



**UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES IZTACALA**

Biología reproductiva de hembras y machos de la lagartija
vivípara *Sceloporus grammicus* (Squamata:
Phrynosomatidae) en los alrededores de la ciudad de Pachuca,
Hidalgo, México

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

B I Ó L O G O

P R E S E N T A :

MACIEL MATA CARLOS ALBERTO

**DIRECTOR DE TESIS:
DR. AURELIO RAMÍREZ BAUTISTA**

TLALNEPANTLA, EDO. DE MÉX.

2005



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico a:
Angélica, Ángela y Luis

....gracias por no apagar la luz,
aún sin saber si llegaría o no....

**Al inicio de este extraordinario viaje,
aún en sus primeros parajes,
fue prudente dejar a un lado las baquetas,
abandonar modestos escenarios y los amplificadores,
más nunca olvide las propuestas
de aquella Rabia Utópica.**

CARLOS, VALIERON LOS ESFUERZOS!!!!

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a los sinodales que revisaron el presente trabajo, pues debido a sus comentarios esta tesis concluyó de la mejor manera.

Al Dr. Aurelio Ramírez Bautista, por haberme brindado la confianza para realizar este trabajo, por todo su apoyo durante el mismo, por compartir su conocimiento y por enseñarme las bases para el desarrollo profesional.

Al M. en C. Felipe Correa Sánchez, por su apoyo en todo momento requerido en este trabajo, tanto académico como moral, detalles que fueron de muchísima utilidad para la culminación de esta tesis.

Al Biólogo Tomas Villamar, por el apoyo tan puntual en las ideas principales de esta tesis, así como en todo el estímulo inculcado a través de sus interesantes charlas y propuestas.

A los Biólogos Amaya González y Enrique Godínez, por ser unas personas ejemplares en el desarrollo de la Herpetología, por ser pioneros en muchas de sus áreas, por sus críticas siempre tan exactas y por compartir parte de su conocimiento.

A Isaac Rojas, próximo Doctor en Ciencias, por su apoyo incondicional, por todas las críticas que enriquecieron el contenido de esta tesis, por todas las sugerencias que siempre fueron muy atinadas, por sus interesantes charlas y observaciones.

A la Bióloga Edith López, por haber sembrado en mí una pasión muy especial hacia un reino tan hermoso como el *Plantae*, por sus interesantes charlas que siempre abren un espacio en el tiempo, pero sobre todo por su amistad.

A las personas que me acompañaron al inicio del descubrimiento personal del gusto por la Biología: el *Profe* David Castillo, Armando (Tomy), David Romero (Goofy), Jazmín, Amanda, Pedro, Víctor y Charly.

A mis amigos de la carrera, personas a las que siempre quedaré agradecido por su apoyo en todo sentido, por su confianza, pero sobre todo por las experiencias vividas dentro y fuera de la escuela y son ustedes:

Mis amigos de mil y un batallas: SANDY, GERARDO, ALYA, HUGO, MYRNA, ALBERTO, ERIKA Y ELENA.

Mis amigos de generación: Sandra (Dely), Coca, Sigfrido, Sandra (Güera), Tere, Maritza, Edaena, Ivonne, Cecy, Carlita, Brenda, Mayela, Génesis, Cristian, Angel, Claudio, Ray, Pigeon, "Tigger", Cory, Selene, Luis, Magali, Alfonso, Mitzy, Raquel y Licho.

Mi segunda generación: Erik, Raquel, Aseneth, Graby, Isaias, Maybel y Cristina.

Mis amigos del Vivario y del Bioterio: Salvador (*Hermano!!!*), Martha, Lupita (¡Lupelula!), Areli, Paola, Juan, Sandra, Alma, Yari, Yali, Omar, José, Polo, Reyna, Nancy, Memuchis, "Manu", Faby, Toño, Luke, Aline, Lilia, Anel, Lú, Josefo, Isabel, Lizbeth, Sara, Felipe, Raúl, Fernando, Bety, Luis, Librado, Elva, Bitar y en general a toda la banda actual del vivario que constantemente se hace más grande.

A TODOS USTEDES, GRACIAS!!!!

Índice

RESUMEN	2
ABSTRACT.....	3
INTRODUCCION.....	4
Propuestas de Tinkle y colaboradores.....	4
Patrones reproductivos en lagartijas.....	5
Reproducción cíclica.....	5
Reproducción acíclica.....	7
Reproducción sincrónica y asincrónica.....	7
Factores que intervienen en la reproducción.....	8
Disponibilidad de alimento y energía.....	9
Tamaño de la camada.....	10
ANTECEDENTES DE LA ESPECIE.....	12
JUSTIFICACIÓN.....	14
OBJETIVOS.....	15
MATERIALES Y METODOS.....	16
Área de estudio.....	16
Clima.....	17
Vegetación.....	18
Análisis reproductivos.....	19
RESULTADOS.....	22
Madurez y diferencias morfométricas.....	22
Ciclo reproductivo del macho.....	23
Ciclo de los cuerpos grasos en los machos.....	24
Ciclo del hígado en machos.....	25
Ciclo reproductivo de las hembras.....	27
Ciclo de los cuerpos grasos de las hembras.....	28
Ciclo del hígado de las hembras.....	29
Condición reproductiva de las hembras.....	31
Tamaño de la camada y relación con el tamaño de las hembras.....	32
Comparación de características reproductivas de una población de Pachuca con otras poblaciones.....	33
DISCUSIÓN.....	36
Madurez y diferencias morfométricas.....	36
Ciclos reproductivos.....	38
Relación del testículo con los cuerpos grasos y el hígado.....	40
Relación del ciclo reproductivo de la hembra con los cuerpos grasos y el hígado.....	41
Tamaño de camada y su relación con el tamaño de las hembras.....	43
Comparación de características reproductivas de una población de Pachuca con otras poblaciones.....	44
Aspectos del trabajo con organismos de colecciones.....	47
CONCLUSIONES.....	49
LITERATURA CITADA.....	51

RESUMEN

En la presente tesis, se describen el ciclo reproductivo y el ciclo de las masas de los cuerpos grasos e hígado, para las lagartijas de la especie *Sceloporus grammicus* de los alrededores de la Ciudad de Pachuca, Hidalgo, México. Esta población mostró una actividad reproductiva otoñal, con el ciclo testicular y el ciclo ovárico asincrónicos, y una puesta única durante la estación reproductiva. No existió correlación entre la masa testicular y la masa de los cuerpos grasos e hígado, tampoco con los factores ambientales. En contraste, las hembras utilizan los cuerpos grasos durante la vitelogénesis y el desarrollo embrionario. En ambos sexos, los lípidos son utilizados durante el invierno para el mantenimiento somático. El tamaño medio de la camada fue de 5.1 ± 0.2 (EE ± 1) neonatos. Existió una correlación positiva entre el tamaño de la camada y la longitud hocico-cloaca (LHC) de las hembras ($r = 0.418$). Machos y hembras alcanzan la madurez sexual a una LHC de 40 mm. La LHC promedio de los machos ($x = 52.8 \pm 0.8$ mm) fue similar al de las hembras ($x = 51.5 \pm 0.6$; $P = 0.15$). Machos y hembras fueron similares respecto al largo de cabeza ($x = 13.4 \pm 0.2$, 12.5 ± 0.1 mm, respectivamente; $P = 0.35$), ancho de cabeza ($x = 10.8 \pm 0.2$, 10.0 ± 0.1 mm; $P = 0.61$), largo de antebrazo ($x = 8.4 \pm 0.2$, 7.8 ± 0.1 mm; $P = 0.37$) y largo de tibia ($x = 10.9 \pm 0.2$, 10.0 ± 0.1 mm; $P = 0.89$). La variación en algunas características reproductivas entre diferentes poblaciones del complejo *grammicus* previamente estudiadas, pueden ser explicadas como respuesta a los distintos ambientes.

Palabras clave: Phrynosomatidae, *Sceloporus grammicus*, Reproducción, Pachuca, Hidalgo.

ABSTRACT

The reproductive cycle and cycle of fat body and liver mass are described for lizards of *Sceloporus grammicus* from around to the Pachuca City, Hidalgo, México. This population showed a fall reproductive activity, with asynchronous testicular and ovarian cycles, and a single litter during the reproductive season. There was not correlation between testicular mass and fat body and liver mass, neither with environmental factors. In contrast, females used the fat body during the vitellogenesis and embryonic development. In both sexes, the lipids are used during the winter for the somatic maintains. Mean litter size was 5.1 ± 0.2 (1 SE) neonates. There was a significant positive correlation between litter size and female snout-vent length (SVL; $r = 0.418$). Males and females reached sexual maturity at 40.0 mm SVL. Mean SVL of males was similar ($x = 52.8 \pm 0.8$, mm) than females ($x = 51.5 \pm 0.6$; $P = 0.15$). Males and females was similar in head length ($x = 13.4 \pm 0.2$, 12.5 ± 0.1 mm; $P = 0.35$), head width ($x = 10.8 \pm 0.2$, 10.0 ± 0.1 mm; $P = 0.61$), forearm length ($x = 8.4 \pm 0.2$, 7.8 ± 0.1 mm; $P = 0.37$), and tibia length ($x = 10.9 \pm 0.2$, 10.0 ± 0.1 mm; $P = 0.89$). Variations in some reproductive characteristics among different populations of the *grammicus* complex previously studied could be explained as response to different environments.

Key words: Phrynosomatidae, *Sceloporus grammicus*, Reproduction, Pachuca, Hidalgo.

INTRODUCCION

La mejor manera de conocer y representar a un organismo es a través de su historia de vida, aspectos como el patrón de crecimiento corporal, número de descendientes, edad a la que comienza a reproducirse, cuántas veces a lo largo de su vida se reproduce, cuánto tiempo vive, cuánta energía destina a la reproducción, cuánta al crecimiento y cuánta al mantenimiento en general, son sólo algunas de las cuestiones que se resuelven conociendo las historias de vida. Cada historia de vida de un organismo se desarrolla en un hábitat de características particulares, formando una relación única, misma que no es inmutable: las interacciones de un individuo con su ambiente durante su periodo de vida pueden modificar su historia de vida y finalmente, dentro de la variación en las características de historias de vida encontramos variación en el éxito reproductivo, variación necesaria para que actúe la selección natural (Stearns y Hoekstra, 2000).

El estudio de historias de vida se ha desarrollado en distintos grupos de organismos; y en particular, a partir de los trabajos realizados por Tinkle (1969) y Tinkle *et al.*, (1970), los estudios en lagartijas sobre evolución de historias de vida se han incrementado significativamente (Dunham, 1982; Ramírez-Bautista, 2004); además los estudios en lagartijas se han diversificado incurriendo en temas como la longevidad, patrón de crecimiento, alimentación, reservas energéticas, demografía y específicamente sobre reproducción (Ramírez-Bautista, 1995; Lemos-Espinal *et al.*, 1996; Ortega-Rubio *et al.*, 1999; Feria-Ortiz *et al.*, 2001; Correa-Sánchez, 2004).

Propuestas de Tinkle y colaboradores

Tinkle *et al.* (1970), proponen dos grupos de estrategias reproductivas para lagartijas, las cuales están regidas por circunstancias particulares del ambiente, bajo las cuales puede prevalecer una u otra: 1) aquellas lagartijas que tienen una madurez temprana y de vida adulta

corta, tasa de crecimiento rápida, de tallas pequeñas, ovíparas, casi siempre de múltiples puestas por estación reproductiva, un tamaño de puesta o camada relativamente pequeño y además parecen ser más frecuentes en ambientes tropicales; y, 2) las lagartijas de talla grande, tasa de crecimiento lenta, madurez tardía y más longevas que las anteriores, ovíparas o vivíparas, con una sola puesta por estación reproductiva pero de tamaño de huevo o de cría más grande y son más frecuentes en ambientes templados. Generalmente, las lagartijas de zonas templadas presentan una correlación entre el tamaño de camada y la talla corporal de las hembras, mientras que en lagartijas de ambientes tropicales dicha correlación se presenta en algunas especies, como algunos representantes de la familia iguanidae. Esto implica que el tamaño de la puesta en especies tropicales está ajustado de manera diferente a las especies de ambientes templados, debido a las diferencias que existen en la competencia intraespecífica por el alimento, mismas que son más intensas en los ambientes tropicales y que reducen el número de huevos que pueden ser producidos (Ballinger, 1977; Benabib, 1994; Ramírez-Bautista, 1995).

Patrones reproductivos en lagartijas

Dentro del grupo de los lacertilios se han encontrado distintos modelos o patrones de reproducción, los cuales están moldeados por las condiciones ambientales y se han establecido de acuerdo a la modalidad reproductiva de las especies: la oviparidad y la viviparidad. En general, la actividad reproductiva de las lagartijas se puede agrupar en especies de reproducción cíclica y aquellas de reproducción acíclica.

Reproducción cíclica

Este tipo de reproducción se caracteriza por la discontinuidad de las condiciones favorables, derivado de las condiciones ambientales extremas que presentan los ambientes

templados y algunos tropicales (Ramírez-Bautista, 2004). Entre las lagartijas vivíparas de zonas templadas, se reportan dos modalidades ecológicas. La primera es la “actividad primaveral”, que resalta por que la gametogénesis, el cortejo, el apareamiento y la fertilización ocurren durante la primavera, mientras que el nacimiento de las crías ocurre en el verano siguiente. Ejemplos de esta modalidad son *Gerrhonotus coeruleus* (Vitt, 1973), *Lacerta vivipara* (Xavier, 1982) y *Xantusia vigilis* (Miller, 1951). La segunda modalidad reportada es la “actividad otoñal”, donde la máxima actividad gonádica, el cortejo y el apareamiento, generalmente ocurren durante el otoño, el desarrollo embrionario a lo largo del invierno y los nacimientos de las crías ocurren durante la primavera y el verano. Algunas especies que presentan esta modalidad son: *Sceloporus grammicus* (Guillette y Casas-Andreu, 1980), *S. torquatus* (Guillette y Méndez-De la Cruz, 1993; Feria-Ortiz *et al.*, 2001) y *Eumeces lynxe* (Ramírez-Bautista *et al.*, 1998). Algunas especies vivíparas de zonas tropicales tienen un patrón donde la ovulación ocurre a inicios del invierno, el desarrollo embrionario durante la primavera y el verano, con el nacimiento de las crías a finales del verano y parte del otoño, como sucede en *Mabuya heathi* (Vitt y Blackburn, 1983).

En especies ovíparas de zonas templadas también se presenta la actividad reproductiva primaveral, como por ejemplo en *Sceloporus aeneus* (Guillette, 1981, 1982) y *S. graciosus* (Jamenson, 1974). Por otra parte, las especies ovíparas tropicales presentan reproducción cíclica en un hábitat donde se presenta una marcada temporada de humedad y sequía, desarrollando la actividad reproductiva en la temporada de lluvias, donde el cortejo, el apareamiento y la fertilización ocurren al inicio de la temporada de lluvias, con la producción e incubación de los huevos en el transcurso de la misma, y la eclosión al término de la estación de lluvias o al inicio de la estación seca, como ocurre por ejemplo en *Anolis nebulosus* (Ramírez-Bautista, 1995; Ramírez-Bautista y Vitt, 1997), *Urosaurus bicarinatus* (Ramírez-Bautista y Vitt, 1998), *Aspidoscelis* (= *Cnemidophorus*, según Reeder *et al.*, 2002) *lineatissimus*

(Ramírez-Bautista *et al.*, 2000) y *Aspidoscelis communis* (Ramírez-Bautista y Pardo-De la Rosa, 2002).

Reproducción acíclica

Las especies de ambientes no estacionales pueden presentar reproducción acíclica y muestran dos tendencias generales: las especies que se reproducen durante todo el año, como sucede en *Aspidocellis ocellifer* (Vitt, 1983) y *Gymnophthalmus multiscutatus* (Vitt, 1982); y aquéllas que presentan reproducción estacional pero asincrónica, donde la población es continuamente reproductora aunque los organismos no lo sean, como ocurre en *Sceloporus bicanthalis* (Manríquez-Moran, 1995).

Reproducción sincrónica y asincrónica

En especies de lagartijas vivíparas, la actividad gonádica de cada uno de los sexos puede ocurrir de manera asincrónica, es decir, los machos presentan la espermatogénesis y el apareamiento cuando las hembras aún no ovulan, en consecuencia las hembras pueden almacenar el esperma en una estructura denominada espermateca, como sucede en *Eumeces lynxe* (Ramírez-Bautista *et al.*, 1998), o bien el esperma puede ser retenido en el epidídimo como se presenta en *Sceloporus grammicus microlepidotus* (Guillette y Casas-Andreu, 1980). En otras especies también vivíparas, la actividad reproductiva es completamente sincrónica, es decir, la actividad reproductora del macho ocurre al mismo tiempo que el de la hembra. Ejemplos de éstos son *Sceloporus grammicus* (Ortega y Barbault, 1984) y *S. torquatus* (Feria-Ortiz *et al.*, 2001). En el caso de las especies ovíparas es común encontrar que la actividad gonádica es sincrónica, como en *S. variabilis* (Benabib, 1994), *Urosaurus bicarinatus* (Ramírez-Bautista y Vitt, 1998), *Aspidoscelis lineatissimus* (Ramírez-Bautista *et al.*, 2000) y *Aspidoscelis communis* (Ramírez-Bautista y Pardo-De la Rosa, 2002). En los casos de asincronía, algunos

autores sugieren que los sistemas reproductivos de los machos y las hembras responden a distintos estímulos ambientales, o que responden a los mismos factores de manera diferente (Guillette y Casas-Andreu, 1980; Guillette y Sullivan, 1985; Méndez *et al.*, 1988; Ramírez-Bautista *et al.*, 1998, 2002, 2004). Méndez y Villagran (1998), sugirieron para una población de *Sceloporus palaciosi*, que el fotoperiodo es un factor que regula la actividad reproductiva asincrónica de ambos sexos, pues encontraron que el incremento en el fotoperiodo estimula la actividad reproductiva del macho, mientras que el decremento en el fotoperiodo estimula la actividad reproductiva de la hembra. En caso contrario, cuando los ciclos de ambos sexos son sincrónicos, se dice que responden de manera similar a los estímulos ambientales (Ortega y Barbault, 1984).

Factores que intervienen en la reproducción

En estos organismos, la actividad reproductiva requiere de una coordinación de procesos internos, como la liberación de hormonas, modificaciones morfológicas, etc., y de factores externos, como estímulos sociales (comportamiento y estructura social), estímulos físicos (espacio y hábitat), estímulos climáticos (luz, calor y humedad) y ecológicos (producción de alimento) (Ballinger, 1977; Licht, 1967; Marion, 1982; Ramírez-Bautista, 1995).

La variabilidad de las características reproductivas usualmente está asociada a factores ambientales como la temperatura, la precipitación y la disponibilidad de alimento. Licht (1967) y Marion (1982) señalan que la temperatura parece ser más importante que el fotoperiodo respecto a la actividad testicular en reptiles de ambientes estacionales; mencionan también que las altas temperaturas corporales tienden a retrasar la recrudescencia testicular, es decir, el proceso de maduración del esperma, proceso que generalmente está asociado en un agrandamiento del testículo. De manera similar, la precipitación puede influir en la reproducción, teniendo efectos en la producción de huevos o el nacimiento de las crías, así como en su

supervivencia (Benabib, 1994; Ramírez-Bautista y Vitt, 1997); se ha demostrado que la precipitación condiciona la abundancia alimenticia, factor que es fuente de variación proximal que influye en la actividad reproductiva (Ballinger, 1977; Dunham, 1978, 1982). Asimismo, se ha encontrado que alguna combinación de estos tres factores (precipitación, temperatura, y fotoperiodo), puede influir además en el cortejo, el apareamiento y el crecimiento folicular (Ramírez-Bautista y Vitt, 1998; Ramírez-Bautista *et al.*, 1998, 2002; Ramírez-Bautista y Pardo-De la Rosa, 2002; Ramírez-Bautista *et al.*, 2004).

Disponibilidad de alimento y energía

La disponibilidad de alimento establece una disyuntiva en la distribución energética durante la vida del organismo, principalmente entre el crecimiento, las reservas energéticas y la reproducción (Ballinger, 1977; Guillette y Casas-Andreu, 1980; Guillette y Bearce, 1986). Cuando el organismo nace, la energía se destina básicamente al crecimiento, esa energía es obtenida principalmente de la alimentación. Cuando el organismo desarrolla una talla mínima previa a la madurez sexual, la tasa de crecimiento se ve disminuida, debido a que la energía comienza a almacenarse en forma de cuerpos grasos. Una vez que ha alcanzado la talla reproductiva, la energía almacenada se utiliza en procesos relacionados con la actividad reproductiva, como la maduración de gónadas, el cortejo, la cópula, los enfrentamientos, entre otros. Finalmente, si existió o no un equilibrio en la distribución energética durante la vida del organismo, se verá reflejado en la producción de crías o de huevos (Benabib, 1994).

Como ya se mencionó, la energía se almacena en forma de lípidos o de cuerpos grasos, y éstos se forman en un periodo previo a la estación reproductiva. Típicamente guardan una relación inversa con la actividad reproductiva, pues conforme se van desarrollando procesos como la vitelogénesis (en el caso de la hembra), o actividades como la territorialidad y el cortejo (en el caso de los machos), las reservas lipídicas van disminuyendo (Goldberg, 1972; Guillette y

Casas-Andreu, 1981; Ortega, 1986; Méndez-De la Cruz *et al.*, 1988). Asimismo, los lípidos pueden ser consumidos de manera alterna a la reproducción, sobre todo en poblaciones que experimentan periodos de escasez de alimento, destinando la energía al mantenimiento somático (Goldberg, 1972). Se ha reportado también que la relación funcional de estos órganos se refleja en el crecimiento de las crías (Benabib, 1994). Además, se ha mencionado como ventaja el hecho de que el nacimiento de las crías coincide con la temporada de lluvias, pues ocurre justo cuando la disponibilidad de alimento es mayor (Goldberg, 1971; Guillette y Casas-Andreu, 1980; Guillette y Bearce, 1986).

Tamaño de la camada

En algunos casos, el tamaño de la camada o puesta está en función del tamaño de la hembra, significando que las hembras de mayor tamaño, desarrollan camadas o puestas más numerosas que las de tamaño pequeño, tales son los casos que se reportan para *Aspidoscelis communis* (Ramírez-Bautista y Pardo-De la Rosa, 2002), *Aspidoscelis lineatissimus* (Ramírez-Bautista *et al.*, 2000), *Sceloporus jarrovi* (Ramírez-Bautista *et al.*, 2002) y *Urosaurus bicarinatus* (Ramírez-Bautista y Vitt, 1998). Sin embargo, los tamaños de camada pueden verse disminuidos si la salud de la hembra no es buena o si los niveles del recurso energético son bajos (Zug *et al.*, 2001).

Por el contrario, existen algunas especies en donde el tamaño de la puesta es un valor fijo y en bajas cantidades. En la mayoría de los gekonidos, es común encontrar que ponen uno o dos huevos por evento (Tinkle *et al.*, 1970). Por ejemplo, *Thecadactylus rapicauda* (Vitt y Zani, 1997) pone un sólo huevo, mientras que *Oedura lesueurii* (Doughty, 1997) y *Phyllodactylus lanei* (Ramírez-Sandoval, 2003) ponen dos huevos. Así también como en todos los Policrótidos, por ejemplo, el género *Anolis*, que pone un sólo huevo por evento, alternando los ovarios,

teniendo un promedio de 15 huevos durante la estación reproductiva (Ramírez-Bautista y Vitt, 1997).

Algunas hipótesis que explican el fenómeno de tamaños de puestas fijas en valores bajos se exponen en Zug *et al.*, (2001). Una de ellas es la hipótesis de “soporte de carga”, y señala que debido a que la mayoría de los gekonidos y algunos policrotidos tiene cojinetes adhesivos para la locomoción sobre superficies lisas, la incapacidad para soportar una carga extra asociada con el transporte de huevos selecciona al tamaño fijo de puesta pequeño. La hipótesis de “depredación disminuida” sugiere que el tamaño de puesta reducido permite la producción de puestas frecuentes y de este modo se da la oportunidad de distribuir a la descendencia en el tiempo y el espacio para disminuir la depredación. Otra hipótesis es que el tamaño fijo de puesta pequeño permite la producción de descendencia relativamente más grande y probablemente más “competitiva”. Una última hipótesis nos dice que el tamaño de puesta pequeño resulta de “restricciones morfológicas” sobre la hembra por el uso de un microhábitat específico, como sucede en algunas lagartijas aplanadas dorsoventralmente que usan delgadas grietas para evitar ser depredadas.

ANTECEDENTES DE LA ESPECIE

La lagartija *Sceloporus grammicus* es una especie en la que se ha sugerido especiación cromosómica (Porter y Sites, 1987), esto con base en su diversidad en los cariotipos presentes entre y dentro de sus poblaciones, por lo tanto, forman un complejo taxonómico, el cual consiste de siete citotipos (razas cromosómicas) reconocidos actualmente, mismos que habitan en su mayoría el Altiplano Mexicano, asociados también con ambientes de montañas (Sites *et al.*, 1992). Estudios morfológicos de algunos de éstos citotipos (Sites, 1982) mostraron que son difíciles de separar del complejo, mientras que para otros citotipos se ha sugerido una pequeña variación fenotípica que ha acompañado a la diferenciación cromosómica, razón por la cual se han nombrado incluso como especies distintas, con base en un criterio morfológico (Lara-Góngora, 1983). Sin embargo, el estado taxonómico de la mayoría de las poblaciones esta aún sin resolver, por lo que se refiere a todas ellas como “complejo *Sceloporus grammicus*”.

De acuerdo con los patrones geográficos de distribución cromosómica reportados en Arévalo *et al.* (1991), en el estado de Hidalgo se encuentran distribuidos 6 de los 7 citotipos encontrados dentro del complejo *grammicus*, de los cuales la mayoría se han reportado en la parte suroeste, sur-centro, sureste y centro del estado. También se reportan 3 zonas de hibridación entre poblaciones de distinto cariotipo (hibridación parapátrica), es decir, zonas de contacto entre uno y otro cariotipo, específicamente uno de ellos se localiza en la parte noroeste de la ciudad de Pachuca, el segundo en la ciudad de Tulancingo y el tercero en Santuario Mapethé (Arévalo *et al.*, 1991 y Goyenechea *et al.*, 1996)

Sceloporus grammicus tiene una distribución amplia, cubriendo gran parte del Altiplano Central de México, además del Eje Neovolcánico y en la zona del Bajío; su distribución va desde el norte de Tehuantepec en Oaxaca y se extiende incluso hasta el Valle de Río Grande en el sur de Texas; no existen registros en zonas costeras y tampoco en estados de las Penínsulas de Yucatán y Baja California, así como Tabasco y Chiapas (Sites *et al.*, 1992). La mayoría de los individuos de esta especie son arborícolas y su rango altitudinal va desde 0 a un

poco más de 4500 msnm. Es una lagartija vivípara, de talla pequeña a moderada, las máximas medidas de la longitud hocico- cloaca que se registran son de 67 mm; habita en zonas de comunidades de mesquite, pastizales, bosques de pino, pino-encino y matorral xerófilo (Smith, 1939).

Los trabajos con esta especie no sólo se refieren a cuestiones evolutivas, sino que también son frecuentes en la descripción y comparación de aspectos reproductivos. Dentro de estos estudios se ha encontrado que *Sceloporus grammicus* es una especie vivípara de puesta única con una típica reproducción otoñal, señalándose como una ventaja que el nacimiento de las crías ocurre en el pico de alimento disponible, así como que la preñez ocurre durante el invierno, pues la tasa de depredación podría ser baja (Guillette y Casas-Andreu, 1980; Guillette y Bearce, 1986). Dentro de la especie, se ha encontrado que el tamaño de la camada guarda una relación positiva con la LHC de la madre, como en *S. grammicus disparalis* (Guillette y Bearce, 1986), *S. grammicus microlepidotus* (Guillette y Casas-Andreu, 1980), *S. grammicus* (Ortega y Barbault, 1984; Ramírez-Bautista *et al.*, 2004), como sucede en otros sceloporinos. Es común encontrar entre las poblaciones de esta especie que los machos alcancen tallas ligeramente más grandes y maduren más rápido que las hembras (Fitch, 1978; Guillette *et al.*, 1980).

Ramírez-Bautista *et al.* (2004), hicieron una comparación de algunas características reproductivas (periodo reproductivo y tamaño de camada) entre diferentes poblaciones (10 en total) del complejo *grammicus*, asignando a cada una de ellas la posible raza cromosómica, teniendo en total 4 razas distintas. Sólo en una de ellas encontraron que las características de historias de vida fueron similares, en las tres restantes no encontraron similitud en tales características y sugieren que la variabilidad en esas características puede ser una compleja adaptación local tendiendo hacia una divergencia evolutiva, es decir, diferencias genéticas entre las poblaciones.

JUSTIFICACIÓN

Considerando que *Sceloporus grammicus* tiene un rango de distribución amplio a lo largo del cual la especie experimenta diferentes condiciones ambientales, es posible que algunas de sus características reproductivas se modifiquen como resultado del ambiente en particular, tal como lo proponen en una hipótesis Ramírez-Bautista *et al.*, (2004), de que las poblaciones de montaña de *S. grammicus* difieren a las de partes bajas. Por lo que, resulta importante realizar estudios a detalle sobre características reproductivas de otras poblaciones de la especie, además de hacer una comparación interpoblacional de estas características, pues esto resulta en un elemento clave para conocer qué características responden de manera distinta a los diferentes ambientes, y qué factores pueden estar influyendo en parte sobre esa posible variación. Considerando además que es poca la información referida para esta especie en el estado de Hidalgo, se considera necesario iniciar este estudio en el contexto de la reproducción.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Contribuir al conocimiento de la biología de *Sceloporus grammicus* a través de la descripción de algunas características reproductivas exhibidas por la especie en los alrededores de la Ciudad de Pachuca, Hidalgo.

OBJETIVOS PARTICULARES

1. Estimar la longitud hocico-cloaca (LHC mm) mínima a la que alcanzan la madurez sexual los machos y las hembras de la presente población.
2. Conocer si existen diferencias morfométricas (largo y ancho de la cabeza, largo de antebrazo, largo de tibia) entre sexos.
3. Describir el ciclo reproductivo anual de los machos y de las hembras.
4. Describir el ciclo anual de los cuerpos grasos y del hígado.
5. Conocer si existe alguna relación entre la masa del hígado y de los cuerpos grasos con la actividad reproductiva de las hembras y de los machos.
6. Conocer el tamaño de la camada, así como su relación con la longitud hocico-cloaca de la hembra.
7. Conocer si existe influencia de la temperatura, el fotoperiodo y la precipitación sobre la actividad reproductiva de las hembras y de los machos.
8. Analizar las diferencias en las características reproductivas con las poblaciones previamente estudiadas para el complejo *grammicus*.

MATERIALES Y METODOS

Los datos de reproducción fueron obtenidos de especímenes de *S. grammicus* preservados en el Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias y en la Colección de Anfibios y Reptiles del Instituto de Biología (119 hembras y 84 machos), ambos de la Universidad Nacional Autónoma de México. Se obtuvieron registros para casi todos los meses, excepto para los meses de enero, abril, septiembre y diciembre. La relación del número de individuos contemplados para cada mes se resumen en el cuadro 1. Los especímenes fueron recolectados en un periodo que comprende los años de 1982 a 1992.

Sexo	Febrero	Marzo	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Octubre	Noviembre
Hembras	40	3	4	48	12	5	3	4
Machos	19	2	0	49	3	5	4	7

Cuadro 1. Relación del número de organismos adultos por sexo para cada mes registrados en las colecciones revisadas.

Área de estudio

Los individuos que se contemplaron para este estudio fueron aquellos registrados en la localidad de Pachuca (Figura 1). La ciudad de Pachuca se localiza entre las coordenadas 20° 9' N y 98° 43' W, a una altura de 2435 msnm.



Figura 1. Ubicación geográfica de la localidad de Pachuca, en el estado de Hidalgo.

Clima

El clima que predomina en la ciudad de Pachuca al igual que en Tulancingo, de acuerdo con las modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen hechas por García (1983), está definido por la siguiente fórmula:

$$BS_1 k' w'' ig$$

Es un clima seco o de estepa, con el mes más cálido por debajo de los 18°C, con la estación más seca en el invierno y una corta época de secas en el verano. Presenta una diferencia de temperatura mensual menor de 5°C (Isotermal). El mes más cálido se presenta antes del solsticio de verano. La precipitación media anual para Pachuca es de 386.8 mm. Se utilizaron en este estudio los datos climáticos y meteorológicos de un período de 40 años, registrados para la zona de la Ciudad de Pachuca (García, 1983; Figura 2). Los datos de fotoperiodo fueron adquiridos de un Almanaque astronómico.

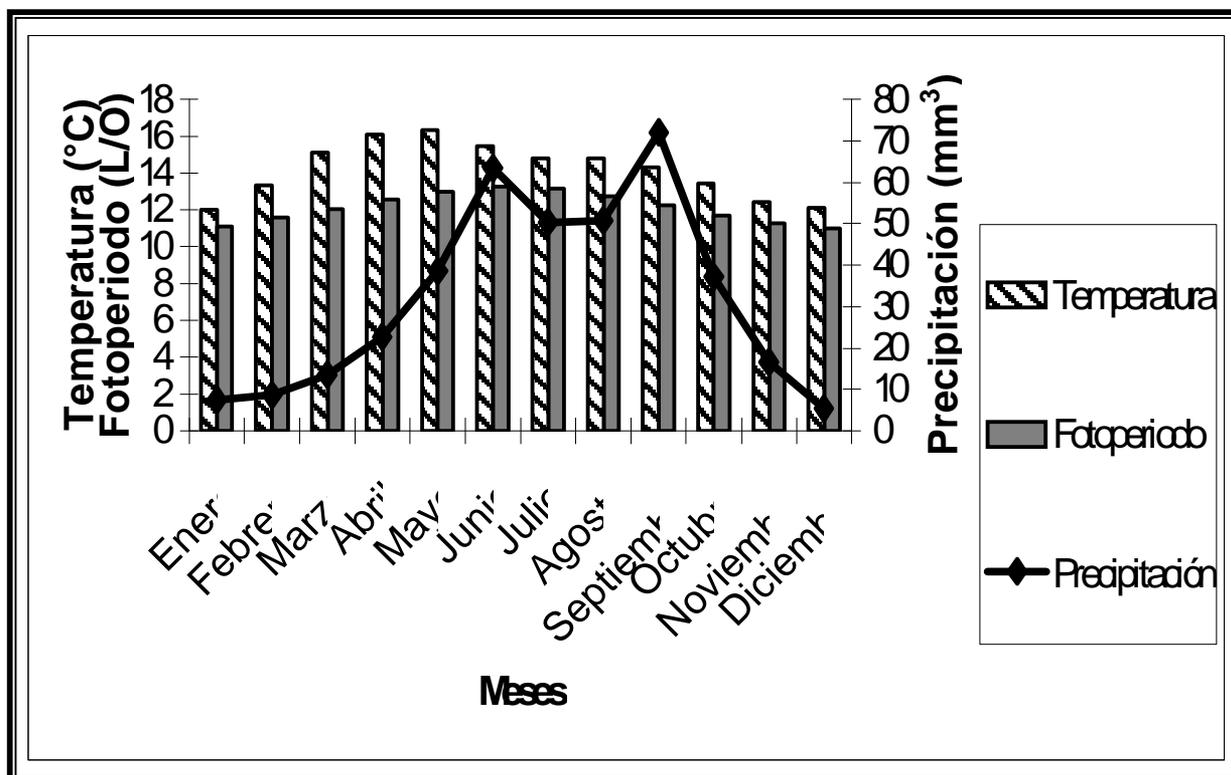


Figura 2. Temperatura y precipitación medias mensuales basadas en un período de 40 años registrados en el área de la Ciudad de Pachuca, Hidalgo (García, 1983). Los datos de fotoperiodo fueron adquiridos de un almanaque astronómico.

Vegetación

La vegetación de los alrededores inmediatos a la Ciudad de Pachuca está conformada por matorral desértico rosetifolio, con elementos vegetales crasi-rosulifolios mezclados con cedro blanco, además, en menor grado la conforman pastizales inducidos y matorral inerme. Entre las especies más representativas se encuentran *Dalea sp.*, *Forestiera sp.*, *Opuntia sp.*, *Mimosa sp.* y *Zaluzania sp.* Estos tipos de vegetación están descritos en Rzedowski (1978).

Análisis reproductivos

Para desarrollar los análisis reproductivos, las medidas que se tomaron de hembras y machos fueron: longitud hocico-cloaca (LHC), la cual se evaluó con un calibrador de precisión de 0.1 mm, y su peso, que se obtuvo con ayuda de una pesola de precisión de 0.1 gr.

Para el caso de las hembras, se registró la presencia de folículos no vitelogénicos (folículos donde no hay depósito de vitelo, generalmente de color blanquecinos y de diámetro pequeño), folículos vitelogénicos (folículos que presentan depósito de vitelo, generalmente de coloración amarillenta), y huevos o embriones en el oviducto (folículos que han sido ovulados, fecundados y que se encuentran en el oviducto). Las gónadas de los machos y de las hembras se midieron, pero sólo se extrajo la izquierda para obtener el peso (± 0.0001 gr.); el largo y el ancho de las gónadas se obtuvieron usando un calibrador de precisión 0.1 mm. La hembra más pequeña con folículos vitelogénicos agrandados o con huevos oviductales fue considerada para estimar la longitud hocico-cloaca mínima a la madurez sexual (Ramírez-Bautista y Vitt, 1997). Los machos se consideraron sexualmente maduros si presentaron testículos agrandados o el epidídimo con circunvoluciones, ya que generalmente ambos casos están asociados con una la actividad testicular (Goldberg y Lowe, 1966).

El número de folículos vitelogénicos y no vitelogénicos, y / o huevos oviductales, fueron registrados para cada hembra (Ramírez-Bautista *et al.*, 2002). El folículo (no vitelogénico ó vitelogénico) o el huevo más grande (oviductal) de cada lado del cuerpo fue pesado y multiplicado por el número total de cada lado. El peso total calculado de ambos lados constituyó la masa gonadal de la hembra (Valdéz-González y Ramírez-Bautista, 2002).

Con base en que el volumen gonadal puede ser utilizado como un indicador de la actividad reproductiva (Guillette, 1983 y Ramírez-Bautista *et al.*, 1998), se evaluó el volumen testicular y ovárico retomando los valores de largo y ancho testicular y folicular, utilizando la fórmula para volumen de un elipsoide (Selby, 1965):

$$V = 4/3 \pi a^2 b$$

donde “a” es la mitad del ancho testicular y / o folicular, y “b” es la mitad del largo de dichos órganos. También se extrajeron de ambos sexos, los cuerpos grasos abdominales y el hígado para obtener la masa (± 0.0001) de cada uno de éstos órganos.

Ya que las masas de los órganos pueden variar con la masa corporal o la longitud hocico-cloaca de los individuos, primero se calculó una regresión lineal de las masas de los órganos de machos y hembras transformados en \log_{10} contra el \log_{10} de la talla de ambos sexos. Para aquellas regresiones que resultaron significativas (indicando un efecto de la talla), se calcularon los residuales de la regresión de las masas de los órganos (todas las variables transformadas en \log_{10}) para producir variables ajustadas. Se usaron los residuales del \log_{10} de la masa del órgano para describir el ciclo reproductivo y de los órganos en los individuos. Esta técnica retiene la variación debida a factores extrínsecos (Ramírez-Bautista y Vitt, 1997). Para las regresiones que no fueron significativas, es decir donde no existió un efecto de la LHC, se usaron los logaritmos de las masas de los órganos para describir sus ciclos. Finalmente, para determinar una posible variación de los valores de los órganos entre los meses, se realizaron análisis de varianza (ANDEVA), incluyendo sólo aquellos meses donde la muestra es ≥ 3 , seguido por la prueba de rango múltiple de Duncan para precisar los cambios significativos de los valores medios entre los meses.

El período reproductivo se estableció con base en el desarrollo gonádico que presentaron los machos y las hembras. Para el caso de las hembras, la presencia de folículos vitelogénicos y huevos en oviducto se interpretó como el período de mayor actividad reproductiva y la presencia de folículos no vitelogénicos como el período de actividad no-reproductiva, es decir, que la actividad reproductiva aún no se inicia o que ha finalizado.

El tamaño de la camada se determinó de la siguiente manera: se realizó un conteo de huevos en el oviducto y de los folículos vitelogénicos de las hembras adultas durante la estación reproductiva y se compararon los valores medios de cada condición reproductiva para saber si hay diferencias estadísticas entre ellas; en el caso de no existir dicha diferencia se

consideraron ambas condiciones para conocer el tamaño de la camada; caso contrario se consideraron sólo el número promedio de huevos (Benabib, 1994). Se realizó una correlación de Pearson para establecer la posible relación entre el tamaño de camada y la longitud hocico-cloaca de las hembras.

Para examinar las diferencias sexuales en las tallas, las descripciones morfológicas se restringieron hacia machos y hembras sexualmente maduros (Ramírez-Bautista y Vitt, 1997). Las variables que se usaron para probar dichas diferencias sexuales fueron: longitud hocico-cloaca (LHC mm), largo de la cabeza (LC mm), ancho de la cabeza (AC mm), largo de antebrazo (LA mm), largo de la tibia (LT mm) y peso (P gr). Debido a que estas variables pueden variar con la LHC, se realizaron análisis de covarianza (ANCOVA) para examinar sus posibles diferencias considerando la covariación de la LHC entre los sexos.

Las características reproductivas, como período reproductivo, longitud hocico-cloaca a la madurez sexual y tamaño de la camada de las hembras, se compararon con las de otras poblaciones previamente estudiadas dentro del complejo *grammicus*. Los datos fueron tomados de Ramírez-Bautista *et al.*, (2004), y se resumen en el cuadro 4.

Las medias mensuales de la masa o los residuales de los órganos estudiados, así como las medias de los datos morfométricos, se presentaron con un error estándar ± 1 , a menos que se indique de otra manera. Los estadísticos paramétricos se usaron en lo posible, con base en las recomendaciones hechas por Bruning y Kintz (1977). Una $P < 0.05$ se consideró como significativa. Los análisis estadísticos se realizaron con la versión para Windows de los programas estadísticos SPSS 11.0 (SPSS Inc., 2001) y JMP 3.1.6.2 (SAS Institute Inc., 1989 – 1996).

RESULTADOS

Madurez y diferencias morfométricas

Se utilizaron en total 89 machos y 119 hembras. Los organismos de *Sceloporus grammicus* sexualmente maduros variaron en longitud hocico-cloaca de 40 a 68 mm para ambos sexos. La media de la LHC en machos considerados sexualmente maduros fue de 52.8 ± 0.8 mm (40 – 68). Las hembras sexualmente maduras tuvieron un promedio de la LHC de 51.5 ± 0.6 mm (40 – 65). Mediante la prueba estadística U de Mann-Whitney, se encontró que los machos y las hembras sexualmente maduros presentan una talla media similar ($Z = -1.4$, $P = 0.15$), pero que son distintos respecto a las medias de los pesos corporales ($x = 4.3 \pm 0.2$, 3.73 ± 0.2 , respectivamente, $Z = -2.5$, $P < 0.01$). El ANCOVA aplicado a las variables morfológicas restantes (LC, AC, LA y LT) con la LHC como covariable, mostró que tampoco existen diferencias entre los sexos al respecto de dichas variables (Cuadro 2).

Característica	Machos	Hembras	F	P
Largo de cabeza (mm)	13.4 ± 0.2 (10.3 – 17.3)	12.5 ± 0.1 (9.5 – 15.3)	0.8630	0.35
Ancho de cabeza (mm)	10.8 ± 0.2 (7.6 – 14.7)	10.0 ± 0.1 (7.2 – 13.1)	0.2679	0.61
Antebrazo (mm)	8.4 ± 0.2 (5.8 – 11.1)	7.8 ± 0.1 (5.3 – 10.5)	0.8001	0.37
Tibia (mm)	10.9 ± 0.2 (7.5 – 13.9)	10.0 ± 0.1 (7.1 – 13.8)	0.0196	0.89

Cuadro 2. Representación de los valores medios \pm EE de algunas características morfológicas de machos (n = 89) y hembras (n = 119) sexualmente maduros de *S. grammicus*. Los rangos para cada característica se encuentran entre paréntesis. La prueba estadística es ANCOVA.

Ciclo reproductivo del macho

La regresión lineal simple aplicada a los \log_{10} de la talla corporal y la masa gonadal reveló que no existe una relación significativa ($R^2 = 0.011$, $F_{1, 85} = 0.951$, $P = 0.332$). Posteriormente, se realizó un ANDEVA de un factor sobre el \log_{10} de la masa testicular e indicó que existieron diferencias significativas a lo largo de los meses ($F_{4, 79} = 11.186$, $P < 0.001$). Los testículos comienzan a incrementarse en tamaño en el mes de marzo, presentando un crecimiento significativo durante el mes de junio. Durante el mes de julio se registró el valor más alto, mes que está representado por un sólo valor, aunque se considera como un incremento en la talla testicular para este mes (como no se incluye dentro del ANDEVA su posición se representa en el gráfico con una letra entre comillas). Posteriormente, un incremento significativo se registra hasta el mes de agosto. Así, el periodo en que ocurre la recrudescencia testicular fue de julio a agosto. Se observó un decremento de tamaño significativo a partir del mes de octubre al mes de noviembre, indicando la regresión de la gónada (Figura 3).

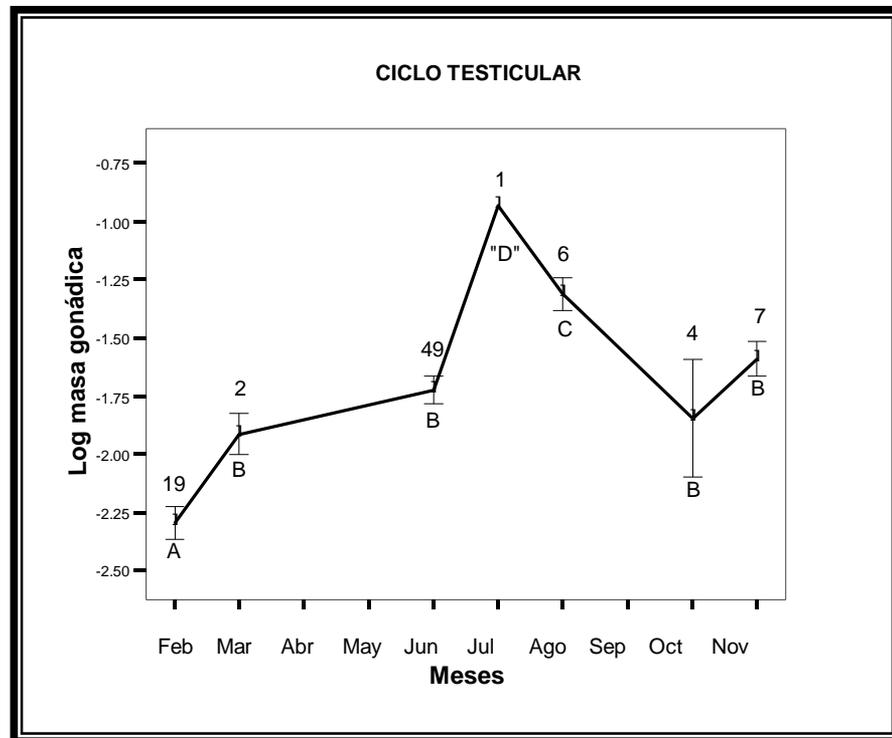


Figura 3. Ciclo gonádico de los machos de *S. grammicus*. El símbolo “**]**” representa la media y las barras verticales representan el EE. El tamaño de la muestra se señala en la parte superior; mientras que los grupos estadísticos según Duncan se indican en la parte inferior. Esta simbología se interpreta de igual forma en las demás gráficas, a menos que se indique lo contrario.

Ciclo de los cuerpos grasos en los machos

No se encontró una relación significativa entre el Log_{10} de la talla corporal y el Log_{10} de la masa de los cuerpos grasos ($R^2 = 0.028$, $F_{1, 82} = 2.373$, $P > 0.05$). Un ANDEVA sobre los log_{10} de la masa de los cuerpos grasos mostró una variación mensual nula ($F_{5, 81} = 2.095$, $P > 0.05$). La masa de los cuerpos grasos permaneció constante durante la mayor parte del año, de febrero a octubre no ocurren cambios significativos de acuerdo con la prueba de Duncan, aunque se registraron tres meses en donde los valores decrecen y fueron en marzo, agosto y noviembre. Se registró el valor máximo en julio y el valor mínimo en noviembre (Figura 4).

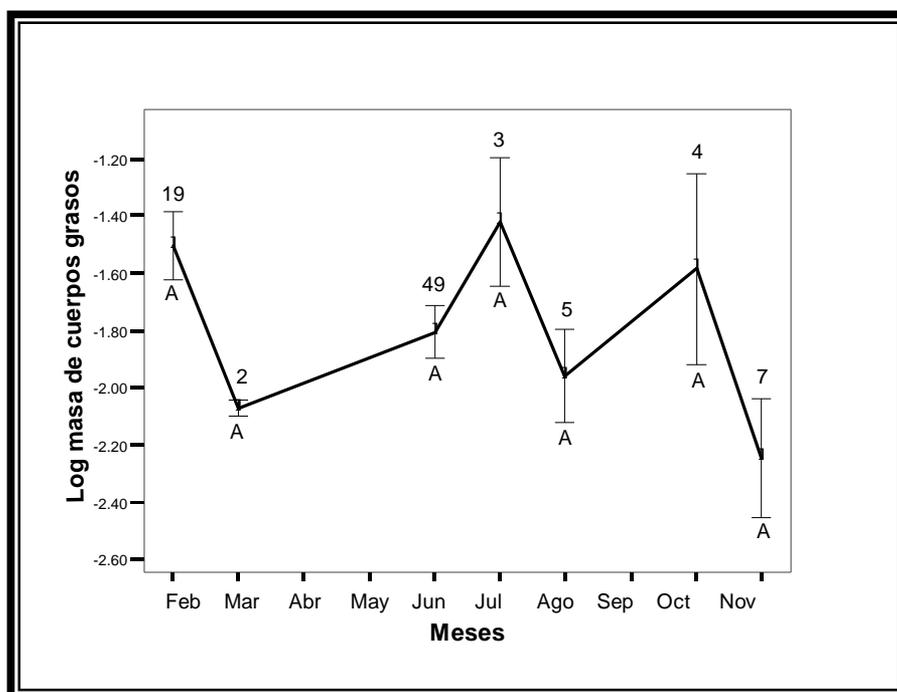


Figura 4. Representación de las medias mensuales (± 1 EE) del \log_{10} de la masa (g) de los cuerpos grasos de los machos de *S. grammicus*.

Ciclo del hígado en machos

En cuanto a la masa del hígado, se encontró que no existió una relación con la talla corporal de la lagartija, pues una regresión lineal aplicada con \log_{10} de la talla corporal y \log_{10} de la masa de hígado no demostró relación alguna ($R^2 = 0.16$, $F_{1, 86} = 1.441$, $P > 0.05$). Posteriormente un ANDEVA usando los logaritmos de la masa del hígado ($F_{6, 85} = 1.647$, $P > 0.05$) representó una variación nula con respecto a los meses. Sin embargo, el comportamiento de la masa de este órgano registró algunos cambios, ya que se observaron valores mínimos del mes de febrero a junio, con un crecimiento para el mes de julio, donde se presentó el valor máximo; en el mes de agosto, la masa decreció. A partir del mes de agosto y hasta noviembre, los valores permanecieron sin variación (Figura 5).

La masa testicular no estuvo correlacionada con la masa de los cuerpos grasos ($R^2 = 0.016$, $F_{1, 85} = 1.34$, $P > 0.05$) ni con la masa hepática ($R^2 = 0.028$, $F_{1, 85} = 2.473$, $P > 0.05$). Concerniente a las relaciones de los factores ambientales, la masa testicular no estuvo correlacionada con la temperatura ($R^2 = 0.09$, $F_{1, 5} = 0.495$, $P > 0.05$), precipitación ($R^2 = 0.295$, $F_{1, 5} = 2.096$, $P > 0.05$) o fotoperiodo ($R^2 = 0.386$, $F_{1, 5} = 3.141$, $P > 0.05$).

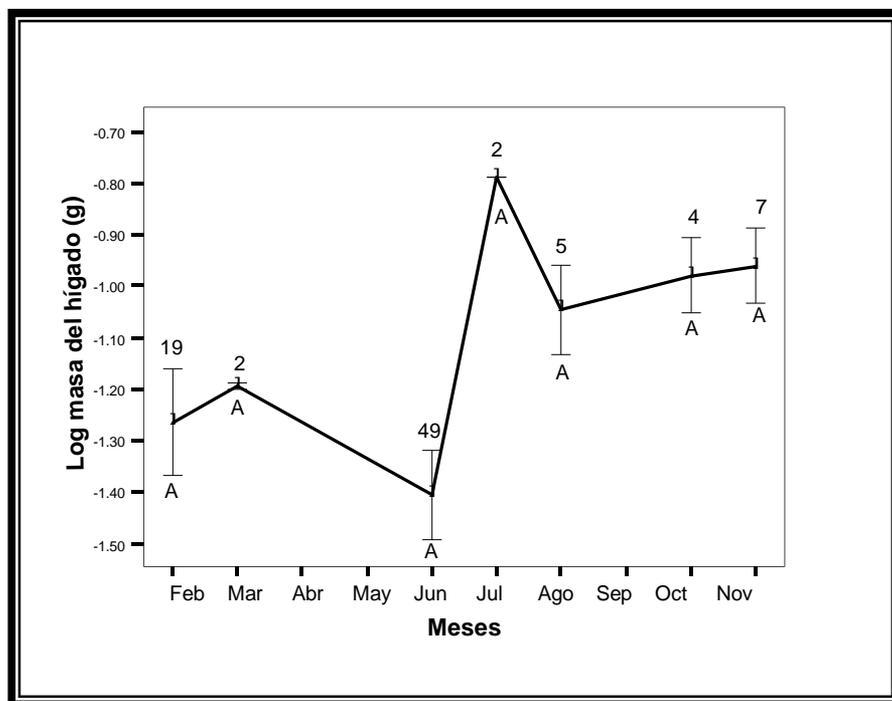


Figura 5. Representación de las medias mensuales (± 1 EE) de los \log_{10} de la masa (g) del hígado de los machos de *S. grammicus*.

Ciclo reproductivo de las hembras

Una regresión lineal simple aplicada al \log_{10} de la talla corporal y \log_{10} de la masa gonadal de las hembras, señaló que no existe una relación significativa ($R^2= 0.011$, $F_{1, 117} = 1.293$, $P > 0.05$). Posteriormente, un ANDEVA sobre el \log_{10} de la masa gonadal con los meses como factor indicó una variación significativa a lo largo de los meses ($F_{7, 111} = 28.753$, $P < 0.001$), dichas variaciones se muestran en la figura 6. La masa gonádica presentó el valor más bajo en el mes de junio y registró un incremento significativo hacia el mes de julio. En el mes de agosto, se registró un decremento significativo, mismo que continuó hasta el mes de octubre, que es el mes en que se encuentran los primeros folículos vitelogénicos (Cuadro3), por lo que se sugiere que la vitelogénesis correspondió a este tiempo; a partir del mes de octubre se registró un incremento significativo hacia el mes de noviembre. En estos meses (octubre - noviembre) se registraron de nuevo folículos vitelogénicos y los primeros embriones. El incremento continuó hasta el mes de febrero, y para el mes de marzo se registró un aumento significativo, mes en donde se observaron los valores máximos. Finalmente, en mayo la masa gonadal disminuyó ligeramente, mes en que las hembras comenzaron a dar nacimiento a sus crías. De mayo a junio la masa decreció significativamente. El mes de junio es en donde se registran los valores más bajos.

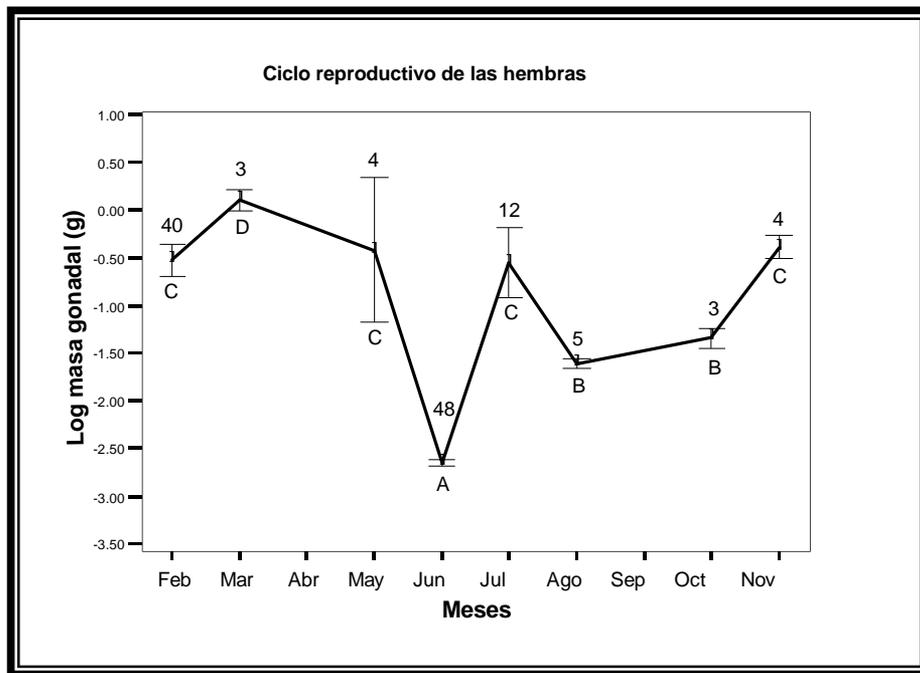


Figura 6. Ciclo reproductivo de las hembras de *S. grammicus*. Los datos son las medias mensuales (± 1 EE) de los \log_{10} de la masa gonadal (g).

Ciclo de los cuerpos grasos de las hembras

Se encontró una relación lineal significativa entre el \log_{10} de la talla corporal de las hembras y el \log_{10} de los cuerpos grasos ($R^2 = 0.056$, $F_{1, 117} = 6.919$, $P < 0.05$). Posteriormente, un ANDEVA sobre los residuales de la regresión reveló una variación significativa a lo largo del tiempo ($F_{7, 111} = 8.548$, $P < 0.001$). Durante los meses de febrero a mayo, se observaron los valores más bajos de la masa de los cuerpos grasos, a partir de mayo, la masa se incrementó significativamente hacia el mes de junio, durante los meses de junio, julio, agosto y octubre los valores se mantienen similares, los cuales representan el pico máximo en el crecimiento de los cuerpos grasos. En el mes de noviembre la masa decrece de manera significativa (Figura 7).

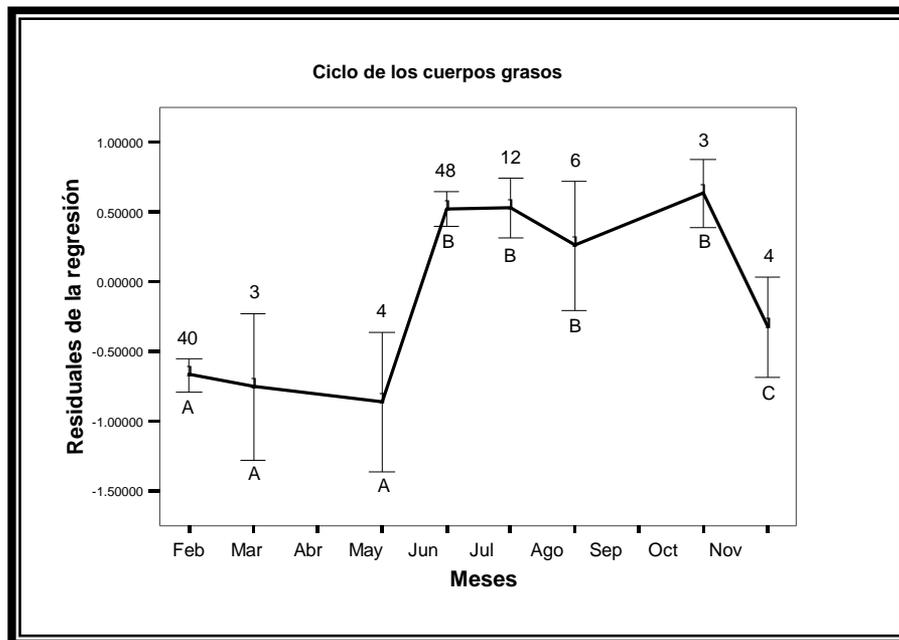


Figura 7. Ciclo de la masa de los cuerpos grasos de las hembras de *S. grammicus*. Los datos son las medias mensuales (± 1 EE) de los residuales del \log_{10} de la masa del órgano.

Ciclo del hígado de las hembras

Con respecto a la masa del hígado no se encontró una relación significativa entre el \log_{10} de la masa hepática y la talla corporal ($R^2 = 0.01$, $F_{1, 113} = 1.192$, $P > 0.05$). Un ANDEVA sobre el \log_{10} de la masa hepática indicó variación a lo largo del tiempo ($F_{7, 107} = 3.698$, $P < 0.001$). Del mes de febrero a marzo, se registró un incremento significativo, del mes de marzo hacia el mes de octubre los valores son similares, pero del mes de octubre hacia el mes de noviembre, se registró otro incremento significativo (Figura 8).

Durante el ciclo reproductivo de la hembra, se encontró que la masa gonadal estuvo correlacionada inversamente con la masa de los cuerpos grasos ($R^2 = 0.276$, $F_{1, 117} = 44.567$, $P < 0.05$), al igual que con la masa hepática ($R^2 = 0.045$, $F_{1, 113} = 5.292$, $P < 0.05$). Referente a la relación con las características ambientales, el ciclo reproductivo estuvo correlacionado inversamente con la precipitación ($R^2 = 0.593$, $F_{1, 6} = 8.745$, $P < 0.05$), pero no estuvieron

relacionados con la temperatura ($R^2 = 0.032$, $F_{1,6} = 0.197$, $P > 0.05$) o el fotoperiodo ($R^2 = 0.191$, $F_{1,6} = 1.417$, $P > 0.05$).

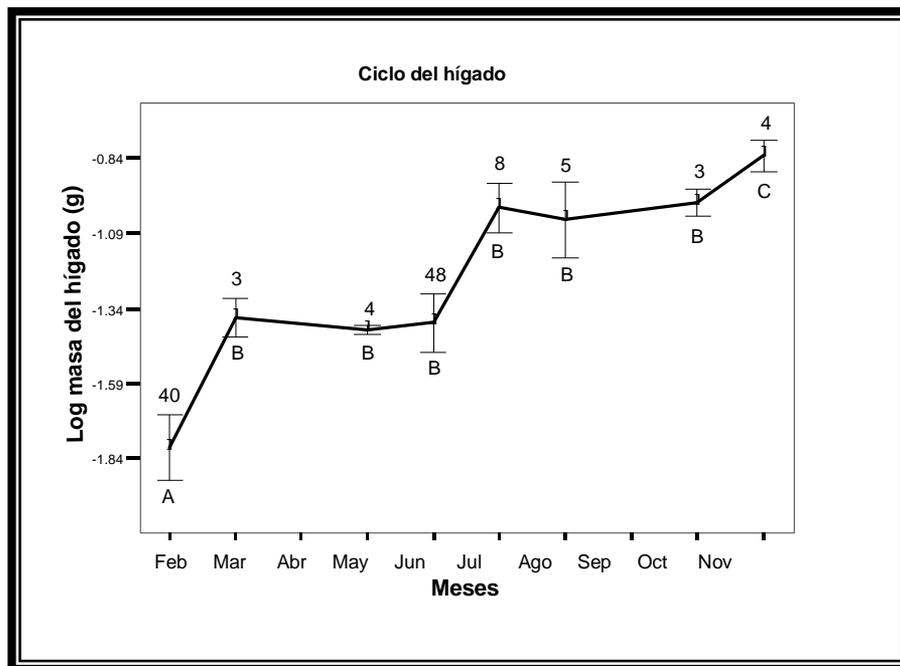


Figura 8. Ciclo de la masa del hígado de las hembras de *S. grammicus*. Los datos son las medias mensuales (± 1 EE) de los \log_{10} de la masa del hígado.

Condición reproductiva de las hembras

Para las hembras de *S. grammicus*, la condición reproductiva encontrada se muestra en el cuadro 3 y se describe a continuación: en junio, con folículos vitelogénicos (2%) y folículos no vitelogénicos (98%); en julio con huevos en oviducto (50%) y folículos no vitelogénicos (50%); para el mes de agosto se encontraron únicamente folículos no vitelogénicos (100%); en octubre sólo folículos vitelogénicos (100%) y en noviembre huevos en oviducto y folículos vitelogénicos en igual proporción. En febrero se encontraron folículos no vitelogénicos (20%) y huevos en oviducto (80%); en marzo sólo huevos en oviducto (100%), y finalmente en mayo, folículos no vitelogénicos (25%) y huevos en oviducto (75%).

Ya que los primeros folículos vitelogénicos se observaron en octubre y los huevos en oviducto en noviembre, se puede intuir que la fertilización ocurrió en octubre, el desarrollo embrionario a partir de este mes culminando en el mes de mayo con los primeros nacimientos, periodo que se prolonga hasta el mes de agosto.

MES	CONDICION REPRODUCTIVA DE HEMBRAS		
	H	FV	FNV
Febrero	32 (80%)	0	8 (20%)
Marzo	3 (100%)	0	0
Mayo	3 (75%)	0	1 (25%)
Junio	0	1 (2%)	47 (98%)
Julio	6 (50%)	0	6 (50%)
Agosto	0	0	5 (100%)
Octubre	0	3 (100%)	0
Noviembre	2 (50%)	2 (50%)	0

Cuadro 3. Condición reproductiva de las hembras encontradas para cada mes con las distintas condiciones del folículo (H = huevo en oviducto, FV = folículo vitelogénico, FNV = folículo no vitelogénico). Los porcentajes se expresan considerando un 100% para cada mes.

Tamaño de la camada y relación con el tamaño de las hembras

Considerando sólo el número de huevos o embriones, se encontró que el tamaño de la camada de *Sceloporus grammicus* fue en promedio de 5.1 ± 0.2 crías por cada hembra con un intervalo de 2 a 8 ($n = 43$). El ejemplar más pequeño con que se contó presentó una LHC de 19 mm, este valor se consideró como un tamaño posible que tienen las crías al nacer.

En cuanto a la existencia de alguna relación entre el tamaño de la camada con la LHC de las hembras, se encontró una correlación significativa ($R^2 = 0.418$, $F_{1,41} = 29.496$, $P < 0.01$) (Figura 9).

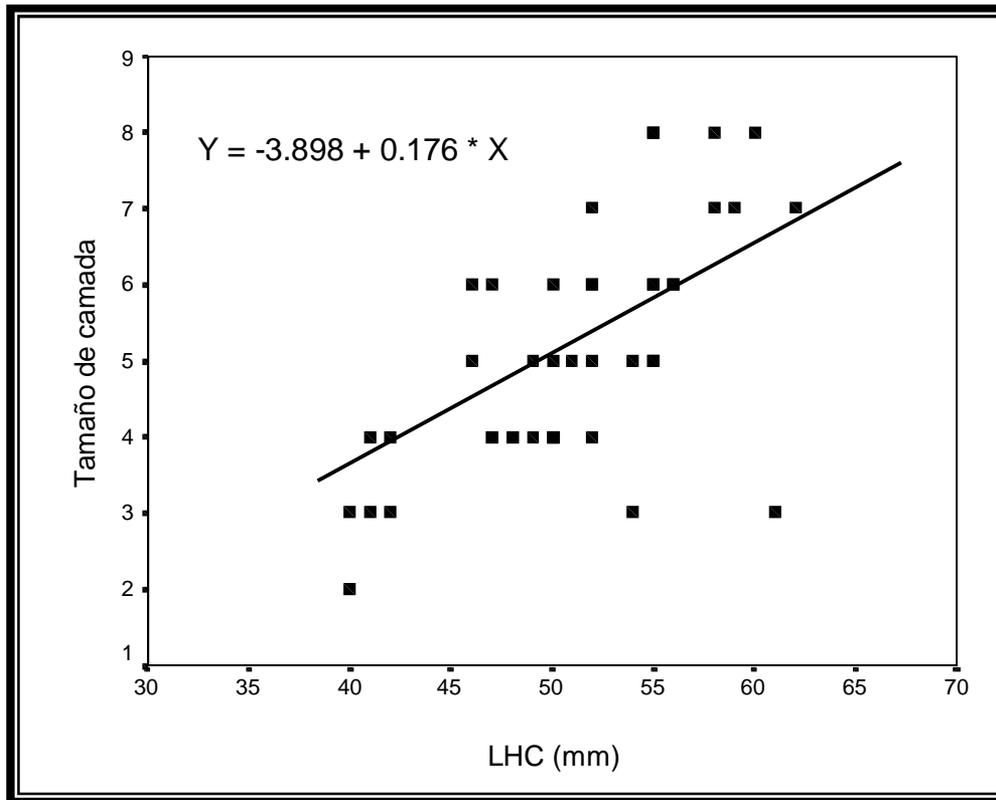


Figura 9. Relación entre la longitud hocico-cloaca (mm) y el tamaño de la camada para *Sceloporus grammicus* de los alrededores de Pachuca, Hidalgo. También se muestra la ecuación que define la pendiente de la misma.

Comparación de características reproductivas de una población de Pachuca con otras poblaciones

Las características reproductivas de la población de *S. grammicus* de Pachuca se resumen en el cuadro 4, junto con las investigadas previamente para otras poblaciones del complejo *grammicus*. En la población de Pachuca se encontró que la duración del **periodo**

reproductivo, contando a partir de la vitelogénesis y hasta los primeros nacimientos (10 meses, agosto – mayo) fue similar al de las poblaciones de Laguna, Paredón, Michilia (10 meses, agosto – mayo), Capulín y Monte Alegre Ajusco (10 meses, julio – abril); sin embargo, ésta fue mayor que la población de Teotihuacan (7 meses, octubre – abril), y menor a las poblaciones de Texas, Zoquiapan, Pedregal de San Ángel y la Cantimplora (11 y 12 meses).

El **periodo de gestación** de la población de Pachuca fue de 8 meses, y fue además de los más largos, comparando éstos resultados con los de la población de Parque Nacional Zoquiapan (9 meses); fue similar al de las poblaciones de Laguna, Paredón, Pedregal de San Ángel y La Cantimplora (8 meses), pero fue mayor que las poblaciones de La Michilia (5 meses), Teotihuacan, Capulín y Monte Alegre Ajusco (6 meses todas) y Texas (7 meses). A pesar de las diferencias encontradas en cada una de las poblaciones respecto a los periodos de gestación, el **periodo de nacimientos** ocurre en un tiempo muy similar, es decir entre los meses de abril y mayo, meses en los que corresponden con el incremento de la temperatura y la precipitación.

La **talla corporal media** de las hembras sexualmente maduras de la población de Pachuca fue más grande que la de las poblaciones de Parque Nacional Zoquiapan, Monte Alegre Ajusco, Capulín y La Cantimplora. Además, la **talla mínima** a la madurez sexual de las hembras de la presente población fue más grande que las poblaciones de Laguna, Paredón, Monte Alegre Ajusco, Capulín y La Cantimplora y resultó similar al de Pedregal de San Ángel y más pequeña que las poblaciones de Michilia, Parque Nacional Zoquiapan y Teotihuacan.

Finalmente, el **tamaño de la camada** para la población de Pachuca mostró una aparente similitud con las poblaciones de Texas, Parque Nacional Zoquiapan, Pedregal de San Ángel y Teotihuacan, además de ser más pequeña que la población de Michilia. En todas las poblaciones, el tamaño de camada esta correlacionado positivamente con el tamaño de la madre.

Población	Laguna ¹ (HS)	Paredon ¹ (HS)	Michilia ² (S)	S. Texas ³ (F5+6)	PNZ ⁴ (F6)	MAA ⁵ (HS)	Capulín ⁵ (HS)	PSA ⁶ (S)	CA ⁶ (S)	Teotihuacán ⁷ (S)	Pachuca ⁸
Vitelogénesis	ago-sep	ago-sep	ago-dic	jul-sep	jul-sep	jul-sep	jul-sep	mayo-ago	mayo-jul	oct-nov	ago-oct
Ovulación	oct	oct	ene	oct-nov	sep	oct-nov	oct-nov	sep	sep	nov	oct
Gestación	oct-may	oct-mayo	ene-may	nov-mayo	sep-mayo	nov-abril	nov-abril	sep-abril	oct-mayo	nov-abril	oct-may
T. de camada	3.64±0.09	3.31±0.13	6.2±1.7	5.4±0.06	5.2±0.25	3.51±0.16	3.72±0.14	5.3±0.19	3.7±0.17	5.09±0.24	5.1± 0.2
Rango	2 – 5	2 – 4	3 – 9	3 – 7	3 – 7	2 – 6	2 – 6	2 – 11	2 – 6	2 – 6	2 - 8
LHC (mm)	---	---	---	---	48.5±0.07	48.8±0.61	44.5±0.6	53.04±0.5	45.01±0.32	55.2±0.45	51.5±0.6
LHC MMMS	39 – 52	39.2 – 50	44 – 60	---	42.3-61.2	37.9-54	38.6-50	40-62	34-55	44.1-72.3	40 - 67
N	67	54	46	21	48	54	60	24	26	62	43

Cuadro 4. Algunas características reproductivas de diferentes poblaciones de hembras del complejo *grammicus*. LHC MMMS (longitud hocico – cloaca máxima y mínima a la madurez sexual), N (tamaño de la muestra). Las razas cromosómicas están dadas con cada una de las poblaciones y están basadas en Sites y Davis (1989), Sites (1993), y Arévalo *et al.*, (1991), HS (standard de altas elevaciones), S (standard), F6 (fisión metacéntrica del cromosoma 6), F5+6 (fisión en cromosoma 5 y 6).

1 = Lemos-Espinal *et al.*, 1998; 2 = Ortega y Barbault, 1984; 3 = Guillette y Bearce, 1986; 4 = Guillette y Casas-Andreu, 1980; 5 = Méndez-De la Cruz, 1988; 6 = Martínez, 1985; 7 = Ramírez-Bautista *et al.*, 2004; 8 = Presente estudio.

Datos tomados de Ramírez-Bautista *et al.*, (2004).

DISCUSIÓN

o **Madurez y diferencias morfométricas**

Para la población de *Sceloporus grammicus* de Pachuca, la talla mas pequeña encontrada en machos y hembras sexualmente maduros fue de 40 mm. El intervalo de la LHC de ambos sexos adultos fue de 40 a 68 mm; machos y hembras no presentaron diferencias significativas respecto a la talla promedio, aunque los machos presentaron una media numéricamente más alta. Esta situación concuerda con lo reportado por Fitch (1978), quién menciona que en *S. grammicus*, al igual que en *S. merriami merriami*, *S. m. annulatus*, *S. pictus* y *S. megalepidurus*, los sexos son estadísticamente iguales en talla, pero los datos de las medias corporales son mas grandes en los machos que en las hembras.

El dimorfismo sexual como efecto de la selección sexual, se ha sugerido por otros autores para *S. grammicus* (Ramírez-Bautista *et al.*, 2004); sin embargo, los datos de la presente población, no muestran evidencia suficiente que indique que la selección sexual se pudiera manifestar en esta forma. Considerando que en la mayoría de los machos de diferentes especies del género *Sceloporus*, se les ha considerado como territoriales, y que éstos son más grandes que las hembras, situación que se explica por la selección sexual, entonces los machos de *S. grammicus* de la presente población, pueden presentar el mismo comportamiento territorial de otras especies del género.

En el caso de las hembras, se encontró que el tamaño de la camada se incrementa con la talla corporal de la hembra (ver resultados), esta situación hace que las hembras de mayor tamaño tengan una ventaja selectiva respecto a las hembras de talla pequeña dentro de la misma población, por lo que resulta favorable que las hembras tiendan a desarrollar tallas largas.

Considerando entonces que ambos sexos están influenciados por distintas circunstancias que les favorece el hecho de desarrollar tallas más grandes, es decir, en el caso de los machos asegurar de manera desproporcional más apareamientos y en el caso de las hembras producir una descendencia mayor, se puede suponer porque ambos sexos tienden a desarrollar tallas largas y son en consecuencia estadísticamente iguales respecto a su tamaño.

Retomando la nula diferencia que se encontró entre los sexos de las variables morfométricas restantes, que son el largo y ancho de la cabeza, y largo de antebrazo y tibia (Cuadro 2), se pueden hacer algunas inferencias al respecto. En el caso de la presente población los tamaños de cabeza son iguales entre machos y hembras, esto puede sugerir que existen conflictos entre ambos sexos respecto a la repartición del recurso alimento, ya que como lo señalo Carothers (1984), cuando existe dimorfismo sexual en los tamaños de cabeza, una de las consecuencias (más que como una causa) que se desarrollan, es la diferencia en los tamaños de presas consumidas entre ambos sexos, generando una reducción en la competencia por el alimento entre los sexos, situación que favorece los efectos de la selección sexual en evolucionar el dimorfismo sexual en lacertilios. Las similitudes encontradas en el largo de las extremidades de la presente población, pueden sugerir que ambos sexos hacen uso del mismo tipo de microhábitat y que además las actividades que desarrollan son similares. Heras-Lara y Villareal-Benítez (2000), plantearon la hipótesis de que las diferencias encontradas en el largo de las extremidades entre algunas especies del género *Anolis*, puede deberse al uso diferencial del microhábitat, tanto en la intensidad de uso como en la actividad que realizan en éstos. En el caso de *A. uniformis*, encontraron que los machos utilizan más las perchas altas que las hembras, sin embargo no mencionan si existen diferencias entre los sexos respecto a las extremidades. Correa-Sánchez (2004), propone que las diferencias del largo de las extremidades en distintas poblaciones de *Sceloporus gadoviae*, pueden deberse a las diferentes presiones de depredación, provocando una selección a favor de aquellas lagartijas que poseen extremidades más desarrolladas que les proporcionaría una mayor velocidad para

escapar y sobrevivir, pero no precisa si existen diferentes presiones de depredación entre los sexos que pudiera explicar la diferencia de las extremidades. Puesto que no existen datos que apoyen alguna de las hipótesis con que se pueda justificar las similitudes morfológicas entre los sexos, no es posible afirmar que el tamaño de la cabeza y de las extremidades sea debido al uso del mismo microhábitat, o incluso que alguna de estas características este favorecida por la selección sexual, y entonces, sería adecuado generar datos donde se destaquen los costos y beneficios para la reproducción o la supervivencia (Halliday, 1992).

○ Ciclos reproductivos

De acuerdo con los resultados, el desarrollo testicular se inició en los meses de marzo a junio, el pico de actividad se encontró en el mes de agosto, en el mes de octubre la actividad testicular se vio disminuida, mientras que eventos como la vitelogénesis, ovulación y fertilización ocurrieron en el otoño, la preñez se desarrolló a lo largo del invierno y las crías nacieron a mediados de la primavera, por lo que se puede considerar como modo de reproducción "otoñal". El modo de reproducción otoñal se presenta en especies vivíparas como en *S. grammicus microlepidotus* (Guillette y Casas-Andreu, 1980), *S. grammicus disparilis* (Guillette y Bearce, 1986), *S. torquatus* (Guillette y Méndez-De la Cruz, 1993) *S. jarrovii* (Goldberg, 1971; Ramírez-Bautista *et al.*, 2002), *S. m. megalepidurus* (Godínez-Cano, 1985) y *Eumeces lynxe* (Ramírez-Bautista *et al.*, 1998). El modo de reproducción otoñal favorece a la presente población, principalmente por que las crías nacen cuando las lluvias se incrementan (mayo), temporada en la que probablemente el alimento es abundante, permitiéndole a los neonatos maximizar su crecimiento y asimilar energía al inicio de su vida en una estación relativamente corta (verano). Además, durante la estación de lluvias, los adultos pueden seguir creciendo y almacenar energía, misma que es utilizada en parte, durante la reproducción en el otoño, y en parte durante la estación de escasez de alimentos (invierno). Este planteamiento apoya las

propuestas de otros autores respecto a las ventajas del modo de reproducción otoñal en especies de ambientes templados estacionales (Goldberg, 1972; Guillette y Casas-Andreu, 1980; Guillette, 1983; Guillette y Bearce, 1986; Guillette y Méndez-De la Cruz, 1993).

La presente población de *S. grammicus* mostró un ciclo reproductivo en donde los machos tuvieron el pico de actividad reproductiva del mes de julio al mes agosto, mientras que la fertilización ocurrió hasta el mes de noviembre, en consecuencia se le puede considerar como asincrónica, aunque en ambos sexos se presentó de manera general la tendencia a utilizar la estación húmeda para el desarrollo gonádico y el almacenamiento de lípidos, mientras que en la estación de secas se presentan eventos como la fertilización y el desarrollo embrionario. El desfase que ocurre en la actividad gonádica entre ambos sexos, se presenta de finales del verano (machos) hacia inicios del otoño (hembras), contrastando con otras poblaciones de lagartijas vivíparas de zonas templadas, en las que se presenta una asincronía reproductora muy distanciada y en tiempos muy diferentes, es decir, los machos están activamente reproductivos en la primavera y parte del verano, mientras que las hembras lo son en parte del verano y el otoño (Guillette y Casas-Andreu, 1980; Méndez-De la Cruz *et al.*, 1988; Ramírez-Bautista *et al.*, 1998). Si bien es concebible que pueda ocurrir el almacenamiento del esperma por la hembra en la presente población, también es necesario un análisis histológico para corroborarlo. Previamente se ha reportado que *S. grammicus* es una especie de reproducción asincrónica (Guillette y Casas-Andreu, 1980; Guillette y Bearce, 1986; Martínez, 1985; Ramírez-Bautista *et al.*, 2004), aunque existen poblaciones en las que el ciclo es sincrónico (Ortega y Barbault, 1984).

o **Relación del testículo con los cuerpos grasos y el hígado**

Respecto a la interacción de las gónadas con los cuerpos grasos y el hígado, no se encontró ninguna correlación entre la masa testicular y la masa de los cuerpos grasos del macho. Se observó que los cuerpos grasos no se modificaron en masa durante el pico máximo

de actividad testicular, por lo que, se interpreta que la obtención de energía a partir de los cuerpos grasos es baja durante la producción de esperma, como se ha demostrado en otros vertebrados (Blem, 1976). Esta situación nos puede dar una idea de que tal vez el alimento es abundante en el ambiente durante la época de recrudescencia, ya que no necesitan hacer uso de la reserva de los cuerpos grasos. Incluso la masa de los cuerpos grasos aumentó durante la regresión testicular y disminuyó a finales del otoño. Esto contrasta con lo reportado en otras especies estacionales, en las que es frecuente el consumo de lípidos durante la recrudescencia testicular (Goldberg, 1972; Guillette y Sullivan, 1985; Ortega, 1986; Ramírez-Bautista y Vitt, 1998; Ramírez-Bautista *et al.*, 2004). Los datos de cortejo y apareamiento no fueron obtenidos para esta población, pero considerando que la fertilización se presentó en el mes de octubre, además de presentarse una disminución de la masa de los cuerpos grasos de los machos en el mes de agosto, se puede sugerir que en este tiempo (agosto – octubre) se dieron los eventos de cortejo y cópula, interpretando en consecuencia que en dichos eventos es donde existe el mayor consumo de lípidos por parte de los machos, como lo sugieren otros autores (Guillette y Casas-Andreu, 1981; Ortega, 1986; Méndez-De la Cruz *et al.*, 1988; Ramírez-Bautista y Vitt, 1998). De manera similar, se registró un decremento de la masa de los cuerpos grasos a partir del mes de octubre y hacia los meses del invierno, por lo que, la disminución sugiere su consumo para la supervivencia durante el invierno, como ha sido reportado por otros autores (Goldberg, 1972; Guillette y Casas-Andreu, 1981).

Por otra parte, la masa del hígado en los machos, no presentó variaciones mensuales significativas, aunque presentó un comportamiento similar al de la masa testicular, indicando probablemente que existe alguna relación entre la actividad testicular y la actividad hepática, aunque el papel del hígado durante el desarrollo testicular no se conoce con precisión (Goldberg, 1972). Asimismo, se ha sugerido que la fuente energética para la producción de espermatozoides, no precisamente se origina del hígado, aunque puede aportar parte de la energía requerida en dicho proceso (Goldberg, 1972; Ortega, 1986). De acuerdo con los datos (Figura

5), la masa hepática a finales del otoño registró valores más altos comparados con los de febrero y marzo, lo cual sugiere que los lípidos almacenados en el hígado son consumidos durante el invierno, situación que se ha señalado previamente (Jamenson, 1974).

○ **Relación del ciclo reproductivo de la hembra con los cuerpos grasos y el hígado**

Para el caso de las hembras, se observó una correlación inversa del desarrollo gonadal y la masa de los cuerpos grasos. Durante el verano, las hembras almacenan mayor cantidad de grasas, parte de éstas es consumida durante la vitelogénesis, evento que ocurre en otoño, ya que en este tiempo los cuerpos grasos se ven disminuidos; además una disminución importante de la masa de los cuerpos grasos ocurrió durante la gestación, interpretando que parte de esa energía es utilizada en el crecimiento de los embriones, ambas fuentes de consumo de los cuerpos grasos, coinciden con lo que han señalado otros autores (Hahn y Tinkle, 1965; Goldberg, 1972; Gaffney y Fitzpatrick, 1973; Guillette y Casas-Andreu, 1981; Ho *et al.*, 1982; Guillette y Sullivan, 1985; Godínez-Cano, 1985; Ortega, 1986; Méndez-De la Cruz *et al.*, 1988; Benabib, 1994; Ramírez-Bautista *et al.*, 2002, 2004). Los valores de la masa de los cuerpos grasos se mantuvieron constantes hasta el inicio de la gestación, y los cuerpos grasos fueron consumidos durante el desarrollo embrionario a lo largo del invierno y parte de la primavera, cuando ocurrieron los nacimientos de las crías, tiempo en que se registraron los valores más bajos de la masa de los cuerpos grasos, sugiriendo que durante la preñez, la hembra requiere de grandes cantidades de energía, lo que sugiere un costo reproductivo para la hembra.

En la presente población, el desarrollo embrionario coincide con el invierno, estación en la que el alimento es escaso y en la que ocurre el mayor consumo de lípidos por parte de las hembras, por lo que, se puede interpretar que la energía puede destinarse durante el invierno, tanto al mantenimiento somático en general como a la contribución al desarrollo de los

embriones. Algunos autores han reportado que el consumo de los cuerpos grasos durante el invierno se emplea en forma de energía para el mantenimiento somático (Goldberg, 1972; Guillette y Casas-Andreu, 1981; Guillette y Bearce, 1986; Méndez-De la Cruz *et al.*, 1988; Ramírez-Bautista *et al.*, 2004), además de la contribución al desarrollo de los embriones a lo largo de la gestación (Guillette y Sullivan, 1985; Flemming, 1993).

Referente al ciclo del hígado, se encontró una correlación significativa del desarrollo gonadal con el de la masa hepática. La masa del hígado presentó un incremento significativo previo a la vitelogénesis y puede explicarse por que el hígado es el mejor lugar para el procesamiento de lípidos, además de ser el órgano que sintetiza y secreta la proteína precursora del vitelo en el huevo, la vitelogenina (Jamenson, 1974; Ho *et al.*, 1982),

Se observó además que el hígado se incrementó en masa durante los últimos meses del otoño (octubre–noviembre), probablemente como resultado de un almacenamiento de lípidos. A finales del invierno (febrero), se registraron los valores más bajos de la masa hepática, sugiriendo el consumo de los lípidos almacenados durante el invierno, aspecto que previamente señaló Jamenson (1974).

A pesar de que no existió una correlación importante del ciclo testicular con la temperatura, precipitación o fotoperiodo, se puede observar que la recrudescencia testicular (junio-julio) coincidió con un decremento de la temperatura, así como con un incremento importante de la precipitación, por lo que, la disminución de la temperatura puede ser un importante estímulo en la producción de espermatozoides, evento que está acompañado de un incremento significativo en la masa testicular, como lo han señalado Marion (1982) y Guillette y Méndez-De la Cruz (1993). Asimismo, la regresión de la gónada (octubre-noviembre), coincidió con la disminución de la precipitación, temperatura y fotoperiodo, interpretando que esta condición disminuye la actividad testicular, como lo señalaron Goldberg (1971) y Marion (1982).

En el caso de las hembras, el ciclo reproductivo estuvo inversamente correlacionado con la precipitación, mientras que el fotoperiodo y la temperatura no parecen afectarlo. Existe

suficiente evidencia (Ballinger, 1977; Dunham, 1978, 1982; Worthington, 1982; Benabib, 1994; Ortega-Rubio *et al.*, 1999) de que las lluvias se correlacionan con la productividad vegetal, abundancia de artrópodos y, en consecuencia, con un beneficio reproductivo en lagartijas. Esta tendencia la aprovechan las hembras de la presente población así como otras especies de ambientes estacionales, debido principalmente a que utilizan la temporada de escasez de recursos (sequías) para la ovulación, fertilización y desarrollo embrionario, mientras que en la temporada de abundancia de alimento (lluvias abundantes) ocurren el parto y los máximos registros de cuerpos grasos almacenados.

- **Tamaño de camada y su relación con el tamaño de las hembras**

Considerando el número de huevos en el oviducto, se determinó que el tamaño de la camada para *S. grammicus* fue en promedio de 5.1 ± 0.2 crías por cada hembra, con un intervalo de 2 a 8. Además, el tamaño de la camada está correlacionado positivamente con el tamaño corporal de las hembras, lo que supone que las hembras de mayor tamaño desarrollan un tamaño de camada más grande. Este caso es consistente para la mayoría de especies ovíparas y 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). Previamente Tinkle *et al.*, (1970), encontraron que en especies de ambientes estacionales es frecuente encontrar una relación positiva entre el tamaño de la camada y el tamaño corporal, como se presenta en esta población.

- **Comparación de características reproductivas de una población de Pachuca con otras poblaciones**

En la población de Pachuca, así como en la mayoría de las poblaciones revisadas para el complejo *grammicus*, el tiempo de actividad reproductiva varía entre los 10 y 12 meses, con excepción de la población de Teotihuacan, que dura sólo 7 meses. De acuerdo con Ramírez-Bautista *et al.* (2004), la diferencia en la población de Teotihuacan se puede explicar por dos factores. El primero hace referencia a la duración del periodo de crecimiento de la vegetación, que pudiera ser más corto debido a la baja precipitación del lugar; el otro factor es la reproducción tardía, lo que puede permitir a las lagartijas mayor tiempo para el crecimiento y poder alcanzar tallas más grandes a la madurez sexual. Sin embargo, en las poblaciones de Texas y Pachuca, en donde también se presentan bajas precipitaciones, los periodos de actividad reproductiva son más largos que Teotihuacan. En el caso de la población de la Michilía también presenta bajas precipitaciones y reproducción tardía, coincidiendo con las ideas que se proponen para Teotihuacan respecto a los cortos periodos de actividad reproductiva, solo que en la Michilía el periodo de la vitelogénesis es más prolongado (5 meses), abarcando la mitad del periodo en cuestión.

Además de la similitud respecto al tiempo de gestación entre las poblaciones de Pachuca, Paredón, Zoquiapan, San Ángel, Cantimplora y Laguna, que son las que registran los tiempos de gestación mas largos (8 meses), todas coinciden en que son poblaciones con bajas temperaturas anuales promedio (entre 11 y 14 °C), mientras que las poblaciones con periodos de gestación mas cortos, como la Michilía, Texas y Teotihuacan, coinciden en que son poblaciones con temperaturas más altas que las anteriores (entre 14 y 23 °C), aunque todas experimentan bajas temperaturas durante el invierno, tiempo en que sucede el desarrollo embrionario. En el caso de las poblaciones de Monte Alegre y el Capulín, tienen periodos de gestación relativamente cortos (ambas de 6 meses) y además la temperatura anual promedio es relativamente baja (12°C en ambas). Parece ser que en la mayoría de las poblaciones, la

temperatura ambiental es determinante para el tiempo de gestación, y que aquellas poblaciones en donde la gestación se presenta en los climas más fríos, el tiempo para esta actividad es más prolongado, y viceversa. Sin embargo, esto no sucede en las poblaciones de Monte Alegre y el Capulín, por lo que, el tiempo de gestación puede estar influenciado por otros factores, probablemente dediquen más tiempo al asoleo, situación que puede acortar el tiempo de gestación. A pesar de las diferencias en los tiempos de gestación entre las poblaciones, todas coinciden en que los nacimientos ocurren en el periodo donde se comienza a incrementar tanto la temperatura como la precipitación, que para todas es entre abril y mayo, situación que favorece a las crías, pues evita que se enfrenten a condiciones adversas.

Se encontraron diferencias interpoblacionales en la LHC promedio a la madurez sexual, estas diferencias pueden ser el resultado de una compleja relación de distintos factores. Por ejemplo, se ha sugerido que las tallas corporales dependen del tiempo disponible antes de alcanzar la madurez, lo cual no corresponde con algunas de las poblaciones revisadas, ya que en el caso de las hembras de Laguna y Paredón, alcanzan la madurez a los 13 y 14 meses de edad (Lemos-Espinal y Ballinger, 1995) y tienen un rango en talla entre los 39 y 52 mm (cuadro 4), en contraste, las hembras de Teotihuacan alcanzan la madurez a los 7 meses de edad (Ramírez-Bautista *et al.*, 2004), incluso la media corporal supera la talla máxima de aquellas poblaciones (55.2 mm). Aparentemente, ni la temperatura ambiental ni la precipitación parecen estar relacionadas a las tallas corporales en las poblaciones revisadas aquí, como ha sido sugerido por otros autores (Ballinger, 1977; Dunham, 1978, 1982; Ramírez-Bautista y Vitt, 1997; Worthington, 1982). La población que presenta las tallas corporales promedio más grandes es la de Teotihuacan (55.2 mm), y ésta presenta una precipitación promedio anual relativamente baja (559.6 mm), mientras que las poblaciones que presentan las tallas más chicas son las de Laguna y Paredón (rango de 39 a 52 mm) con una precipitación anual promedio relativamente mayor (1187.5 mm). Aunque éstos datos nos pudieran dar la idea que los tamaños corporales más grandes están favorecidos por las bajas precipitaciones, no corresponde con la población

de Pachuca, que es la que presenta los registros de precipitación anual promedio más bajos (386.8 mm) y las hembras tienen un talla corporal media menor a la de Teotihuacán (51.5 mm). Lemos-Espinal y Ballinger (1995), encontraron que la tasa de crecimiento de *Sceloporus grammicus* de ambientes distintos son similares a pesar de las diferencias en disponibilidad de alimento, el tiempo dedicado a actividades alimenticias, incluso en las temperaturas ambientales. En otras lagartijas, las hembras más grandes son el resultado de una gran disponibilidad de alimento (precipitación), como se ha encontrado en las poblaciones de *Sceloporus merriami* (Dunham, 1978) y *Urosaurus ornatus* (Ballinger, 1977). La única relación consistente, es la que se observa entre los tamaños corporales de las hembras de las poblaciones que aquí se revisaron y la altitud a que cada una corresponde. La población de Teotihuacán es la que presenta las tallas corporales más grandes (55.2 mm) y es la localidad de menor altitud (2200 msnm); en contraste la población de Paredón es la que presenta las tallas más chicas (39 a 50 mm) y es la localidad de mayor altitud (4400 msnm). Smith *et al.* (1994) encontraron que las hembras de *S. jarrovi* de poblaciones de bajas altitudes crecen más rápido que las hembras de poblaciones de altas altitudes. Al parecer éste patrón corresponde con los datos de las poblaciones de *S. grammicus* revisadas aquí.

Contemplando que en todas las poblaciones, la relación del tamaño de camada con la longitud de la hembra es consistente, entonces los tamaños de la camada serían dependientes de las circunstancias que rodean a las hembras en cada población, como la interacción entre temperatura y alimento disponible para las hembras, así como de la edad a la que alcanzan la madurez sexual. Sin embargo, la variación del tamaño de camada entre las poblaciones también puede ser explicada por la densidad poblacional, como lo señalan Ramírez-Bautista *et al.* (2004), con base en los ejemplos de Lemos-Espinal *et al.* (1998) y Ortega *et al.* (1999), en donde una baja densidad favorece un mayor número de crías.

De manera general, se evidencia que las hembras tienden a utilizar la última parte de la estación de recursos disponibles para la ovulación y fertilización, mientras que el desarrollo

embrionario se ubica en la escasez de recursos, los nacimientos ocurren en el periodo donde la precipitación y la temperatura comienzan a incrementarse, permitiéndole a los organismos un máximo crecimiento, así como una preparación energética en la temporada de abundancia de alimento, para eventos como la vitelogénesis.

- **Aspectos del trabajo con organismos de colecciones**

Finalmente, es importante considerar la posibilidad de que algunas de las características descritas para la población de Pachuca, pueden estar afectadas por el hecho de haber contemplado organismos de distintos años y distintas localidades de los alrededores de la Ciudad de Pachuca, en consecuencia las condiciones tan particulares de esos momentos pueden estar modificando en parte la interpretación de los resultados. Si bien el uso de organismos de colección restringe la interpretación de aspectos que deben ser revisados en el momento que ocurren, como por ejemplo aquellos relacionados al comportamiento, uso de microhábitat, territorialidad, tiempos dedicados a determinadas actividades como la reproducción, entre otros, si puede dar pauta a la interpretación de otros aspectos relacionados con la biología reproductiva de las especies. Por ejemplo, para el presente trabajo, se pudo describir el ciclo reproductivo de ambos sexos, aunque no se pudo precisar el comportamiento a lo largo de todo el año debido a la falta de algunos meses, ya que seguramente los muestreos de las colecciones no se hicieron con el objetivo de describir aspectos de reproducción, además, debido a la ausencia de organismos en todos los meses, se complica la determinación de un ciclo reproductivo sincrónico o asincrónico. Se precisó además en el tamaño de camada y la relación que guarda con la talla de las hembras, se pudo conocer la interacción entre ambas gónadas y los cuerpos grasos e hígado, así como la relación que existe entre los ciclos de los órganos y algunas características climáticas de la zona de estudio. También se pudieron conocer las diferencias morfológicas presentes entre los sexos, aunque no se pudo precisar su

origen, pues existen varios argumentos al respecto que tienen que ser evaluados en campo. Si bien son importantes los estudios de variación inter-anual, también resulta importante estudiar los ciclos reproductivos y los patrones en que se presentan. De manera general, las características reproductivas que aquí se revisaron hacen más amplio el conocimiento referente a los aspectos reproductivos de la especie *Sceloporus grammicus*, mismos que no necesariamente requieren ser revisados en vivo y en campo.

CONCLUSIONES

Los machos y las hembras de *Sceloporus grammicus* en la población de Pachuca, alcanzaron la talla mínima a la madurez sexual a los 40 mm.

Sceloporus grammicus no presentó diferencias morfométricas entre los sexos respecto a la talla corporal, al igual que en las características como el largo y ancho de la cabeza, el largo de tibia y largo del antebrazo.

La presente población de *Sceloporus grammicus* mostró un patrón reproductivo otoñal, con un posible ciclo reproductivo asincrónico, además de una sola puesta por año.

El ciclo reproductivo de los machos no mostró relación alguna con el ciclo de los cuerpos grasos ni con el ciclo del hígado. En contraste, el ciclo reproductivo de las hembras estuvo inversamente correlacionado con el ciclo de los cuerpos grasos, reflejando su posible uso a lo largo de la vitelogénesis y desarrollo embrionario. Asimismo, la participación del hígado parece ser importante durante la vitelogénesis.

El tamaño de la camada estuvo relacionado positivamente con la LHC de la hembra, siendo consistente con los reportes de otras especies del género *Sceloporus*.

Los factores climáticos estudiados parecen no influir en el desarrollo gonádico en los machos. Sin embargo, sólo la precipitación estuvo inversamente relacionada con el desarrollo folicular y embrionario.

Cada una de las poblaciones (Cuadro 4) estudiadas a la fecha, muestran diferencias en sus características de historias de vida, dichas diferencias probablemente son el resultado de una compleja interacción de las condiciones ambientales en que se desarrollan.

LITERATURA CITADA

- Arévalo, E., C. A. Porter, A. González, F. Mendoza, J. L. Camarillo, y J. W. Sites, Jr. 1991. Populations cytogenetics and evolution of the *Sceloporus grammicus* complex (Iguanidae) en Central Mexico. *Herpetol. Monograph*. 5: 79 – 115.
- Ballinger, R. E. 1977. Reproductive strategies: food availability as a source of proximal variation in a lizard. *Ecology*, 59: 628 – 635.
- Benabib, M. 1994. Reproduction and lipid utilization of tropical populations of *Sceloporus variabilis*. *Herp. Monog.* 8: 160-180.
- Blem, C. R. 1976. Patterns of lipid storage and utilization in birds. *Amer. Zool.* 16: 671 – 684.
- Bruning, J. L. y B. L. Kintz. 1977. *Computational handbook of statistics*. Second edition. Scott, Foresman and Company, Glenview, Illinois. U. S. A.
- Carothers, J. H. 1984. Sexual selection and sexual dimorphism in some herbivorous lizards. *The American Naturalist* 124 (2): 244 – 254.
- Correa-Sánchez, F. 2004. Estudio comparativo de la ecología reproductiva de *Sceloporus gadiviae* (PHRYNOSOMATIDAE) en Zapotitlán de las Salinas, Puebla y el Cañón del Zopilote, Guerrero, México. **Tesis de Maestría**, FES – Iztacala, UNAM, México.
- Doughty, P. 1997. The effects of “fixed” clutch size on lizard life history: reproduction in the australian velvet gecko, *Oedura lesueurii*. *Journal of Herpetology*, 31 (2): 266 – 272.
- Dunham, A. E. 1978. Food availability as a proximate factor influencing individual growth rates in the iguanid lizard *Sceloporus merriami*. *Ecology*, 59 (4): 770 – 778.
- Dunham, A. E. 1982. Demographic and life-history variation among populations of the iguanid lizard *Urosaurus ornatus*: Implication for the study of life-history phenomena in lizards. *Herpetologica*, 38 (1): 202 – 221.
- Feria-Ortiz, M., A. Nieto-Montes de Oca, y I. H. Salgado-Ugarte. 2001. Diet and reproductive biology of the viviparous lizard *Sceloporus torquatus* (Squamata: Phrynosomatidae). *Journal of Herpetology* 35: 104 – 461.
- Fitch, H. S. 1978. Sexual size difference in the genus *Sceloporus*. *The University of Kansas Science Bulletin*, 51 (13): 441 – 461.
- Flemming, A. F. 1993. The female reproductive cycle of the lizard *Pseudocordylus m. melanotus* (Sauria: Cordylidae). *Journal of Herpetology*, 27 (1): 103 – 107.
- Gaffney, F. G. y L. C. Fitzpatrick. 1973. Energetics and lipid cycles in the lizard, *Cnemidophorus tigris*. *Copeia* 1973 (3): 446 – 452.
- García, E. 1983. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 3ª ed. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.

- Godínez-Cano, E. A. 1985. Ciclo reproductivo de *Sceloporus megalepidurus megalepidurus* Smith (Reptilia: Sauria: Iguanidae) en el oriente de Tlaxcala, México. **Tesis de Licenciatura**, ENEP – I, UNAM, México.
- Goldberg, S. R. 1971. Reproductive cycle of the ovoviviparous iguanid lizard *Sceloporus jarrovi* Cope. *Herpetologica*, 27: 123 – 131.
- Goldberg, S. R. 1972. Seasonal weight and cytological changes in the fat bodies and liver of the iguanid lizard *Sceloporus jarrovii*. *Copeia*, 1972 (2): 227 – 232.
- 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.
- Goyenechea, I., F. Mendoza-Quijano, O. Flores-Villela y K. M. Reed. 1996. Extreme chromosomal polytyty in a population of *Sceloporus grammicus* (Sauria: Phrynosomatidae) at Santuario Mapethé, Hidalgo, México. *Journal of Herpetology*, 30 (1): 39 – 46.
- Guillette, L. J., Jr. 1981. On the occurrence of oviparous and viviparous forms of the mexican lizard *Sceloporus aeneus*. *Herpetologica*, 37 (1): 11 – 15.
- Guillette, L. J., Jr. 1982. The evolution of viviparity and placentation in the high elevation, Mexican lizard *Sceloporus aeneus*. *Herpetologica*, 39: 94 – 103.
- Guillette, L. J., Jr. 1983. Notes concerning reproduction of the montane skink, *Eumeces copei*. *Journal of Herpetology*, 17 (2): 144 – 148.
- Guillette L. J., Jr. y D. A. Bearce. 1986. The reproductive and fat body cycles of the lizard, *Sceloporus grammicus disparilis*. *Trasnsactions of the Kansas Academy of Science* 89 (1-2): 31-39.
- 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 (2):143-147.
- Guillette, L. J., Jr. y G. Casas-Andreu. 1981. Seasonal variation in fat bodies weights of the mexican high elevation lizard *Sceloporus grammicus microlepidotus*. *Journal of Herpetology*, 15 (3): 366 – 371.
- 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 (2): 168 – 174.
- Guillette, L. J., Jr., R. E. Jones, K. T. Fitzgerald, y H. M. Smith. 1980. Evolution of viviparity in the lizards genus *Sceloporus*. *Herpetologica*, 36 (3): 201 – 215.
- Guillette, L. J., Jr. y W. P. Sullivan. 1985. The relative and fat body cycles of the lizard *Sceloporus formosus*. *Journal of herpetology*, 19 (4): 474 – 480.
- Halliday, T. R. 1992. Sexual selection in amphibians and reptiles: theoretical issues and new directions. *In* Adler K. (ed.), *Herpetology: Current Research on the Biology of Amphibians*

- and Reptiles. Proceedings of the First World Congress of Herpetology. Society for the Study of Amphibians and Reptiles. Oxford, Ohio, USA. p. 81 – 95.
- Hahn, W. E. y D. W. Tinkle. 1965. Fat body cycling and experimental evidence for its adaptive significance to ovarian follicle development in the lizard *Uta stansburiana*. *Journal of Experimental Zoology*, 158: 79 – 86.
- Heras-Lara, L. y J. L. Villareal-Benítez. 2000. La historia natural de un ensamblaje de *Anolis* en Los Tuxtlas, Veracruz. **Tesis de Licenciatura**, ENEP–I, UNAM, México.
- Ho, S. M., S. Kleis, R. McPherson, G. J. Heisermann y I. P. Callard. 1982. Regulation of vitellogenesis in reptiles. *Herpetologica*, 38 (1): 40 – 50.
- Jamenson, E. W. Jr. 1974. Fat and breeding cycles in a montane populations of *Sceloporus graciosus*. *Journal of Herpetology*, 8 (4): 311 – 322.
- Lara-Gongora, G. 1983. Two new species of lizards genus *Sceloporus* (Reptilia; Sauria; Iguanidae) From the Ajusco and Ocuilan Sierras, México. *Bulletin of the Maryland Herpetological Society* 19: 1 – 14.
- Lemos-Espinal, J. A., G. R. Smith y R. E. Ballinger. 1996. Covariation of egg size, clutch size, and offspring survivor in the genus *Sceloporus*. *Bulletin of the Maryland Herpetological Society*, 32 (2): 58 – 66.
- Lemos-Espinal, J. A. Y R. E. Ballinger. 1995. Ecology of growth of the high altitude lizard *Sceloporus grammicus* on the eastern slope of Iztaccihuatl volcano, Puebla, México. *Transaction of the Nebraska Academy of Sciences*, 22: 77 – 85.
- Lemos-Espinal, J. A., R. E. Ballinger y G. R. Smith. 1998. Comparative demography of the high altitude lizard *Sceloporus grammicus*, on the Iztaccihuatl Volcano, Puebla, México. *The Great Basin Naturalist*, 58: 375 – 379.
- Licht, P. 1967. Environmental control of annual testicular cycles in the lizard *Anolis carolinensis*: interaction of light and temperature in the initiation of recrudescence testicular. *Journal of Experimental Zoology*, 165: 505 – 516.
- Manríquez-Moran, N. L. 1995. Estrategias reproductoras en las hembras de dos especies hermanas de lacertilios: *Sceloporus aeneus* y *S. bicanthalis*. **Tesis de Licenciatura**. Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Marion, K. R. 1982. Reproductive cues for gonadal development in temperate reptiles: Temperature and photoperiods effects on the testicular cycle of the lizard *Sceloporus undulatus*. *Herpetologica*, 38 (1): 26 – 39.
- Martínez, I. R. 1985. Estudio comparativo de dos poblaciones de la lagartija *Sceloporus grammicus microlepidotus* en el Ajusco y Pedregal de San Angel, D.F. **Tesis de Licenciatura**. ENEP – I, UNAM, México
- Méndez, D. C. F. R. 1988. Estudio comparativo de la reproducción, tipología y aloenzimas de dos poblaciones cercanas de *Sceloporus grammicus* (Reptilia: iguanidae) de la Sierra del Ajusco, México. **Tesis Doctoral**. Facultad de Ciencias, UNAM, México.

- Méndez-De la Cruz, F. R. y M. Villagrán. 1998. Reproducción asincrónica de *Sceloporus palaciosi* (Sauria: Phrynosomatidae) en México, con comentarios sobre sus ventajas y regulación. *Rev. Biol. Trop.*, 46 (4): 1159 – 1161.
- Méndez-De la Cruz, F. R., L. J. Guillette, S. C. M. Villagrán y G. Casas-Andreu. 1988. Reproductive and fat bodies cycles of the viviparous lizard, *Sceloporus mucronatus* (Sauria: iguanidae). *Journal of Herpetology*, 22 (1): 1 – 12.
- Miller, M. R. 1951. Some aspects of the life history of the yucca night, *Xantusia vigilis*. *Copeia* 1951: 114 – 120.
- Ortega, R. A. 1986. Fat body cycles in a montane population of *Sceloporus grammicus*. *Journal of Herpetology*, 19 (4): 474 – 480.
- Ortega-Rubio, A., G. Halffter, R. Barbault, A. Castellanos y F. Salinas. 1999. Growth of *Sceloporus grammicus* in la Michilía Biosphere Reserve, México. *Journal of Herpetology*, 33 (1): 123 – 126.
- Ortega, R. A. y R. Barbault. 1984. Reproductive cycle in the mesquite lizard *Sceloporus grammicus*. *J. Herpetology*, 18 (2): 168 – 175.
- Porter, C. A. Y J. W. Sites, Jr. 1987. Evolution of *Sceloporus grammicus* complex (Sauria: Iguanidae) in central México. II. Studies on rates of nondisjunction and the occurrence of spontaneous chromosomal mutations. *Genetica* 75: 131 - 144.
- Ramírez-Bautista, A. 1995. Demografía y reproducción de la lagartija arborícola *Anolis nebulosus* de la región de Chamela, Jalisco. **Tesis Doctoral**. Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Ramírez-Bautista, A. 2004. Diversidad de estrategias reproductivas en un ensamble de lagartijas de una región tropical estacional de las costas del Pacífico de México. *Boletín de la Sociedad Herpetológica Mexicana*.
- 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*, 2003 (3): 712 – 722.
- Ramírez-Bautista, A., E. Jiménez-Cruz y J.C. Marshall. 2004. Comparative life history for populations of the *Sceloporus grammicus* complex (Squamata: Phrynosamitade). *Western North American Naturalist* 64 (2): 175 – 183.
- Ramírez-Bautista, A. y D. Pardo-De La Rosa. 2002. Reproductive cycle of the widely-foragin lizard, *Cnemidophorus comunis*, from Jalisco, México. *The Southwestern Naturalist* 47 (2) : 205-214.
- Ramírez-Bautista, A., J. Barba-Torres, y L. J. Vitt. 1998. Reproductive cycle and brood size of *Eumeces lynxe* from Pinal de Amoles, Querétaro, México. *Journal of Herpetology* 32 (1): 18-24.

- Ramírez-Bautista, A. y L. J. Vitt. 1997. Reproduction in the lizard *Anolis nebulosus* (Polychrotidae) from the Pacific coast of Mexico. *Herpetologica*, 53 (4): 423 – 431.
- Ramírez-Bautista, A. y L. J. Vitt. 1998. Reproductive biology of *Urosaurus bicarinatus* (Sauria: Phrynosomatidae) from a tropical dry forest of México. *The Southwestern Naturalist* 43 (3): 381-390.
- 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 México. *Journal of Herpetology* 36 (2): 225-233.
- Ramírez-Sandoval, E. 2003. Ecología reproductiva de una población de la lagartija nocturna *Philodactylus lanei* (Sauria: Gekkonidae) de un bosque tropical estacional de la costa del pacífico de México. **Tesis de Licenciatura**. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM, México.
- Reeder, T. W., C. J. Cole, y H. C. Dessauer. 2002. Phylogenetic relationship of whiptail lizards of the genus *Cnemidophorus* (Squamata: Teiidae): a test of monophyly, reevaluation of karyotypic evolution, and review of hibrid origins. *American Museum Novitates* 3365: 1 – 61.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa Wiley, México.
- SAS Institute Inc., 1989-1996. JMP version 3.1.6.2.
- Selby, S. M. 1965. *Standard math tables*, Fourteenth Ed. Chemical Rubber Company, Cleveland, Ohio.
- Sites, J. W. Jr. 1982. Morphological variation within and among three chromosome races of *Sceloporus grammicus* (Sauria, iguanidae) in the north-central part of its range. *Copeia* 1982: 920 – 941.
- Sites, J. W. Jr., J. W. Archie, C. J. Cole, y V. O. Flores. 1992. A review of phylogenetic hypotheses for lizards of the genus *Sceloporus* (Phrynosomatidae): implications for ecological and evolutionary studies. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 213: 110 pp.
- Sites, Jr. J. W., Davis, S. K., Hutchison, D. W., Maurer, B. A. y Lara G. 1993. Parapatric hybridization between chromosome races of the *Sceloporus grammicus* complex (Phrynosomatidae): structure of the Tulancingo transect. *Copeia*, 1993: 373 – 398.
- Sites, J. W., Jr., y S. K. Davis. 1989. Phylogenetic relationships and molecular variability within and among six chromosome races of *Sceloporus grammicus* (Sauria, Iguanidae), based on nuclear and mitochondrial markers. *Evolution* 43: 296 – 317.
- Smith, H. M. (1939). The mexican and central mexican lizards of the genus *sceloporus*. *Field museum of natural history. Zoological series*. Vol 26. P:177-199, 209-236.
- Smith, G. R., R. E. Ballinger y J. W. Nietfeldt. 1994. Elevation of growth rates in neonate *Sceloporus jarrovi*: an experimental elevation. *Funtional ecology*, 8: 215 – 218.
- SPP, 1983, Carta de uso de suelo y vegetación; Pachuca F14D81; 1:50000.

- SPSS Inc., 2001. Versión para Windows SPSS 11.0.
- Stearns, S. C. y R. F. Hoekstra. 2000. Evolution, an introduction. Oxford, University Press. USA.
- Tinkle, D. W. 1969. The concept of reproductive effort and its relation to the evolutions of life history of lizards. *The American Naturalist*, 103 (933): 55 – 74.
- Tinkle, D. W., H. M. Wilbur, y S. G. Tilley. 1970. Evolutionary strategies in lizard reproduction. *Evolution* 24 (1): 55-74.
- Valdéz-González, M. A. y A. Ramírez-Bautista. 2002. Reproductive characteristics of the spiny lizards, *Sceloporus horridus* and *Sceloporus spinosus* (Squamata: Phrynosomatidae) from México. *Journal of Herpetology*, 36: 36 – 46.
- Vitt, L. J. 1973. Reproductive biology of the anguid lizard *Gerrhonotus coeruleus principis*. *Herpetologica* 29 (2): 176 – 184.
- Vitt, L. J. 1982. Sexual dimorphism and reproduction in the microteiid lizard, *Gymnophthalmus multiscutatus*. *Journal of Herpetology* 16 (3): 323 – 329.
- Vitt, L. J. 1983. Reproduction and sexual dimorphism in the tropical teiid lizard, *Cnemidophorus ocellifer*. *Copeia* 1983: 359 – 366.
- Vitt, L. J. y D. G. Blackburn. 1983. Reproduction in the lizard *Mabuya heathi* (Scincidae): a cometary on viviparity in new world Mabuya. *Can. J. Zool.* 61: 2798 – 2806.
- Vitt, L. J. y P. A. Zani. 1997. Ecology of the nocturnal lizard *Thecadactylus rapicauda* (Sauria: Gekkonidae) in the amazon region. *Herpetologica*, 53 (2): 165 – 179.
- Worthington, R. D. 1982. Dry and wet year comparisons of clutch and adult body size of *Uta stansburiana stejnegeri*. *Journal of Herpetology*, 16 (3): 332 – 334.
- Xavier, F. 1982. Progesterone in the viviparous lizard *Lacerta vivipara*: ovarian biosynthesis, plasma levels, and bridging to transcortin-type protein during the sexual cycle. *Herpetologica* 38: 62 – 70.
- Zug, G. R., L. J. Vitt y J. P. Caldwell. 2001. Herpetology, an introduction biology of amphibians and reptiles. Second edition. Academic press. Pp. 630.