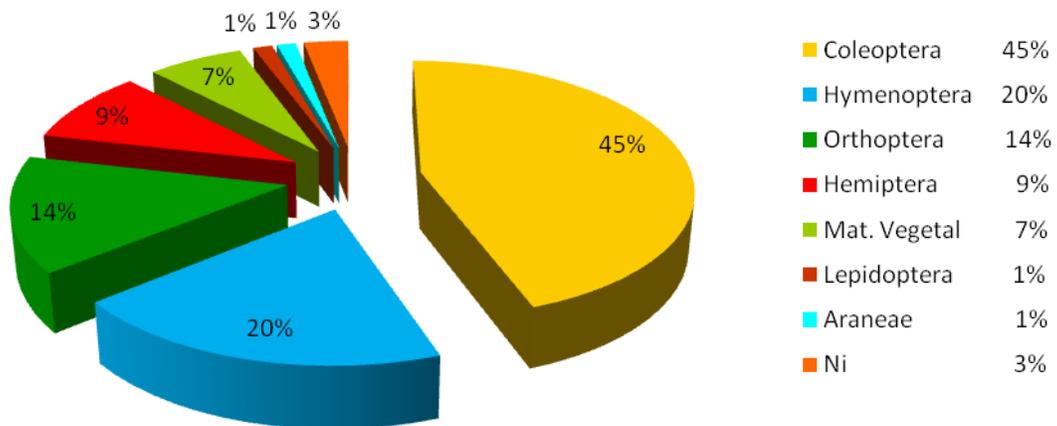


Figura 12. Tipos de presas consumidas por los machos de la población de El Enzuelado.

Cuadro 3. Tipos de presas consumidas por las hembras y los machos de la lagartija *Sceloporus minor* en la población de El Enzuelado. **NER**: número de estómagos revisados, **NP**: número de presas y **Ni**: material no identificado.

El Enzuelado		
	Hembras	Machos
NER	37	37
	NP	NP
Tipos de presas		
Hymenoptera	126	45
Coleoptera	119	102
Orthoptera	38	33
Hemiptera	10	21
Material vegetal	13	15
Lepidoptera	--	3
Homoptera	1	--
Dermaptera	1	--
Diptera	--	--
Araneae	3	3
Phasmida	--	--
Sauria	--	--
Isopoda	1	--
Ni	10	7
Presas totales	322	229

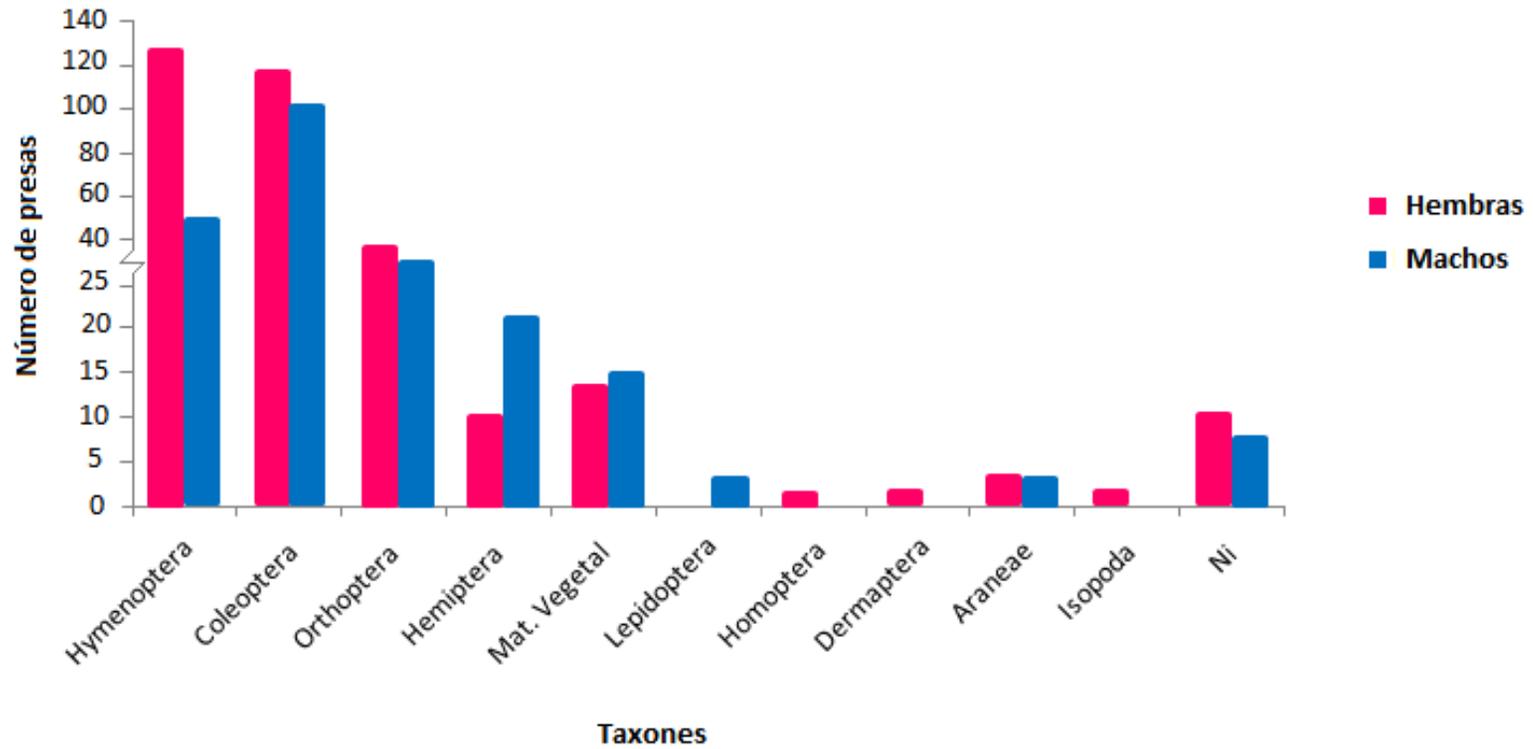


Figura 13. Presas consumidas por las hembras y los machos de *Sceloporus minor* en la población de El Enzuelado.

## 6.2 Valor de importancia alimentaria

### 6.2.1 Valor de importancia alimentaria, La Manzana

Se determinó la dieta de las hembras y de los machos de *Sceloporus minor* de cada población. En la población de La Manzana, los grupos taxonómicos con mayor valor de importancia fueron los órdenes Hymenoptera (2.10) y Coleoptera (1.17; Cuadro 4).

En el caso de las hembras, los grupos taxonómicos con mayor importancia alimentaria fueron los del orden Hymenoptera (2.29) y Coleoptera (1.09; Cuadro 5). Así también, los machos presentaron una dieta con un valor de importancia de 1.97 para el orden Hymenoptera y 1.22 para Coleoptera (Cuadro 5).

Cuadro 4. Valor de importancia alimentaria (Vi.I) de *Sceloporus minor* de ambas poblaciones. Los valores en negritas indican el valor de importancia mayor; **Ni**: material no identificado.

Orden	La Manzana				El Enzuelado			
	No. de presas	% de presas	Peso (g)	Vi.I.	No. de presas	% de presas	Peso (g)	Vi.I.
Hymenoptera	<b>657</b>	<b>69.38</b>	<b>3.80</b>	<b>2.103</b>	171	31.04	1.06	0.847
Coleoptera	<b>174</b>	<b>18.40</b>	<b>2.60</b>	<b>1.176</b>	<b>221</b>	<b>40.10</b>	<b>6.28</b>	<b>1.585</b>
Orthoptera	5	0.53	0.12	0.090	<b>71</b>	<b>12.89</b>	<b>6.26</b>	<b>1.203</b>
Mat. Vegetal	39	4.12	1.19	1.096	28	5.08	2.24	0.562
Hemiptera	25	2.64	0.36	0.312	31	5.63	0.40	0.324
Lepidóptera	15	1.58	0.33	0.181	3	0.54	0.14	0.055
Homoptera	8	0.84	0.0005	0.067	1	0.18	0.0004	1.053E-02
Araneae	2	0.21	0.0075	0.031	6	1.09	0.11	0.099
Dermaptera	1	0.11	0.0028	0.015	1	0.18	0.02	0.017
Diptera	2	0.21	0.0005	3.03E-02	-----	-----	-----	-----
Phasmida	1	0.11	0.105	0.027	-----	-----	-----	-----

Cuadro 4. Continuación.

	La Manzana				El Enzuelado			
	No. de presas	% de presas	Peso (g)	Vi.l.	No. de presas	% de presas	Peso (g)	Vi.l.
Orden Sauria	1	0.11	0.1904	0.037	-----	-----	-----	-----
Isópoda	-----	-----	-----	-----	1	0.18	0.0034	0.015
Ni	17	1.80	0.33	0.296	17	3.09	0.29	0.278

### 6.2.2 Valor de importancia alimentaria, El Enzuelado

En la población de El Enzuelado, los grupos taxonómicos de insectos con mayor valor de importancia consumidos por las hembras y los machos fueron los órdenes Coleoptera (1.59) y Orthoptera (1.20; Cuadro 4).

El valor de importancia alimentaria (Vi.l) para las hembras, se presentó en los grupos de los órdenes Coleoptera (1.68) y Orthoptera (1.14; Cuadro 5). El mismo patrón se presentó para los machos, los grupos con un mayor valor de importancia fueron los del orden Coleoptera con 1.52 y Orthoptera con 1.26 (Cuadro 5).

Cuadro 5. Valor de importancia alimentaria (Vi.l) de *Sceloporus minor* entre sexos en ambas poblaciones. Los valores en negritas indican el valor de importancia mayor; **Ni**: material no identificado.

Orden	La Manzana				El Enzuelado			
	Hembras		Machos		Hembras		Machos	
	No. de presas	Vi.l.						
Hymenoptera	<b>422</b>	<b>2.294</b>	<b>235</b>	<b>1.967</b>	126	1.009	45	0.677
Coleoptera	<b>108</b>	<b>1.087</b>	<b>66</b>	<b>1.216</b>	<b>119</b>	<b>1.676</b>	<b>102</b>	<b>1.516</b>
Mat. Vegetal	19	0.635	20	0.838	13	0.480	15	0.634
Orthoptera	3	0.090	2	0.087	<b>38</b>	<b>1.138</b>	<b>33</b>	<b>1.257</b>

Cuadro 5. Continuación.

	La Manzana				El Enzuelado			
	Hembras		Machos		Hembras		Machos	
	No. de presas	Vi.l.	No. de presas	Vi.l.	No. de presas	Vi.l.	No. de presas	Vi.l.
<b>Orden</b>								
Hemiptera	12	0.295	13	0.316	10	0.153	21	0.501
Homoptera	1	2.78E-02	7	0.114	1	3.032E-02	-----	-----
Lepidoptera	8	0.221	7	0.143	-----	-----	3	0.109
Araneae	2	0.057	-----	-----	3	0.099	3	0.100
Dermaptera	-----	-----	1	0.035	1	0.034	-----	-----
Diptera	1	0.027	1	3.40E-02	-----	-----	-----	-----
Phasmida	-----	-----	1	0.055	-----	-----	-----	-----
Isópoda	-----	-----	-----	-----	1	0.035	-----	-----
Ni	8	0.246	9	0.354	10	0.325	7	0.234

### 6.3 Amplitud y solapamiento del nicho alimentario

#### 6.3.1 Amplitud del nicho alimentario

En la población de La Manzana, la amplitud del nicho alimentario para las hembras fue de  $B= 0.094$  y en los machos de  $B= 0.108$ , por lo que, los machos consumen un mayor número de taxones que las hembras, siendo los recursos más utilizados para ambos sexos, los órdenes Hymenoptera y Coleoptera. Sin embargo, en la población de El Enzuelado, la amplitud fue mayor, con un valor de  $B= 0.258$  en las hembras y de  $B= 0.412$  para los machos; los machos consumen un mayor número de taxones que las hembras, el recurso más utilizado por ambos sexos fueron los órdenes Coleoptera y Orthoptera.

### 6.3.2 Solapamiento del nicho alimentario

Para la población de La Manzana, se observó un alto solapamiento entre hembras y machos  $O_{jk}=0.998$  a 1, con un porcentaje del 92.83% a 100%; mientras que las hembras y los machos de la población de El Enzuelado, presentaron un solapamiento de  $O_{jk}=0.917$  a 1, con un porcentaje del 78.92% a 100%.

### 6.4 Relación entre las dimensiones de la mandíbula de los depredadores y el tamaño de las presas

#### 6.4.1 Población La Manzana

El análisis de regresión demostró que no existe una relación significativa entre la dimensión de la mandíbula del depredador y el tamaño de las presas ingeridas en las hembras ( $r^2 = 0.107$ ,  $F_{1,8} = 0.955$ ,  $P > 0.05$ ; Fig. 14) y en los machos ( $r^2 = 0.005$ ,  $F_{1,5} = 0.027$ ,  $P > 0.05$ ; Fig. 15).

Una prueba no paramétrica de U Mann-Whitney mostró que existen diferencias en las estructuras morfológicas [LHC, longitud de la mandíbula (LM), y ancho de la mandíbula (AM) en ambos sexos; Cuadro 6]. Esta prueba indicó que estas estructuras son más grandes en los machos.

Cuadro 6. Caracteres morfológicos de *Sceloporus minor* de ambos sexos en la población de La Manzana.

Carácter	Hembras	Machos	P
LHC (mm)	64.8 ± 1.13 (41.60-87.00)	70.1 ± 1.68 (53.60-100.00)	< 0.05
Longitud Mandíbula (mm)	11.6 ± 0.30 (7.53-14.90)	12.8 ± 0.38 (10.10-17.60)	< 0.05
Ancho Mandíbula (mm)	12.3 ± 0.26 (8.13-16.10)	13.7 ± 0.36 (10.70-19.00)	< 0.05

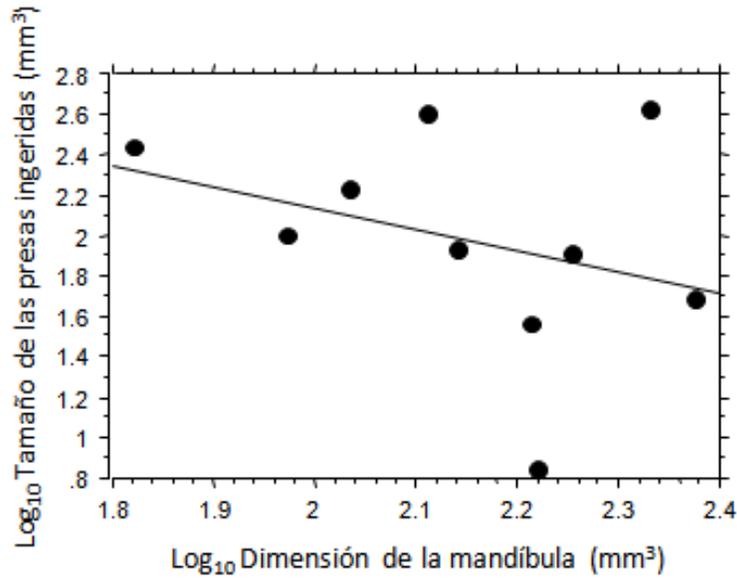


Figura 14. Relación entre las dimensiones de la mandíbula y el tamaño de las presas ingeridas por las hembras de *Sceloporus minor* en la población de La Manzana.

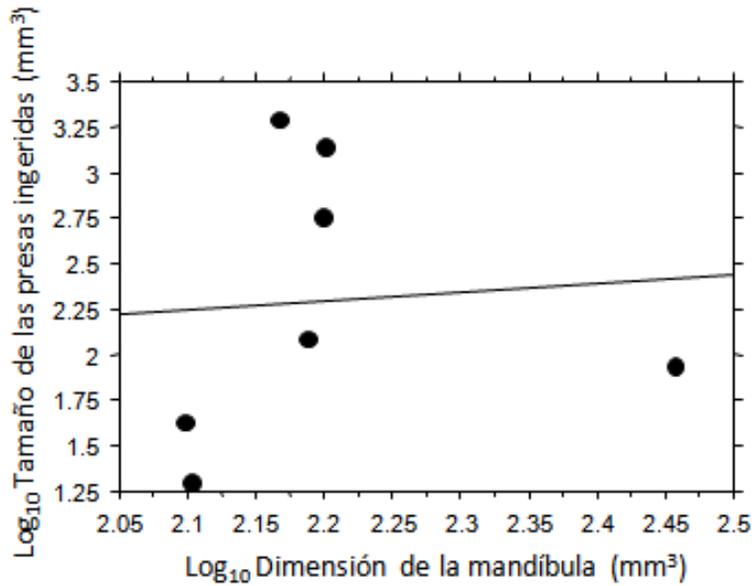


Figura 15. Relación entre las dimensiones de la mandíbula y el tamaño de las presas ingeridas por los machos de *Sceloporus minor* en la población de La Manzana.

#### 6.4.2 Población El Enzuelado

El análisis de regresión demostró que no existe una relación significativa entre las dimensiones de la mandíbula del depredador y el tamaño de las presas ingeridas en las hembras ( $r^2 = 0.041$ ,  $F_{1,9} = 0.382$ ,  $P > 0.05$ ; Fig. 16) y en los machos ( $r^2 = 0.141$ ,  $F_{1,11} = 1.807$ ,  $P > 0.05$ ; Fig. 17).

Al comparar los caracteres morfológicos de las hembras y de los machos de esta población, se encontraron diferencias significativas en los caracteres de longitud de la mandíbula (LM) y ancho de la mandíbula (AM), pero no en la longitud hocico-cloaca (LHC) entre sexos (Cuadro 7).

Cuadro 7. Caracteres morfológicos de *Sceloporus minor* de ambos sexos en la población de El Enzuelado.

Carácter	Hembras	Machos	P
LHC (mm)	72.1 ± 1.02 (55.26-92.91)	75.7 ± 1.45 (59.22-98.40)	> 0.05
Longitud Mandíbula (mm)	12.5 ± 0.33 (9.30-17.70)	14.1 ± 0.43 (9.85-18.40)	< 0.05
Ancho Mandíbula (mm)	13.5 ± 0.28 (9.50-18.80)	14.7 ± 0.28 (11.23-18.00)	< 0.05

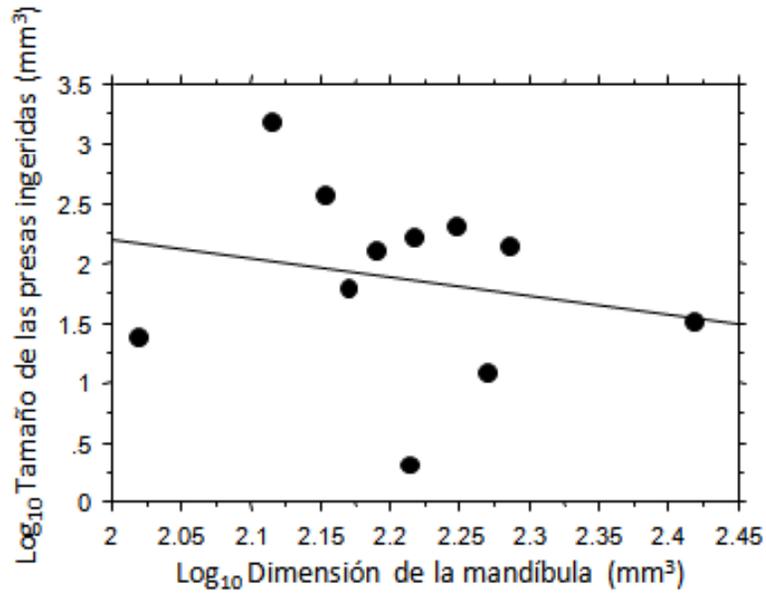


Figura 16. Relación entre las dimensiones de la mandíbula y el tamaño de las presas ingeridas por las hembras de *Sceloporus minor* en la población de El Enzuelado.

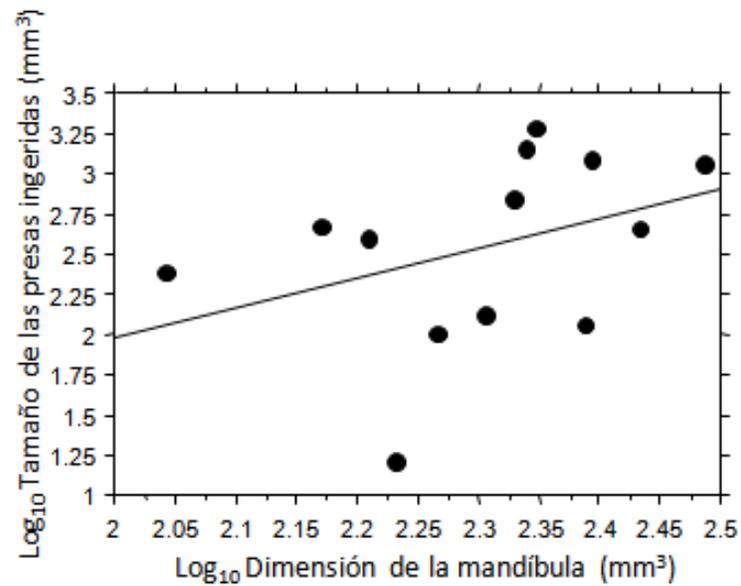


Figura 17. Relación entre las dimensiones de la mandíbula y el tamaño de las presas ingeridas por los machos de *Sceloporus minor* en la población de El Enzuelado.

## 6.5 Variación mensual

### 6.5.1 Población La Manzana

Un análisis de regresión mostró que la LHC de los machos influyó en la masa del hígado ( $r^2 = 0.56$ ,  $F_{1,37} = 37.86$ ,  $P = 0.0001$ ), pero no en la masa de los cuerpos grasos ( $r^2 = 0.01$ ,  $F_{1,30} = 0.44$ ,  $P = 0.5140$ ) ni en la masa del contenido estomacal ( $r^2 = 0.08$ ,  $F_{1,30} = 2.58$ ,  $P = 0.1190$ ). La LHC de las hembras se relacionó con la masa del hígado ( $r^2 = 0.34$ ,  $F_{1,37} = 18.97$ ,  $P < 0.0001$ ), masa de los cuerpos grasos ( $r^2 = 0.10$ ,  $F_{1,30} = 4.14$ ,  $P = 0.05$ ), pero no con la masa del contenido estomacal ( $r^2 = 0.03$ ,  $F_{1,37} = 0.1190$ ,  $P = 0.2902$ ).

En los machos, la masa del hígado presentó un incremento de abril a julio, con los valores más altos en enero ( $x = 0.366 \pm 0.120$  g), junio ( $0.746 \pm 0.173$  g) y octubre ( $0.468 \pm 0.127$  g); en las hembras se presentó un patrón similar, con incrementos en los mismos meses, con un valor mayor en julio ( $0.477 \pm 0.076$  g); ambos sexos presentaron un decremento en la masa del hígado de febrero a marzo (Fig. 18a).

La masa de los cuerpos grasos de los machos tuvo un incremento de junio a septiembre, con un valor más alto en junio ( $0.451 \pm 0.062$  g); mientras que las hembras tienen un patrón similar con un incremento de abril a septiembre y un mayor valor en julio ( $0.532 \pm 0.054$  g); los machos presentaron valores menores de marzo a mayo, por otra parte, las hembras mostraron valores menores de febrero a marzo, presentando diferencias significativas entre ellos (Fig. 18b).

La masa del contenido estomacal de los machos mostró un incremento de febrero a junio, con un valor más alto en noviembre ( $0.653 \pm 0$  g); por otra parte, en las hembras, la masa del contenido estomacal presentó un valor alto en mayo ( $0.406 \pm 0.163$  g), permaneciendo de forma constante hasta septiembre; la masa menor fue de julio a octubre, sin cambios significativos. Mientras que los pesos menores se presentaron de enero a marzo, cuando los machos presentan un incremento en su masa (Fig. 18c).

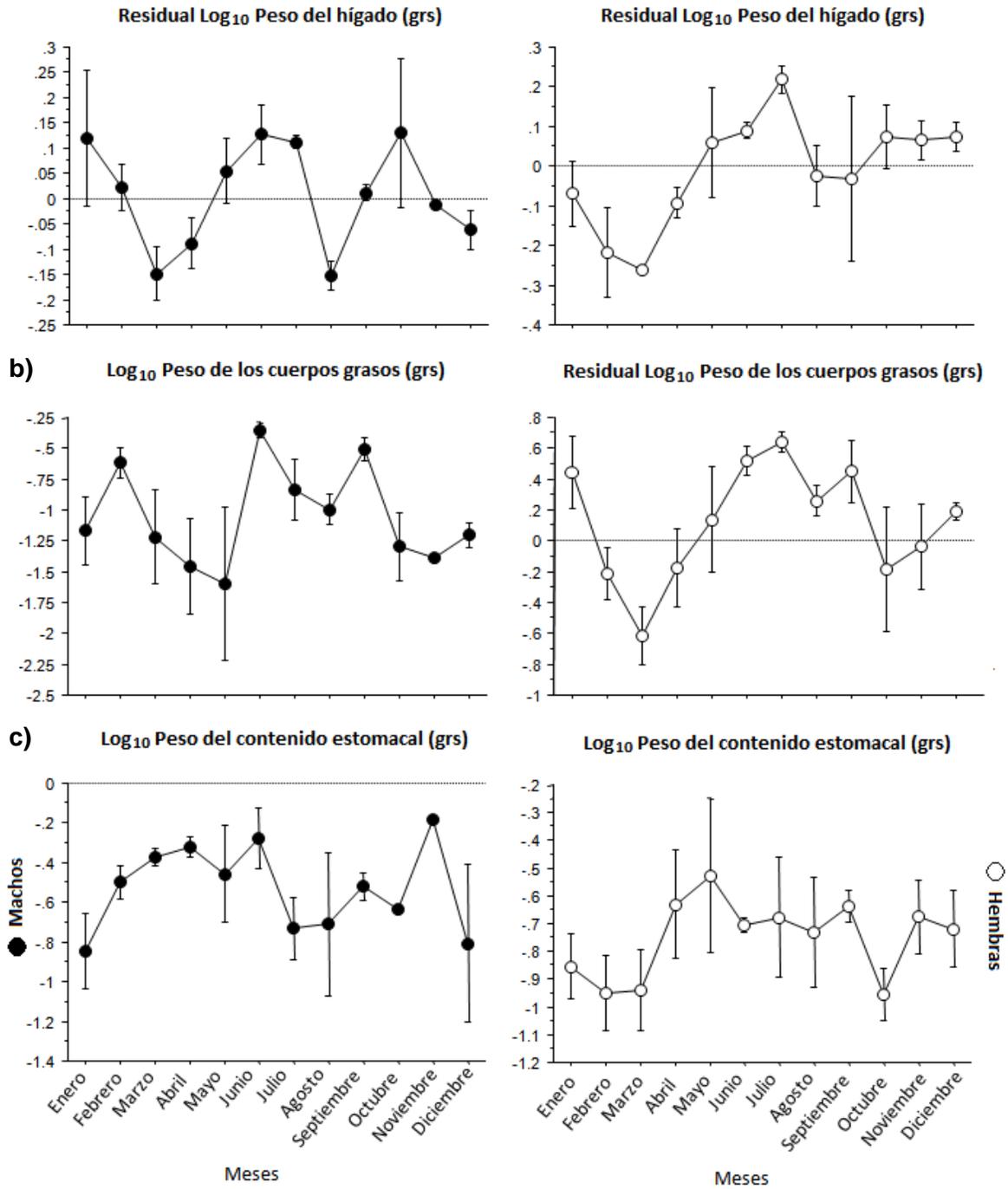


Figura 18. Variación mensual de la biomasa de los machos (izquierda) y las hembras (derecha) de *Sceloporus minor* en la población de La Manzana. Las barras muestran las medias ( $\pm$ EE) de la masa del a) hígado, b) cuerpos grasos y c) contenido estomacal; (grs= gramos).

### 6.5.2 Población El Enzuelado

El análisis de regresión mostró que la LHC de los machos influyó en la masa del hígado ( $r^2 = 0.50$ ,  $F_{1,35} = 34.44$ ,  $P < 0.0001$ ), masa de los cuerpos grasos ( $r^2 = 0.45$ ,  $F_{1,35} = 29.04$ ,  $P < 0.0001$ ), pero no en la masa del contenido estomacal ( $r^2 = 0.20$ ,  $F_{1,35} = 0.73$ ,  $P = 0.3982$ ); de la misma forma, la LHC de las hembras se relacionó con la masa del hígado ( $r^2 = 0.42$ ,  $F_{1,35} = 25.20$ ,  $P < 0.0001$ ) y cuerpos grasos ( $r^2 = 0.22$ ,  $F_{1,35} = 9.36$ ,  $P = 0.0038$ ), pero no con la masa del contenido estomacal ( $r^2 = 0.07$ ,  $F_{1,35} = 2.48$ ,  $P = 0.1240$ ).

En los machos, la masa del hígado presentó un incremento de abril a diciembre, con un valor más alto en diciembre ( $x = 0.658 \pm 0.148$  g); mientras que en las hembras, la masa se mantuvo constante de mayo a noviembre, con un valor alto en noviembre ( $0.607 \pm 0.167$  g); ambos sexos presentaron valores menores en la masa del hígado de enero a mayo, sin variaciones significativas (Fig. 19a).

La masa de los cuerpos grasos en los machos mostró un incremento de mayo a julio, con un valor alto en febrero ( $0.384 \pm 0.139$  g); sin embargo, ésta comienza a incrementar de nuevo de noviembre a febrero; mientras que las hembras presentaron incrementos de mayo a noviembre, con un valor alto en noviembre ( $0.563 \pm 0.167$  g), cuando los machos presentaron valores menores en la masa de agosto a noviembre; ambos sexos presentaron valores menores de enero a abril (Fig. 19b).

La masa del contenido estomacal de los machos presentó un incremento de marzo a junio, con un valor alto en diciembre ( $0.877 \pm 0.167$  g); por su parte, las hembras presentaron un incremento de mayo a octubre, con un valor alto en octubre ( $0.515 \pm 0.170$  g); ésta varió de febrero a mayo en ambos sexos, cuando los machos incrementaron su masa del contenido estomacal, las hembras presentan valores menores (Fig. 19c).

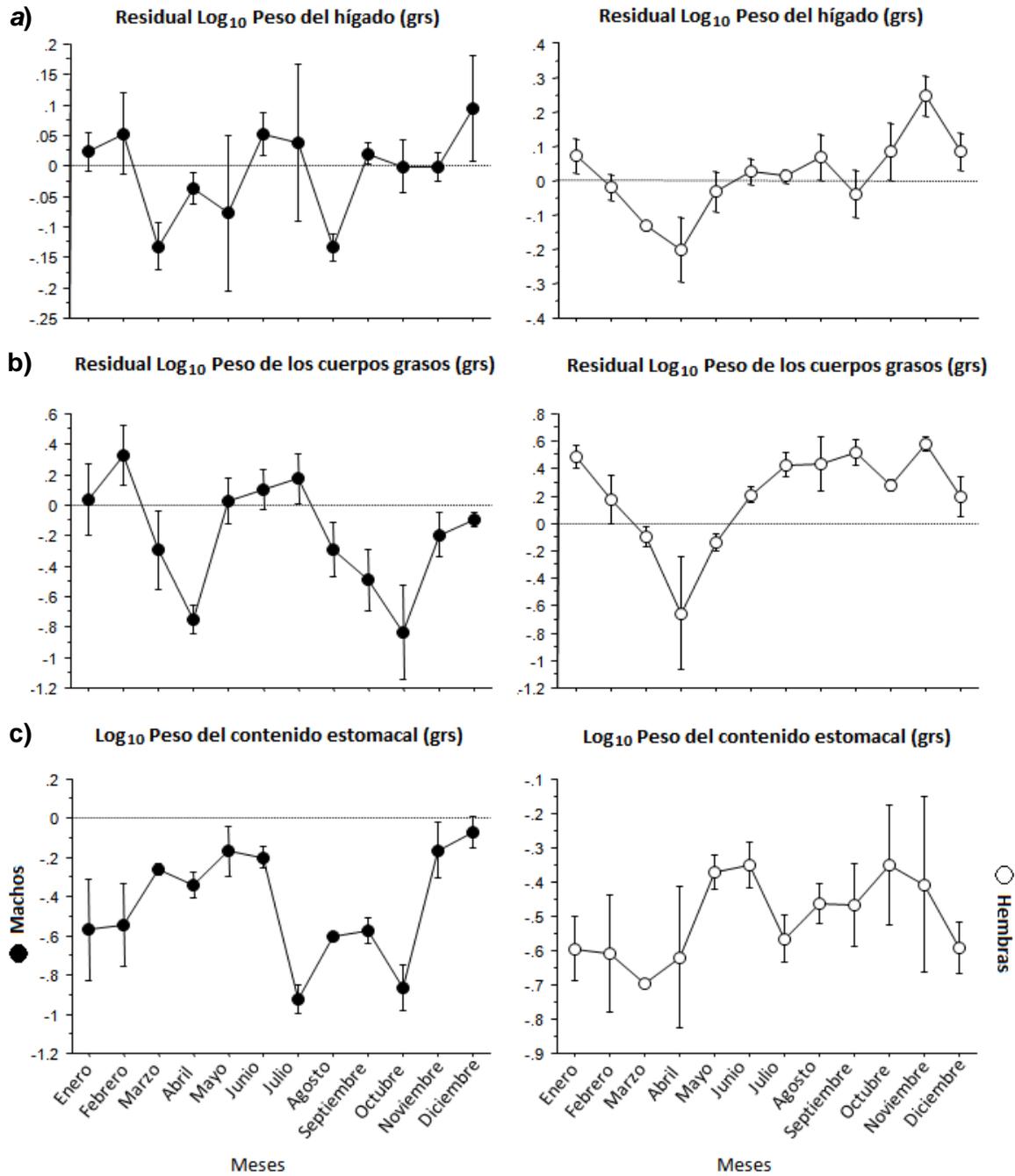


Figura 19. Variación mensual de la biomasa de los machos (izquierda) y las hembras (derecha) de *Sceloporus minor* en la población de El Enzuelado. Las barras muestran las medias ( $\pm$ EE) de la masa del a) hígado, b) cuerpos grasos y c) contenido estomacal; (grs= gramos).

## 7. Discusión

### 7.1 Hábitos alimentarios

Los hábitos alimentarios de las hembras y de los machos de la lagartija *Sceloporus minor* de ambas poblaciones, representan una dieta omnívora, consumiendo principalmente insectos, siendo los himenópteros, coleópteros, ortópteros y el material vegetal, las categorías alimentarias con mayor índice de consumo. El consumo de insectos es similar a lo encontrado en otros estudios, por ejemplo, en poblaciones de *S. grammicus* (Leyte-Manrique, 2006; Hernández-Jiménez, 2008). Estos estudios muestran que en hábitats con tipo de vegetación xerófila, *S. grammicus* prefiere una dieta de coleópteros, himenópteros, y el canibalismo en menor grado (Leyte-Manrique, 2006). El mismo patrón alimentario encontrado en las dos poblaciones de *S. minor* se presenta en otras especies de lagartijas que habitan ambientes áridos (Vitt y Cooper, 1986; Lemos-Espinal *et al.*, 2003).

Además, en este estudio se encontró que *S. minor* se alimenta de lagartijas jóvenes de su propia especie (canibalismo). Las lagartijas de ambas poblaciones también pueden ingerir material vegetal (46% de las lagartijas examinadas presentaron restos vegetales). El consumo de materia vegetal en reptiles es considerado como accidental, porque puede ser consumido al capturar los artrópodos cerca o sobre la materia vegetal (Gadsden-Esparza y Palacios-Orona, 1997). Sin embargo, se ha encontrado que *S. torquatus* consume materia vegetal cuando la disponibilidad de insectos en el ambiente es escasa (Búrquez *et al.*, 1986). También podría ser que consumir materia vegetal, les ayude a tener una tasa mayor de digestión (producción de bacterias) del alimento (Búrquez *et al.*, 1986).

En el caso de *S. minor*, se asume que la ingesta de materia vegetal no ocurre de manera accidental, al capturar a sus presas entre la vegetación, o bien directamente cuando el alimento (insectos) es escaso en el ambiente. Hasta el día de hoy, la teoría del forrajeo indica que el comportamiento de herbivoría en

lagartijas, ocurre en tallas de cuerpos relativamente grandes (con un peso cercano a los 100 g). Mientras que las especies de talla pequeña, no tienen la fisiología [simbiontes con microbios intestinales (bacterias y protozoarios)] y morfología necesaria para digerir este tipo de alimento. Las especies grandes (como especies de la familia Iguanidae) consumen principalmente plantas debido a que no pueden satisfacer su demanda metabólica con una dieta carnívora (Pough, 1973). *Sceloporus minor* es una especie relativamente pequeña (con una masa de 5.6-17.3 g.; Simón, 1975), en la cual el consumo de materia vegetal no ocurre de manera accidental, sino que al igual que otras especies de lagartijas (del grupo *S. poinsettii*; Wiens *et al.*, 2010), gran parte de su dieta también la conforman con materia vegetal.

El patrón alimentario encontrado en las dos poblaciones de *S. minor*, apoya la teoría de Greene (1982), que dice que no sólo las especies de lagartijas de talla grande se alimentan de materia vegetal, sino también se da en algunas especies de talla pequeña. Sin embargo, aún se desconoce el valor energético que representa el consumo de este material en estas poblaciones de *S. minor* y qué proporción de energía pueda ser asimilada. Por otra parte, se observó una cantidad considerable de nemátodos en el tracto digestivo de esta lagartija, interpretado en otros estudios de otras especies de lagartijas como una adaptación que contribuye a la digestión de material vegetal (Iverson, 1982).

Este patrón de la dieta encontrado en las hembras y los machos de ambas poblaciones, indica que tanto el ambiente de bosque de pino-encino y matorral xerófilo, ofrecen el mismo tipo de recurso alimentario preferido por esta especie (*S. minor*), como son los himenópteros, coleópteros, ortópteros y material vegetal, lo que podría indicar una especialización hacia este tipo de presas, quizá porque éstos contienen los requerimientos nutricionales necesarios para la vida de *S. minor*.

## **7.2 Valor de importancia alimentaria**

Comparando la dieta de estas poblaciones con otras poblaciones de sceloporinos, por ejemplo, *Sceloporus grammicus* (Leyte-Manrique, 2006), donde los tipos de

presas consumidos son similares en dos poblaciones de esta especie, ya que hembras y machos consumen himenópteros y coleópteros. Un patrón similar se encontró en otras poblaciones (San Miguel Regla y La Manzana) de la misma especie (Lara-Parra, 2009).

No obstante, las presas con mayor valor de importancia (Vi.I) para ambas poblaciones fueron las de los órdenes Hymenoptera, Coleoptera y Orthoptera; en la localidad de La Manzana, se encontró que el recurso con mayor valor de importancia para las hembras y los machos fueron los órdenes Hymenoptera y Coleoptera. Sin embargo, el mayor porcentaje de presas ingeridas fueron las del orden Hymenoptera en hembras y machos de esta población. En contraste, en la población de El Enzuelado, el recurso con mayor valor de importancia para las hembras y los machos fueron los órdenes Coleoptera y Orthoptera, no obstante, el valor de importancia mayor lo presentó el orden Coleoptera en hembras y machos de esta población.

De esta manera, se puede asumir que existen diferencias en los órdenes con mayor valor de importancia en hembras y machos de ambas poblaciones, posiblemente las condiciones ambientales, como la precipitación (la población de La Manzana presenta una precipitación mayor en comparación con la población de El Enzuelado) pudiera estar determinando las diferencias encontradas en el valor de importancia de ambas poblaciones. La humedad puede estar regulando la abundancia y diversidad alimentaria, determinando indirectamente cambios en la dieta de algunas lagartijas (Gadsden-Esparza y Palacios-Orona, 1995). Un patrón similar se encontró en la especie *S. undulatus consobrinus*, que sus presas principales fueron los coleópteros y los himenópteros (Gadsden-Esparza y Palacios-Orona, 1995).

### **7.3 Amplitud y solapamiento del nicho alimentario**

La amplitud del nicho alimentario muestra la diversidad trófica disponible en el ambiente y las presas que usan las lagartijas para alimentarse (Barbault *et al.*, 1985). En la población de *Sceloporus minor* de La Manzana y El Enzuelado, los machos presentan una mayor actividad de forrajeo que las hembras. Leyte-

Manrique y Ramírez-Bautista (2010) mencionan que el uso del microhábitat ocupado por las lagartijas se encuentra relacionado con el alimento, un patrón similar podría estar ocurriendo en las poblaciones de este estudio, por lo que, se sugiere que ambos sexos de estas poblaciones, posiblemente son capaces de forrajear cerca o en el mismo tipo de microhábitat, determinando así la baja amplitud de su nicho alimentario.

El solapamiento del nicho alimentario es una medida que indica la similitud en la utilización de tipos de presas entre sexos (Gadsden-Esparza y Palacios-Orona, 1997). En el presente estudio se encontró un alto solapamiento alimentario entre las hembras y los machos de *Sceloporus minor* de ambas poblaciones, manifestando una preferencia por el mismo tipo de presas en su dieta. Este patrón podría estar indicando que ambos sexos forrajean en los mismos tipos de microhábitats donde existen estos tipos de presas, posiblemente la actividad de los machos y las hembras ocurre en las mismas horas del día, consumiendo individuos de los mismos tipos de presas (Gadsden-Esparza y Aguirre-León, 1993; Gadsden-Esparza y Palacios-Orona, 1995).

#### **7.4 Relación entre las dimensiones de la mandíbula de los depredadores y el tamaño de las presas**

El tamaño de las presas que ingieren las hembras y los machos de ambas poblaciones, no están relacionados con la dimensión de la mandíbula de las lagartijas, por lo que, ambos sexos pueden llegar a consumir presas de gran tamaño sin excluir presas de menor tamaño, así que, la dimensión de la mandíbula no determina el tamaño del alimento. Parker y Pianka (1975) encontraron el mismo patrón en la especie *Uta stansburiana*, ésta no presentó correlación significativa entre la longitud de las presas y la longitud de la cabeza de esta lagartija. Sin embargo, Barbault *et al.* (1985) encontraron una correlación significativa entre la longitud de la mandíbula y el tamaño de las presas en una comunidad de lagartijas de montaña, entre las que se encuentra *S. jarrovi*. Posiblemente existan otros factores como la calidad y abundancia de las presas disponibles en el ambiente, el tipo de forrajeo y la actividad de las lagartijas que

podrían estar influyendo en la selectividad en el consumo de alimento (Maury, 1995).

Las diferencias morfológicas encontradas entre las hembras y los machos en las dos poblaciones, indican dimorfismo sexual, donde los machos son más grandes que las hembras. Otros estudios realizados por Palacios-Orona y Gadsden-Esparza (1995) en poblaciones de la lagartija *Uta stansburiana stejnegeri*, mostraron dimorfismo intersexual en el tamaño corporal, sin embargo, estos autores encontraron una tendencia poco evidente en que organismos con una LHC grande puedan llegar a consumir presas de un mayor tamaño.

Otra alternativa que pudiera explicar el dimorfismo sexual, es la selección sexual, en donde existe una competencia entre los machos por el territorio y por las hembras. Así también, podría ser la selección de las hembras por los machos y las ventajas en los patrones de asignación de energía (Shine, 1989). Un ejemplo de la asignación de energía en lagartijas ocurre en la especie *Anolis nebulosus*, donde los machos alcanzan la madurez sexual a una talla más pequeña que las hembras, de igual forma obtienen un tamaño de cuerpo más largo que las hembras; por lo que, existe una mayor asignación de energía al crecimiento en los machos que en las hembras, teniendo una mayor ventaja en la obtención de hembras para asegurar la reproducción (Ramírez-Bautista y Vitt, 1997). Este patrón podría estar ocurriendo en las dos poblaciones de *Sceloporus minor*.

## **7.5 Variación mensual**

El alimento es un componente esencial en el ambiente, el cual puede afectar la supervivencia, tasa de crecimiento, tamaño de las poblaciones y reproducción (talla a la madurez sexual) de los organismos (Gadsden-Esparza y Palacios-Orona, 1995, 2000). Se ha probado que en especies de montaña y en los trópicos, la espermatogénesis y la vitelogénesis se encuentran relacionadas con la masa del hígado y de los cuerpos grasos, asumiendo que la reproducción tiene un costo energético alto (Goldberg, 1972; Ramírez-Bautista y Vitt, 1997, 1998).

Se sabe que el ciclo reproductivo de los machos de *Sceloporus minor* en las poblaciones de La Manzana y El Enzuelado, ocurre en los meses de mayo a noviembre (Serrano-Muñoz, datos no publicados), cuando la masa del hígado y los cuerpos grasos incrementan sus valores; sin embargo, la biomasa del contenido estomacal decrece (Ver Figs. 18 y 19). Este patrón podría sugerir que la actividad reproductiva presenta un costo energético bajo; sin embargo, se sabe que no es así, debido a que autores como Selcer (1987), Ramírez-Bautista y Vitt (1997) han mostrado que en la reproducción se invierte una alta cantidad de energía en los machos (espermatogénesis y apareamientos) y en las hembras (ovogénesis) que proviene de la masa del hígado y de los cuerpos grasos como fuente de energía (Telford, 1970; Mayhew, 1971; Goldberg, 1972).

El decremento que presentó la biomasa del contenido estomacal cuando inicia la actividad reproductiva, podría ser explicado en función de que los machos reducen el tiempo de actividad de forrajeo para dedicar más tiempo a la reproducción, como en el caso de la lagartija *Uma inornata*, en la que los machos reducen su tiempo de forrajeo en la estación reproductiva para invertir más tiempo en la búsqueda de pareja (Durtsche, 1992).

De igual forma se ha reportado que el inicio de la actividad reproductiva en las hembras de las dos poblaciones de La Manzana y El Enzuelado, ocurre en los meses de mayo a noviembre con la vitelogénesis y el desarrollo embrionario de diciembre a abril (Serrano-Muñoz, datos no publicados), cuando la masa del hígado, cuerpos grasos y contenido estomacal mantienen niveles altos (Ver Figs. 18 y 19). Este patrón podría indicar que durante la vitelogénesis, los cuerpos grasos son transferidos al hígado como fuente de energía para el desarrollo gonádico (Telford, 1970; Mayhew, 1971; Goldberg, 1972; Selcer, 1987). En este sentido la vitelogénesis ocurre cuando la masa del hígado y cuerpos grasos presentan su valor máximo, indicando una acumulación máxima de lípidos, sin embargo, estos valores decrecen durante el desarrollo embrionario, pudiendo determinar que estos eventos pueden presentar un alto costo energético, como

ocurre en otras especies vivíparas de montaña (Guillette y Casas-Andreu, 1980; Ramírez-Bautista *et al.*, 2002).

Por lo tanto, se sabe que los cuerpos grasos y el hígado son una fuente importante de energía en el proceso de la reproducción de las hembras, sin embargo, el gasto de energético es inverso, es decir, que los cuerpos grasos y el hígado no se agotan, porque posiblemente las hembras continúan alimentándose durante dicho proceso. Un patrón similar ha sido reportado por Ramírez-Bautista *et al.* (2006) en una población de la especie *S. grammicus*.

## 8. Conclusiones

- I. Se determinó que los hábitos alimentarios de *Sceloporus minor* comprenden una dieta omnívora, constituida principalmente por insectos y plantas en ambas poblaciones. En la población de La Manzana, se identificaron 12 tipos de presas (9 tipos consumidos por las hembras y 11 consumidos por los machos); en contraste, en la población de lagartijas de El Enzuelado, presentaron 10 tipos de presas (9 tipos consumidos por las hembras y 7 consumidos por los machos).
- II. Las presas con mayor valor de importancia para *S. minor* en la población de La Manzana fueron los himenópteros y los coleópteros; mientras que, los himenópteros y ortópteros fueron las presas con mayor valor de importancia por las lagartijas de la población de El Enzuelado; sin embargo, durante todo el año, las lagartijas consumieron también material vegetal, determinando así como una dieta omnívora.
- III. Los machos presentan una mayor actividad de forrajeo que las hembras en las dos poblaciones, ya que consumieron un mayor número de tipos de presas; así que, existe un alto solapamiento alimentario entre sexos en ambas poblaciones, indicando que ocupan los mismos recursos alimentarios disponibles en el ambiente.
- IV. No existe una relación significativa entre la dimensión de la mandíbula y el tamaño de las presas, por lo que, machos y hembras pueden llegar a consumir presas de un tamaño grande o pequeño; no obstante, existen diferencias morfológicas entre sexos en cada una de las poblaciones.
- V. El ciclo del hígado, cuerpos grasos y contenido estomacal, presentan un patrón similar entre sexos; por lo que, existen variaciones significativas durante todo el año. Éstos posiblemente actúan como una fuente de energía utilizada en la supervivencia y reproducción de *S. minor*.

## 9. Literatura citada

- Abacus Concepts, 1992. **StatView IV**. Abacus Concepts. Inc., Berkeley, California.
- Abbadie-Bisogno, K. M. 2004. **Algunos aspectos de *Hyla xera* e *H. arenicolor* (Amphibia: Anura: Hylidae) en la zona árida de Zapotitlán de las Salinas, Puebla**. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores, Iztacala. 56 p.
- Acosta, M. 1982. **Índice para el estudio del nicho trófico**. Ciencias Biológicas. Academia de Ciencias de Cuba 7:125-127.
- Arévalo, E., C. A. Porter, A. González, F. Mendoza, J. L. Camarillo y J. W. Sites. Jr. 1991. **Population cytogenetics and evolution of the *Sceloporus grammicus* complex (Iguanidae) en Central Mexico**. Herpetological-Monographs 5:79-115.
- Ballinger, R. 1973. **Comparative demography of two viviparous lizards (*Sceloporus jarrovi* and *Sceloporus ponsetti*)**. Ecology 54:269-283.
- Ballinger, R. E. 1977. **Reproductive strategies: food availability as a source of proximal variation in lizard**. Ecology 58:628-635.
- Ballinger, R. E. 1979. **Intraspecific variation in demography and life history of the lizard *Sceloporus jarrovi* along an altitudinal gradient in southeastern in Arizona**. Ecology 60:901-909.
- Barbault, R., A. Ortega y M. E. Maury. 1981. **Ecological organization of a Chihuahuan desert lizard community**. Oecologica 51:335-342.
- Barbault, R., A. Ortega y M. E. Maury. 1985. **Food partitioning and community organization in a mountain lizard guild of Northern Mexico**. Oecologica 65:550-554.
- Borror, D. J. y R. E. White. 1970. **A field guide to insects: America North of Mexico**. The Peterson Guide Series. Edit by Roger Tory Peterson. 404 p.
- Búrquez, A., O. Flores-Villela y A. Hernández. 1986. **Herbivory in a small Iguanid lizard, *Sceloporus torquatus torquatus***. Journal Herpetology 20:262-264.
- Casas-Andreu, G., G. Valenzuela-López y A. Ramírez-Bautista. 1991. **Como hacer una colección de anfibios y reptiles. Cuaderno número 10**. Instituto de Biología. Universidad Autónoma de México. 68 p.
- Castañeda-Gaytán, G., C. García de la Peña, D. Lazcano y A. J. Contreras. 2006. **Dietary composition of the mexican spadefoot toad (*Spea***

***multiplicata*) from a sand dune habitat in southwestern Coahuila, México.** Texas J. SCI. 58:55-64.

- Crump, M. L. 1974. **Reproductive strategies in a tropical anuran community.** Miscellaneous publications. Museum of Natural History, University of Kansas. 61:1-68.
- Delgado, L. y J. Márquez. 2006. **Estado del conocimiento y conservación de los coleópteros Scarabaeidae (Insecta) del estado de Hidalgo.** Acta Zoológica Mexicana 22:57-108.
- Duellman, W. E. y L. Trueb. 1986. **Biology of amphibians.** McGraw-Hill, New York.
- Durtsche, R. D. 1992. **Feeding time strategies of the fringe-toed lizard, *Uma inornata*, during breeding and no-breeding seasons.** Oecologia 89:85-89.
- Durtsche, R. D. 1995. **Foraging ecology of the fringe-toed lizard, *Uma inornata*, during periods of high and low food abundance.** Copeia 1995:915-926.
- Feria-Ortiz, M. 1986. **Contribución al conocimiento del ciclo de vida de *Sceloporus torquatus* (Lacertilia, Iguanidae) sur del Valle de México.** Tesis de Licenciatura, Escuela Nacional de Estudios Profesionales-Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Feria-Ortiz, M. y C. Pérez-Malváez. 2001. **Composición de la dieta de la lagartija ovípara *Sceloporus gadoviae* (Phrynosomatidae) en el suroeste del estado de Puebla, México.** Boletín de la Sociedad Herpetológica Mexicana 9:45-50.
- Feria-Ortiz, M., A. Nieto-Montes de Oca y I. H. Salgado-Ugarte. 2001. **Diet and reproductive biology of the viviparous lizard *Sceloporus torquatus torquatus*.** Journal of Herpetology 35:104-112.
- Fitch, H. 1970. **Reproductive cycle in lizards and snakes.** Univ. Kansas Museum National Natural History, Miscellaneous Publication 52:1-247.
- Gadsden-Esparza, H. y G. Aguirre-León. 1993. **Historia de vida comparada en una población de *Sceloporus undulatus* (Sauria: Iguanidae) del Bolsón de Mapimí.** Boletín de la Sociedad Herpetológica Mexicana 5:21-41.
- Gadsden-Esparza, H. y L. E. Palacios-Orona. 1995. **Variación de la alimentación de *Sceloporus undulatus consobrinus* (Reptilia: Phrynosomatidae) en el Bolsón de Mapimí, México.** Boletín de la Sociedad Herpetológica Mexicana 6:32-39.

- Gadsden-Esparza, H. y L. E. Palacios-Orona. 1997. **Seasonal dietary patterns of the Mexican fringe-toed lizard (*Uma parapygas*)**. Journal of Herpetology 31:1-9.
- Gadsden-Esparza, H. y L. E. Palacios-Orona. 1997a. **Patrones alimentarios de un gremio de lagartijas en dunas del Bolsón de Mapimí, México**. Vida Silvestre Neotropical 6:37-47.
- Gadsden-Esparza, H. y L. E. Palacios-Orona. 2000. **Composición de la dieta de *Cnemidophorus tigris marmoratus* (Sauria: teiidae) en dunas del centro del desierto chihuahuense**. Acta Zoológica Mexicana 79:61-76.
- Goldberg, S. R. 1972. **Seasonal weight and cytological changes in the fat bodies and liver of the iguanid *Sceloporus jarrovi* cope**. Copeia. 1972:227-232.
- Guillette, L. J. Jr. 1982. **The evolution of viviparity and placentation in the high elevation, Mexican lizard *Sceloporus aeneus***. Herpetologica 38:94-103.
- Guillette, L. J. Jr. y D. A. Bearce. 1986. **The reproductive and fat body cycles of the lizard, *Sceloporus grammicus disparilis***. Transactions of the Kansas Academy of Science 89:31-39.
- Guillette, L. J. Jr. y G. Casa-Andreu. 1980. **Fall reproductive activity in the high altitude Mexican lizard, *Sceloporus grammicus microlepidotus***. Journal of Herpetology 14:143-147.
- Greene, H. W. 1982. **Dietary and phenotypic diversity in lizards: why are some organisms specialized?** Pp. 107-128. *En*: Mossakowsky, G., y G. Roth (Eds.), Environmental adaptations and evolution. Gustav Fischer, Stuttgart.
- Hernández-Jiménez, J. R. 2008. **Análisis de la dieta de machos y hembras de la lagartija *Sceloporus grammicus* (Sauria: Phrynosomatidae) en Tepeapulco, Hidalgo**. Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencia Básicas e Ingenierías, Área Académica de Biología, 53 p.
- Hernández-Ramos, L. D. 2005. **Algunas características reproductivas de la lagartija vivípara *Sceloporus grammicus* (Squamata: Phrynosomatidae) del estado de Hidalgo, México**. Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencia Básicas e Ingenierías, Área Académica de Biología. 104 p.
- Hernández-Salinas, U. 2007. **Características reproductivas de *Sceloporus grammicus* (Squamata: Phrynosomatidae) del estado de Hidalgo, México**. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma del Estado

de Hidalgo, Instituto de Ciencia Básicas e Ingenierías, Área Académica de Biología. 63 p.

- Hernández-Salinas, U., A. Ramírez-Bautista, A. Leyte-Manrique y G. R. Smith. 2010. **Reproduction and sexual dimorphism in two populations of *Sceloporus grammicus* (Sauria: Phrynosomatidae) from Hidalgo, Mexico.** *Herpetologica* 66:12-22.
- INEGI. 1992. **Síntesis Geográfica del Estado de Hidalgo.** INEGI. México D. F. 49 p.
- Iverson, J. B. 1982. **Adaptations to herbivory in iguanine lizards.** Pp. 60-76. *En:* Burghardt, G. M., y A. S. (Eds.), *Iguanas of the world: behavior, ecology, and evolution.* Noyes Publication, New York.
- Krebs, C. J. 1999. **Ecological methodology.** Addison Wesley Longman. Second Edition. U.S. A. 620 p.
- Lara-Parra, A. I. 2009. **Análisis comparativo de los hábitos alimentarios de *Sceloporus grammicus* (Squamata: Phrynosomatidae) en dos poblaciones del estado de Hidalgo, México.** Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias Básicas e Ingenierías, Área Académica de Biología. 58 p.
- Lemos-Espinal, J. A., G. R. Smith, R. E. Ballinger y H. M. Smith. 2003. **Ecology of *Sceloporus undulatus speari* (Sauria: Phrynosomatidae) from North-Central Chihuahua, México.** *Journal of Herpetology* 237:722-725.
- Leyte-Manrique, A. 2006. **Ecología y morfología de *Sceloporus grammicus* en dos ambientes diferentes del estado de Hidalgo.** Tesis de maestría, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias Básicas e Ingenierías, Área Académica de Biología, Maestría en Recursos Bióticos. 77 p.
- Leyte-Manrique, A. y A. Ramírez-Bautista. 2010. **Diet of two populations of *Sceloporus grammicus* (Sauria: Phrynosomatidae) from Hidalgo, Mexico.** *The Southwestern Naturalist* 55:98-103.
- Leyte-Manrique, A., U. Hernández-Salinas, E. Chávez-Calzada., Ma. del C. Sánchez., J. C. Marshall y A. Ramírez-Bautista. 2005. **El Complejo *Sceloporus grammicus*, un grupo de lagartijas en especiación.** *Boletín de la Sociedad Herpetológica Mexicana* 14:18-24.
- Maciel-Mata, C. A. 2005. **Biología reproductiva de hembras y machos de lagartijas vivíparas *Sceloporus grammicus* (Squamata: Phrynosomatidae) en los alrededores de la Ciudad de Pachuca, Hidalgo, México.** Tesis de la licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Iztacala.

- Maury, M. E. 1995. **Diet composition of the greater earless lizard (*Cophosaurus texanus*) in central Chihuahua desert.** Journal of Herpetology 25:266-272.
- Mayhew, W. W. 1971. **Reproduction in the desert lizard *Dipsosaurus dorsalis*.** Herpetologica 27:57-77.
- Méndez de la Cruz, F. R., G. Casas-Andreu y M. Villagrán-Santa Cruz. 1992. **Variación anual en la alimentación y condición física de *Sceloporus mucronatus* (Sauria: Iguanidae) en la Sierra del Ajusco, Distrito Federal, México.** The Southwestern Naturalist 37:349-355.
- Palacios-Orona, L. E. y H. Gadsden-Esparza. 1995. **Patrones alimentarios de *Uta stansburiana stejnegeri* (Sauria: Iguanidae) en dunas del Bolsón de Mapimí en Chihuahua, México.** Ecología austral 5:37-45.
- Parker, W. S. y E. R. Pianka. 1975. **Comparative ecology of populations of the lizard *Uta stansburiana*.** Copeia 1975:615-632.
- Pavón, N. P. y M. Meza-Sánchez. 2009. **Cambio climático en el estado de Hidalgo: Clasificación y tendencias climáticas.** Primera edición. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México. 61 p.
- Pough, F. H. 1973. **Lizard energetics and diet.** Ecology 54:873-844.
- Punzo, F. 2001. **Diet composition of the rainbow whiptail, *Cnemidophorus lemniscatus* (Sauria: Teiidae) from Southern Florida.** Herpetological Review 32:85-86.
- Quispitúpac E. y J. Z. Pérez. 2009. **Dieta de la lagartija de las playas *Microlophus peruvianus* (Reptilia: Tropiduridae) en la playa Santo Domingo, Ica, Perú.** Revista Peruana de Biología 15:129-130.
- Ramírez-Bautista, A. 1995. **Demografía y reproducción de la lagartija arborícola *Anolis nebulosus* de la región de Chamela, Jalisco.** Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, DF. 160 p.
- Ramírez-Bautista, A. y J. A. Lemos-Espinal. 2004. **Diets of two syntopic populations of frogs, *Rana vaillanti* and *Rana brownorum*, from a tropical rain forest in southern Veracruz, México.** Southwestern Naturalist 49:316-320.
- Ramírez-Bautista, A. y L. J. Vitt, 1997. **Reproduction in the lizard *Anolis nebulosus* (Polychrotidae) from the Pacific coast of Mexico.** Herpetological 53:423-431.

- Ramírez-Bautista, A. y L. J. Vitt, 1998. **Reproductive Biology of *Urosaurus bicarinatus* (Sauria: Phrynosomatidae) from a tropical dry forest of Mexico.** Southwestern Naturalist 43:381-390.
- Ramírez-Bautista, A., C. Balderas-Valdivia y L. J. Vitt, 2000. **Reproductive ecology of the whiptail lizard *Cnemidophorus lineatissimus* (Squamata: Teiidae) in a tropical dry forest.** Copeia 2000:712-722.
- Ramírez-Bautista, A., E. Jiménez-Cruz y J. C. Marshall. 2004. **Comparative life history for populations of the *Sceloporus grammicus* (Squamata: Phrynosomatidae).** Western North American Naturalist 64:175-183.
- Ramírez-Bautista, A., C. A. Maciel-Mata y M. A. Martínez-Morales. 2005. **Reproductive cycle of the viviparous lizard *Sceloporus grammicus* (Squamata: Phrynosomatidae) from Pachuca, Hidalgo, México.** Acta Zoologica Sinica 51:998-1005.
- Ramírez-Bautista, A., O. Ramos-Flores y J. W. Sites Jr. 2002. **Reproductive cycle of the spiny lizard *Sceloporus jarrovi* (Sauria: Phrynosomatidae) from north-central Mexico.** Journal of Herpetology 36:225-233.
- Ramírez-Bautista, A., U. Hernández-Salinas, A. Leyte-Manríquez y G. Sánchez-Rojas. 2006. **Influencia de cuerpos grasos e hígado en la reproducción de cuatro poblaciones de la lagartija *Sceloporus grammicus* del Estado de Hidalgo, México.** Boletín de la Sociedad Herpetologica Mexicana 14:1-11.
- Ramírez-Bautista, A., O. Ramos-Flores, B. P. Stephenson y G. R. Smith. 2008. **Reproduction and sexual dimorphism in two populations of *Sceloporus minor* of the Guadalcázar region, San Luis Potosí, México.** Journal Herpetological 18:121-127.
- Ramos-Flores, O. 2003. **Ecología reproductiva de dos poblaciones de la lagartija vivípara *Sceloporus jarrovi* (Squamata: Phrynosomatidae) en el Municipio de Guadalcázar S.L.P, México.** Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México. 44 p.
- Schulte-Hostedde, A. I., B. Zinner, J. S. Millar y G. J. Hickling. 2005. **Restitution of mass-size residuals: Validating body condition indices.** Ecology 86:155-163.
- Selcer, K. W. 1987. **Seasonal variation in fatbody and liver mass of the introduced Mediterranean gecko, *Hemidactylus turcicus*, in Texas.** Journal of Herpetology 21:74-78.
- Selcer, K. W. 1992. **Lipid storage during formation of early-and late season clutches in the gecko *Hemidactylus turcicus*.** Journal of Herpetology 26:209-213.

- Serrano-Muñoz, M. C. (datos no publicados). **Características reproductoras de dos poblaciones de la lagartija vivípara *Sceloporus minor* (Sauria: Phrynosomatidae) del estado de Hidalgo, México.** Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencia Básicas e Ingenierías, Área Académica de Biología.
- Scheiner, S. M. y J. Gurevitch. 2001. **Design and analysis of ecological experiments.** Second edition. Oxford University Press. New York, U.S.A. 415 p.
- Shine, R. 1989. **Ecological causes for the evolution of sexual dimorphism: a review of the evidence.** The Quarterly Review of Biology 64:419-461.
- Simon, C. A. 1975. **The influence of food abundance on territory size in the iguanid lizard *Sceloporus jarrovi*.** Ecology 56:993-998.
- Sites, J.W., Jr., J.W. Archie, C.C.Cole y O. Flores-Villela. 1992. **A review of phylogenetic hypotheses for the lizard of the genus *Sceloporus* (Phrynosomatidae); implications for ecological and evolutionary studies.** Bulletin American Museum of Natural History 213:1-110.
- Smith, H. M. 1939. **The Mexican and Central American lizard of the genus *Sceloporus*.** Zoological series. Field Museum of Natural History. Tomo 1. Vol. 26. Publication 455. 273 p.
- Spellenberg, I. F. 1982. **Biology of reptiles.** An Ecological Approach. Blackie Press. N.Y. United States of America. 158 p.
- Telford, S. R. 1970. **Seasonal fluctuations in liver and fat body weights of the Japanese lacertid *Takydromus tachydromoides* Schlegel.** Copeia 1970:681-688.
- Torres-Albor, G. E. 2006. **Características reproductivas en una población de *Sceloporus formosus* (Squamata: Phrynosomatidae) en la región centro de Oaxaca, México.** Tesis de licenciatura en biología, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencia Básicas e Ingenierías, Centro de Investigaciones Biológicas. 34 p.
- Uetz, P. 2009. **The TIGR reptile database.** <http://www.reptile-database.org/> (ingresado 29.01.09).
- Vitt, L. J. y W. E. Cooper, Jr. 1986. **Foraging and diet of a diurnal predator (*Eumeces laticeps*) feeding on hidden prey.** Journal of Herpetology 20:408-415.
- Vitt, L. J. y P. A. Zani. 1995. **Organization of a taxonomically diverse lizard assemblage in Amazonian Ecuador.** Canadian Journal Zoological 74:1313-1335.

- Ventura-Marra, R., M. Van Sluys y C.F. D. Rocha. 2004. **Food habits of *Eleutherodactylus parvus* (Anura: Leptodactylidae) at an Atlantic rainforest area, Southeastern, Brazil.** Herpetological Review 35:135-137.
- Wiens, J. J. y T. W. Reeder. 1997. **Phylogeny of the spiny lizard (*Sceloporus*) based on a molecular and morphological evidence.** Herpetological Monographs 11:1-101.
- Wiens, J. J., C. A. Kuczynski, S. Afrif y T. W. Reeder. 2010. **Phylogenetic relationships of Phrynosomatidae lizards based on nuclear and mitochondrial data, and revised phylogeny for *Sceloporus*.** Molecular Phylogenetics and Evolution 54:150-161.
- Zug, G. R. 1993. **Herpetology, An introductory biology of amphibians and reptiles.** Academic Press. California U.S.A. 527 p.

## 10. Anexo

Tipos de presas que conforman la dieta de *Sceloporus minor*



Figura 20. Vista lateral de un himenóptero.



Figura 21. Vista dorsal de un coleóptero.



Figura 22. Vista lateral de un ortóptero.



Figura 23. Vista dorsal de un hemíptero.



Figura 24. Vista lateral de una larva de lepidóptero.



Figura 25. Vista dorsal de materia vegetal.



Figura 26. Vista dorsal de nemátodos.



Figura 27. Vista dorsal de material mineral.



Figura 28. Vista dorsal de cabezas de himenópteros.



Figura 29. Vista dorsal de élitros de coleóptero.



Figura 30. Vista dorsal de fémur y tibia de ortóptero.



Figura 31. Vista dorsal de cabeza de ortóptero.