



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA

ÁREA ACADÉMICA DE BIOLOGÍA

LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

**CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS DE LA LAGARTIJA
VIVÍPARA *Sceloporus minor* (Sauria: Phrynosomatidae),
EN DOS AMBIENTES DEL ESTADO DE HIDALGO, MÉXICO**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADA EN BIOLOGÍA

P R E S E N T A:

MARIA DEL CARMEN SERRANO MUÑOZ

DIRECTOR: DR. AURELIO RAMÍREZ BAUTISTA

INDICE

CONTENIDO	Páginas
1. RESUMEN	1
2. INTRODUCCION	2
3. ANTECEDENTES	5
4. ESTRATEGIAS REPRODUCTIVAS	6
4.1. Ciclos reproductores	6
4.2. Edad y talla a la madurez sexual	8
4.3. Tamaño de la camada	8
5. GENERALIDADES DE <i>Sceloporus minor</i>	10
5.1. Distribución	10
6. JUSTIFICACION	14
7. HIPOTESIS	15
8. OBJETIVOS	
8.1. Objetivo General	16
8.2. Objetivos Particulares	16
9. AREA DE ESTUDIO	
9.1. Descripción del área de estudio	17
10. MATERIALES Y MÉTODOS	
10.1. Trabajo de campo	19
10.2. Trabajo de laboratorio	20
11. ANALISIS ESTADISTICOS	
11.1. Ciclos reproductores	21
11.2. Longitud hocico cloaca mínima a la madurez sexual	23
11.4. Tamaño de la camada	23
12. RESULTADOS	
12.1. Ciclos reproductores	25
12.2. Longitud hocico-cloaca mínima a la madurez sexual	30
12.3. Tamaño de la camada	30
12.4. Influencia de los factores ambientales en la actividad reproductiva de los machos y de las hembras	33

13.DISCUSIÓN	
13.1. Ciclos reproductores	35
13.2. Talla mínima a la madurez sexual	38
13.3. Tamaño de camada	40
13.4. Factores ambientales en la actividad reproductiva	41
14.CONCLUSIONES	43
15.LITERATURA CITADA	44

Esta tesis esta dedicada a mi madre MARIA GUADALUPE SERRANO MUÑOZ, por darme el gran regalo de ser su hija, por hacer de mi una persona de bien e inculcar en mi grandes valores que me servirán para mi vida futura, por darme todo para llegar hacer una profesional, por apoyarme incondicionalmente y primordialmente por confiar en mí. TE AMO MAMÁ.

DEDICATORIAS

El presente trabajo es producto del esfuerzo y la ayuda de muchas personas que me apoyaron incondicionalmente.

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento al Doctor Aurelio Ramírez Bautista, quien en los últimos 3 años de mi vida me ha alentado para que terminara este trabajo y me hizo que me convirtiera en una mujer responsable, es usted una persona como pocas con sentimiento y conocimientos tan amplios en el ámbito profesional, personal y se lleva de mi más profunda admiración.

DEDICATORIAS PERSONALES.

A mi mamá Guadalupe por ser el ejemplo más grande que la vida me pudo dar, por su constante lucha por sacarme adelante a mí y a toda mi familia, por su apoyo, cariño y amor y gracias por ser esa persona que siempre estuvo atenta a cada paso de mi formación como persona, Te amo.

A mi hermana Enriqueta, con quien llevo toda la vida conviviendo como amiga, como confidente, como apoyo y como un gran ejemplo el cual me ayudo a poder con esto, gracias por tu apoyo incondicional Te amo.

A mis tías Agustina y Julia (como las quiero) por que más que unas tías fueron y seguirán siendo mis abuelitas adoradas, gracias por ser parte fundamental en mi vida por cuidarme, consentirme, ayudarme en mis tareas, abrazarme y quererme tanto, mil gracias.

A mi abuela Matea, todo un ejemplo de mujer a seguir, incansable y siempre llena de ganas de seguir adelante gracias por estar a mi lado abuelita.

A mis tíos (as) Anselmo, Alfredo, Andrés, Aurelio, Fernando, Marcos, Ricardo, Esperanza, Patricia, Paula, Elia, Martha.

A mis primos(as) adorados (as), Germán, Román, Alejandro, Tomas, Julián, Daniel, Manuel, Elena, Maura, Elvira, Victoria.

A mis sobrinos (as) tan inquietos y traviosos ellos, Yamileth, Lalo, Alonso, Ana Sofía, Andrea, Julieta, Ximena, Juan Pablo, David, Danielito. Y todos y cada uno de los miembros de mi familia, gracias por formar parte de mi familia.

A mi mejor de los mejores amigos Gustavo, eres y seguirás siendo mi mejor amigo, mi modelo a seguir, gracias por estar conmigo tanto en momentos malos así como en buenos ,gracias por apoyarme, levantarme, abrazarme, quererme, por hacerme ver mis virtudes y defectos, eres y seguirás siendo mi gran amigo te quiero muchote.

A Adrian Leyte Manrique por ser un excelente profesor, compañero y sobre todo un gran amigo gracias por todos tus consejos, regaños y tu apoyo tanto en campo así como en laboratorio, me llevo mucho de ti.

A Zena amorcito de mi vida, gracias por todito tu amor, tu apoyo, por llegar en el mejor momento a mi vida, a alegrarla con esa chispa y magia que tienes con ese carácter y forma de ser tan linda, por estar conmigo en todo momento buenos y no tan buenos, por apoyarme en todo momento, por hacerme ver que las cosas no son tan fáciles y ay que luchar por lo que uno quiere, por decirme las cosas como son, por hacerme ver mis errores y virtudes, por procurarme y cuidarme tanto, por consentirme, por estar a mi lado sin importar lo que digan los demás, y solo preocuparte por hacerme muy feliz, pero sobre todo gracias por amarme tanto. Mil gracias por querer compartir tu vida conmigo, eres lo mas lindísimo y hermosísimo del mundísimo que ha llegado a mi vida, gracias por cruzarte en mi camino y existir, te amo mi vida mosh.

A Renata, Pantunflas, Rodolfo, por enseñarme que pase lo que pase siempre me van a querer y ver por mí, gracias por enseñarme a ser responsable.

A mis amigos de toda la carrera Maribel, Carlitos, Diego, Israel, Ayle, Timo.

A Mau, Mar, Dav, Rodo, Marco, Venano, Beto, Arturo, Pedro, Lety, Cosa y a todas las personas que de una u otra manera forman parte de mi vida y que ocupan una parte de mi corazón, gracias.

Gracias infinitas a todos...

AGRADECIMIENTOS

A mis sinodales por todo el apoyo que me brindaron para la culminación de este trabajo.

Al Dr. Aurelio Ramírez Bautista por su apoyo en la dirección de este trabajo, por la paciencia que puso en mí que fue bastante, por su amistad. MUCHAS GRACIAS.

Al M. en C. Adrian Leyte Manrique por ser un excelente profesor compañero y sobre todo amigo gracias por todos tus consejos, regaños y tú apoyo tanto en campo así como en laboratorio, me llevo un gran amigo.

Al M. en C. Jesús Martin Castillo Cerón, por ser un excelente profesor y sobre todo amigo, me llevo tu amistad y conocimiento y recuerda que existe alguien que te estima y te va a recordar por siempre, mil gracias mi chucho adorado.

Al Dr. Gerardo Sánchez Rojas, que puedo decir eres un magnifico profesor, saber ser un gran amigo y desde siempre estuviste ahí deseándome lo mejor de lo mejor, gracias por que en toda revisión me mostraste tu apoyo y siempre dando lo mejor de ti para que este trabajo quedara mejor, gracias lo estimo bastante.

Al Dr. Numa Pavón por brindarme su valioso tiempo en la revisión de mi tesis, sus comentarios y sugerencias siempre bien acertadas, gracias.

A la Dra. Irene Goyenechea Mayer-Goyenechea gracias por su tiempo, comentarios y consejos para la realización y termino de este trabajo.

A la Dra. Norma Manríquez Morán le agradezco los comentarios, apoyo y consejos brindados para terminar este trabajo.

Un agradecimiento especial a los pobladores de la localidad de La Manzana en el municipio de Zimapán y a la localidad de El Enzuelado en el municipio de San Agustín Metzquitlán, por las facilidades otorgadas para la realización del trabajo de campo y todo lo que esto implicaba gracias.

A mis compañeros de laboratorio de Ecología de poblaciones Raciél, Uriel, Ernesto, Cristian, Flor, Osiel y en especial a Gustavo y Adrian gracias por su apoyo.

A la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, y al Centro de Investigaciones Biológicas por ayudarme en mi formación académica.

Agradezco a los siguientes proyectos 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 Bilógica del Estado de Hidalgo (segunda fase) FOMIX-CONACyT-HIDALGO 2008-95828.**

1. RESUMEN

Las características reproductivas de una especie, varían de acuerdo al área de su distribución, es decir, de los ambientes en los que habitan sus diferentes poblaciones. Este estudio se realizó en dos regiones diferentes que habita la lagartija vivípara *Sceloporus minor*, una es La Manzana y la otra El Enzuelado, Municipios de Zimapán y San Agustín Metzquitlán, respectivamente, ambos del estado de Hidalgo, México. El objetivo principal del estudio fue analizar las características reproductoras de *Sceloporus minor* en las dos poblaciones antes mencionadas. La actividad reproductiva de los machos y de las hembras de la población de la Manzana fue asincrónica. La máxima actividad de los machos fue de junio a septiembre, mientras que las hembras, de noviembre a diciembre. En contraste, la actividad reproductiva de los machos y de las hembras de la población de El Enzuelado fue sincrónica. La máxima actividad gonádica de los machos fue de septiembre a noviembre, mientras que la de las hembras, fue de noviembre a diciembre. En ambas poblaciones, el desarrollo embrionario fue de diciembre a abril, y los nacimientos ocurrieron en el mes de abril. Los machos y las hembras de la Manzana alcanzaron la LHC mínima a la madurez sexual más pequeña (53.6 mm y 41.6 mm, respectivamente) que los de El Enzuelado (59.2 mm y 53.3 mm, respectivamente). El tamaño de la camada de las hembras de El Enzuelado fue mayor (7.5 embriones) que las de la Manzana (5.2 embriones), y éste se correlacionó con la LHC de las hembras de El Enzuelado, y de La Manzana. La precipitación, temperatura y fotoperiodo influyeron en la reproducción de las hembras y machos (excepto temperatura) de la Manzana; en contraste, estos factores sólo se relacionaron con la actividad de las hembras, pero no con la de los machos de El Enzuelado.



2. INTRODUCCION

Las características reproductivas de las lagartijas varían de acuerdo al ambiente en que las especies se distribuyen (Ramírez-Bautista, 1995, 2004). Las características reproductivas incluyen el periodo en que se inicia la vitelogénesis, espermatogénesis, ovulación y fertilización (Guillette, 1982, 1983; Guillette y Méndez de la Cruz, 1993; Ramírez-Bautista *et al.* 2008a, b; Hernández-Salinas *et al.*, 2010), desarrollo embrionario (Guillette, 1993) y nacimientos de las crías (Guillette, 1993; Ramírez-Bautista *et al.*, 2005, 2008b). Estas distintas fases de la reproducción en reptiles, también son conocidas como ciclos reproductivos (Guillette y Bearce, 1986; Guillette y Sullivan, 1985; Ramírez-Bautista *et al.*, 1998; Hernández-Salinas *et al.*, 2010). El ciclo reproductivo de los machos, en especies territoriales como los sceloporinos, se inicia desde el establecimiento de un territorio, lugar donde exhiben sus atributos morfológicos, producción de espermatozoides, apareamiento y fertilización (Ramírez-Bautista *et al.* 2005). En este contexto, se han escrito numerosos estudios basados en modelos de especies vivíparas de ambientes templados de montaña (Guillette, 1982, 1983; Guillette y Casas-Andreu, 1980, 1987; Guillette y Méndez de la Cruz, 1993; Ramírez-Bautista *et al.*, 2002, 2004, 2008b; Hernández-Salinas *et al.*, 2010). En estos trabajos se ha encontrado variaciones en las características reproductivas como periodo reproductivo, talla a la madurez sexual, tamaño de la camada, entre poblaciones de la misma especie (Feria-Ortíz *et al.*, 2001; Ramírez-Bautista *et al.*, 2002, 2004, 2005, 2008b; Hernández-Salinas *et al.*, 2010). Sin embargo, el periodo de nacimiento en todas las especies vivíparas de ambientes templados de altas latitudes y de montaña, generalmente ocurre al inicio de la primavera, cuando el recurso alimento es abundante (Ballinger, 1973; Guillette, 1983; Ramírez-Bautista *et al.*, 1998; Feria-Ortiz *et al.*, 2001).



En reproducción, una de las características más importante en la evolución de historias de vida, es el tamaño de la camada en especies vivíparas o puesta en especies ovíparas (Guillette, 1993; Stearns, 1993; Ramírez-Bautista y Pardo de la Rosa, 2002; Ramírez-Bautista y Pavón, 2009). Se ha probado que el tamaño de la camada o puesta está relacionada con la longitud hocico cloaca (LHC) de las hembras (Ramírez-Bautista y Vitt, 1998; Ramírez-Bautista *et al.*, 2002). Otra es que la supervivencia se ve afectada por la fecundidad, es decir, las hembras que invierten más energía a la reproducción (mayor tamaño de puesta o camada, mayor frecuencia de puestas, mayor talla de la cría al nacer) que al crecimiento o defensa de los depredadores, tendrá una mayor mortalidad que los individuos de especies con una tasa de fecundidad menor (Tinkle *et al.*, 1970; Ballinger, 1973, 1977, 1979; Ramírez-Bautista, 1995; Ramírez-Bautista y Vitt, 1997, 1998).

En la reproducción, como parte de la historia de vida de las especies, se han estudiado los diferentes patrones de crecimiento, talla a la madurez sexual, asignación de energía en la reproducción, etc. (Rubio-Pérez, 2005). Estas características se conocen como estrategias reproductivas (*sensu* Tinkle *et al.*, 1970) y las similitudes o variaciones de éstas entre poblaciones de la misma o especies diferentes, se le conoce como características de historias de vida (Stearns, 1993). Las variaciones en éstas, se ha probado que son el resultado de las presiones del ambiente en que habita cada población de una especie (Tinkle *et al.*, 1970; Ballinger, 1977, 1979; Ramírez-Bautista *et al.*, 2004; Hernández-Salinas *et al.*, 2010).

Como todas las especies del grupo *poinsettii* (Wiens *et al.*, 2010), poblaciones de *Sceloporus minor* presentan variaciones en las características reproductivas, por ejemplo, periodo de actividad reproductiva de los machos y de las hembras, tamaño de la camada, edad y talla a la madurez sexual (Ramírez-Bautista *et al.*, 2002, 2008b). En estos estudios se ha documentado que estas variaciones están influenciadas por las condiciones del ambiente (temperatura,



precipitación, fotoperiodo) de cada región en que habitan las poblaciones de la especie (Ballinger, 1977; Ramírez-Bautista y Vitt, 1997, 1998), y que las similitudes en las características reproductivas pueden estar relacionadas con la filogenia del grupo (Rubio-Pérez, 2005). En el caso de la lagartija vivípara *Sceloporus minor* se carece de información sobre la reproducción de poblaciones del altiplano mexicano, por lo que, el objetivo del presente trabajo es conocer las características reproductivas de esta especie en las poblaciones antes mencionadas, estas se encuentran separadas geográficamente, y por lo tanto, el clima y tipo de vegetación son diferentes, por lo que se esperaría que los individuos de estos ambientes respondan de forma diferentes en las características reproductivas de cada localidad.



3. ANTECEDENTES

El género *Sceloporus* ha servido como modelo para realizar una gran variedad de estudios dirigidos a conducta, sistemática, morfología, ecología, demografía, reproducción, etc. (Lara-Góngora, 1983, 2004, Lemus-Espinal *et al.*, 1998, 2000; Ramírez-Bautista *et al.*, 2006; Leyte-Manrique 2006, 2007). Por lo que, las lagartijas de este género son consideradas como un buen modelo de estudio, a diferencia de otros grupos de vertebrados como aves y mamíferos que presentan historias de vida muy diferente a este grupo de reptiles (Vitt y Carvalho 1995).

Los estudio sobre estrategias reproductivas en el género *Sceloporus* son conocidos para algunas poblaciones de *Sceloporus grammicus* (Ramírez-Bautista *et al.*, 2004) y de partes bajas del altiplano mexicano (Ramírez-Bautista *et al.*, 2005, Hernández Salinas 2006), *Sceloporus jarrovi* (Ramírez-Bautista *et al.*, 2002, 2008a) y *Sceloporus mucronatus* (Méndez de la Cruz *et al.*, 1993). Estos estudios se han enfocado a encontrar patrones reproductivos de ambientes de zonas altas y bajas del altiplano mexicano (Ramírez-Bautista *et al.*, 2004).



4. ESTRATEGIAS REPRODUCTIVAS

A partir de las dos grandes predicciones de Tinkle *et al.* (1970) Sobre las estrategias reproductivas en especies de lagartijas de ambientes tropicales y templadas, se inició el estudio de forma sistemática sobre características de historia de vida a nivel de especie y/o entre poblaciones de la misma especie para probar las hipótesis de estos autores (Vitt, 1983, 1986; Vitt y Blackburn, 1983; Ramírez-Bautista, 1995; Ramírez-Bautista y Pavón, 2009; Ramírez-Bautista *et al.*, 1995, 2006a, b, 2008b; Hernández-Salinas *et al.*, 2010). Estos estudios tratan las variaciones en las características reproductivas entre poblaciones de una especie o bien una sola población. En éstos se ha tratado ampliamente los diferentes patrones de los ciclos reproductivos de los machos y hembras de especies ovíparas (Ramírez-Bautista y Vitt, 1997, 1998; Ramírez-Bautista *et al.*, 1995, 1996, 2000, 2006a, b) y vivíparas de ambientes templados de montaña (Ramírez-Bautista *et al.* 2002, 2008a, b, 2004, 2005; Ramírez-Bautista y Pavón, 2009).

4.1. Los ciclos reproductivos

A la fecha se ha mostrado que los ciclos reproductivos de las especies ovíparas de ambientes tropicales y vivíparas de montaña están influenciados por la precipitación (Marion, 1982; Ramírez-Bautista y Vitt, 1997, 1998; Ramírez-Sandoval *et al.*, 2006), temperatura (Marion, 1982) y fotoperiodo (Marion, 1982; Ramírez-Bautista y Vitt, 1997, 1998; Ramírez-Bautista *et al.*, 2006a).

Estos factores ambientales, temperatura, precipitación y fotoperiodo influyen en la actividad reproductiva de las especies vivíparas de ambientes templados de montaña, a varias especies que habitan estos ambientes, se les ha considerado con una estrategia reproductiva de tipo otoñal (*sensu* Guillette, 1981, 1982, 1983). Esta consiste en que los machos y las hembras tienen ciclos



reproductivos asincrónicos; la actividad reproductiva de los machos, generalmente se inicia a fines de la primavera (mayo-junio) y finaliza a fines de verano (septiembre) o principio de otoño (octubre). Mientras que la actividad de las hembras comienza en junio o julio con el desarrollo folicular (vitelogénesis), éste se continua con la vitelogénesis tardía (folículos vitelogénicos tardíos, listos para ser ovulados y fertilizados) esto ocurre entre noviembre y diciembre que es cuando se da la ovulación y fertilización (las hembras presentan espermateca donde almacenan los espermatozoides), y el tiempo de desarrollo embrionario es de noviembre-diciembre a marzo-abril, cuando las condiciones son favorables en producción de alimento (Ballinger, 1977; Ramírez-Bautista *et al.*, 2002, 2004, 2008b, 2009). Lo anterior indica que los requerimientos de los machos y de las hembras son diferentes, es decir, la temperatura, precipitación, fotoperiodo y alimento, influyen de manera diferente en la actividad reproductiva de ambos sexos (Ramírez-Bautista *et al.*, 2002).

. En los estudios que se tienen con algunas especies de montaña, por ejemplo, *Sceloporus grammicus* (Guillette y Casas-Andreu, 1980; Guillette y Bearce, 1986; Ramírez-Bautista *et al.*, 2004, 2005; Jiménez-Cruz *et al.*, 2005; Hernández-Salinas *et al.*, 2010), *Sceloporus torquatus* (Guillette y Méndez de la Cruz, 1993; Feria-Ortíz *et al.*, , 2001; *Barisia imbricata* (Guillette y Casas-Andreu, 1987), *Sceloporus jarrovii* (Ramírez-Bautista *et al.*, 2002), *Sceloporus minor* (Ramírez-Bautista *et al.*, 2008a), *Lepidophyma sylvaticum* (Ramírez-Bautista *et al.*, 2008b), *Plestiodon copei* (Guillette, 1983; Ramírez-Bautista *et al.*, 1996), y *Plestiodon lynxe* (Ramírez-Bautista *et al.*, 1998), se ha mostrado que los factores ambientales como temperatura, precipitación y fotoperiodo influyen en la reproducción de éstas.



4.2. Edad y Talla a la madurez sexual

La edad y talla a madurez sexual varía entre los diferentes grupos de especies de lagartijas, estas se ven restringidas por el grupo al que pertenecen (Filogenia; Tinkle *et al.*, 1970) pero también a la influencia del ambiente, como temperatura y precipitación (Ballinger, 1979; Marion, 1982; Ramírez-Bautista y Vitt, 1997, 1998). Las especies de vida corta presentan una tasa de crecimiento rápida y maduran más temprano (antes de un año) que las especies más longevas. Generalmente las especies de ambientes tropicales y templados de altas latitudes, presentan una talla a la madurez sexual más temprana que algunas especies de montaña (Ramírez-Bautista, 2004). La edad y talla a la madurez temprana implica una tasa de crecimiento rápida para reproducirse en las mejores condiciones de humedad, característica que es corta en ambientes templados de altas latitudes. La edad y talla a la madurez también puede estar dado por las condiciones de alimento (cantidad y calidad) en el periodo que nacen las crías (Ballinger, 1973, 1977, 1979; Ramírez-Bautista, 1995).

Otra característica reproductiva, es el tamaño de la puesta o camada, de la que se han estudiado en numerosas especies de lagartijas que habitan diferentes ambientes de México (Ramírez-Bautista *et al.*, 1998, 2002, 2008a; Ramírez-Bautista y Gutiérrez-Mayén, 2003; Ramírez-Bautista y Olvera-Becerril, 2004). Se sabe que ésta está relacionada con la calidad y cantidad del alimento en el ambiente (Ballinger, 1973, 1977; Ramírez-Bautista, 1995).

4.3. Tamaño de Camada

La teoría indica que el tamaño de la camada de las especies también está relacionado con la filogenia del grupo al que pertenece y/o a la calidad y cantidad de alimento disponible en el ambiente que las hembras y machos requieren para crecer y reproducirse (Ballinger, 1973, 1977; Ramírez-Bautista, 1995). Por



ejemplo, las crías de *Anolis nebulosus* que nacen al inicio del periodo de nacimiento (a mediados de septiembre), tienen una tasa de crecimiento mayor que los que nacen más tarde (a mediados o fines de la estación de lluvias, octubre-noviembre), alcanzando la LHC mínima a la madurez sexual (32-35 mm) en dos meses (noviembre), pero se reproducen en la siguiente estación del año, cuando la talla es mayor (40-45 mm). Esta estrategia de periodo de nacimiento de las crías, tiene ventajas en supervivencia y éxito reproductivo sobre los que nacen más tarde (Ramírez-Bautista, 1995; Ramírez-Bautista y Vitt, 1997). El mismo patrón ocurre en otras especies, como *Urosaurus bicarinatus* (Ramírez-Bautista y Vitt, 1998), *Sceloporus melanorhinus* (Ramírez-Bautista *et al.*, 2006 a), *Sceloporus jarrovii* (Ballinger, 1973, 1977; Smith *et al.*, 1994).



5. GENERALIDADES DE *Sceloporus minor*

La familia Phrynosomatidae cuenta con aproximadamente 84 especies, dentro de las cuales está *Sceloporus minor*, esta especie pertenece al grupo *poinsettii* (Wiens *et al.*, 2010). Cuyos miembros presentan modo de reproducción vivípara (Smith, 1939; Smith *et al.*, 1994; Ramos-Flores, 2003; Ramírez-Bautista *et al.*, 2008a; Wiens *et al.*, 2010). El grupo *poinsettii* tiene una amplia distribución que va desde el centro de Estados Unidos, México a Centro América, encontrándose en ambientes tropicales húmedos, estacionales, áridos, y templados (Sites *et al.*, 1992; Wiens y Reeder, 1997).

Sceloporus minor es de talla mediana, con una longitud hocico-cloaca (LHC) máxima de 90 mm (Ramos-Flores, 2003; Ramírez-Bautista *et al.*, 2008a). Los hábitats en que vive son terrestres y semi-arborícola, así también los microhábitats que ésta explota son troncos de árboles y rocas, (Ramírez-Bautista *et al.*, 2008a). El patrón de color dorsal y ventral varía entre los machos y las hembras; la zona ventral de los machos es más evidente que en las hembras (Figuras 2 A y B, 3 A y B, 4 A y B, 5 A y B, 6 A y B).

5.1. Distribución

Las especies del grupo *poinsettii* en particular *Sceloporus minor* se distribuyen desde el sur de Arizona, a lo largo de la Sierra Madre Occidental, pasando por el norte de Nayarit, Nuevo León, Tamaulipas, San Luis Potosí, Querétaro e Hidalgo (Wiens *et al.*, 2010). (Fig.1).



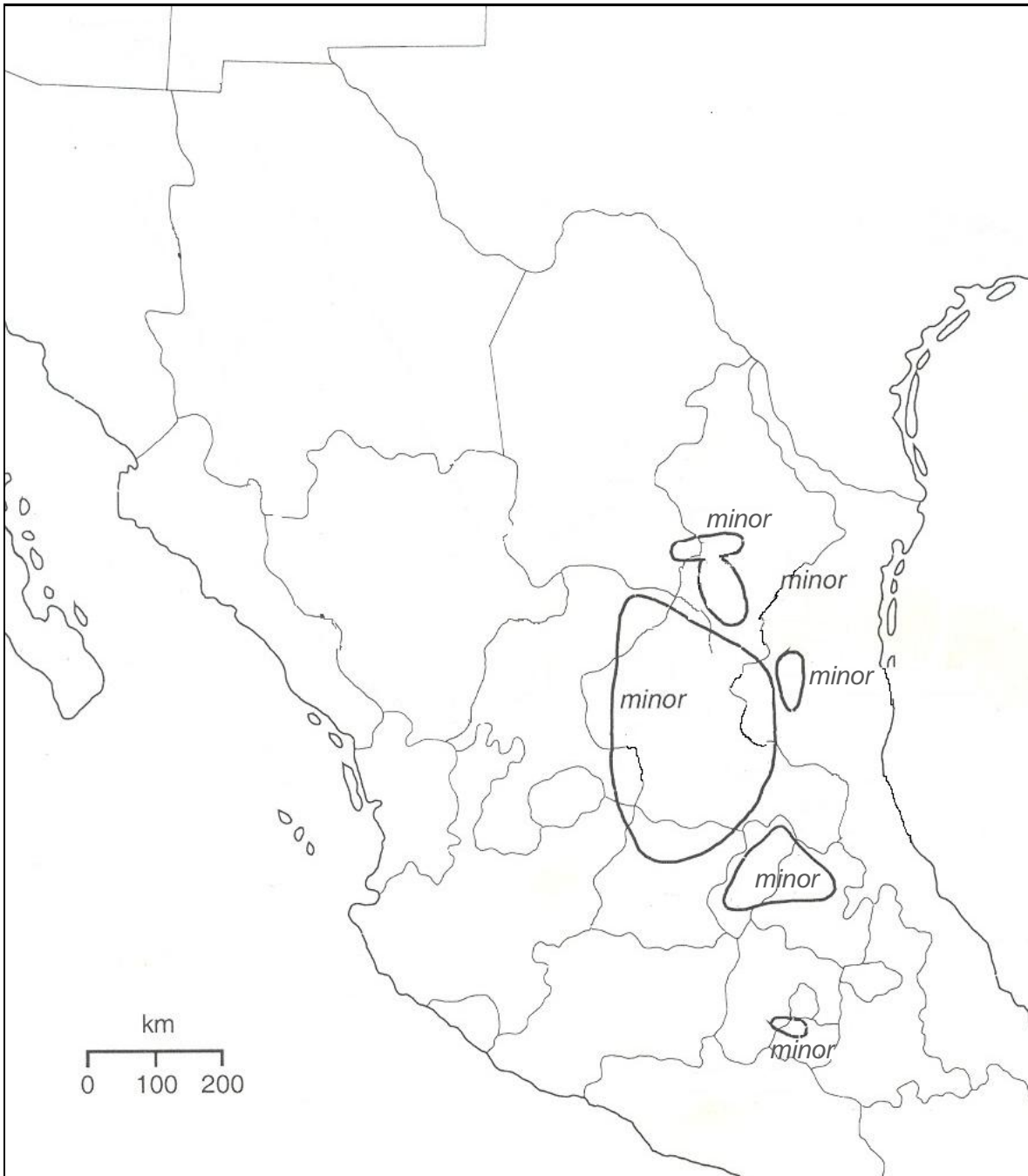


Figura 1. Distribución geográfica de la especie vivípara *Sceloporus minor* en algunos estado de México. Mapa tomado y modificado de Wiens et., al. (1999).





Figura 2 A y B. Muestra patrones de coloración dorsal de machos de la localidad de La Manzana de la lagartija vivípara *Sceloporus minor*, Hidalgo, México.



Figura 3 A y B. Muestra patrones de coloración dorsal de hembras de la localidad de La Manzana de la lagartija vivípara *Sceloporus minor*, Hidalgo, México.

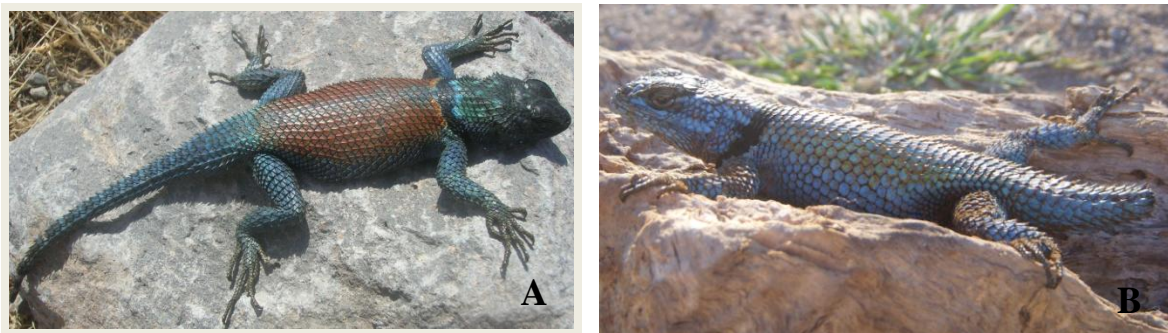


Figura 4 A y B. Patrones de coloración dorsal de machos de la localidad de El Enzuelado de la lagartija vivípara *Sceloporus minor*, Hidalgo, México.



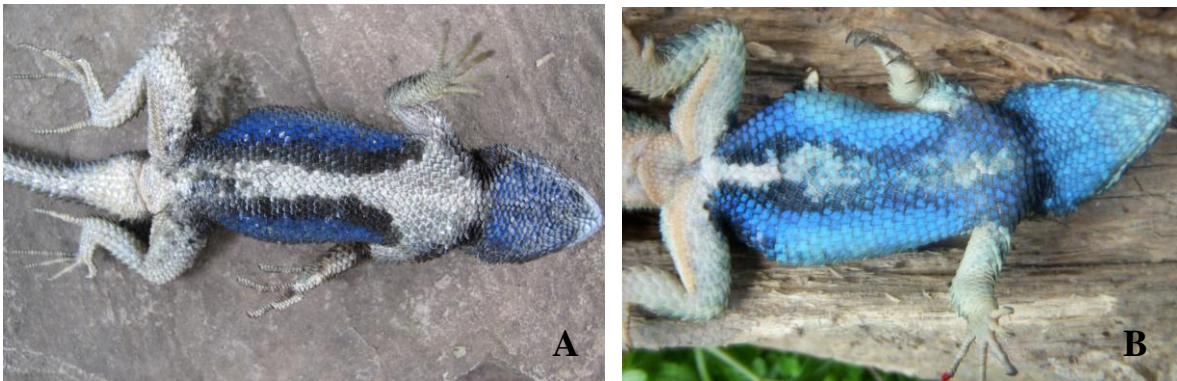


Figura 5 A y B. Muestra la coloración de un macho en posición ventral de la lagartija vivípara *Sceloporus minor* de la localidad de la Manzana (A) y de la localidad de El Enzuelado (B).

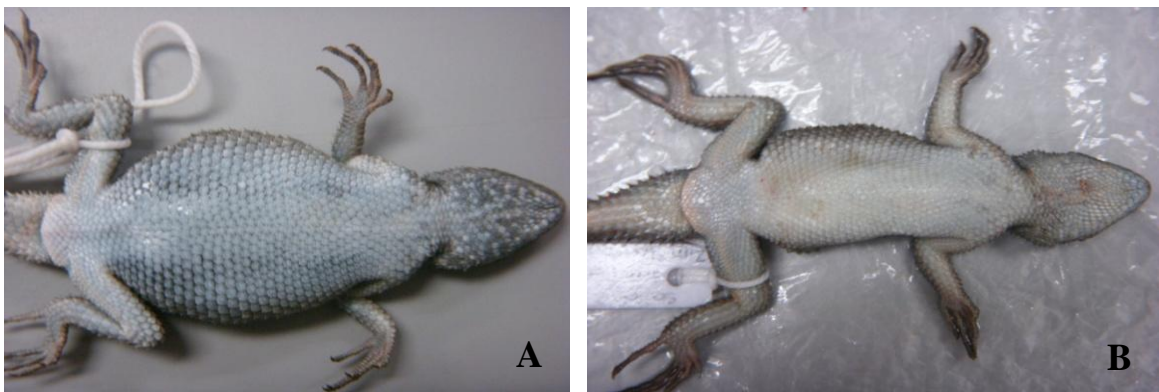


Figura 6 A y B. Patrón de color de la región ventral de una hembra de la lagartija vivípara *Sceloporus minor* de la localidad de El Enzuelado (A) y la localidad de la Manzana (B).



6. JUSTIFICACION

El grupo *poinsettii* está representado por varias especies (*Sceloporus cyanogenys*, *Sceloporus cyanostictus*, *Sceloporus dugesii*, *Sceloporus macdougalli*, *Sceloporus minor*, *Sceloporus mucronatus*, *Sceloporus oberon*, *Sceloporus ornatus*, *Sceloporus poinsettii*, *Sceloporus serrifer* y *Sceloporus sugillatus*; Wiens *et al.*, 2010), de las que muy pocas se conocen algunos aspectos de su reproducción o historia natural, por ejemplo en *Sceloporus dugesii* (Ramírez-Bautista y Dávila-Ulloa, 2009), *Sceloporus minor* (Ramírez-Bautista *et al.*, 2008a), *Sceloporus mucronatus* (Méndez de la Cruz *et al.*, 1988), y *Sceloporus poinsettii* (Ballinger, 1973). En el estado de Hidalgo se encuentran *Sceloporus mucronatus* y *Sceloporus minor*, sin embargo, de ésta última, nada se conoce sobre su reproducción. Estudios entre poblaciones de una misma especie basados con modelos de formas vivíparas de montaña, han encontrado variaciones y similitudes en la extensión reproductiva, ciclos reproductivos de los machos y de las hembras, tamaño de la camada, tamaño de las crías al nacer, entre otras. Por lo que, en este trabajo se presenta información de las características reproductivas de dos poblaciones (La Manzana y El Enzuelado) geográficamente separadas de la lagartija vivípara *Sceloporus minor* en el Estado de Hidalgo, México. Los ambientes de cada población son diferentes en clima, vegetación y altitud, por lo que, se espera que las lagartijas de cada población respondan de manera diferente en las características reproductivas.



7. HIPOTESIS

Las dos poblaciones de *Sceloporus minor* viven en ambientes templados, con características ambientales contrastantes en altitud, clima y tipos de vegetación, entonces se esperaría encontrar diferencias en las características reproductivas de los machos y de las hembras de ambas poblaciones.



8. OBJETIVOS

8.1. Objetivo General

Analizar las características reproductoras de los machos y de las hembras de la lagartija vivípara *Sceloporus minor* en dos poblaciones (La Manzana, Zimapán y El Enzuelado, San Agustín Metzquitlán) del Estado de Hidalgo, México, con la finalidad de conocer cómo éstas se comportan en ambientes contrastantes. .

8.2. Objetivos Particulares

1. Establecer los ciclos reproductores de los machos y de las hembras en ambas poblaciones.
2. Determinar la longitud hocico cloaca (LHC) mínima a la madurez sexual de los machos y de las hembras en estas poblaciones.
3. Establecer el tamaño de la camada y determinar si está relacionado con la longitud hocico-cloaca (LHC) de las hembras en ambas poblaciones.
4. Evaluar las relaciones de los factores ambientales (temperatura, precipitación y fotoperiodo) en la actividad reproductora de los machos y de las hembras.



9. AREA DE ESTUDIO

9.1. Descripción del área de estudio

El trabajo de campo se realizó en dos localidades del estado de Hidalgo. Una de éstas se conoce con el nombre de La Manzana del Municipio de Zimapán ($20^{\circ}44'$ latitud norte, $99^{\circ}23'$ latitud oeste; Fig. 8). Esta tiene una altitud de 1,780 msnm, con un tipo de vegetación dominante de pino-encino y manchones de matorral xerófilo (Fig. 8). La precipitación media anual es de 391mm, y un clima templado-frío y semicálido (Cuadro 1). La segunda localidad es El Enzuelado, que pertenece al Municipio de San Agustín Metzquititlán ($20^{\circ} 31' 54''$ latitud norte, $98^{\circ} 38' 24''$ latitud oeste; Fig. 9). La altitud es de 1,380 msnm, con una vegetación de matorral xerófilo (Fig. 9) y una precipitación media anual de 497 mm y un clima semiseco y seco (Pavón y Mesa Sánchez, 2009; Cuadro 1), (Figura 7).

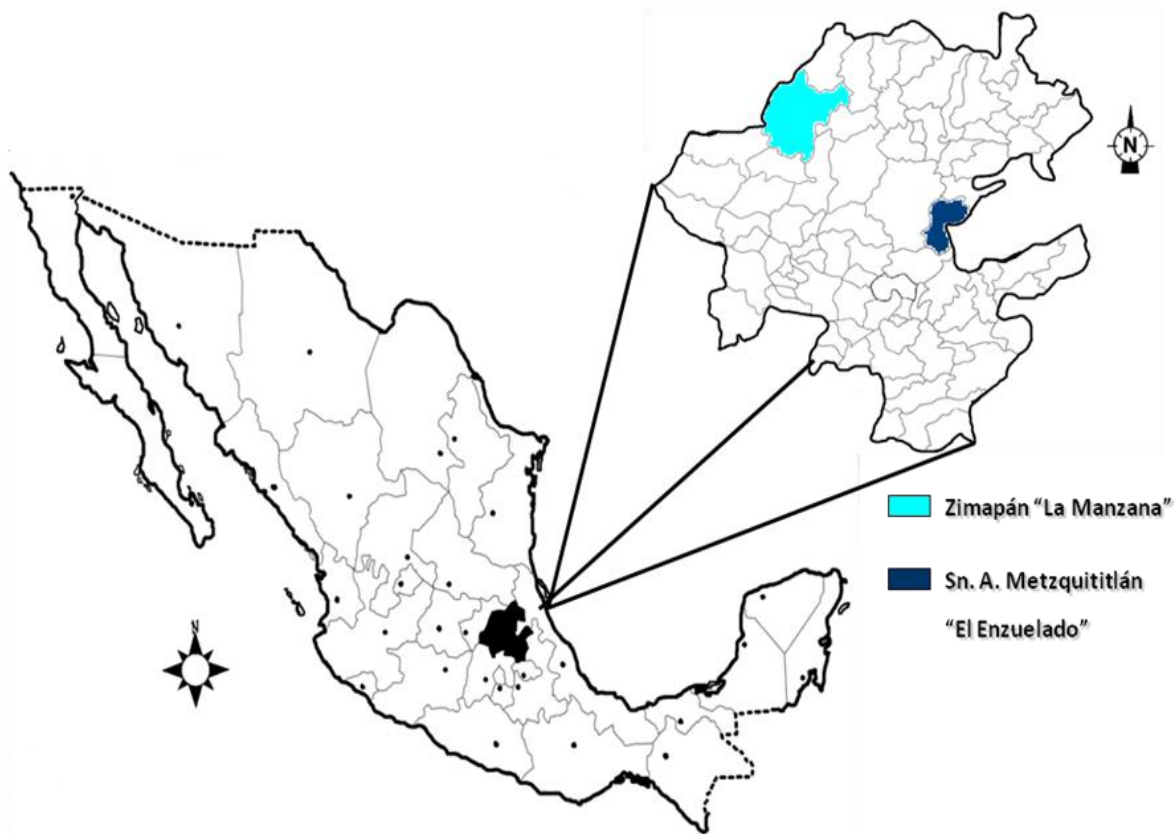


Figura 7. Ubicación geográfica de los sitios de estudio en el estado de Hidalgo. Municipios de Zimapán (La Manzana y San Agustín Metzquititlán (El Enzuelado).



Cuadro 1. Características físicas de las áreas de estudio.

Población	La Manzana	El Enzuelado
Coordenadas	20° 44' N 99° 23' O	20° 31' 54" N 98° 38' 24 " O
Altitud	1,780 msnm	1,380 msnm
Clima	templado frío y semicálido	semiseco y seco
Vegetación	pino-encino—xerófilo	xerófilo
Temperatura (media anual)	18.3 °C	11.7 ° C y 23.7 ° C
Precipitación (media anual)	391 mm	497 mm

**Figura 8 A y B.** Muestra la vegetación típica (pino-encino) de La Manzana.**Figura 9 A y B.** Muestra la vegetación típica (matorral xerófilo) de El Enzuelado.

10. MATERIALES Y MÉTODOS

10.1. Trabajo de campo

Los datos de este trabajo se obtuvieron de individuos de *Sceloporus minor* de las dos poblaciones antes mencionadas. Los muestreos se realizaron a partir del mes de abril del 2008 a marzo del 2009 en cada población. Estos se llevaron a cabo de forma sistemática durante cada mes, empleando técnicas convencionales usadas para la recolecta de reptiles (Casas-Andreu *et al.*, 1991). La búsqueda de los ejemplares se realizó a partir de las 10:00 am a las 17:00 pm. En ambas localidades se hizo una búsqueda intensiva de lagartijas durante dos días o un día de duración dependiendo de las condiciones ambientales de cada zona de estudio; se revisaron todos los tipos de microhabitats usados (bardas, rocas, grietas) por las lagartijas que se encontraron a lo largo del área de muestreo. Los organismos se recolectaron directamente con las manos o bien con ayuda de bandas de hule (Davor y Duarte, 1995; Ramos-Flores, 2003). El tamaño de la muestra (n) para cada sitio por mes fue de 6 ejemplares adultos (3 machos y 3 hembras), 69 machos y 76 hembras para ambas poblaciones, haciendo un total 145 individuos.

A cada lagartija recolectada se le tomaron datos *in situ* de: las características morfológicas como longitud hocico-cloaca (LHC mm), longitud de la cola (LC mm; Figs. 10 y 11) con el apoyo de un calibrador digital y peso (g) del cuerpo con una balanza manual marca PESOLA (capacidad de 10, 30 y 50 g). Además, para caracterizar a cada uno de los sitios de muestreo, se registraron los datos de temperatura del ambiente y del microhábitat donde se encontró la lagartija, coordenadas geográficas con ayuda de un GPS marca GARMIN (Vanhooydonk *et al.*, 2000; Rubio-Pérez, 2005; Leyte-Manrique, 2006), y tipo de vegetación de cada sitio. A los ejemplares recolectados se les asignó un acrónimo para su identificación de localidad. Posteriormente fueron colocados en bolsas de



manta marcadas con el número de recolecta para ser transportados al Laboratorio de Ecología de Poblaciones del Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Los ejemplares fueron depositados en la colección de anfibios y reptiles del CIB de la misma Universidad.

10.2. Trabajo de laboratorio

En el laboratorio, se tomaron fotografías a cada uno de los ejemplares con el fin de tener los diferentes patrones de coloración de los machos y de las hembras de ambas poblaciones (Figs. 10 y 11). Este método apoya en parte las condiciones reproductivas de las lagartijas de ambos sexos, es decir, en la estación no reproductiva, los machos presentan un patrón de coloración menos conspicuo que durante la reproducción (Ramírez-Bautista *et al.*, 2008a; Stephenson, 2010).

Posteriormente, se sacrificaron los organismos por el método de congelación (baja de metabolismo). Éstos se fijaron con formol al 10% durante un periodo de cinco días, más tarde se lavaron con agua corriente (de la llave) para conservarlos en alcohol al 70% (Casas-Andreu *et al.*, 1991).



11. ANALISIS ESTADISTICOS

Con la información de los datos de las variables analizadas en este trabajo, se elaboró una base de datos en Excel. Los análisis fueron desarrollados con el programa estadístico StatView (Abacus Concepts, 1992). Se considera un error estándar (E.E.) de ± 1 para las variables analizadas, y un valor de significancia de $P \leq 0.05$ (Ramírez-Bautista y Vitt, 1997, 1998; Ramos-Flores, 2003).

11.1. Análisis de los ciclos reproductores de los machos y hembras de ambas poblaciones

A las hembras adultas de ambas poblaciones se les realizó una incisión en la región ventral del cuerpo para remover los folículos y huevos, tales como folículos no vitelogénicos (FNV), folículos vitelogénicos (FV), embriones (E) que presentaron en los ovarios o en los oviductos, respectivamente. A las diferentes clases de folículos se les tomó las medidas de largo y ancho y se pesaron en una balanza analítica (0.0001 g; Ramírez-Bautista *et al.*, 2002). El mismo método se aplicó para remover y extraer los testículos con la finalidad de conocer los cambios mensuales en la masa de estos órganos y describir los ciclos anuales (Ramírez-Bautista *et al.*, 2002, 2005).

Con el peso obtenido de las gónadas de ambos sexos (0.0001g), se graficaron los ciclos reproductivos tanto de los machos como de las hembras de ambas poblaciones (Ramírez-Bautista y Vitt 1997, 1998; Ramírez-Bautista *et al.*, 2000, 2002). Los cambios en la masa gonádica de las hembras fue a través de la presencia de las diferentes fases de los folículos (FNV, FV, y E) en desarrollo durante la actividad reproductiva de las hembras de ambas poblaciones (Ramírez-Bautista y Pardo-De la Rosa, 2002). Estas fases se describen a continuación de manera muy general.



Fase 1. Hembras no activas reproductivamente, presenta (folículos no vitelogénicos) FNV en el ovario. Éstos son de color blanquecino, de forma casi transparente, lo que indica la ausencia de sustancias nutritivas o vitelo.

Fase 2. Hembras en actividad reproductiva, presentan (folículos vitelogénicos) FV en el ovario; éstos son de color amarillento, lo que indica la presencia de sustancias nutritivas o vitelo para completar el proceso de vitelogénesis (vitelogénesis tardía, folículos en espera de ser ovulados).

Fase 3. Hembras con huevos fertilizados que se encuentran en fase de desarrollo embrionario, embriones (E), éstos se encuentran en el oviducto (útero).

En este trabajo, los ciclos reproductivos de las hembras se grafican con los cambios en la masa de los FNV y FV; así como con la de los embriones en desarrollo (Ramírez-Bautista et al., 2002; Hernández-Salinas et al., 2010).

Para ver la variación de la masa de los órganos con respecto a la LHC de las hembras conociendo de antemano que esta puede variar con la LHC, primero se calcularon los residuales por medio de un análisis de regresión lineal y de ser positiva y significativa la relación (Schulte-Hostedde *et al.* 2005), se ajustaron los datos a \log^{10} (Ramírez-Bautista et al., 2002, 2008a). Los residuales se emplearon para describir los cambios mensuales de la masa de las gónadas de ambos sexos de las poblaciones de La Manzana y El Enzuelado. Así mismo se efectuó un ANOVA para analizar la variación mensual de la masa (Ramírez-Bautista y Vitt 1997, 1998; Ramírez-Bautista *et al.*, 2000, 2002). Por otra parte, se desarrollaron análisis de correlaciones para identificar asociaciones entre las variables climáticas, como temperatura, precipitación y fotoperiodo y la media de la masa de las gónadas de los machos y de las hembras (Ramírez-Bautista *et al.*, 2002, 2008a). Las medias mensuales de la temperatura, la precipitación y el fotoperiodo



se tomaron de un periodo de 10 años de las áreas de estudio (Pavón y Mesa Sánchez, 2009).

11.2. Longitud hocico cloaca mínima a la madurez sexual

Para conocer la talla mínima a la madurez sexual, tanto de hembras como de machos se consideraron a los organismos adultos más pequeños en la LHC que se encontraron reproductivamente activos (Ramos-Flores, 2003). Ésta se tomó para todas aquéllas con la LHC más pequeña que presentaron FV y/o embriones en el oviducto (Ramírez-Bautista y Vitt, 1997, 1998; Ramírez-Bautista *et al.*, 2002, 2008a; Hernández-Salinas *et al.*, 2010). Mientras que en los machos, se consideraron sexualmente maduros a todos aquellos con una LHC más pequeña con presencia de espermatozoides en el epidídimo el cual presento una forma de zigzag (Goldberg y Lowe, 1966; Goldberg, 1971). Finalmente para ver si existía diferencia entre los machos y las hembras de ambas poblaciones se llevo a cabo una prueba de t de Student.

11.3. Tamaño de la camada y relación de ésta con la LHC de las hembras

Para determinar el tamaño de la camada de las hembras de ambas poblaciones, se basó en el número de embriones que se presentaron en cada uno de los oviducto de las hembras (Ramírez-Bautista *et al.*, 2008a). El tamaño medio de éste se comparó entre la población de La Manzana y El Enzuelado. Por otra parte, se realizo un análisis de correlación entre el tamaño de camada (variable dependiente), y la LHC de las hembras (variable independiente) de las hembras para cada población, para ver el efecto de respuesta sobre estas dos variables reproductoras (Ramírez-Bautista *et al.*, 2002, 2008a).



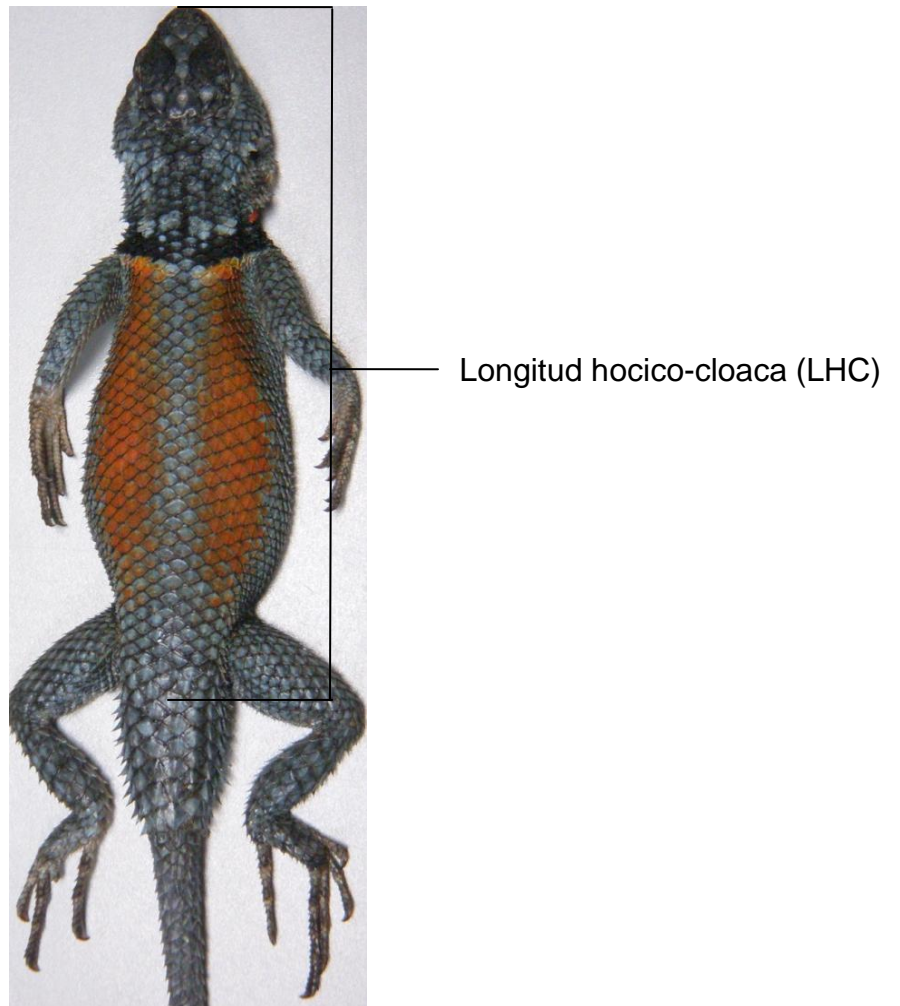


Figura 10. Medidas morfométricas (mm) de macho de *Sceloporus minor*.



Figura 11. Muestra la forma de tomar medidas morfométricas (mm) con un calibrador digital, se muestra a una hembra de El Enzuelado de *Sceloporus minor*.



12. RESULTADOS

12.1. Ciclos reproductores

Población La Manzana

Machos

De los 32 machos examinados, todos se consideraron sexualmente maduros, presentando una relación significativa entre \log_{10} masa gonádica y \log_{10} LHC ($r^2 = 0.512$, $F_{1, 30} = 31.5$, $P < 0.0001$). El ANOVA de los residuales reveló variaciones significativas entre meses en la masa gonádica ($F_{11, 20} = 7.0$, $P < 0.0001$). Con base en una prueba post hoc de Fisher, se mostró que la masa gonádica difirió significativamente ($P < 0.05$) entre los meses: enero vs abril, julio, noviembre y diciembre; febrero vs mayo, julio, agosto, septiembre y octubre; marzo vs mayo, julio, agosto, septiembre; abril vs mayo, junio, julio, agosto; mayo vs noviembre y diciembre; junio vs noviembre y diciembre; julio vs noviembre y diciembre; agosto vs noviembre y diciembre; septiembre vs noviembre y diciembre; octubre vs noviembre y diciembre. La (Fig. 12 A) muestra que la masa testicular empezó a incrementar de mayo a octubre, con dos picos, uno en junio y otro en septiembre, y la disminución de la actividad ocurrió en octubre a diciembre.



Hembras

De las 39 hembras adultas, todas fueron sexualmente maduras. Presentaron una relación significativa entre \log_{10} masa gonádica y \log_{10} LHC ($r^2 = 0.10$, $F_{1, 37} = 4.21$, $P = 0.047$). Usando los residuales de la regresión, un ANOVA mostró diferencias entre los meses en la masa gonádica de las hembras ($F_{11, 27} = 3.61$, $P = 0.003$). Una prueba de post-hoc de Fisher mostró que la masa gonádica varió entre meses ($P = 0.003$) (Fig. 12 B). Por ejemplo, enero vs mayo, junio, julio, y agosto; febrero vs junio, julio, agosto y septiembre; marzo vs abril, mayo, junio, julio, agosto y octubre; mayo vs julio, agosto, septiembre, noviembre y diciembre. La masa gonádica empezó a incrementar a partir de junio a marzo del siguiente año, con el pico máximo de enero a marzo, cuando el desarrollo embrionario está entre los estadios 27 y 40. El periodo vitelogénico fue de mayo a noviembre, el desarrollo embrionario de noviembre a abril, y los nacimientos en el mes de abril.



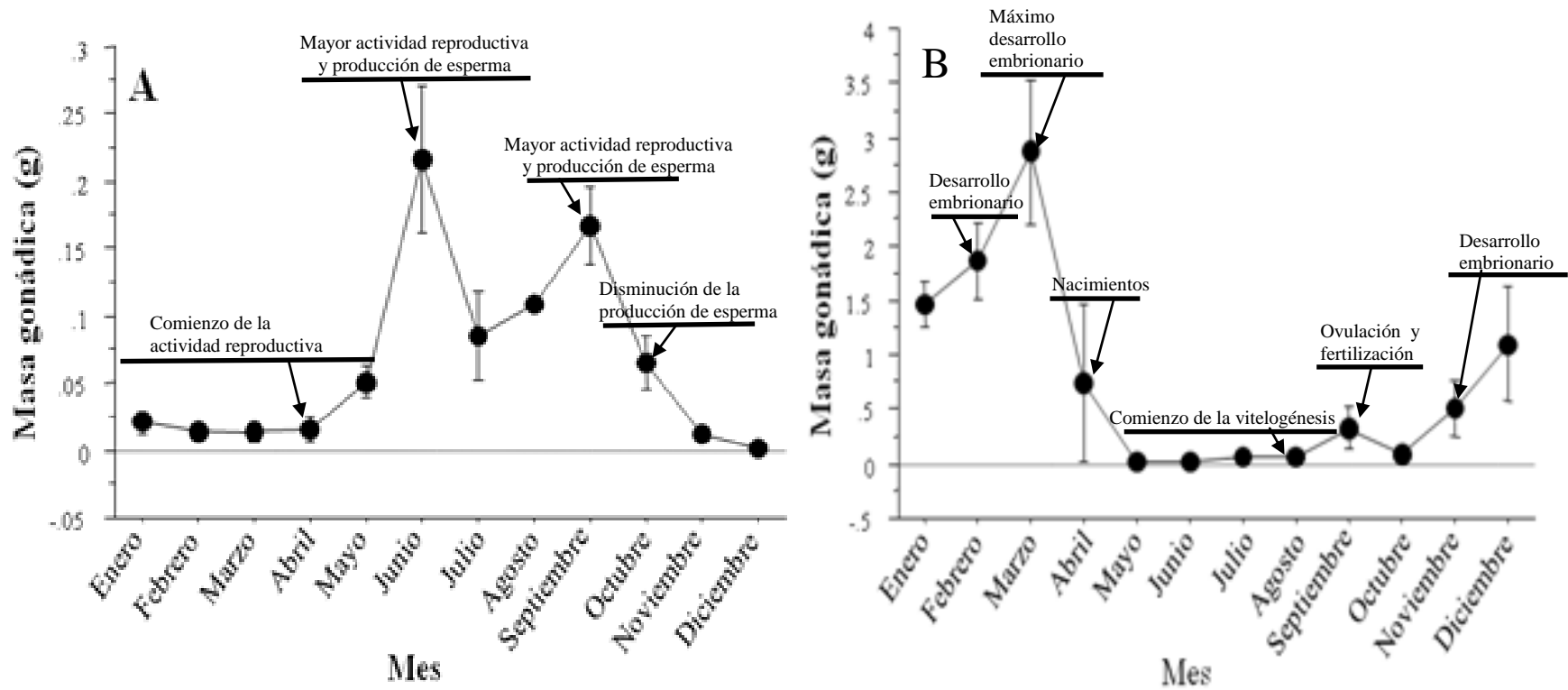


Figura 12 A y B. Muestra los ciclos reproductivos de los machos y de las hembras de la población de La Manzana, (A) machos y (B) hembras.



Población El Enzuelado

Machos

Una muestra de 37 machos adultos de *Sceloporus minor* de la población de El Enzuelado, mostró relación significativa entre \log_{10} masa gonádica y \log_{10} LHC ($F_{1, 35} = 3.23$, $P = 0.05$). Un ANOVA sobre los residuales de la regresión reveló efecto de mes sobre la masa testicular ($F_{11, 25} = 6.22$, $P < 0.0001$). Un análisis de post- hoc de Fisher mostró variación entre meses ($P < 0.05$). Por ejemplo, enero vs marzo, octubre y noviembre, febrero vs julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre, marzo vs julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre, abril vs julio, agosto y septiembre, mayo vs septiembre, octubre y noviembre, y junio vs septiembre, octubre y noviembre (Fig. 13 A). La masa testicular empezó a incrementar a partir mayo, alcanzando sus máximos valores de septiembre a noviembre, y la regresión de diciembre a marzo.

Hembras

En una muestra de 37 hembras adultas, un análisis de regresión no mostró relación significativa entre \log_{10} LHC y \log_{10} masa gonádica ($r^2 = 0.015$, $F_{1, 35} = 0.439$, $P = 0.468$). Un ANOVA indicó efecto de mes sobre la masa gonádica ($F_{11, 25} = 14.48$, $P < 0.0001$). Así también una prueba de post-hoc mostró diferencias entre los meses ($P < 0.05$). Por ejemplo, enero vs de abril a octubre, febrero vs de abril a octubre, marzo vs abril-noviembre, abril vs mayo, junio, julio, septiembre y diciembre, mayo vs octubre-diciembre, junio vs octubre-diciembre, y julio vs octubre (Fig. 13 B). La masa gonádica empezó a incrementar a partir de septiembre a marzo del siguiente año, con el pico máximo en el mes de marzo. El periodo vitelogénico ocurrió de mayo a noviembre, el desarrollo embrionario de diciembre a abril, mes en que también ocurrieron los nacimientos.



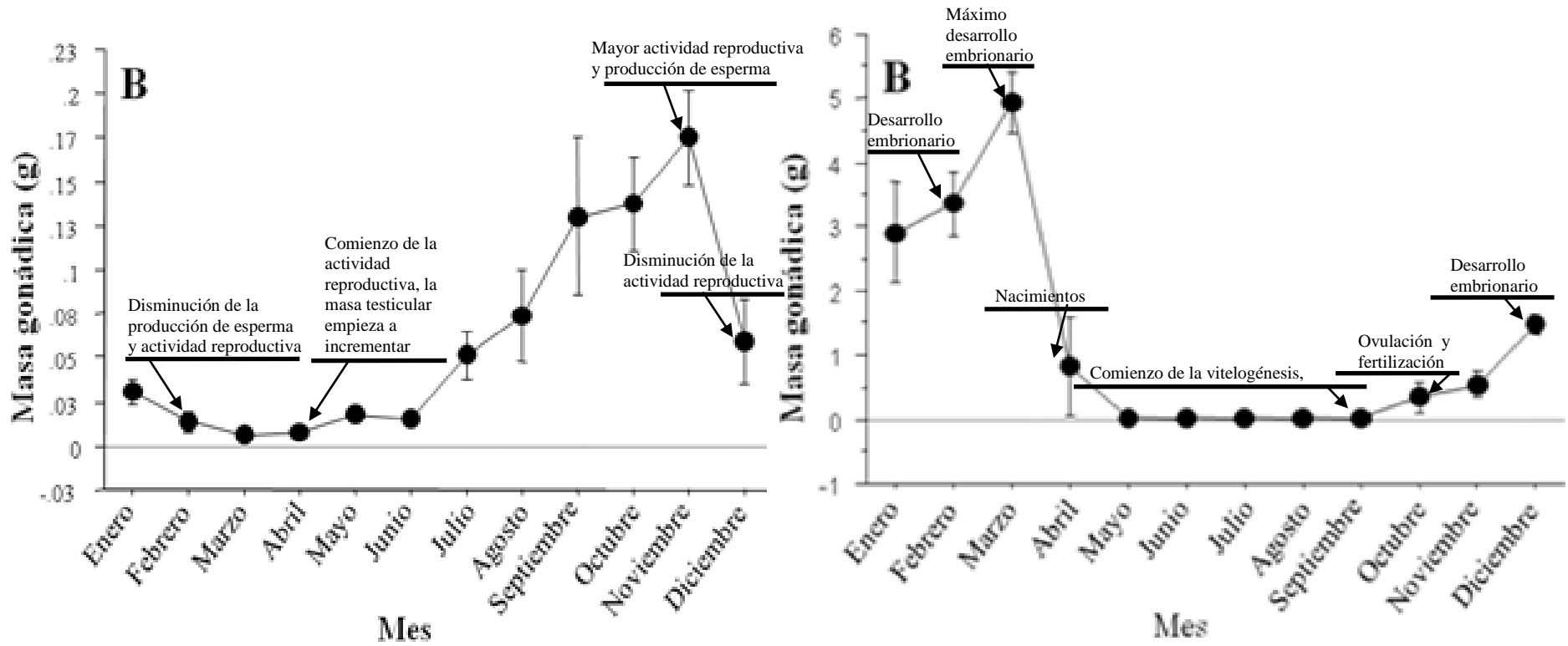


Figura 13 A y B. Muestra los ciclos reproductivos de los machos y de las hembras de la población de El Enzuelado, (A) machos y (B) hembras.



12.2. Longitud hocico-cloaca mínima a la madurez sexual

Los machos de la población de La Manzana alcanzaron la madurez sexual a una LHC mínima de 53.6 mm y una talla media de 70.1 ± 1.7 mm (E.E), ($n= 32$), mientras que en las hembras fue de 41.6 mm, con una media de 64.9 ± 1.4 mm (E.E), ($n=39$). Por otro lado, los machos de la población de El Enzuelado alcanzaron la LHC mínima a la madurez sexual a 59.2 mm (75.7 ± 1.5 mm (E.E), $n= 37$), y en las hembras fue de 55.3 mm (72.6 ± 1.4 mm (E.E), $n= 37$).

Las hembras sexualmente maduras de *Sceloporus minor* de La Manzana presentaron una LHC menor que las de El Enzuelado ($t = 3.9$, $P < 0.05$); el mismo patrón ocurrió en los machos de ambas poblaciones ($t = 2.51$, $P = 0.014$).

12.3. Tamaño de camada

El tamaño medio de la camada de las hembras de la población de la Manzana fue de 5.2 embriones ± 0.31 (E.E), (intervalo 3 – 8) (cuadro 2). Mientras que, el tamaño de camada medio de las hembras de la población de El Enzuelado fue de 7.5 embriones ± 0.65 (E.E), (intervalo 5 – 13; cuadro 2). El tamaño de la camada de la población de El Enzuelado fue mayor ($P < 0.005$) que en la población de La Manzana. Un análisis de regresión mostró una relación significativa entre el tamaño de la camada y la LHC de las hembras de la población de El Enzuelado (Fig.15; $r^2 = 0.462$; $F_{1, 11} = 9.45$, $P = 0.01$) y las de la Manzana (Fig. 14; $r^2 = 0.0343$; $F_{1, 11} = 6.26$, $P = 0.027$). Sin embargo se observó que las crías de la población de El Enzuelado, mostraron una talla mínima de longitud hocico-cloaca (LHC) al nacer más grande que las crías de La Manzana al nacer (Fig. 16).



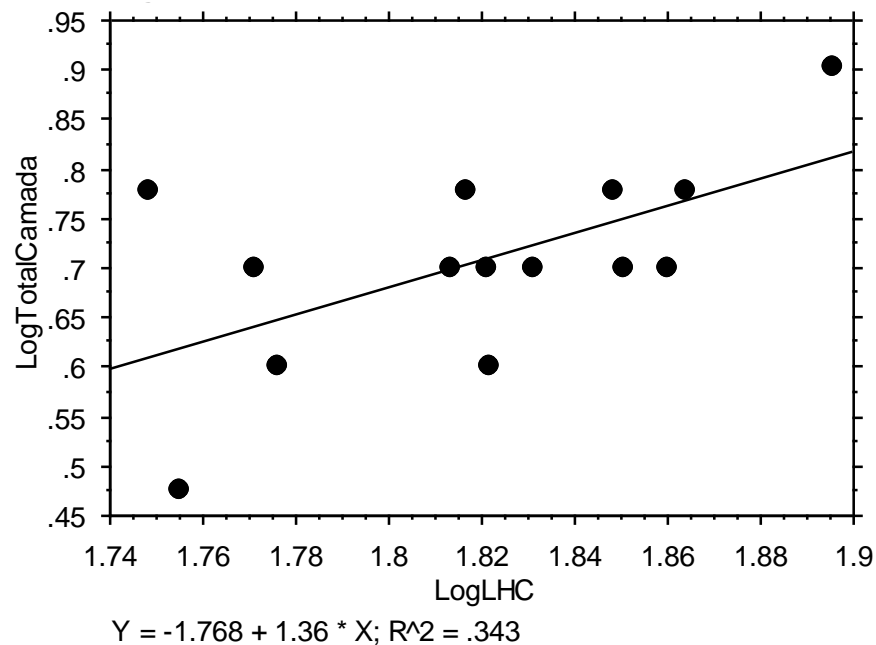


Figura 14. Muestra que hay una relación significativa entre el tamaño de la camada y la longitud hocico-cloaca (LHC mm) de las hembras de La Manzana.

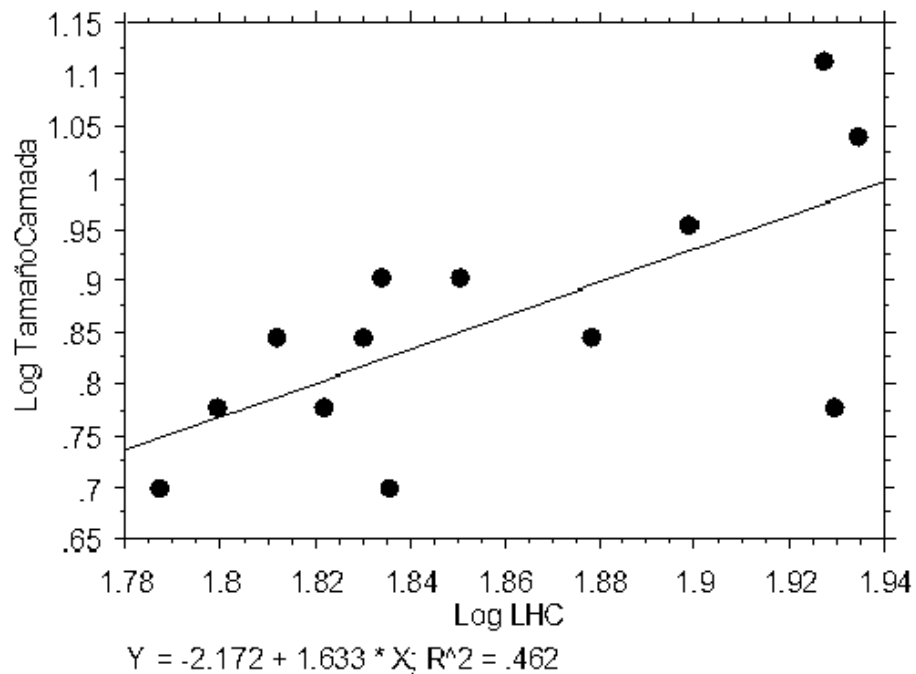


Figura 15. Muestra la relación entre el tamaño de la camada y la longitud hocico-cloaca (LHC mm) de las hembras de la población de El Enzuelado.



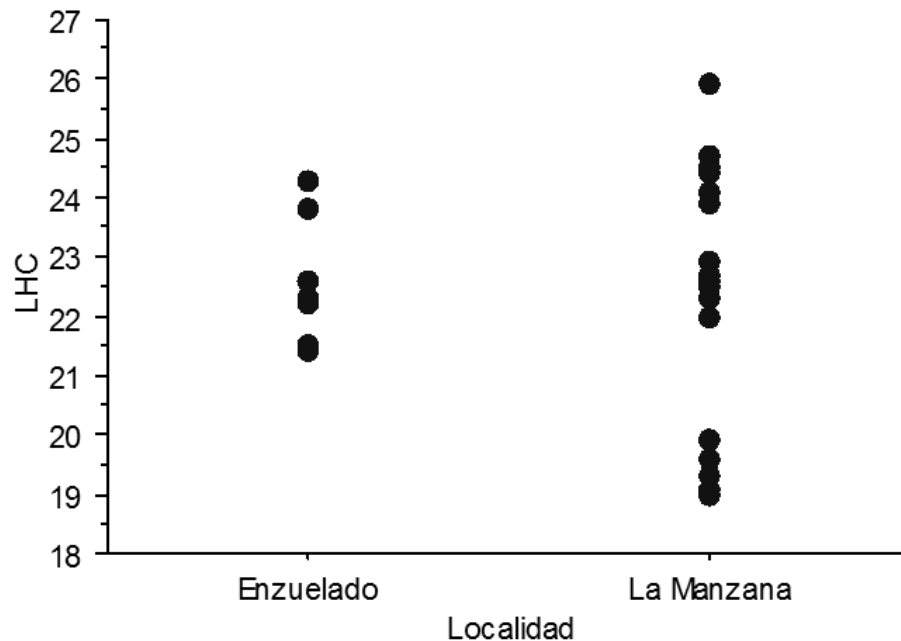


Figura 16. Muestra la longitud hocico-cloaca LHC (mm) de las crías al nacer y el número de los individuos crías de la población de El Enzuelado y La Manzana (puntos negros).

Cuadro 2. Características reproductivas de las hembras de *Sceloporus minor* de dos poblaciones del Estado de Hidalgo, México. Media \pm Error Estándar (E.E.) (intervalo y tamaño de muestra).

Características	El Enzuelado	La Manzana
LHC (mm) adulto	72.5 \pm 1.4 (55.3 – 92.9, n = 37)	64.9 \pm 1.4 (41.6 – 87.0, n = 39)
Periodo vitelogénico	mayo-noviembre	mayo-noviembre
Desarrollo embrionario	diciembre-abril	noviembre-abril
Tamaño de la camada	7.5 \pm 0.65 (n = 13)	5.2 \pm 0.21 (n = 14)
Volumen de la gónada (mm³)	482.5 \pm 70.9 (n = 13)	464.5 \pm 48.8 (n = 12)
Peso embrión (g)	0.472 \pm 0.054	0.554 \pm 0.047
Periodo de nacimientos	abril	abril
LHC (mm) crías al nacer	21.4 \pm 0.42 (n = 14)	19.1 \pm 0.45 (n = 14)
LHC (mm) crías	39.9 \pm 0.94 (n = 14)	45.9 \pm 0.96 (n = 14)
Tasa de crecimiento	0.35 mm/día	0.48 mm/día
Días después de nacer	49	49



12.4. Influencia de los factores ambientales en la actividad reproductiva de los machos y de las hembras de ambas poblaciones

Un análisis de correlación entre factores ambientales como temperatura ($r = 0.52$, $P = 0.04$), precipitación ($r = 0.95$, $P < 0.0001$) y fotoperiodo ($r = 0.64$, $P = 0.025$) y la actividad reproductiva de los machos de la población de la Manzana resultaron significativas. Así también, la actividad gonádica de las hembras de esta población, se correlacionó con la precipitación ($r = 0.68$, $P = 0.014$), fotoperiodo ($r = 0.51$, $P = 0.049$), pero no con la temperatura ($r = 0.40$, $P = 0.194$). Por otro lado, la actividad gonádica de los machos de la población de El Enzuelado, no se correlacionó con la temperatura ($r = 0.27$, $P = 0.404$), precipitación ($r = 0.32$, $P = 0.304$) ni con el fotoperiodo ($r = 0.23$, $P = 0.47$); en contraste, la actividad gonádica de las hembras de esta población estuvo correlacionada significativamente con la precipitación ($r = 0.62$, $P = 0.031$), temperatura ($r = 0.60$, $P = 0.039$) y fotoperiodo ($r = 0.50$, $P = 0.049$). Los Factores ambientales influyen en la actividad gonádica de los machos y de las hembras, esto se apoya más cuando se observan los patrones de las variaciones mensuales a lo largo de un año en la temperatura, la precipitación y el fotoperiodo de cada una de las localidades estudiadas (Figs. 17 y 18).



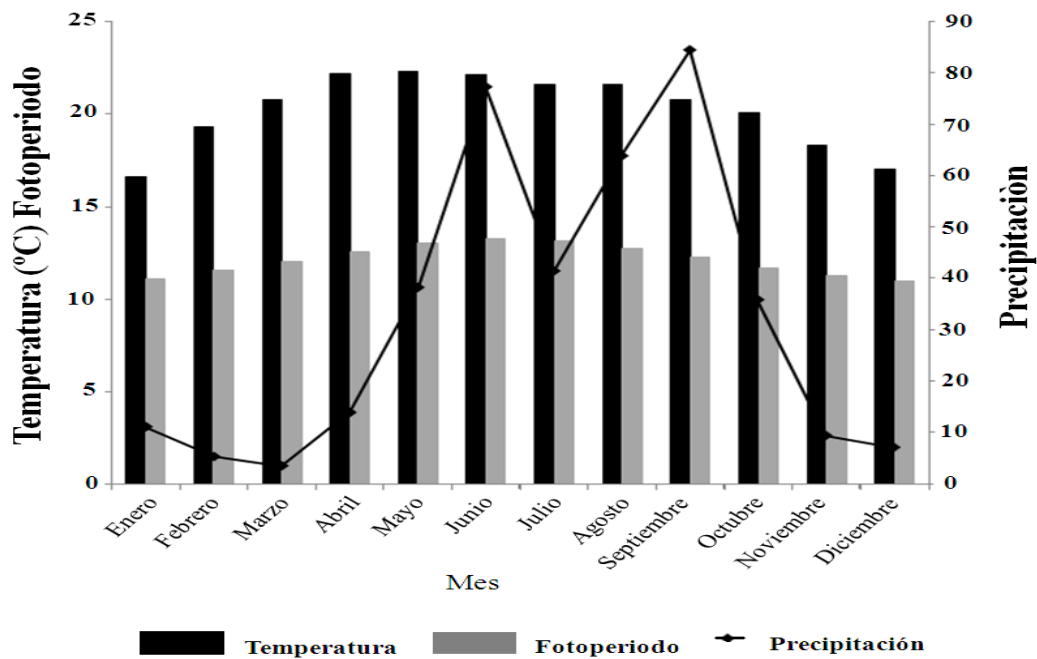


Figura 17. Factores ambientales (temperatura, precipitación, fotoperiodo) de La Manzana; ésta muestra las variaciones a lo largo del año.

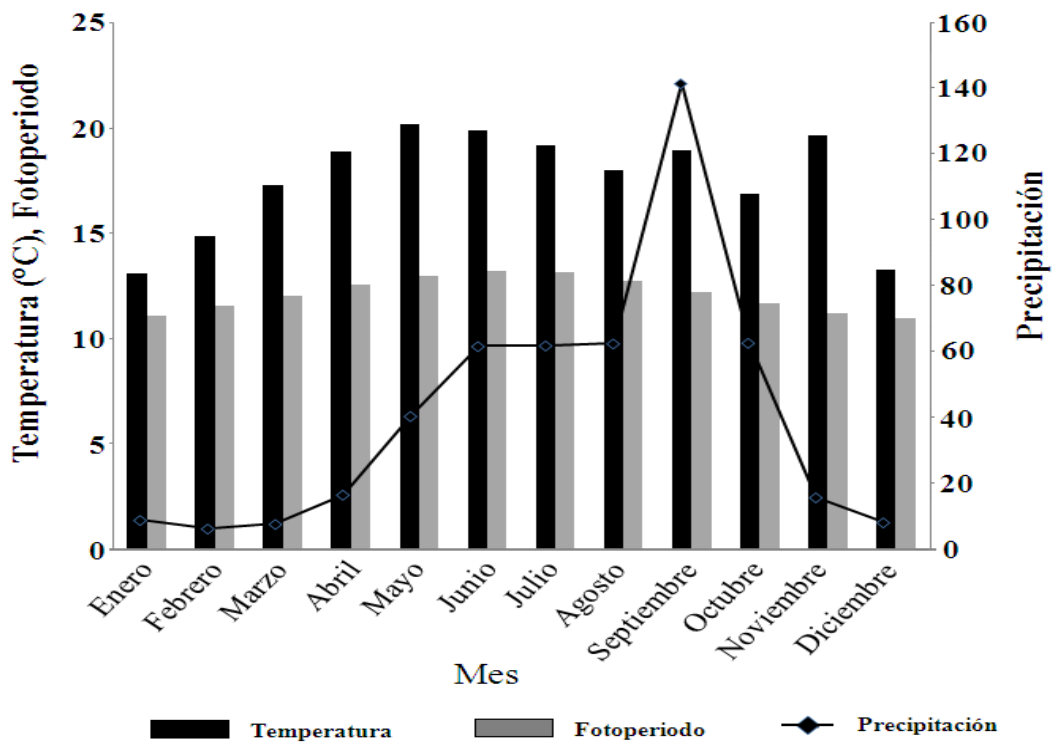


Figura 18. Factores ambientales (temperatura, precipitación, fotoperiodo) de la población El Enzuelado. Muestra las variaciones de éstos a lo largo del año.



13. DISCUSIÓN

13.1. Ciclos reproductores de los machos y hembras de ambas Poblaciones

En este trabajo se encontró que los ciclos reproductivos de los machos y de las hembras, no muestran un comportamiento de ciclos típicos asincrónicos como sucede en la mayoría de las especies vivíparas de ambientes templados de montaña (Hernández-Salinas et al., 2010; Ramírez-Bautista et al., 2008a; Ramírez-Bautista y Pavón, 2010). La actividad reproductiva de los machos y de las hembras de la población de la Manzana es asincrónica; siendo el periodo de actividad de los machos muy corta, diferente a lo encontrado en otras especies y poblaciones de la misma especie (Ramírez-Bautista et al., 2008a; Ramírez-Bautista y Pavón, 2010). En contraste, las hembras y machos de la población del Enzuelado, presentaron un ciclo reproductivo sincrónico atípico, en el que la actividad reproductiva del macho se desfasa en la parte final del año (septiembre-noviembre), justo cuando ocurre la vitelogénesis tardía. Esto indica que cada una de las poblaciones de hembras y machos de ambas poblaciones, están respondiendo de forma diferente a las propias presiones de éstos, por lo que, los requerimientos bióticos y abióticos, son diferentes en la actividad reproductiva (Ballinger, 1979; Ramírez-Bautista et al., 2004). Este patrón difiere ligeramente en extensión reproductiva de los machos de El Enzuelado con respecto a otras poblaciones de especies relacionadas, por ejemplo, *Sceloporus minor* (Ballinger, 1977; Fitch, 1978; Méndez de la Cruz et al., 1988; Ramírez-Bautista et al., 2008a), *Sceloporus torquatus* (Fería-Ortíz et al., 2001), *Sceloporus jarrovi* (Ramírez-Bautista et al., 2002), *Sceloporus dugessi* (Ramírez-Bautista y Dávila-Ulloa, 2009), *Sceloporus formosus* (Ramírez-Bautista y Pavón, 2009), y *Sceloporus grammicus* (Hernández-Salinas et al., 2010).



La actividad reproductiva de los machos de la población La Manzana fue ligeramente mayor (junio-septiembre 4 meses) que los machos de la población El Enzuelado (septiembre-noviembre, 3 meses). Estos patrones muestran que los requerimientos de los machos de cada población son diferentes, y/o que cada población responde de forma diferentes a los factores del ambiente en que viven. Por ejemplo, la población de La Manzana se encuentra a una mayor altitud (1,780 vs 1,300), una temperatura más fría (18°C vs 23.7°C), clima (templado vs seco-árido), y un tipo de vegetación diferente (pino-encino vs xerófilo) que El Enzuelado. Esto podría explicar el patrón de actividad reproductiva que presentan los machos de la población la Manzana, en que ésta debe ser en la parte más cálida y húmeda del año (Pavón y Mesa Sánchez, 2009). Mientras que los machos de la población El Enzuelado, al habitar en un ambiente de menor altitud, permite que las temperaturas, a pesar de que la actividad se desfasa a los meses finales del año, éstos no son tan fríos que les permite presentar actividad reproductiva (Hernández-Salinas et al., 2010).

Otra explicación del por qué la talla mínima a la madurez sexual de los machos de La Manzana (LHC = 53.6 mm) es menor, que de los machos de El Enzuelado (LHC = 59.2 mm), puede ser que los machos de la primera población dejan de crecer para invertir más energía a la reproducción, ya que de acuerdo a este patrón, la actividad reproductiva de los machos de La Manzana, se inicia antes que los de El Enzuelado (Figs. 12 A y 13 A). El patrón reproductivo de la población de machos de El Enzuelado, es similar a otros estudios de especies vivíparas (Guillette y Casas-Andreu, 1980; Guillette y Bearce, 1986; Jiménez Cruz et al., 2005; Ramírez-Bautista et al., 1995, 1998, 2002, 2005), más no así con la población de la Manzana, que se desvía de los patrones hasta hoy conocidos (Ramírez-Bautista et al., 2008a).

Las hembras de *Sceloporus minor* de ambas poblaciones mostraron una actividad reproductiva otoñal, típico de especies vivíparas de montaña, como



Sceloporus formosus (Guillette y Sullivan, 1995; Ramírez-Bautista y Pavón, 2009), *Sceloporus jarrovi* (Goldberg, 1971; Ramírez-Bautista *et al.*, 2002), *Barisia imbricata* (Guillette y Casas-Andreu, 1987), *Plestiodon copei* (Guillette, 1983; Ramírez-Bautista *et al.*, 1996), y *Plestiodon Lynxe* (Ramírez-Bautista *et al.*, 1998). Este patrón reproductivo se presenta en ambientes con climas extremos y fríos, en el que el desarrollo embrionario ocurre en el periodo más frío del año (invierno) y los nacimientos a inicio de la primavera, justo cuando la disponibilidad de alimento es abundante (Ballinger, 1977; Guillette y Casas-Andreu, 1980).

Un patrón muy parecido se presentó en el aumento de la masa gonádica de las hembras de *Sceloporus minor* de las dos poblaciones. El crecimiento gonádico (FNV y FV en el ovario) ocurrió entre noviembre y diciembre, cuando se da la ovulación y fertilización, e inmediato se inicia el desarrollo embrionario (oviducto o útero), que fue de noviembre a abril en la población de la Manzana, y de diciembre a abril en la población El Enzuelado. El tiempo de desarrollo embrionario más largo en La Manzana que en El Enzuelado podría deberse a que en la primera, las temperaturas son más bajas (18°C) que en la segunda (23.7°C) población. La temperatura es un factor que afecta la tasa de desarrollo embrionario en especies de este grupo *poinsettii* (*Sceloporus cyanogenys*; *Sceloporus poinsettii*, *Sceloporus mucronatus*), entre poblaciones de *Sceloporus minor* (Ramírez-Bautista *et al.*, 2008a), y en otras especies vivíparas de montaña, como *Sceloporus grammicus* (Ramírez-Bautista *et al.*, 2004, 2005; Hernández-Salinas *et al.*, 2010).

El periodo de nacimientos (abril) de las crías de las dos poblaciones de este estudio, es un poco diferente a otras poblaciones de otras especies vivíparas del género. Por ejemplo, en *Sceloporus grammicus*, los nacimientos ocurren en el mes de abril (Teotihuacán; Jiménez-Cruz *et al.*, 2005; Tepeapulco; Uribe-Rodríguez, 2008; Alrededores de Pachuca; Ramírez-Bautista *et al.*, 2005; La Estanzuela y Tilcuautila; Monte Alegre Ajusco, El Capulin, Pedregal de San Ángel;



Ramírez-Bautista *et al.*, 2004; Hernández-Salinas *et al.*, 2010), en mayo (Parque Nacional Zoquiapán; Guillette y Casas-Andreu, 1980; Cantimplora, Laguna, y Peredón; Ramírez-Bautista *et al.*, 2004), y en julio (Pachuca, Ramírez-Bautista *et al.*, 2005). Los patrones de tiempos nacimientos podrían estar influenciados por los factores abióticos (temperatura, fotoperiodo, precipitación) y bióticos (depredación y recurso alimento) que ha sido bien documentado en otras poblaciones de la misma especie (Ramírez-Bautista *et al.*, 2008a) y del mismo grupo (*poinsettii*; Ballinger, 1973, 1977, 1979).

13.2. Talla mínima a la madurez sexual

La talla mínima a la madurez sexual de los machos y de las hembras es una característica que ha evolucionado de acuerdo a las presiones de cada ambiente. En las especies con ciclos reproductivos asincrónicos, los machos maduran sexualmente a una edad más temprana y de talla más pequeña que las hembras, estrategia que evolucionó para buscar y establecer un territorio tan pronto como sea posible para reproducirse (Ballinger, 1977; Ramírez-Bautista, 1995), mientras que en las hembras, se explica en términos del tamaño de la camada o puesta y fecundidad, es decir, contar con un tiempo mayor para crecer más y tener el tamaño de camada más grande o bien de crías más grandes en LHC (Ballinger, 1973, 1977; Ramírez-Bautista y Vitt, 1997, 1998).

La población de machos y de hembras de *Sceloporus minor* de la Manzana presentó la LHC mínima a la madurez sexual más pequeña (53.6 mm y 41.6 mm, respectivamente) que la de El Enzuelado (59.2 mm y de 55.3 mm, respectivamente). Considerando lo mencionado en el párrafo anterior, esto podría ser explicado de la siguiente forma, la LHC mínima a la madurez, así como la talla media que es menor en la población de la Manzana podría estar relacionada con el tamaño de la camada, que también es menor que en la población de El Enzuelado. Otra explicación es, la tasa de crecimiento de las crías de la población



de La Manzana es mayor (0.48 mm/día) que las de El Enzuelado (0.35 mm/día), lo que permite que las primeras, crezcan rápido para tener la LHC mínima a la madurez para inmediatamente reproducirse (Cuadro 2). Este patrón se ha encontrado en otras especies del mismo género. Por ejemplo, *Sceloporus grammicus* (Ramírez-Bautista *et al.*, 2004, 2005; Hernández-Salinas *et al.*, 2010), *Sceloporus merriami*, *Sceloporus pictus* y *Sceloporus megalepidurus* (Fitch, 1978), y poblaciones de *Sceloporus minor* (Ramírez-Bautista *et al.*, 2008a).

Otra explicación sobre la talla a la que alcanzan la madurez sexual, es el efecto filogenético, es decir, la talla mínima o máxima a la edad reproductiva tiene que ver con el grupo al que pertenecen las especies. Por ejemplo, está bien documentado que especies del grupo *poinsetti* son de tallas medianas a grandes, y por lo tanto, la talla mínima a la madurez de las poblaciones de este estudio, siguen el mismo patrón que sus especies hermanas del grupo (*poinsetti*; Ramírez-Bautista *et al.*, 2002; Wiens *et al.*, 2010). Sin embargo, comparativamente, la LHC mínima a la madurez, en términos generales, las hembras de estas dos poblaciones es menor que poblaciones de la misma especie del centro y norte de México (Ramírez-Bautista *et al.*, 2002, 2008a). Esto podría ser atribuido a que en ambas poblaciones (La Manzana y El Enzuelado) tienen un periodo reproductivo más corto que las poblaciones del norte, por lo que puede favorecer alcanzar la talla mínima a la reproducción con una talla menor que los individuos de poblaciones que tienen una estación reproductiva más larga, que les permite crecer más lento (en un tiempo mayor), y por lo tanto, alcanzan la talla mínima en un tiempo más largo (Ramírez-Bautista *et al.*, 2002, 2008a). Otra explicación es que, si los ambientes en que habitan las lagartijas son diferentes (ver Cuadro 1), entonces los organismos de cada población responden de manera diferente (Ramírez-Bautista *et al.*, 2002, 2008a), es decir, con tasas de crecimiento diferente de acuerdo a la disponibilidad del alimento (Ballinger, 1973, 1977).



13.3. Tamaño de camada

El tamaño de la camada de las hembras de La Manzana fue menor (5.2) que las de El Enzuelado (7.5). La variación en el tamaño de la camada entre poblaciones, podría ser explicada en que, si las hembras de la Manzana presentaron tamaño de camada pequeña, pero con un peso del embrión mayor (0.554 g vs 0.482 g) y con una tasa de crecimiento de las crías más rápida (0.48 mm/día vs 0.35 mm/día), características que podrían estar favoreciendo en un ambiente templado y más frío, que es la Manzana (18°C) que uno más cálido (23.7°C) y xerófilo como El Enzuelado. Es posible que el tamaño de camada de la población de hembras de la Manzana, es la adecuada para responder de forma eficiente al crecimiento poblacional, es decir, que habitan en un ambiente (templado) no tan competitivo como lo podría ser el ambiente en que habitan las hembras de El Enzuelado, y que el tamaño de la camada de esta población (7.5), podría una respuesta a una mayor presión de depredación que en la población de la Manzana. Varios estudios han documentado que en las poblaciones de altas elevaciones (montaña), el tamaño de las hembras, tamaño de la camada y de las crías al nacer, son menores que las de partes bajas (Ramírez-Bautista et al., 2004, 2005). La población de la Manzana se encuentra a una mayor altitud (1780 m) que la de El Enzuelado (1300 m), lo que indica que ambas siguen el mismo patrón que en otras poblaciones de la misma especie (Ramírez-Bautista *et al.*, 2004, 2005).

El tamaño de la camada de la población de la Manzana y la de El Enzuelado estuvo correlacionado con la LHC de las hembras, es decir, a mayor LHC, mayor número de crías. Teóricamente se sabe que un tamaño de camada grande, implica que las crías al nacer son de talla más pequeña, en contraste a un tamaño de camada pequeña, las crías son de una LHC más grande al nacer. Sin embargo, a pesar de que existe variación en el tamaño de la camada de las hembras de ambas poblaciones, las crías al nacer presentaron la misma LHC media (22.1 vs 22.6 mm, La Manzana y El Enzuelado, respectivamente). Es claro



que el tamaño de la camada de ambas poblaciones está fuertemente relacionada a la LHC de las hembras, es decir, si las hembras de la Manzana son de menor talla, el tamaño de la camada también, y ambos parámetros están relacionados al ambiente en que viven, es decir, es una adaptación a las condiciones de éste (Ballinger, 1977; Ramírez-Bautista, 1995). Este patrón es similar a otras especies vivíparas del género *Sceloporus* (Goldberg, 1971; Guillette y Casas-Andreu, 1980; Méndez-De la Cruz *et al.*, 1988; Guillette y Méndez-De la Cruz, 1993; Guillette y Sullivan, 1985; Ramírez-Bautista *et al.*, 2002). Por otro lado, como se comentó antes, el tamaño mayor de la camada de las hembras de El Enzuelado, también podría estar relacionado a un ambiente con una mayor presión de depredación, es decir, una hembra tiene un mayor número de crías para asegurar la supervivencia (bet-hedging, apostar a lo seguro; Stearns, 1993) y llegar a la madurez para reproducirse.

13.4. Factores ambientales en la actividad reproductiva

Los ciclos reproductivos de *S. minor* de ambas poblaciones exhiben una actividad gonádica de forma diferente entre machos y hembras, asincrónica en la población de La Manzana y sincrónica atípica en la población de El Enzuelado. Esto sugiere que los requerimientos para cada sexo son diferentes, es decir, los factores ambientales que requieren los machos y las hembras para reproducirse, son diferentes en la población de La Manzana y similares en la de El Enzuelado. Si se considera que el crecimiento de la masa gonádica de los machos de La Manzana se inicia en mayo y la de El Enzuelado en julio, con un máximo entre julio y septiembre (La Manzana) y de septiembre a noviembre (El Enzuelado), entonces se asume que la temperatura, precipitación y fotoperiodo, son los factores que influyen en la actividad reproductora. Los análisis mostraron que estos factores influyeron en la actividad reproductiva de los machos y hembras (excepto la temperatura), asimismo, en la población de hembras de El Enzuelado, los tres factores se correlacionaron con la actividad reproductiva, pero no así con



la de los machos. Está bien documentado que los tres factores juegan un papel importante en el disparo de la actividad reproductiva de especies ovípara y vivíparas (Marion, 1982), y este podría ser el caso para los machos y hembras de estas poblaciones de *S. minor* (Figs. 17 y 18). Además, este mismo patrón se ha encontrado en especies vivíparas de montaña (Ramírez-Bautista *et al.*, 2002, 2008a).

Finalmente, las diferencia encontradas en las características reproductivas entre poblaciones de los machos y hembras de *Sceloporus minor*, podría indicar una respuesta adaptativa o bien a una respuesta de plasticidad fenotípica, llamada normas de reacción. Las variaciones en las características de historias de vida, se han reportado entre poblaciones de la misma especie, patrones parecidos a este estudio (Leyte-Manrique *et al.*, 2005; Ramírez-Bautista *et al.*, 2005).



14. CONCLUSIONES

1. Los ciclos reproductivos de los machos y de las hembras de ambas poblaciones variaron. Los machos y las hembras de la población de la Manzana, presentaron ciclos asincrónicos; mientras que los de el Enzuelado, sincrónicos, similar a otras especies vivíparas. El patrón de actividad reproductiva de los machos y de las hembras de la población de la Manzana, es atípico, ya que previamente no se había reportado para poblaciones de esta especie.
2. La LHC mínima a la madurez sexual de los machos y de las hembras de La Manzana fue menor (53.6 mm y 41.6 mm, respectivamente) que la de El Enzuelado (59.2 mm y 55.3 mm, respectivamente).
3. El tamaño medio de la camada fue mayor en la población de El Enzuelado que en La Manzana. Así también, el tamaño de la camada de ambas poblaciones estuvo relacionado con la LHC de las hembras.
4. La actividad reproductiva de los machos y de las hembras, en el caso de la población de La Manzana, se relacionó con los tres factores (temperatura, precipitación y fotoperiodo), excepto la temperatura en el caso de las hembras. Mientras que en El Enzuelado, la actividad de las hembras se relacionó con los tres factores, pero no así para los machos.



15. LITERATURA CITADA

- Abacus Concepts. 1992. Statview IV. Abacus Concepts. Inc. Berkeley, California. 276 p.
- 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 Monograph 5:79-115.
- Ballinger, R. E. 1973. **Comparative demography of two viviparous lizards (*Sceloporus jarrovi* and *Sceloporus poinsetti*).** Ecology 54: 269-283.
- Ballinger, R. E. 1977. **Comparative demography of two viviparous lizard (*Sceloporus jarrovi* and *Sceloporus poinsetti*).** Ecology 54:269-283.
- 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.
- Casa-Andreu, G., G. Valenzuela-López y A. Ramírez-Bautista. 1991. **Cómo hacer una colección de anfibios y reptiles.** Publicaciones del Instituto de Biología, Cuaderno No.10, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Davor, C. y R. C. F. Duarte. 1995. **Ecological observations of the scincid lizard *Mabuya agilis* in a Brazilian resting a habit.** Herpetological Review 26:129-132.
- Feria-Ortiz, M. y C. Pérez-Malváez. 2001. **Composición de la Dieta de 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 e I. H. Salgado-Ugarte 2001. **Diet and reproductive biology of the viviparous lizard *Sceloporus torquatus*.** Journal of Herpetology 35:104-112.
- Fitch, H. S. 1970. **Reproductive cycle in lizards and snakes.** Univ. Kansas Museum National Natural History, Miscellaneous Publication 52: 1-247.



-
- Fitch, H. S. 1978. **Sexual and size differences in the genus *Sceloporus***. University of Kansas Science Bulletin 51:441-461.
 - Fitch, H. S. 1985. **Variation in the clutch and litter size in the New World reptiles**. University of Kansas Museum of Natural History Publications 76:1-76.
 - Goldberg, S. R. 1971. **Reproductive cycle of the ovoviviparous iguanid lizard *Sceloporus jarrovi* Cope**. Herpetologica 27:123-130.
 - Goldberg, S. R. y C. H. Lowe. 1966. **The reproductive cycle of the western whiptail lizard (*Cnemidophorus tigris*) in southern Arizona**. Journal of Morphology 118:543-548.
 - 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. 1983. **Notes concerning the reproduction of the montane skink, *Eumeces copei***. Journal of Herpetology 17:144-145.
 - Guillette, L. J. Jr. 1993. **The evolution of viviparity in lizards, ecological, anatomical and physiological correlates lead to new hypotheses**. Bioscience 43:742-751.
 - Guillette, L. J. Jr. y F. R. Méndez-de la Cruz. 1993. **The reproductive cycle of the viviparous Mexican lizard *Sceloporus torquatus***. Journal of Herpetology 27:168-174.
 - Guillette, L. J. Jr. y G. Casas-Andreu. 1980. **Fall reproductive activity in the high altitude Mexican lizard, *Sceloporus grammicus microlepidotus***. Journal of Herpetology 14:143-147.
 - Guillette, L. J. Jr. y G. Casas-Andreu. 1987. **The reproductive biology of the high elevation Mexican lizard *Barisia imbricata***. Herpetologica 43:29-38.
 - Guillette, L. J. Jr. y W. P. Sullivan. 1985. **Reproductive and fat body cycles of the lizard, *Sceloporus formosus***. Journal of Herpetology 19:474-480.
 - Guillette, L. J., Jr. 1981. **On the occurrence of oviparous and viviparous forms of the Mexican lizard, *Sceloporus aeneus***. Herpetologica 37:11-15.



-
- 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.
 - Hernández-Ramos, D. 2005. **Algunas características reproductivas de las lagartijas *Sceloporus grammicus* vivíparas (Squamata: Phrynosomatidae) del estado de Hidalgo, México**. Tesis de Licenciatura Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 104p.
 - 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 State, Mexico**. Herpetologica 66:12-22.
 - Jiménez-Cruz, E., A. Ramírez-Bautista, J. C. Marshall, M. Lizana-Avia y A. Nieto-Montes de Oca. 2005. **Reproductive cycle of *Sceloporus grammicus* (Squamata: Phrynosomatidae) from Teotihuacan, State of Mexico**. Southwestern Naturalist 50:178-187.
 - Lara-Góngora, 1983. **Two new species of the Lizard genus *Sceloporus* (Reptilia, Sauria, Iguanidae) from the Ajusco and Ocuilan sierras, México**. Bulletin Maryland Herpetological Society, 19:1-13.
 - Lara-Góngora, 2004. **A new species of *Sceloporus* (Reptilia, Sauria, Phrynosomatidae) of the *grammicus* complex from Chihuahua and Sonora, Mexico**. Bulletin of the Maryland Herpetological Society 40: 1-41.
 - Lemos-Espinal, J., R.E. Ballinger y R. Geoffrey. 1998. **Comparative demography of the Eastern slope of Iztaccihuatl Volcano, Puebla, México**. Transaction of Nebraska Academy of Sciences, 22:77-85.
 - Lemos-Espinal, J. A., H. M. Smith y D. Chiszar. 2000. **New distributional and variational data on some species of Lizard from Chihuahua, México**. Bull. Chicago. Herpetological Society, 35:181-187.
 - Leyte-Manrique, A. 2006. **Ecología y morfología de *Sceloporus grammicus* en dos ambientes diferentes del Estado de Hidalgo, México**. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca, 77p.
 - Leyte-Manrique, A., A. Ramírez-Bautista y U. Hernández Salinas. 2007. **Contribución a la ecología de *Sceloporus grammicus*: Presencia Cola regeneradora en dos poblaciones de Hidalgo, México**. Boletín de la Sociedad Herpetologica Mexicana 15:13-15.
-



-
- 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.
 - Marion, K. R. 1982. **Reproductive cues for gonadal development in temperate reptiles: temperature and photoperiod effects on the testicular cycles of the lizard *Sceloporus undulatus*.** Herpetologica 38:26-39.
 - Méndez-De la Cruz, F.R, L J. Guillette Jr., M. Villagrán Santa Cruz y G. Casas-Andreu. 1988. **Reproductive and fat body cycles of the viviparous lizard, *Sceloporus mucronatus* (Sauria: Iguanidae).** Journal of Herpetology 22:1-22.
 - Pavón, P. N. y M. Meza Sánchez. 2009. **Cambio climático en el estado de Hidalgo: Clasificación y tendencias climáticas.** Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca, 169 p.
 - 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, D. F. 160 p.
 - Ramírez-Bautista, A. 2004. **Diversidad de estrategias reproductivas en un ensamblaje de lagartijas de una región tropical estacional de las costas del pacífico de México.** Boletín de la Sociedad Herpetologica Mexicana 12:7-16.
 - Ramírez-Bautista, A. y D. Pardo-de la Rosa. 2002. **Reproductive cycle and characteristics of the widely-foraging lizard, *Cnemidophorus communis* from Jalisco, Mexico.** Southwestern Naturalist 47:205-214.
 - Ramírez-Bautista, A. y E. G. Dávila-Ulloa. 2009. **Reproductive characteristics of a population of *Sceloporus dugesii* (Squamata: Phrynosomatidae) from Michoacán, México.** The Southwestern Naturalist 54: 400-408.
 - Ramírez-Bautista, A. y G. Gutiérrez-Mayén. 2003. **Reproductive ecology of *Sceloporus utiformis* (Sauria: Phrynosomatidae) from a tropical dry forest of México.** Journal of Herpetology 37:1-10.



-
- Ramírez-Bautista, A. y L. J. Vitt. 1997. **Reproduction in the lizard *Anolis nebulosus* (Polychrotidae) from the Pacific coast of Mexico.** *Herpetologica* 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. y N.P. Pavón. 2009. **Sexual dimorphism and reproductive cycle in the arboreal spiny lizard *Sceloporus formosus* Wiegmann (Squamata: Phrynosomatidae) from Central Oaxaca, Mexico.** *Revista Chilena de Historia Natural* 82:553-563.
 - Ramírez-Bautista, A. y V. Olvera-Becerril. 2004. **Reproduction in the boulder spiny lizard, *Sceloporus pyrocephalus* (Sauria: Phrynosomatidae), from a tropical dry forest of Mexico.** *Journal of Herpetology* 38:225 – 231.
 -
 - Ramírez-Bautista, A., C. Balderas-Valdivia y L.J. Vitt. 2000. **Reproductive ecology of the whiptail lizard *Cnemidophorus lieatissimus* (Squamata: Teiidae) in a tropical dry forest.** *Copeia* 2000:712-722.
 - Ramírez-Bautista, A., CA. Maciel-Mata y MA. Martínez-Morales. 2005. **Reproductive cycle of the viviparous lizard *Sceloporus grammicus* (Squamata: Phrynosomatidae) from Pachuca, Hidalgo, México.** *Acta Zoológica Sinica* 51:998-1005.
 - Ramírez-Bautista, A., D. Hernández-Ramos, A. Rojas Martínez y J. C. Marshall. 2009. **Fat bodies and liver cycles in *Sceloporus grammicus* (Squamata: Phrynosomatidae) from Southern Hidalgo, México.** *Herpetological Conservation and Biology* 4:1-7.
 - Ramírez-Bautista, A., E. Jiménez- Cruz y J.C. Marshall. 2004. **Comparative life history for populations of the *Sceloporus grammicus* complex (Squamata: Phrynosomidae) Western North American.** *Southwestern Naturalist* 64:175-183.
 - Ramírez-Bautista, A., J. Barba-Torres y L.J. Vitt. 1998. **Reproductive cycle and brood size of *Eumeces lynxe* from Pinal de Amoles Queretaro, Mexico.** *Journal of Herpetology* 32:18-24.



-
- Ramírez-Bautista, A., L. J. Guillette Jr., G. Gutiérrez-Mayén y Z. Uribe-Peña. 1996. **Reproductive biology of the lizard *Eumeces copei* (Lacertilia: Scincidae) from the Eje Neovolcánico, México.** Southwestern Naturalist 41:103-110.
 - Ramírez-Bautista, A., L. J. Vitt, A. Ramírez-Hernández, F. Mendoza-Quijano y G. R. Smith. 2008b. **Reproduction and sexual dimorphism of *Lepidophyma sylvaticum* (Squamata: Xantusiidae), a tropical night lizard from Tlanchinol, Hidalgo, México.** Amphibia-Reptilia 29:207-216.
 - 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., O. Ramos-Flores, B. P. Stephenson y G. R. Smith. 2008a. **Reproduction and sexual dimorphism in two populations of *Sceloporus minor* of the Guadalcázar Region, San Luis Potosí, México.** Herpetological Journal 18:121-127.
 - Ramírez-Bautista, A., U. Hernández-Salinas, A. Leyte-Manrique y G. Sánchez-Rojas. 2006. **Influencia de los 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., V. H. Luja, C. Balderas-Valdivia y R. Ortiz-Pulido. 2006. **Reproductive cycle of male and female spiny lizards, *Sceloporus melanorhinus*, in a tropical dry forest.** The Southwestern Naturalist 5:157-162.
 - Ramírez-Bautista, A., Z. Uribe-Peña y L. J. Guillette Jr. 1995. **Reproductive biology of the lizard *Urosaurus bicarinatus bicarinatus* (Reptilia: Phrynosomatidae) from Rio Balsas Basin, México.** Herpetologica 51:24-33.
 - Ramírez-Sandoval, E., A. Ramírez-Bautista y L. J. Vitt. 2006. **Reproduction in the lizard *Phyllodactylus lanei* (Squamata: Gekkonidae) from the Pacific Coast of Mexico.** Copeia 2006:1-9.
 - Ramos-Flores, O. 2003. **Ecología reproductiva de dos poblaciones de la lagartija vivípara *Sceloporus jarrovi* (Squamata: Phrynosomatidae) en el Municipio de Guadalcázar San Luis Potosí, México.** Tesis de Licenciatura UNAM, 44p.
-



-
- Rubio-Pérez, I. 2005. **Análisis comparativo de la morfología, historia de vida y uso del hábitat de distintas poblaciones del complejo *Sceloporus grammicus*: un enfoque filogenético.** Tesis de Maestría. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. 58 p.
 - Schulte-Hostedde, A. I., B. Zinner, J. S. Miller y G. J. Hickling. 2005. **Restitution of mass-size residuals: Validating body condition indices.** Ecology 86:155-163.
 - 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, G. R., R. E. Balliger y J. W. Nietfeldt. 1994. **Elevation of growth rates in neonate *Sceloporus jarrovi*: an experimental elevation.** Functional Ecology 8:215-218
 - Smith. H. M. 1939. **The Mexican and central Mexican lizard of the genus *sceloporus*.** Field museum of natural history. Zoological series. 26: 177-199, 209-236.
 - Stearns, S. C. 1993. **The evolution of the life histories.** Oxford University Press, New York, New York.
 - Stephenson, B. P. 2010. **A study of the biological significance of a male colour polymorphism in the lizard *Sceloporus minor*.** PhD dissertation, University of Miami, USA.
 - Tinkle. D.W., H. M. Wilbur y S. G. Tilley. 1970. **Evolutionary strategies in lizards reproduction.** Evolution. 24:55-74.
 - Uribe-Rodríguez, H. 2008. **Características reproductivas de la especie de lagartija *Sceloporus grammicus* (Sauria: Phrynosomatidae) del Municipio de Tepeapulco, Hidalgo, México.** Tesis de Licenciatura, Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
 - Valdéz-González, M y A. Ramírez-Bautista, 2002.**Reproductive characteristics of the spiny lizard, *Sceloporus horridus* and *Sceloporus spinosus* (Squamata: Phrynosomatidae) from México.** Journal of Herpetology 36:36-43.



-
- Vanhooydonk, B. Van Damme, R. y Aerts, P. 2000. **Ecomorphological correlates of habitat partitioning in Corsican lacertid lizards.** Functional Ecology 14:358-368.
 - Vitt, L. J. 1983. **Reproduction and sexual dimorphism in the tropical teiid lizard *Cnemidophorus occelifer*.** Copei 1983:359-366.
 - Vitt, L. J. y D. G. Blackburn. 1983. **Reproduction in the lizard *Mabuya heathi* (Scincidae): a commentary on viviparity in new world *Mabuya*.** Canadian Journal Zoological. 61:2798-2806.
 - Vitt, L. J. y W. E. Cooper Jr. 1985. **The evolution of sexual dimorphism in the skink *Eumeces*: an example of sexual selection.** Can J. Zool. 63:995-1002.
 - Vitt, L.J. 1986. **Reproductive tactics of sympatric gekkonid lizard with a comment on the evolutionary and ecological consequences of invariant clutch size.** Copeia 1986:773-786.
 - Wiens, J.J. y T. W. Reeder. 1997. **Phylogeny of the spiny lizards (*Sceloporus*) based on molecular and morphological evidence.** Herpetological Monographs 11:1-101.
 - Wiens, J.J., T. W. Reeder y A. Nieto-Montes de Oca. 1999. **Molecular phylogenetics and evolution of sexual dichromatism among populations of the Yarrow's spiny lizard (*Sceloporus jarrovi*).** Evolution 53:1884-1897.
 - Wiens, J.J., A. C. Kuczynski, S. Arif y T. W. Reeder. 2010. **Phylogenetic relationships of phrynosomatid lizards based on nuclear and mitochondrial data, and a revised phylogeny for *Sceloporus*.** Molecular Phylogenetics and Evolution 54:150–16111:1-101.

