



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

**CICLO Y CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVO DE UNA POBLACIÓN
DE LA LAGARTIJA *SCELOPORUS GRAMMICUS* (SQUAMATA:
PHRYNOSOMATIDAE) DE TEOTIHUACÁN, EDO. DE MEXICO**

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

B I O L O G A

PRESENTA

ELSA JIMÉNEZ CRUZ

DIRECTOR DE TESIS

DR. AURELIO RAMÍREZ BAUTISTA



MEXICO, D.F.

ENERO 2007



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. en Ciencias, Aurelio Ramírez Bautista, por la dirección y muy valioso apoyo para la realización y término de este trabajo.

Al Dr. en Ciencias, Gustavo Casas-Andreu, por su apoyo y facilidades prestadas en el inicio de este trabajo.

Al Dr. Miguel Lizana por sus aportaciones en la elaboración del análisis estadístico y de resultados.

Al Dr. David Kizirian por sus valiosas aportaciones en la revisión del análisis de resultados.

Al M. en Ciencias Manuel Feria Ortiz por su ayuda incondicional en el campo y en la revisión de este trabajo.

Al Dr. en Ciencias Adrián Nieto Montes de Oca por su ayuda en el campo y en la interpretación de los resultados.

A mis amigas y amigos de la FES Zaragoza que de alguna manera me apoyaron.

A toda la comunidad de Jesús María por acompañarme con exigencias y cariño en mi crecimiento intelectual y espiritual.

Se un hombre útil
Más que un hombre hábil,
Honesto aunque no te vean,
Sé alguien que vive como piensa

Gracias a ti y a mi familia
Que siempre han sido parte de mi energía para vivir.

INDICE

	Página
Resumen	1
Introducción	3
Antecedentes	7
Descripción del área de estudio	11
Materiales y métodos	15
Tamaño de la muestra	15
Análisis reproductivo	15
Dieta	18
Análisis estadísticos	18
Resultados	19
Dimorfismo sexual	19
Ciclo reproductivo en machos	19
Ciclo reproductivo en hembras	21
Tamaño de la camada	24
Dieta	26
Discusión	30
Dimorfismo	30
Reproducción	31
Literatura citada	40

RESUMEN

En este trabajo se presenta el ciclo reproductivo y ciclo de la masa de los cuerpos grasos de una población de machos y de hembras de la lagartija vivípara *Sceloporus grammicus* de Teotihuacán, Estado de México. La media de la longitud hocico-cloaca (LHC) de los machos sexualmente maduros fue de 57.04 ± 0.68 mm (44.5 - 72.1; $n = 66$), y la edad en la que la alcanzaron fue de cinco a seis meses. Las hembras alcanzaron la madurez sexual a una talla media de 55.2 ± 0.45 (44.1 - 72.3, $n = 118$) y a una edad de ocho a nueve meses.

Un incremento en la masa testicular ocurrió a partir del mes de mayo, sin embargo, el incremento significativo se presentó en junio, y el pico de máxima actividad testicular ocurrió en los meses de julio, agosto, y septiembre, decreciendo significativamente en el mes de octubre, y finalizó en el mes de diciembre. El incremento de la masa testicular estuvo correlacionado positiva y significativamente con la precipitación ($r = 0.821$, $P < 0.05$) pero no con la temperatura ($r = 0.329$, $P > 0.05$), ni con el fotoperiodo ($r = 0.496$, $P > 0.05$).

La actividad reproductiva de las hembras se inició con la vitelogénesis durante el mes de octubre; en el mes de noviembre ocurrió la ovulación con etapas de desarrollo embrionario 1-8. Las últimas etapas de desarrollo embrionario (29-40) se presentaron en las hembras recolectadas desde el mes de enero a abril. La media de la masa de los folículos vitelogénicos y embriones estuvo relacionada con el fotoperiodo ($r = 0.690$, $P < 0.05$), precipitación ($r = 0.857$, $P < 0.05$), y la temperatura ($r = 0.632$, $P < 0.05$).

El tamaño medio de la camada de *S. grammicus* calculada con base en los folículos vitelogénicos y embriones fue de 5.09 ± 0.24 (2-9, $n = 62$). Un análisis de regresión mostró que el tamaño de la camada estuvo correlacionado con la LHC de la hembra ($R^2 = 0.590$, $P < 0.0001$). El desarrollo embrionario avanzado en hembras

preñadas de enero (etapa 40: neonatos plenamente formados) sugiere que las hembras empezaron a dar nacimiento a sus crías a partir de fines de enero y principios de febrero. La media de la RCM fue de 0.338 ± 0.024 (0.015 - 0.80, $n = 57$), la cual estuvo correlacionada con la LHC de la hembra ($r = 0.449$, $P < 0.0005$). La dieta de *S. grammicus* estuvo compuesta por insectos del orden Coleoptera, Hymenoptera, Diptera, entre otros.

INTRODUCCION

A partir de los trabajos de Tinkle (1969) y Tinkle *et al.* (1970) sobre las características de historias de vida y estrategias reproductivas de especies de lagartijas de ambientes templados y tropicales, se han generado numerosos estudios para probar las hipótesis que estos autores iniciaron. A pesar de que se han estado realizando una gran diversidad de estudios sobre los patrones reproductivos de numerosas especies de lagartijas, aún hacen falta más trabajos que abarquen diferentes poblaciones de la misma y de diferentes especies (Fitch, 1970, 1982; Ballinger, 1979; Dunham, 1982; Ramírez-Bautista *et al.*, 1995). Estos estudios han mostrado que existen variaciones entre especies y dentro de poblaciones de una misma especie en las características de historias de vida tales como edad y longitud hocico-cloaca a la madurez sexual, tamaño del huevo, tamaño y frecuencia de la puesta y tasa de crecimiento. Así también se han estado describiendo diferentes patrones de actividad reproductiva, ya que se ha encontrado que en ambientes templados de altas latitudes, la reproducción es estacional, con una o más de dos puestas de huevos (Van Loben Sels y Vitt, 1984); mientras que en ambientes tropicales húmedos y estacionales, la reproducción de algunas especies es continua, es decir, todo el año, con más de dos puestas de pocos huevos (Vitt, 1986; Benabib, 1994; Ramírez-Bautista, 1995; Ramírez Bautista y Vitt, 1997, 1998). Se ha encontrado que la mayoría de las especies de ambientes templados y de montañas presentan un modo de reproducción vivípara (Guillette, 1982, 1983; Guillette y Casas-Andreu, 1980; Guillette *et al.*, 1980; Ramírez-Bautista *et al.*, 1996, 1998), mientras que, la mayoría de especies que habitan en ambientes tropicales son ovíparas (Vitt, 1986; Ramírez-Bautista, 1995; Ramírez-Bautista y Vitt, 1997, 1998).

El tamaño de la camada (especies vivíparas) o de la puesta (especies ovíparas) depende de la especie o grupo que se trate (filogenia; Miles y Dunham, 1992) y de las condiciones del ambiente, es decir, de la disponibilidad de alimento y a la fluctuación de éste (Ballinger, 1977; Dunham, 1982). La mayoría de especies de lagartijas de talla pequeña tienen una o dos puestas de pocos huevos, por ejemplo todas las especies del grupo de los geckónidos tiene dos o tres puestas con dos huevos cada una (Vitt, 1986; Ramírez-Sandoval *et al.* 2006). De manera similar, todas las especies del género *Anolis* ponen un sólo huevo alternando sus ovarios cada cinco o diez días durante la estación reproductiva (Andrews, 1985; Andrews y Rand, 1974; Ramírez-Bautista, 1995; Ramírez-Bautista y Vitt, 1997). Existen otras especies de talla pequeña como las del género *Urosaurus* que tienen dos o tres puestas de más de cinco huevos (Vitt *et al.*, 1978; Van Loben Sels y Vitt, 1984; Ramírez-Bautista *et al.*, 1995). Especies de talla grande y longevas del género *Ctenosaura* e *Iguana* tienen una sola puesta de más de 40 huevos por estación reproductiva (Valenzuela-López, 1981).

La actividad reproductiva y las variaciones en las características de historias de vida tales como tasa de crecimiento, tamaño de la camada, frecuencia de la puesta, edad y tamaño a la madurez pueden variar de acuerdo a las fluctuaciones estacionales y anuales de factores tales como la temperatura (Marion, 1982; Lemos-Espinal y Ballinger, 1995; Ramírez-Bautista, 1995; Ramírez-Bautista y Vitt, 1997), precipitación (Ramírez-Bautista, 1995; Ramírez-Bautista y Vitt, 1997, 1998), fotoperiodo (Marion, 1982; Ramírez-Bautista, 1995; Ramírez-Bautista y Vitt, 1997, 1998), y el alimento (Ballinger, 1977; Dunham, 1982; Ramírez-Bautista, 1995). La variabilidad de características reproductivas tales como el periodo de actividad reproductiva, desarrollo vitelogénico, desarrollo embrionario, tamaño de la camada y periodo de nacimiento, de las especies de lagartijas vivíparas de montaña también dependen en parte de los

factores ambientales arriba citados (Guillette, 1982, 1983; Guillette y Bearce, 1986; Guillette y Casas-Andreu, 1980, 1987; Guillette y Sullivan, 1985; Ramírez-Bautista *et al.* 1996, 1998). La mayoría de las especies de lagartijas vivíparas que habitan en ambientes montañosos exhiben actividad reproductiva otoñal. Esto es, la vitelogénesis (o espermatogénesis), el cortejo, el apareamiento, la ovulación y la fertilización ocurren durante el otoño y principios de invierno (V. gr., *Sceloporus aeneus*: Guillette 1982; *Eumeces copei*: Guillette 1983, Ramírez- Bautista *et al.*, 1996; *Sceloporus grammicus microlepidotus*: Guillette y Casas-Andreu 1980; *Barisia imbricata*: Guillette y Casas-Andreu 1987; *Sceloporus formosus*: Guillette y Sullivan 1985; *Eumeces lynxe*: Ramírez-Bautista *et al.*, 1998). *Sceloporus grammicus* es una especie de montaña que presenta reproducción otoñal, con vitelogénesis y desarrollo embrionario durante el otoño y parte del invierno, y los nacimientos ocurren durante la mayor producción de alimento en el ambiente (Guillette y Casas-Andreu, 1980; Guillette y Bearce, 1986; Lemos-Espinal y Ballinger, 1995; Lemos-Espinal *et al.*, 1998).

La influencia del alimento en las características reproductivas de las lagartijas se ve reflejada en el crecimiento de los cuerpos grasos durante el inicio de la vitelogénesis, pero estos disminuyen a medida que avanza el desarrollo gonádico (Guillette y Bearce, 1986; Guillette y Sullivan, 1985; Vitt y Cooper, 1985). Durante el mayor desarrollo embrionario o de los huevos oviductales, los cuerpos grasos disminuyen; este patrón indica que existe un costo energético muy alto durante la actividad reproductiva de las hembras y de los machos (Ramírez-Bautista, 1995; Ramírez-Bautista y Vitt, 1997, 1998).

A pesar de que se ha trabajado de forma regular en el conocimiento de los patrones reproductivos de algunas especies de lagartijas vivíparas de montaña, aún existen muchas especies cuyo patrón reproductivo se desconoce o se conoce muy

pobrementemente. Por lo tanto aún no es posible apreciar plenamente el grado de variación inter e intraespecífico en los patrones reproductivos de los lacertilios. En particular, en el caso de las especies ampliamente distribuidas, existen muy pocos casos en los que se reporta información respecto a la variación temporal y geográfica de las especies involucradas.

ANTECEDENTES

Taxonomía

Uno de los géneros de lagartijas más diversos en México es *Sceloporus*, el cual a la fecha cuenta con más de 113 especies y subespecies (Smith y Smith, 1976, 1993). Este género presenta una amplia distribución geográfica, por lo que ha invadido ambientes que van desde el nivel del mar hasta alturas que van más allá de los 4000 m. Una de las especies de este género, es *S. grammicus*, que se distribuye desde el extremo sur de Texas, USA, hasta las montañas de Oaxaca en México (Smith, 1939). Este autor menciona que las especies que forman este grupo presentan una gran variación en las características morfológicas, por lo que esto ha hecho difícil la separación de especies.

A la fecha, el complejo *grammicus* se compone de cinco diferentes especies, *S. anahuacus*, *S. grammicus*, *S. heterolepis*, *S. palaciosi* y *S. lemosespinali* (Lara-Góngora, 1983, 2004), y seis subespecies, cuatro para *S. grammicus* (*S. g. grammicus*, *S. g. disparilis*, *S. g. microlepidotus* y *S. g. tamaulipensis*) y dos para *S. heterolepis* (*S. h. heterolepis* y *S. h. Shannonorum*). Estas se distribuyen desde la parte sur de Texas en Estados Unidos a la región norte de Chihuahua, Eje Neovolcánico y sureste (Oaxaca) de México (Smith y Laufe, 1945; Sites, 1993). }

Desde hace más de una década se ha estado estudiando en su área de distribución la sistemática de este complejo de lagartijas, usando los métodos y técnicas más recientes para conocer si las diferentes poblaciones son diferentes especies o diferentes morfos (Sites, 1982, 1983; Sites y Dixon, 1981; Sites y Greenbaum, 1983; Nieto-Montes de Oca, 1987; Sites *et al.*, 1987, 1988; Arévalo *et al.*, 1991, 1993, 1994; Leyte-Manrique, 2006; Leyte Manrique *et al.*, 2006). Estos

métodos usados para conocer la variación morfológica y genética de las diferentes poblaciones en el área de distribución de estas subespecies, aún no han concluido con el status de este grupo de lagartijas (Arévalo *et al.*, 1993; Leyte- Manrique, 2006; Leyte-Manrique *et al.*, 2006).

Historia natural

A la fecha, existen algunos estudios sobre aspectos de la biología de este complejo de lagartijas, principalmente con algunas poblaciones del Eje Neovolcánico y del Estado de Hidalgo. Los aspectos ecológicos generales que se conocen son, actividad, alimentación, entre otras (Martínez, 1985; Ramírez-Bautista *et al.*, 1991; Uribe *et al.*, 1999). Además, se han realizado algunos estudios sobre las historias de vida, tales como, dieta, tasa de crecimiento, sobrevivencia, y reproducción de dos poblaciones de *S. grammicus* de las montañas del Volcán del Iztaccihuatl (Lemos-Espinal y Ballinger, 1995; Lemos-Espinal *et al.*, 1998). Con respecto a la reproducción del complejo, se tienen estudios en poblaciones de montaña (Ramírez-Bautista *et al.*, 2004) y partes bajas (Ramírez-Bautista *et al.*, 2005; Hernández-Salinas, 2006) de su área de la distribución.

Reproducción

En la actualidad, se ha trabajado de una manera irregular sobre algunos aspectos de la reproducción con las poblaciones de Zoquiapan, Estado de México. Los estudios que se han realizado sobre este tema muestran parte de los patrones reproductivos el complejo (Guillette y Casas-Andreu, 1980). Se ha encontrado que *S. grammicus* es una especie con un modo de reproducción vivípara (sus crías nacen vivas), reproducción estacional y otoñal (Guillette *et al.*, 1980). Asimismo, se han realizado estudios sobre los ciclos de los cuerpos grasos de este grupo de lagartijas, los cuales influyen en el desarrollo de la vitelogénesis y tamaño de la camada (Guillette y

Casas-Andreu, 1981; Guillette y Bearce, 1986). El apareamiento ocurre durante el otoño, y la fertilización a fines del otoño, el desarrollo embrionario se lleva a cabo durante el invierno y los nacimientos a fines del invierno y principio de la primavera (Guillette y Casas-Andreu, 1980). Se han realizado numerosos estudios sobre las hipótesis del origen de la viviparidad de este grupo de lagartijas (Guillette *et al.*, 1980). Por las características de su distribución, *Sceloporus grammicus* junto con otras especies vivíparas de montaña tales como *S. aeneus*, *S. bicanthalis*, *S. torquatus*, *Eumeces copei*, *E. lynxe*, *Barisia imbricata*, entre otras, se han usado para probar la hipótesis de la viviparidad en las especies de montaña, así como los patrones reproductivos de estas especies (Guillette, 1981, 1982, 1983; Ramírez-Bautista *et al.*, 1996, 1998).

A la fecha, existe un estudio completo sobre historias de vida de dos poblaciones de este complejo de lagartijas (Lemos-Espinal *et al.*, 1998), en el que se analiza la supervivencia, predación, y características reproductivas tales como edad a la madurez, y fertilidad en dos poblaciones del Volcán Iztaccihuatl, Puebla (Lemos-Espinal *et al.*, 1998).

Los factores ambientales que hasta el momento se ha encontrado que influyen en la actividad reproductiva de *S. grammicus* y de otras especies estudiadas que habitan en las montañas son la precipitación y el alimento (Guillette y Casas-Andreu, 1980; Ramírez-Bautista *et al.*, 1996, 1998). A la fecha, aún no se sabe nada sobre que tanto influyen la temperatura y fotoperíodo, ya que la actividad gonádica de las hembras y los machos que habitan en las montañas, se ha correlacionado de manera negativa con estos factores ambientales (Ramírez-Bautista *et al.*, 1996, 1998). Como se comentó anteriormente, las lagartijas del complejo *grammicus* parece ser que tienen reproducción estacional, con los ciclos de actividad entre machos y hembras de

manera desfasada, donde los machos presentan la gametogénesis durante la primavera, mientras que las hembras la presentan en el otoño (Martínez, 1985).

Por lo anterior, este estudio está enfocado a conocer algunos de los aspectos de la biología y ecología de las hembras y machos de una población de *Sceloporus grammicus* de Santiago Tolman, Teotihuacán, Estado de México.

Las preguntas que se plantean son: (1) ¿Existe dimorfismo sexual entre las hembras y los machos de esta población? (2) ¿Son sexualmente maduros los machos y las hembras al mismo tamaño? (3) ¿Cuál es el ciclo reproductivo de los machos y de las hembras? (4) ¿El pico de actividad reproductiva está asociado con los factores ambientales (temperatura, precipitación, fotoperíodo (5) ¿El tamaño de la camada (número de crías) varía con el tamaño de la hembra? (6) ¿Es similar la dieta de las hembras y los machos?

DESCRIPCIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

Delimitación geográfica

La altiplanicie mexicana esta limitada al este por la Sierra Madre Oriental, al oeste por la Sierra Madre Occidental y al sur por el Eje Volcánico o Sierra Volcánica Transversal que la separa de la Cuenca del Balsas. El Valle de México, donde se localiza el área de estudio forma parte de la porción sur de dicha altiplanicie, esta rodeado por elevadas montañas que forman parte del Eje Volcánico. Es una cuenca cerrada natural que fue abierta artificialmente por medio del túnel de Tequisquiác, situado al noroeste al pie del cerro Xalpan.

Fisiografía

La Cuenca del Valle de México puede dividirse en tres subregiones que en otra época estuvieron ocupadas por lagos. Al Sur la región de Xochimilco y Chalco, entre la Sierra del Ajusco, y la Sierra Nevada y la Sierra Santa Catarina. Al centro la región de Texcoco y México en donde se encuentra la capital de la República Mexicana y el lago de Texcoco; la Sierra de Guadalupe y el cerro de Chiconautla. Al norte de la capital y hacia el noroeste de ésta, el poblado de Santiago Tolman, área de estudio, en las faldas del Cerro Gordo en el estado de México. Este se localiza a los 19° 43' N y 98° 47' 05"E , sobre la carretera México Tulancingo.

Dicho poblado se caracteriza por presentar un tipo de vegetación de pastizal inducido, pastizales según J. Rzedowski (Miranda y Hernández X., 1963). En el pueblo se realiza un tipo de agricultura de temporal con cultivos permanentes de nopal (carta uso del suelo y vegetación, 1: 50 000, hoja E14B21 Texcoco, 1982).

Clima

El clima dominante en el poblado, según el sistema de clasificación climática de Koppen, modificado por E. García (1973), es de tipo BS1K' w(w)(i')g, el menos seco

de los Bs, con un cociente P/T mayor de 22°, templado con verano fresco, temperatura media anual entre 12 °C y 18 °C , con un régimen de lluvias de verano por lo menos diez veces mayor a la cantidad de lluvias en el mes más húmedo de la mitad caliente del año que en el más seco, con porcentaje de lluvia invernal menor de cinco de la anual . La oscilación anual de las temperaturas medias anuales es poca, oscila entre 5 ° y 7 °C, en el mes más caliente del año, antes de junio (carta climas , 1: 50 000, Hoja 14Q-VI Veracruz, DETENAL 1970. Instituto de Geografía, UNAM; Fig. 1).

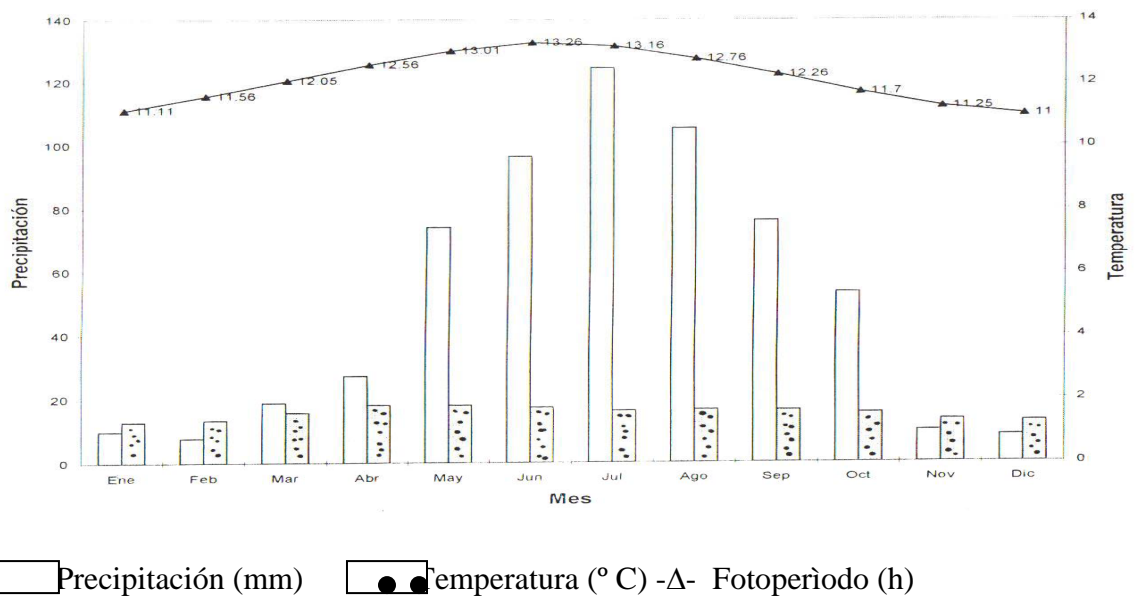


Figura 1. Promedio mensual de temperatura, precipitación y fotoperíodo en el área de Santiago Tolman, Teotihuacán.

Geología

La zona de estudio está formada por roca ígnea extrusiva intermedia proveniente del Cenozoico. Al norte del poblado el Cerro Gordo con áreas de brecha volcánica basáltica (Brb). El centro del pueblo formado por aparato volcánico, banco de

material de mampostería y agregados. (Carta Geológica, 1: 50 000, Hoja E 14B21 Texcoco, DETENAL, 1979).

Topografía

Vías terrestres, se llega por carretera, autopista México-Otumba, Tulancingo. El pueblo de Santiago Tolman es atravesado por una vía de acceso hasta la parte alta del Cerro Gordo, constituida por terracería transitable en todo el año.

La región se encuentra a una altitud de 2350m. s n m para la parte baja del pueblo, 2400m. s n m en el centro del mismo y 2500m. s n m a 2600m. s n m en el Cerro Gordo, de acuerdo a las curvas de nivel acotadas en metros, (Carta topográfica, 1:50 000, Hoja E14B21 Texcoco, CETENAL, 1979).

Hidrología

Unidades de escurrimiento superficial de la precipitación media anual con un coeficiente de escurrimiento de 5% a 10 % e isoterma media anual de 14 °C para el poblado (Figura 1). Estación climatológica en San Martín de las Pirámides (060) y en Otumba (61-62).

El poblado se caracteriza por poseer material no consolidado con posibilidades medias de funcionar como acuífero, en donde las rocas que más abundan son las tobas tanto básicas como intermedias, ambas en las cercanías de Calpulalpan, norte de Apisaco, Cd. Sahún y San Martín de las Pirámides, (Carta Hidrológica, 1: 250 000, Hoja E14-2 Ciudad de México, Dirección General de Geografía).

Edafología

Las unidades de suelo predominantes en la zona de estudio son: FEOZEM (H), Hh HAPLICO en el pueblo y hacia el norte del mismo, CAMBISOL (B) + Be EUTRICO + LITOSOL (+ ½).

Clase textural en los 30 cm. Superficiales del suelo, con fases físicas, dúrica y en el cerro gravosa; fases químicas presentes a menos de 125 cm de profundidad (Carta Edafológica, 1: 50 000, Hoja E14B21 Texcoco, DETENAL, 1982).

MATERIALES Y MÉTODOS

Tamaño de la muestra

Los datos sobre las características reproductivas que aquí se mencionan en la población de *S. grammicus* fueron recolectados durante el mes de octubre de 1988 a septiembre de 1989 en la localidad de Santiago Tolman, Teotihuacán, Estado de México. El periodo de recolecta establecido para estos organismos fue con la finalidad de establecer y conocer los cambios en el desarrollo de los folículos vitelogénicos, huevos y embriones, y de esta forma también el ciclo reproductivo de los machos y de las hembras. El número de la muestra mensual fue de 10 hembras y 5 machos con la longitud hocico-cloaca (LHC mm) que indica que podrían ser sexualmente maduros (Ramírez-Bautista, 1995; Ramírez-Bautista-Ramírez y Vitt, 1997, 1998).

Un total de 184 individuos, 67 machos y 118 hembras fueron recolectados en ese año. Únicamente se colectaron ejemplares adultos. Todos los organismos fueron sacrificados de la manera más humana posible, bajando el metabolismo por medio del método de congelación, posteriormente se fijaron con formol al 10% en el laboratorio donde se realizó el análisis gonádico.

Análisis reproductivo

De las lagartijas fijadas se tomaron los siguientes datos: longitud hocico-cloaca (LHC), largo y ancho del testículo izquierdo, diámetro del huevo oviducto, embrión, y folículo vitelogénico, medidos con un vernier (± 0.1 mm). Así también se tomaron los pesos de las gónadas de ambos sexos con la ayuda de una balanza analítica (OHAUS) con una precisión de 0.0001 g.

Las hembras más pequeñas que presentaron folículos vitelogénicos alargados en desarrollo o embriones en el útero fueron usadas como una estimación mínima de la LHC a la madurez. Los machos fueron considerados sexualmente maduros si presentaban testículos alargados ($\geq 3.08 \text{ mm}^3$) y epidídimos típicamente asociados con la producción de espermias (Goldberg y Lowe, 1966). Los testículos de los machos y los cuerpos grasos de ambos sexos fueron removidos y pesados. El huevo más largo (folículo vitelogénico o no-vitelogénico, huevo, embrión) de cada lado del cuerpo fue pesado a 0.0001 g y multiplicado por el número de huevos de cada lado. El peso total de ambos lados constituyó la masa gonádica de la hembra. Puesto que la masa de la gónada puede variar con la LHC, primero se realizaron las regresiones (ver sección de resultados) de la masa de los órganos transformados en \log_{10} con \log_{10} de la LHC de la hembra. Para todas las regresiones que fueron significativas (indicando un efecto del tamaño del cuerpo), después se calcularon los residuales de la relación de la masa del órgano con la LHC (todas las variables transformadas en \log_{10}) que produce variables ajustadas a la LHC. Se usaron estos residuales para describir el órgano y / o ciclos reproductivos y de los cuerpos grasos de ambos sexos. Esta técnica mantiene la variación debido a los factores extrínsecos (ejemplo, estación) mientras minimiza el efecto que encierra la variación individual de la LHC. Para las regresiones que no fueron significativas (ejemplo, no efecto del tamaño del cuerpo), se consideró la masa normal de los órganos para describir los ciclos reproductivos y/o masa de los órganos (si fue el caso). Se realizaron ANOVAs sobre la masa de los órganos mes con mes como el factor que determina si existe variación significativa, incluyendo solo aquellos meses con datos mayores a 3.

Para estimar el volumen del huevo oviductal o embrión en el útero, se midió el largo y ancho del huevo o embrión más largo en cada oviducto o útero, y se obtuvo la media para los dos valores, y de esta forma se calculó el volumen:

$$V = \pi LW^2 (3c^2 + 14c + 35)/210$$

Donde:

L = es el largo del huevo, W = es el ancho del huevo, $c = \lambda(\sqrt{E} - 1)$. E y λ son estimados por medio de la comparación de la forma del huevo o embrión de *Sceloporus grammicus* de acuerdo al modelo de Maritz y Douglas (1994).

El número de folículos no-vitelogénicos, vitelogénicos y/o huevos o embriones fue registrado para cada hembra. El tamaño de la camada fue determinado mediante el conteo de los huevos (embriones) en el útero y/o los folículos vitelogénicos de las hembras adultas durante la estación reproductiva. El periodo de desarrollo de los embriones fue estimado como el intervalo entre la fecha en que las hembras ovularon y la fecha en la cual aparecieron las primeras crías en el campo (zona de muestreo). Se calculó la masa relativa de la camada (RCM; Vitt y Congdon, 1978; Vitt y Price, 1982) como la masa los huevos o embriones en el oviducto / masa de la hembra sin huevos. Los embriones que se tomaron para este tipo de análisis fueron los que presentaron de la etapa 1 a la 40 (de noviembre a abril) en su desarrollo embrionario ($n = 57$).

Las descripciones morfológicas fueron restringidas a las hembras y machos sexualmente maduros. Para examinar las diferencias sexuales del tamaño entre los machos y las hembras, se considero (siempre y cuando en la muestra normal de hembras y machos sexualmente maduros no se encontraran diferencias significativas) al grupo de datos del 50% del muestreo de las lagartijas más grandes sexualmente maduras (hembras y machos con la LHC más grande) para reducir el error de

muestreo. Además, se tomaron las medidas de largo (LCA mm) y ancho de la cabeza (ACA), largo del fémur (LFEMU) y de la tibia (LTIB), y peso de la hembra y macho. Basándose en esto, se plantea la pregunta de que si los machos son más grandes que las hembras.

Dieta

Para analizar la dieta de las lagartijas, se removieron los estómagos de las hembras y de los machos. En ellos, se identificaron los insectos a nivel de orden por medio de una clave entomológica (Bland y Jaques, 1978). Además, se midió, por desplazamiento de volumen la masa de los insectos, el cual mostró el volumen (mm^3) del contenido de cada estómago, es decir, el volumen de las presas ingeridas.

Análisis estadísticos

Las medias son presentadas ($\bar{X} \pm \text{ES}$) a menos que se indique lo contrario. Pruebas estadísticas paramétricas y no-paramétricas fueron usadas. Los análisis estadísticos son presentados con un programa estadístico Statview versión 4.01 para Macintosh (Abacus Concept, 1992). Se realizaron ANOVAs sobre la masa de los órganos mes con mes para determinar si existe variación significativa.

Los especímenes están depositados en la Colección Nacional de Anfibios y reptiles (CNAR), Instituto de Biología, UNAM.

RESULTADOS

Dimorfismo sexual

En los muestreos de *S. grammicus* varió la longitud hocico-cloaca LHC de 44.1 a 72.3 mm. Los machos que se consideraron sexualmente maduros variaron de 44.5 - 72.1 mm ($x = 57.04 \pm 0.68$, $n = 66$), los cuales alcanzaron su primera estación reproductiva entre los cinco y seis meses de edad. Las hembras sexualmente maduras alcanzaron un rango de LHC de 44.1 - 72.3 mm ($x = 55.2 \pm 0.45$, $n = 118$), y la madurez sexual la obtuvieron entre los 8 y 9 meses de edad. Los machos fueron más grandes que las hembras (Mann-Whitney U, $Z = -2.216$, $P \leq 0.05$) según las características morfológicas indicadas en el Cuadro 1, así también presentaron un peso mayor ($6.08 \text{ g} \pm 0.232$ y 5.245 ± 0.149 respectivamente $U, Z = -3.179$, $P \leq 0.001$).

El dimorfismo sexual que se presenta entre las hembras y los machos, no solo se ve reflejado en la LHC, sino en otras características morfológicas tales como largo de la cabeza (LCA mm), ancho de la cabeza (ACA mm), largo del fémur (LFEMU), y largo de la tibia (LTIB). Las diferencias de estas características morfológicas entre ambos sexos se muestran en la Cuadro 1.

Ciclo reproductivo en machos

Para conocer el ciclo reproductivo de los machos, se colectaron una muestra total de 66 organismos sexualmente maduros. Un análisis de regresión mostró una relación significativa entre la LHC y la masa de los testículos ($F_{1,65} = 10.04$, $P < 0.001$) y cuerpo graso ($F_{1,65} = 9.44$, $P < 0.001$). El ciclo de la masa testicular y de los cuerpos grasos en los

Características	Machos	Hembras	Prueba Z
LHC (mm)	57.04 ± 0.68	55.23 ± 0.45	- 2.216 *
Peso (g)	6.08 ± 0.23	5.25 ± 0.15	-3.179 **
LCA (mm)	11.17 ± 0.12	10.47 ± 0.08	- 4.993 **
ACA (mm)	11.36 ± 0.14	10.44 ± 0.09	-5.180 **
LFEMU (mm)	11.84 ± 0.16	10.54 ± 0.09	-6.558 **
LTIB (mm)	11.37 ± 0.14	10.13 ± 0.09	-7.241 **

Cuadro 1. Valores medios (± 1 SE) de características morfológicas de hembras ($n = 118$) y machos ($n = 67$) de *Sceloporus grammicus* en Teotihuacán, Estado de México. La prueba estadística Mann-Whitney U (* = $P \leq 0.05$; ** = $P \leq 0.001$); LHC = Longitud hocico-cloaca, LCA = Largo de la cabeza, ACA = Ancho de la cabeza, LFEMU = Largo del fémur, LTIB = Largo de la tibia.

machos se representan mejor usando los residuales de la regresión (Fig. 2). Los machos iniciaron un incremento en la masa testicular a partir del mes de mayo con un incremento significativo durante el mes de junio y el pico máximo de actividad reproductiva fue durante los meses de julio, agosto y septiembre, y decreció de manera significativa durante el mes de octubre y terminó durante el mes de noviembre y diciembre. La masa máxima de los cuerpos grasos fue durante el mes de mayo y junio, pero empezó a decrecer justamente cuando la masa del testículo incrementó (julio, agosto y septiembre) de manera significativa, y alcanzó sus mínimos niveles durante los meses de octubre y noviembre (ANOVAs, todos los valores de $P < 0.001$). El incremento de la masa testicular estuvo correlacionado positiva y significativamente con la precipitación ($r = 0.821$, $F_{1,11} = 20.6$, P

< 0.001), pero no con la temperatura ($r = 0.329$, $F_{1,11} = 1.21$, $P > 0.05$), ni fotoperíodo ($r = 0.496$, $F_{1,11} = 3.25$, $P > 0.05$).

Ciclo reproductivo en hembras

El ciclo reproductivo de las hembras fue establecido con 112 de los 118 individuos recolectados durante el tiempo de muestreo, los cuales presentaron la LHC mínima a la madurez sexual. Un análisis de regresión mostró una relación estadísticamente significativa entre la masa gonádica ($F_{1,111} = 18.12$, $P > 0.001$) pero no con masa del cuerpo graso ($F_{1,111} = 1.83$, $P > 0.05$) y la LHC de la hembra. Consecuentemente, el ciclo y masa gonádica de las hembras se presenta de mejor forma usando los residuales de la regresión (Fig. 3), y el de los cuerpos grasos se representa con los datos de la masa normal.

Existió variación significativa mensual en la masa gonádica ($F_{11,100} = 52.45$, $P < 0.001$) y masa de los cuerpos grasos ($F_{11,110} = 11.23$, $P < 0.001$) de las hembras. La actividad reproductiva de las hembras se inicia con la vitelogénesis durante el mes de octubre. Cuatro de seis hembras recolectadas durante el 17 de noviembre presentaron folículos vitelogénicos en desarrollo, mientras que dos hembras tenían folículos no-vitelogénicos; todas las hembras capturadas durante el mes de noviembre estuvieron en actividad reproductiva, de 14 hembras, 13 presentaron embriones en etapas de desarrollo de la 1 a la 8, mientras que sólo una hembra tenía folículos vitelogénicos. La misma situación ocurrió durante el mes de diciembre, de 12 hembras recolectadas, 11 tenían embriones en etapas de desarrollo avanzados de nivel 15 a 34 y una con folículos no-vitelogénicos (Fig. 4).

Durante los meses de enero, febrero, y marzo del siguiente año, de las 10 hembras recolectadas en cada mes respectivamente, todas presentaron embriones en la etapa de

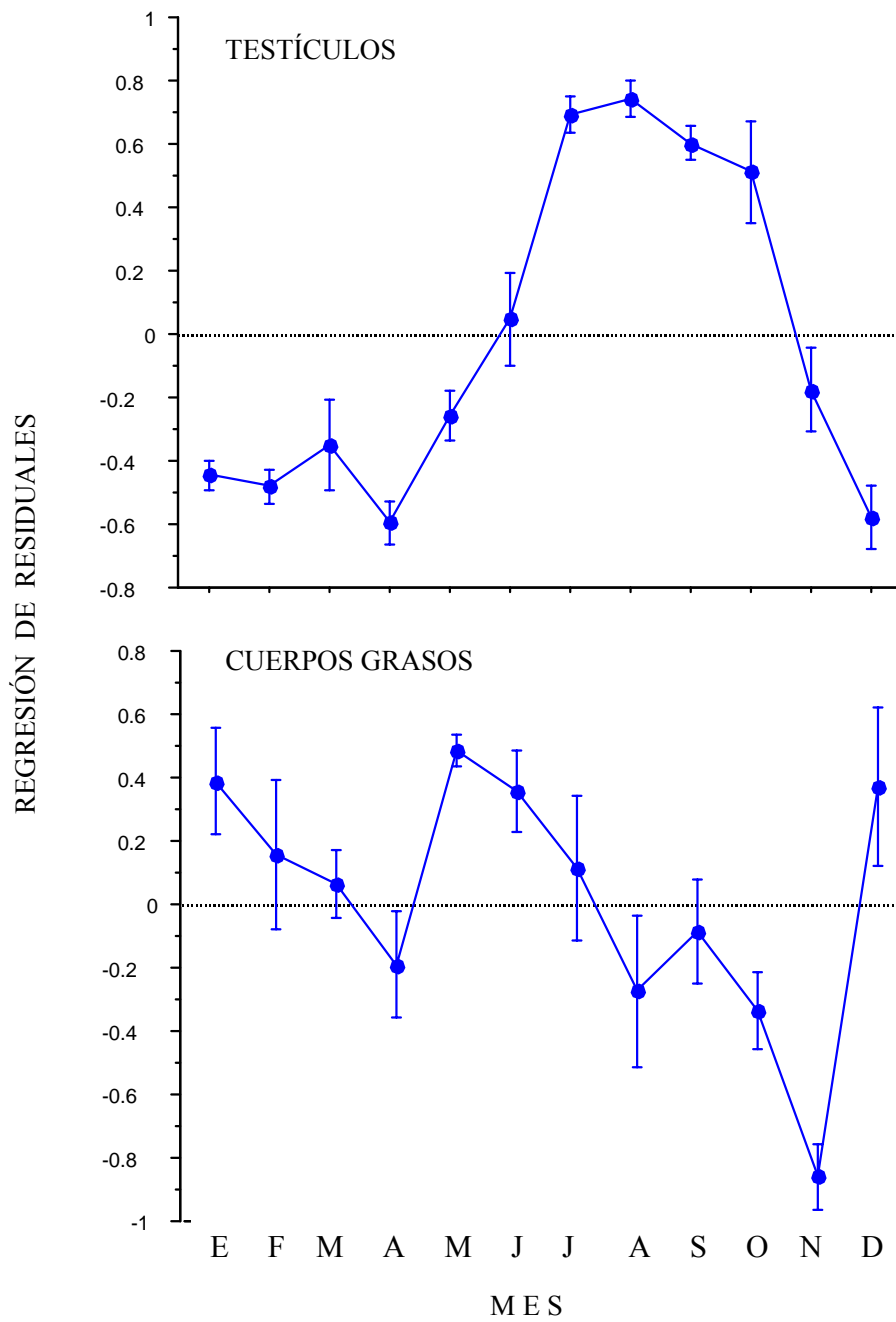


Figura 2. Ciclo testicular y de los cuerpos grasos en machos de *Sceloporus grammicus* en el área de Teotihuacán, Estado de México. Los datos son el promedio de los residuales (± 1 ES) de la regresión del \log_{10} de la masa gonádica contra el \log_{10} de la masa del cuerpo. (ANOVAs, todos los valores de $P \leq 0.001$).

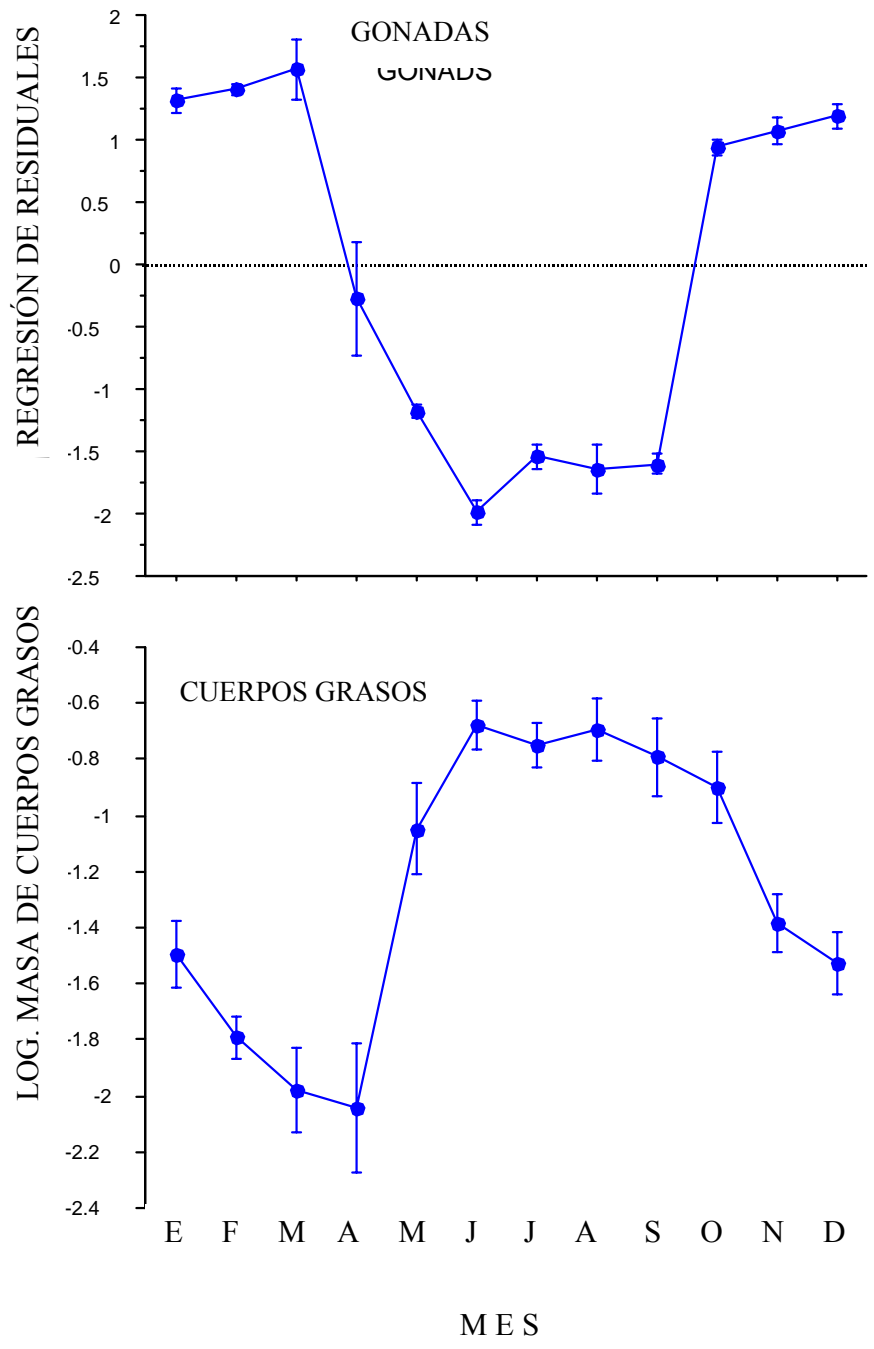


Figura 3. Ciclos gonádico y de los cuerpos grasos en las hembras de *Sceloporus grammicus* en el área de Teotihuacán, Estado de México. Los datos son el promedio (± 1 ES) del \log_{10} de la masa gonadal y el residual de una regresión contra el \log_{10} de la masa corporal, y cuerpo graso (g).

desarrollo final (29-40), excepto una hembra del mes de marzo que presentó folículos no-vitelogénicos. La actividad reproductiva finaliza durante el mes de abril, ya que de la muestra de 10 hembras recolectadas, cuatro tenían embriones bien desarrollados, y seis hembras tenían folículos no-vitelogénicos. El resto de los meses corresponde a la fase post reproductiva. La media de la masa mensual de los folículos vitelogénicos o embriones estuvo correlacionada con los factores ambientales tales como fotoperíodo ($r = 0.690$, $F_{1,11} = 9.08$, $P < 0.05$), precipitación ($r = 0.857$, $F_{1,11} = 27.68$, $P < 0.05$) y temperatura ($r = 0.632$, $F_{1,11} = 6.65$, $P < 0.05$).

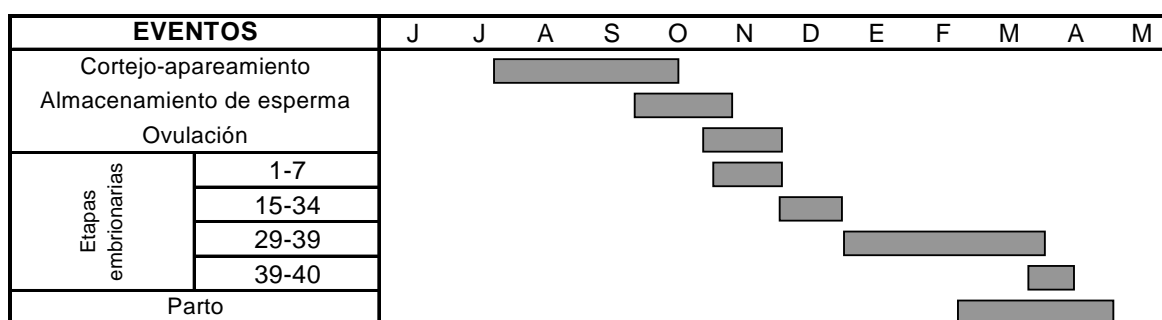


Fig. 4. Diagrama representativo del ciclo reproductivo de las hembras de *Sceloporus grammicus* de Santiago Tolman, Teotihuacán.

Tamaño de la camada

El tamaño medio de la camada de *S. grammicus*, considerando los folículos vitelogénicos fue de 5.2 ± 0.97 (2-7, $n = 5$), y el de los embriones implantados en el útero fue de 5.09 ± 0.25 (2-9, $n = 57$), las cuales no fueron estadísticamente diferentes (Mann-Whitney U test, $z = -0.194$, $P > 0.05$). Considerando que la media en el tamaño de la camada de ambos grupos de huevos (folículos vitelogénicos y embriones) fue similar, entonces, se promediaron y el tamaño de la camada de ambos fue de 5.097 ± 0.24 (2-9, $n = 62$).

Un análisis de regresión mostró que el tamaño de la camada es una función de la LHC de la hembra ($R^2 = 0.59$, $F_{1,60} = 85.57$, $P \leq 0.0001$). El tamaño de la camada fue variable entre el número de hembras de la población, así tenemos que, tres hembras tuvieron dos huevos o embriones, 11 hembras tuvieron tres, 13 hembras presentaron cuatro, seis hembras tuvieron cinco, 10 hembras con seis, 12 hembras mostraron siete embriones, cinco hembras presentaron ocho, y una sola hembra tuvo nueve (Figura 5). Las etapas de desarrollo embrionario que se registraron en este estudio fueron de la 1 a la etapa 40. Siendo esta última en la que las lagartijas se han desarrollado completamente, listas para nacer. Las hembras que presentaron los embriones con la etapa de desarrollo número 40 fueron a partir del mes de febrero a marzo, lo que indica que durante estos meses empezaron a dar nacimiento a sus crías.

El tamaño medio de folículos no-vitelogénicos fue de 10.64 ± 0.64 . Tomando como base el tamaño medio de los folículos no-vitelogénicos y el tamaño de la camada, se estimó la atresia folicular que fue de 52.16%.

El desarrollo embrionario se estimó a partir de la fecha en que se encontró la primera hembra con huevo oviductal o recién implantado en el útero (noviembre) y la fecha en que se encontró la primera cría en el campo (febrero). Por lo que, el tiempo de gestación es de alrededor de 90 días. Las crías nacen con una LHC de entre 18 y 22 mm a partir del mes de enero hasta febrero, marzo y abril. La media de masa relativa de la camada (RCM) durante la estación reproductiva fue 0.338 ± 0.024 (0.015 - 0.80; $n = 57$). La RCM estuvo correlacionada con la LHC de la hembra ($r = 0.449$, $F_{1,55} = 13.88$, $P < 0.0005$).

Un análisis de ANOVA mostró que la RCM varió entre los meses de manera significativamente ($F_{5,51} = 17.28$, $P < 0.0001$). Como era de esperar, en las hembras de los

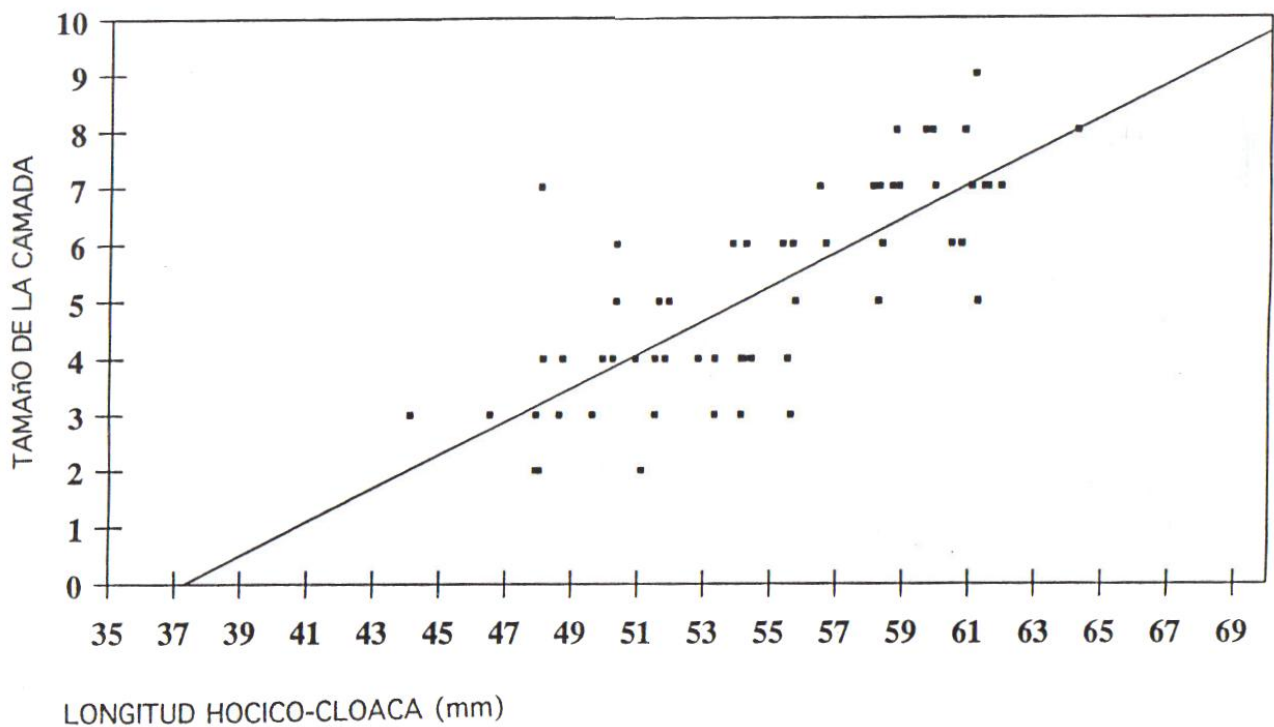


Figura 5. Regresión lineal entre el número de embriones y la longitud ocico-cloaca (LHC) de las hembras de *Sceloporus grammicus* en Teotihuacán, Estado de México.

meses de noviembre ($x = 0.162 \pm 0.021$, $n = 13$) y diciembre ($x = 0.233 \pm 0.025$, $n = 11$), la RCM fue menor que en los meses subsiguientes, la cual se incrementó significativamente del mes de enero ($x = 0.360 \pm 0.037$, $n = 10$) al mes de abril ($x = 0.555 \pm 0.061$, $n = 4$; $P \leq 0.0001$).

Dieta

La dieta de las hembras y machos de *S. grammicus* está compuesta principalmente por grupos de insectos de los órdenes Coleoptera (35.14%), Hymenoptera (24.38%), Diptera (10.53%), Hemiptera (10.37%), Lepidoptera larva (5.34%), Diptera larva (3.58%), y de otros grupos no determinados (10.68%), Fig. 6.

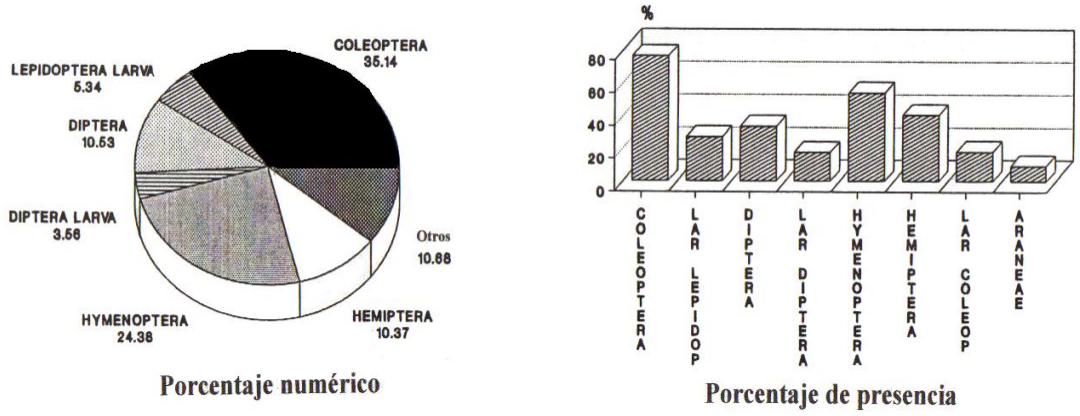


Figura 6. Porcentaje numérico y de presencia de las presas más importantes en la dieta de *Sceloporus grammicus*, en Teotihuacán, Estado de México.

En la figura 6 también se muestra el porcentaje de presencia de insectos en los estómagos de las lagartijas, y se observa el mismo patrón de aparición de los órdenes de insectos antes mencionados.

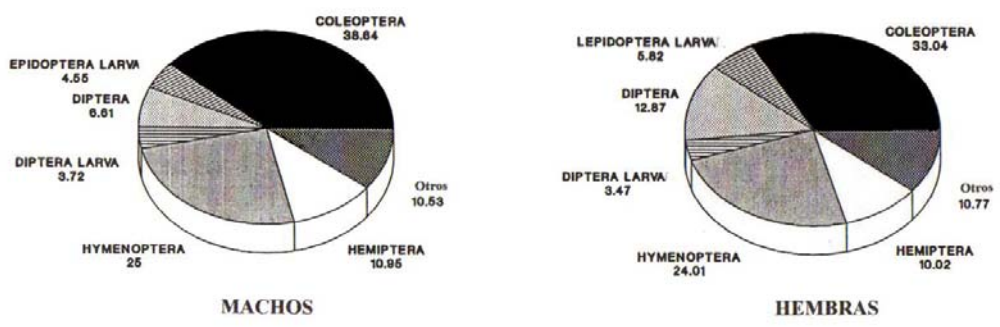


Figura 7. Variación en la dieta de machos y hembras adultos de *Sceloporus grammicus* en Teotihuacán, Estado de México.

La dieta de los machos y de las hembras adultos estuvo compuesta principalmente por Coleoptera (38.64 y 33.04% respectivamente), Hymenoptera (25.0% y 24.01%), Diptera (6.61% y 12.87%) Hemiptera (10.95% y 10.02%), Lepidoptera (4.55% y 5.82%), Diptera larva (3.72% y 3.47% respectivamente, Fig. 7).

La figura 7 muestra que la dieta que prefiere *S. grammicus* son los insectos del orden Coleoptera y de los grupos de insectos arriba mencionados, sin embargo, el porcentaje numérico de los coleópteros parece que está correlacionado con la clase de tallas (LHC) de los organismos (Fig. 8).

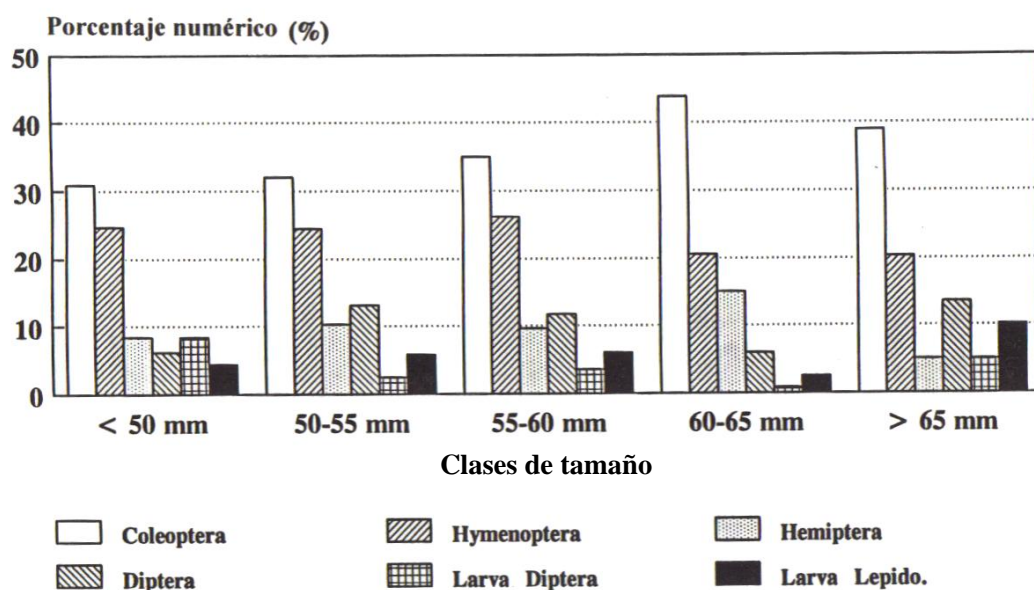


Figura 8. Variación en la frecuencia de las presas consumidas más importantes, considerando la variación en el tamaño del cuerpo en *Sceloporus grammicus* en Teotihuacán, Estado de México.

El consumo de presas del orden Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, y Hemíptera, se presento a lo largo del año de estudio, sin embargo, la frecuencia y el número promedio de

éstas, varió a través del año (Fig. 9). Durante el máximo desarrollo embrionario (noviembre-Marzo), el número promedio de presas fue menor que durante la estación no reproductiva de las hembras (junio-octubre). Sin embargo, el número promedio de presas ingeridas por los machos, parece ser que sí está correlacionado con la variación testicular.

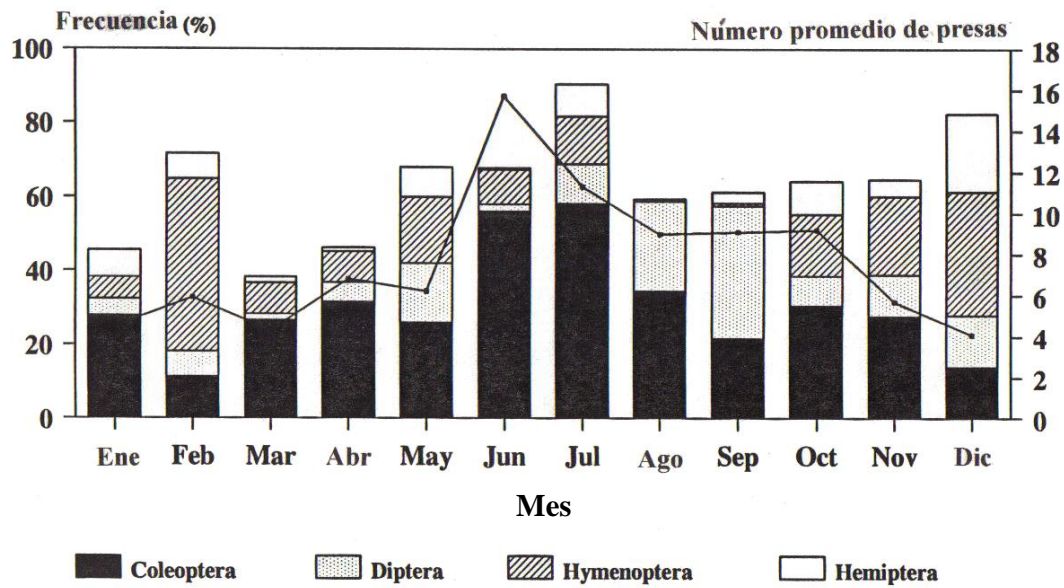


Figura 9. Variación estacional en el porcentaje numérico de las presas más importantes consumidas por *Sceloporus grammicus* en Teotihuacán, Estado de México.

DISCUSION

Dimorfismo

Los resultados muestran un marcado dimorfismo sexual, los machos son más grandes en LHC, largo y ancho de la cabeza, así como en otras estructuras del cuerpo (LFEMU y LTIB) que las hembras de *S. grammicus*. Además, los machos alcanzaron la madurez sexual a un tamaño medio de LHC más grande y a una edad menor que las hembras. El análisis del dimorfismo sexual fue realizado con todos los datos de las hembras y los machos sexualmente maduros, es decir, no se usó el 50% de organismos más grandes como se ha realizado en los últimos estudios de este tipo (Ramírez Bautista y Vitt, 1997, 1998). Por lo que se considera conveniente revisar poblaciones con más de cien ejemplares.

Durante la estación reproductiva, los colores brillantes de la región ventral y superficie ventro-lateral y de la garganta, están involucrados en los despliegues en las hembras durante el cortejo y apareamiento en muchas especies de lagartijas (Cooper y Greenberg, 1992; Carpenter, 1995; Ramírez-Bautista y Vitt, 1998). Aunque estas características y dimorfismo sexual en *S. grammicus* puede ser mantenida por selección sexual como ocurre en otras especies ovíparas (Brooks y MacLennan, 1991; Ramírez-Bautista y Vitt, 1997, 1998). El tamaño más grande del macho puede favorecer en el sentido de que éstos tienen una mayor habilidad para asegurar más apareamientos que los machos más pequeños. Además, en especies territoriales, los machos más grandes, pueden defender su territorio y luchar por éste contra otro macho con mayor éxito que los más pequeños (Ruby, 1981). Otra alternativa, es posible que las diferencias de tamaños entre sexos refleje diferencias en la supervivencia (Dunham, 1981; Ramírez-Bautista, 1995).

Reproducción

La reproducción de los machos de *S. grammicus* es estacional con un pico de actividad durante el periodo julio-septiembre. El comportamiento de la actividad reproductiva de los machos comenzó con el incremento de la masa testicular tan pronto como llegan las primeras lluvias (Tabla 2). A pesar de que no existió ninguna correlación entre el aumento en la masa testicular y la temperatura y fotoperíodo, es posible que estos factores junto con la precipitación, influyan en la reproducción de los machos como sucede con otras especies de otros ambientes (Licht y Gorman, 1970; Gorman y Licht, 1974; Marion, 1982; Ramírez-Bautista y Vitt, 1997, 1998). Comparando la actividad reproductiva de los machos de esta especie vivípara con otras poblaciones o especies también vivíparas, se observa que los patrones de actividad reproductiva varían de acuerdo al ambiente en que habitan. El patrón de actividad reproductiva de los machos de *S. grammicus disparilis* mostró que el pico máximo lo presenta de agosto a octubre (Guillette y Bearce, 1986), *S. grammicus microlepidotus* de marzo-junio (Guillette y Casas-Andreu, 1980), poblaciones del Capulín y Zoquiapan, el periodo de actividad se registró de abril-agosto (Méndez-De la Cruz, 1988), y *S. formosus*, de marzo a mayo (Guillette y Sullivan, 1985). Otras especies vivíparas de montaña tales como *Eumeces copei*, la actividad es de agosto a abril (Ramírez-Bautista *et al.*, 1996), *E. lynxe* de mayo a octubre (Ramírez-Bautista *et al.*, 1998). Estos patrones de actividad reproductiva varían entre poblaciones de la misma especie, así como entre especies. Esto podría indicar que cada población y especie están respondiendo a las condiciones del ambiente, pero las pequeñas similitudes en la actividad reproductiva entre estas especies vivíparas, podrían ser explicadas por la filogenia (Dunham y Miles, 1985). Como se mencionó anteriormente, la influencia del ambiente ejerce presión sobre algunas

características de historias de vida de las lagartijas. Sin embargo, poblaciones de *S. grammicus* de las serranías del Ajusco, una de Monte Alegre Ajusco (3200 m) y otra del Capulín (3400 m), no presentaron diferencias en cuanto al periodo de actividad reproductiva de los machos. Esto podría indicar que ambas zonas no representan cambios climáticos contrastantes significativos para que estas poblaciones respondan de manera diferente.

A la fecha se han encontrado dos tipos de patrones de actividad reproductiva que ocurren de manera común en las especies de lagartijas de montaña (Guillette y Sullivan, 1985). El primero, es un patrón clásico con actividad reproductiva en verano, que es exhibida en la mayoría de las especies con modo de reproducción ovípara (Fitch, 1970). El segundo patrón, es el de reproducción otoñal, el cual fue descrito por primera vez en detalle para las especies vivíparas, principalmente con la lagartija *Sceloporus jarrovi* (Goldberg, 1970, 1971). Numerosos estudios que se han realizado en los últimos años, han sugerido que la actividad reproductiva otoñal no es rara y que puede ser un modo de reproducción común en especies de lagartijas vivíparas que habitan en ambientes templados de montaña (Ballinger, 1973; Guillette y Casas-Andreu, 1980; Guillette, 1981, 1983; Guillette y Bearce, 1985). El ciclo reproductivo de forma otoñal de los machos y de las hembras está desfasado, primero ocurre el de los machos y más tarde el de las hembras, pero la cópula ocurre dentro de la actividad de los machos, indicando que las hembras presentan una espermateca donde guardan los espermatozoides que más tarde fertilizarán los huevos dentro de ellas (Ramírez-Bautista *et al.*, 2004).

El patrón reproductivo de *S. grammicus* de esta población estudiada indica que los machos presentan la actividad reproductiva en tiempos diferentes a la de las hembras, es

decir, muestran actividad reproductiva asincrónica. El patrón reproductivo encontrado en esta población de *S. grammicus* es similar a otras poblaciones que habitan en ambientes similares, por ejemplo, *S. grammicus disparilis* (Guillette y Bearce, 1985), *S. formosus* (Guillette y Sullivan, 1985), *S. mucronatus* (Méndez-De la Cruz et al., 1988), *Eumeces copei* (Ramírez-Bautista et al., 1996), *E. lynxe* (Ramírez-Bautista et al., 1998) en el cual la actividad gonádica de los machos y las hembras no está sincronizada. Este patrón puede sugerir dos cosas, la primera, que los machos guardan los espermias en los testículos o en el epidídimo, la segunda, que las hembras tenga un tracto o espermateca donde guarde los espermias para que en el futuro los huevos puedan ser fertilizados.

El patrón de actividad testicular de *S. grammicus* es similar al de algunas de especies vivíparas de montaña, en los cuales la recrudescencia testicular se inicia a fines de la primavera con un pico de máxima actividad testicular durante el verano (Guillette y Casas-Andreu, 1980; Ramírez-Bautista *et al.*, 1996, 1998).

La actividad gonádica de las hembras se empieza a incrementar tan pronto como el período de lluvias disminuye (septiembre). El desarrollo vitelogénico ocurre en la estación de otoño, y todas las hembras están preñadas durante el invierno. (Tabla 2). La ovulación y fertilización de los huevos ocurre durante el mes de octubre, mes en el que se encontraron los huevos en las primeras etapas de desarrollo embrionario 1-8, y las etapas más avanzadas (15-40) se presentaron durante los meses de enero, febrero y marzo, meses en los que las hembras empezaron a dar nacimiento a sus crías. Este patrón en la actividad reproductiva de la población de las hembras es similar a otras especies del grupo tal como *S. grammicus disparilis* (Guillette y Bearce, 1985), *S. grammicus microlepidotus* (Guillette y Casas-Andreu, 1981), *S. grammicus* (Méndez-De la Cruz, 1988) y a especies con reproducción

otoñal tales como *S. torquatus* (Feria-Ortiz, 1986), *S. mucronatus* (Méndez de la Cruz *et al.*, 1988b) *E. copei* (Ramírez-Bautista *et al.*, 1996), y *E. lynxe* (Ramírez-Bautista *et al.*, 1998).

Los datos obtenidos en este estudio sugieren que el patrón reproductivo de los machos de *S. grammicus* en Teotihuacán no responde ni al fotoperíodo ni a la temperatura, pero sí a la precipitación. En comparación, se ha observado que estos dos factores junto con la precipitación son factores importantes en la reproducción de los machos (Licht y Gorman, 1970; Gorman y Licht, 1974; Marion, 1982). Así en las hembras, los tres factores ambientales parecen estar jugando un papel importante en la actividad ovárica. La influencia de la temperatura y el fotoperíodo en la actividad gonádica de las hembras y no en la actividad de los machos, podría ser una de las causas por la que presentan actividad reproductiva asincrónica. En otras especies de lagartijas (Guillette y Casas-Andreu, 1980; Ramírez-Bautista *et al.*, 1996, 1998) se ha observado una disparidad similar en el inicio de la actividad reproductiva de los machos y de las hembras y se ha sugerido que los sexos responden a diferentes factores ambientales. Los datos también sugieren que no todas las especies que habitan en zonas templadas responden de la misma manera a los factores ambientales. Algunas especies con actividad reproductiva otoñal muestran una fuerte correlación inversa entre la gametogénesis otoñal y el fotoperíodo (Ballinger, 1973; Guillette y Bearce, 1985). Aunque la reproducción de las hembras y los machos parece estar relacionada con la precipitación, es posible que esté influyendo de manera diferente, por lo que no se puede concluir que la precipitación es el factor ambiental que inicia la gametogénesis. En especies de ambiente tropical estacional y templado se ha encontrado que la combinación de la temperatura, fotoperíodo y temperatura juegan un papel

importante en el inicio de la reproducción (Marion, 1982; Licht, 1984; Ramírez-Bautista y Vitt, 1997, 1998; Ramírez-Bautista et. al., 1998).

La relación negativa entre el desarrollo gonádico y la masa de los cuerpos grasos durante la estación reproductiva sugiere un alto costo energético en la actividad reproductiva de los machos y de las hembras. Se ha demostrado que los lípidos de los cuerpos grasos se usan para la vitelogénesis en la lagartija *Uta stansburiana* (Hahan y Tinkle, 1965). Las hembras de *S. grammicus* almacenan lípidos en los cuerpos grasos entre los meses de mayo a septiembre (máximo pico de los cuerpos grasos) pero en octubre, mes en que se inicia la vitelogénesis, los lípidos almacenados disminuyen significativamente, este patrón es parecido a otras poblaciones del grupo como *S. grammicus disparilis* (Guillette y Bearce, 1986), *S. grammicus microlepidotus* (Guillette y Casas-Andreu, 1981), y en especies del mismo género de ambientes templados como *S. jarrovi* (Goldberg, 1972), *S. formosus* (Guillette y Sullivan, 1985), *S. torquatus* (Feria, 1986). Los datos en este estudio sugieren que la mayoría de las hembras exhiben un decremento significativo en la alimentación durante la preñez. Esto puede deberse a una menor disponibilidad alimenticia durante los meses de invierno. En estos meses disminuye la cantidad de follaje en el ambiente, y presumiblemente la cantidad de insectos disponibles, como consecuencia de la disminución de las lluvias (Fig. 1). A pesar de que disminuyen su alimentación, las hembras utilizan muy poco o nada de la energía almacenada en los cuerpos grasos para mantener el desarrollo embrionario o para mantenerse a sí mismas. Si esto es cierto, es posible que en la yema de los huevos oviductales se encuentren todos o casi todos los nutrientes necesarios para el crecimiento y manutención de los embriones, como ocurre en otras especies vivíparas de *Sceloporus* (Méndez de la Cruz, 1998; Feria, 1986). En

resumen los datos encontrados en esta población al igual que en los estudios señalados anteriormente indican que la preñez durante el invierno requiere de poco aporte energético por parte de las hembras. Este patrón de reproducción otoñal permite a las hembras dar nacimiento a sus crías poco antes de la primavera, ya que de esta manera, aparecen en el ambiente antes de que eclosionen las crías de las especies ovíparas y vivíparas. Durante la estación de primavera, la disponibilidad del alimento es abundante, lo que permite a las crías maximizar recursos para un crecimiento óptimo e incrementar la tasa de supervivencia y poder reproducirse tan pronto llegue el siguiente período reproductivo como ocurre en otras especies (Ballinger, 1973; Ferguson *et al.*, 1982; Ramírez-Bautista y Vitt 1997, 1998).

El tamaño de la camada estuvo correlacionado con la LHC de las hembras de esta población estudiada. Este patrón es consistente en especies ovíparas y vivíparas del género *Sceloporus* (Guillette 1981; Guillette y Sullivan, 1985; Guillette y Bearce, 1986; Feria, 1986). El tamaño de la camada entre las poblaciones de *S. grammicus* es consistente, es decir, no varía significativamente (5.2: Guillette y Casas-Andreu, 1981; 5.4: Guillette y Bearce, 1986; 5.09: este estudio), pero si es diferente con respecto a otras poblaciones de las montañas del Ajusco (3.51 embriones), Capulín (3.72: Méndez-De la Cruz, 1988), y del Volcán Iztaccihuatl: Laguna (3.64: Lemos-Espinal *et al.*, 1998) y Paredon (3.31: Lemos-Espinal *et al.*, 1998). Sin embargo, en otras especies vivíparas de montaña con reproducción otoñal, el tamaño de la camada no incrementa con la LHC de la hembra (Ramírez-Bautista *et al.*, 1996, 1998). El óptimo crecimiento de las hembras es importante porque de esta manera, el tamaño de la camada y el éxito reproductivo están correlacionados con el tamaño de la hembra. Estos datos sugieren que esta especie

responde de manera diferente de acuerdo al tipo de ambiente en que habita cada población, es decir, cada población responde de acuerdo a las presiones del ambiente demográfico en el cual habita (“normas de reacción” de Stearns, 1993). Este mismo patrón de comportamiento se presenta en las diferentes poblaciones en su área de distribución de la especie ovípara *Urosaurus ornatus* (Dunham, 1982).

Como en la mayoría de las especies vivíparas, la mayor parte de los requerimientos nutricionales del desarrollo embrionario parece que son tomados del vitelo proporcionado por el huevo antes de que la ovulación ocurra. En este estudio se prueba que los valores de la RCM se incrementaron de acuerdo al avance de la gestación. Se ha mostrado de que existe diferencias en la RCM entre especies que tienen la estrategia de forrajeo de “sentarse y esperar” o al “acecho” de su presa y las especies de forrajeo “activo” (Vitt y Price, 1982). La RCM de las primeras especies, como en la mayoría de los frinosomátidos, principalmente del género *Sceloporus* es mayor ($x = 0.256 \pm 0.009$) que las del segundo grupo, por ejemplo, especies del género *Cnemidophorus* ($x = 0.148 \pm 0.006$). La RCM de *S. grammicus* inmediatamente después de que ocurre la ovulación fue de 0.162 mientras que la de antes de que ocurran los nacimientos fue de 0.360 (enero) a 0.555 (abril). Este patrón es similar a otras especies vivíparas de montaña tales como *S. jarrovi* (0.150-0.388: Parker, 1973; Tinkle and Hadley, 1975) y *S. m. mucronatus* (0.115-0.265: Méndez-De la Cruz *et al.*, 1988).

Las características reproductivas encontradas en este estudio son: 1) esta población presenta modo de reproducción vivípara, 2) actividad reproductiva otoñal, 3) ciclos reproductivos de las hembras y los machos asincrónicos, 4) tamaño de la camada es semejante a la que presentan otras poblaciones de este grupo de *S. grammicus*; sin

embargo, el período de nacimiento de las crías, es diferente a las otras poblaciones, ya que los nacimientos empezaron a ocurrir a partir del mes de enero, siendo en otras poblaciones más tardío (Tabla 3). Las diferencias en tamaño del cuerpo, camada, desfazamiento en los ciclos reproductivos entre las diferentes poblaciones estudiadas, podrían ser dadas por el ambiente, es decir, estar respondiendo a las presiones de cada ambiente demográfico. Aunque se ha mencionado que en los ciclos reproductivos de este grupo es fuertemente conservativo (filogenia; Guillette y Bearce, 1986), aún hace falta hacer más estudios sobre los ciclos reproductivos de otras poblaciones de este grupo complejo de *Sceloporus*. La población de *Sceloporus grammicus* de Teotihuacán se ubica dentro de una de las estrategias de historias de vida establecidas por Tinkle *et al.* (1970): la que habita en un ambiente templado, es de madurez temprana, vida corta, una sola camada durante la estación reproductiva, baja fecundidad por estación.

Cuadro 2. Características reproductivas de los machos y las hembras de *S. grammicus* de Teotihuacán, estado de México.

Características	Machos	Hembras
Pico de actividad	Verano-Otoño	Otoño-Invierno
Desarrollo embrionario		Finales Otoño-Invierno
Nacimiento de las crías		Invierno
Tamaño de la camada:		
Huevos o embriones		5.09 ± 0.25 (1-9,n=57)
Folículos vitelogénicos		5.20 ± 0.97 (2-7, n=5)
LHC (mm) de adultos (SE)	57.04 ± 0.68 mm	55.2 ± 0.45mm
Rango	44.5 a 72.1 mm	44.1 a 72.3 mm
	n = 66	n = 118

Cuadro 3.- Algunas características reproductivas de diferentes poblaciones de hembras de *Sceloporus grammicus*. PNZ (Parque Nacional Zoquiapan), MAA(Monte Alegre, Ajusco), PSAA (Pedregal San Angel, Ajusco), CANA (Cantimplora, Ajusco). LHC MMS (Longitud hocico-cloaca mínima y máxima a la madurez sexual), * (Desviación estándar). JLE (Lemos-Espinal et. al.), LGC (Guillette y Casas-Andreu), LGB (Guillette y Bearce), FM (Méndez-De la Cruz), RMI(Martínez).

Variable	Laguna	Paredon	Sur Texas	PNZ	MAA	Capulín	PSAA	CANA	Teotihuacan
Altitud (m)	3700	4400	-----	2000-3200	3200	3400	2400	3300	2200
Vitelogénesis	Agos-Sept	Agos-Sept	Jul-Sept	Jul-Sept	Jul-Sept	Jul-Sept	May-Agos	May-Jul	Oct-Nov
Ovulación	Oct	Oct	Oct-Nov	Sept	Oct-Nov	Oct-Nov	Sept	Sept	Nov
Gestación	Oct-May	Oct-May	Nov-May	Sept-May	Nov-Abr	Nov-Abr	Sept-Abr	Oct-May	Nov-Abr
T.D G (meses)	8	8	7	8	6	6	8	6	5
Tamaño Camada	3.64 ± 0.09	3.31± 0.13	5.4 ± 0.06	5.2±0.25	3.51 (2-6)	3.72 (2-6)	5.3 92-11)	3.7 (2-6)	5.09±0.24
LHC (mm)			-----	48.5±0.07	48.8±0.61	44.5±0.6	53.04±6.6*	45.01±5.8*	55.2±0.45
LHC MMS	39-52	39.2-50	-----	42.3-61.2	37.9-54	38.6-50	40-62	34-55	44.1-72.3
N	67	54	-----	-----	54	60	24	26	62
Fuente	JLE (1998)		LGC (1980)	LGB (1986)	FM (1988)		RMI (1985)		Este estudio

LITERATURA CITADA

- Abacus Concepts. 1992. Statview IV. Abacus Concepts Inc. Berkeley, California.
- Andrews, R. M. 1985. Oviposition frequency of *Anolis carolinensis*. *Copeia*: 1985:259-262.
- , y S. Rand. 1974. Reproductive effort in anoline lizards. *Ecology* 55:1317-1327.
- Arévalo, E., C. A. Porter, A. González, F. Mendoza, J.L. Camarillo, y J. W. Sites, Jr. 1991. Population cytogenetics and evolution of the *Sceloporus grammicus* complex (Iguanidae) in central México. *Herp. Monogr.* 5:79-115.
- , G. Casas, S. K. Davis, G. Lara, y J. W. Sites, Jr. 1993. Parapatric Hybridization between Chromosome Races of the *Sceloporus grammicus* complex (Phrynosomatidae): Structure of the Ajusco Transact. *Copeia* 1993:352-372.
- , S. K. Davis, y J. W. Sites, Jr. 1994. Mitochondrial DNA sequence divergence and phylogenetic relationships among eight chromosome races of the *Sceloporus grammicus* complex (Phrynosomatidae) in central Meexico. *Syst. Biol.* 43:387-418.
- Ballinger, R.E. 1973. Comparative demography of two viviparous lizards (*Sceloporus jarrovi* and *Sceloporus poinsetti*). *Ecology* 54:269 - 283.
- , 1977. Reproductive strategies: Food availability as a source of proximal variation in lizard. *Ecology* 58:628-635.
- , 1979. Intraspecific variation in demography and life history of the lizard *Sceloporus jarrovi* along an altitudinal gradient in southeastern in Arizona. *Ecology* 60:901-909.

- Benabib, M. 1994. Reproduction and lipid utilization of tropical population of *Sceloporus variabilis*. Herpetol. Monogr. 8:160-180.
- Bland, R.G. y H. E. Jaques. 1978. How to know the insects. The pictured key Nature Series. 409 pp.
- Brooks, D. R., y D. A. McLennan. 1991. Phylogeny, ecology, and behavior: a research program in comparative biology. Univ. Chicago Press, Chicago, Illinois.
- Carpenter, G. C. 1995. The ontogeny of a variable social badge: Throat color development in tree lizards (*Urosaurus ornatus*). J. Herpetol. 29:7-13.
- Cooper, W. E. Jr., y N. Greenberg. 1992. Reptilian coloration and behavior. Pp. 298-422, in Biology of the Reptilia, Volume 18. Physiology E. Hormones, brain, and behavior, (C. Gans and D. Crews (eds.), University of Chicago Press, Chicago, Illinois.
- DETENAL. 1970. Carta de climas 1: 50 000, hoja 14 Q-VI Veracruz. Instituto de Geografía, UNAM.
- DETENAL. 1982. Carta uso del suelo y vegetación 1: 50 000, hoja E14B21 Texcoco. Instituto de Geografía, UNAM.
- Dufaure JP, Hubert J, 1961. Table de development du lezard vivipare: Lacerta (*Zootica*) vivípara Jacquin. Arch. Anat. Microscop. Morphol. Exp. 50: 309-328 (In French).
Table of embryonic development of the viviparous lizard: Lacerta (*Zootica*) vivipara Jacquin.
- Dunham, A. E. 1981. Populations in a fluctuating environment: the comparative population ecology of the iguanid lizards *Sceloporus merriami*. and *Urosaurus ornatus*. Mis. Publs. Mus. Zool. Univ. Mich. 158:1-62.

- , 1982. Demographic and life-history variation among populations of the iguanid *Urosaurus ornatus*: Implications for the study of life-history phenomena in lizards. *Herpetologica* 38:208-221.
- , y D. B. Miles. 1985. Patterns of covariations in life history traits of squamate reptiles: The effects of size and phylogeny considered. *Am. Nat.* 126:231-257.
- Ferguson, G.W., K.L. Brown, y V. C. DeMarco. 1982. Selective basis for the evolution of variable egg and hatchling size in some iguanid lizards. *Herpetologica* 38:178-188.
- Feria, M. 1986. Contribución al conocimiento del ciclo de vida de *Sceloporus torquatus torquatus* (Lacertilia, Iguanidae) al sur del Valle de México. Tesis de Licenciatura, Escuela Nacional de Estudios Profesionales-Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Fitch, H. S. 1970. Reproductive cycles in lizards and snakes. *Univ. Kansas Mus. Nat. Hist., Misc. Publ.* 52:1-247.
- , 1982. Reproductive cycles in tropical reptiles. *Univ. Kansas Mus. Nat. Hist., Occ. Papers* 96:1-53.
- Goldberg, S. R. 1970. Seasonal ovarian histology of the ovoviviparous iguanid lizard *Sceloporus jarrovi* Cope. *J. Morphol.* 132:265-276.
- , 1971. Reproductive cycle of the ovoviviparous iguanid lizard *Sceloporus jarrovi* Cope. *Herpetologica* 27:123-131.
- , 1972. Seasonal weight and cytological changes in fat bodies and liver of the iguanid lizard *Sceloporus jarrovi* Cope. *Copeia* 1972:227-232.
- Goldberg, S. R., and C. H. Lowe. 1966. The reproductive cycle of the western whiptail lizard (*Cnemidophorus tigris*) in southern Arizona. *J. Morphology* 118:543-548.

- Gorman, G. C., y P. Lincht. 1974. Seasonality in ovarian cycles among tropical *Anolis* lizards. *Ecology* 55:360-369.
- Guillette, L. J. Jr. 1981. Fall reproductive activity in high elevation reptiles of the Parque Nacional de Zoquiapan, México. *J. Colo.-Wyo. Acad. Sci.* 13:152.
- , 1982. The evolution of viviparity and placentation in the high elevation, Mexican lizard *Sceloporus aeneus*. *Herpetologica* 38:94-103.
- , 1983. Notes concerning reproduction of the montane skink, *Eumeces copei*. *J. Herpetol.* 17:144-148.
- , y D. A. Bearce. 1986. The reproductive and fat body cycles of the lizard, *Sceloporus grammicus disparilis*. *Trans. Kansas Acad. Sci.* 89:31-39.
- , y G. Casas-Andreu. 1980. Fall reproductive activity in the high altitude Mexican lizard, *Sceloporus grammicus microlepidotus*. *J. Herpetol.* 14:143-147.
- , y -----, 1981. Seasonal variation in fat body weights of the Mexican high elevation lizard *Sceloporus grammicus microlepidotus*. *J. Herpetol.* 15:366-371.
- , y -----, 1987. The reproductive biology of the high elevation Mexican lizard, *Barisia imbricata*. *Herpetologica* 43: 29-38.
- , y W. P. Sullivan. 1985. The reproductive and fat body cycles of the lizard, *Sceloporus formosus*. *J. Herpetol.* 19:474-480.
- , R. E. Jones, K. T. Fitzgerald, y H. M. Smith. 1980. Evolution of viviparity in the lizard genus *Sceloporus*. *Herpetologica* 36:201-215.
- Hahn, W. E., y D. W. Tinkle. 1965. Fat body cycling and experimental evidence for its adaptative significance to ovarian follicle development in the lizard *Uta stansburiana*. *J. Exp. Zool.* 158:79-86.

- Hernández-Salinas, U. 2006. Características reproductivas de dos poblaciones de *Sceloporus grammicus* (Sauria: Phrynosomatidae) del estado de Hidalgo, México. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. 63 p.
- Lara-Góngora, G. 1983. Two new species of the lizard genus *Sceloporus* (Reptilia, Sauria, Iguanidae) from the Ajusco and Ocuilan Sierras, México. Bull. Maryland Herp. Soc. 19:1-14.
- Lara-Góngora, G., 2004. A New Species of *Sceloporus* (Reptilia, Sauria:Phrynosomatidae) of the *grammicus* complex from Chihuahua and Sonora, México. Bulletin of the Maryland Herpetological Society. 40: 1-45.
- Lemos-Espinal, J., y R. E. Ballinger. 1995a. Ecology of growth of the high altitude lizard *Sceloporus grammicus* on the eastern slope of Iztaccihuatl Volcano, Puebla, México. Trans. Nebraska Acad. Sci. 22:77-85.
- , y -----. 1995b. Comparative thermal ecology of the high-altitude lizard *Sceloporus grammicus* on the eastern slope of the Iztaccihuatl Volcano, Puebla, México. Can. J. Zool. 73:2184-2191.
- , -----, y R. Geoffrey. 1998. Comparative demography of the high altitude lizard, *Sceloporus grammicus*, on the Iztaccihuatl Volcano, Puebla, México. The Great Basin Naturalist. 58:375-379.
- Leyte-Manrique, A. 2006. Ecología y morfología de *Sceloporus grammicus* en dos ambientes diferentes del estado de Hidalgo, México. Tesis de Maestría en Recursos Bióticos, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Centro de Investigaciones Biológicas. 77 p.

- Leyte-Manrique, A., U. Hernández-Salinas, E. Chávez-Calzada, M. del C. Sánchez, J. C. Marshall y A. Ramírez-Bautista. 2006. El complejo *Sceloporus grammicus*, un grupo de lagartijas en especiación. Bol. Soc. Herpetol. Mex. 14 (1): 18-24
- Licht, P. 1984. Reptiles. Pp. 206 - 282, in Marshall's physiology of reproduction, 4th edition, Volume 1 (G. E. Lamming, ed.), Churchill Livingstone, Edinburgh.
- , y G. C. Gorman. 1970. Reproductive and fat cycles in Caribbean *Anolis* lizards. Univ. Cal. Publ. Zool. 95:1-52.
- Marion, K. R. 1982. Reproductive cues for gonadal development in temperate reptiles: temperature and photoperiod effects on the testicular cycles of the lizard *Sceloporus undulatus*. Herpetologica 38:26-39.
- Maritz, M. F., y R. M. Douglas. 1994. Shape quantization and the estimation of volume and surface area of reptile eggs. J. Herpetology 28:281-291.
- Martínez, 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, Escuela Nacional de Estudios Profesionales-Iztacala, Universidad Nacional autónoma de México.
- Méndez-De la Cruz, F. 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, Universidad Nacional Autónoma de México.
- , L. J. Guillette, Jr., M. Villagrán-Santa Cruz, y G. Casas-Andreu. 1988. Reproductive and fat body cycles of the viviparous lizard, *Sceloporus mucronatus* (Sauria: Iguanidae). J. Herpetol. 22:1-12.

- Miles, B. D., y A. E. Dunham. 1992. Comparative analyses of phylogenetic effects in the life-history patterns of iguanid reptiles. *Am. Nat.* 139:848-869.
- Nieto-Montes de Oca, A. 1987. Variación morfológica en *Sceloporus grammicus* (Lacertilia, Iguanidae), entre poblaciones de las partes central y noroccidental de su área de distribución. Tesis de Licenciatura, Escuela Nacional de Estudios Profesionales-Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ramírez-Bautista, A. 1995. Demografía y reproducción de la lagartija arborícola *Anolis nebulosus* de la Región de Chamela, Jalisco. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 160 p.
- , y L. J. Vitt. 1997. Reproduction in the lizard *Anolis nebulosus* (Polychrotidae) from the Pacific coast of México. *Herpetologica* 53:423-431.
- , y -----. 1998. Reproductive biology of *Urosaurus bicarinatus* (Sauria: Phrynosomatidae) from a tropical dry forest of México. *Southwest. Natur.* ??? vol. y pag.
- , J. Barba-Torres, y L. J. Vitt. 1998. Reproductive cycle and brood size of *Eumeces lynxe* from Pinal de Amoles, Querétaro, México. *J. Herpetol.* 32:18-24.
- , Z. Uribe-Peña, y L.J. Guillette, Jr. 1995. Reproductive biology of the lizard *Urosaurus* (Reptilia:Phrynosomatidae) from Río Balsas Basin, México. *Herpetologica* 51:24-33.
- , E. Godínez-Cano, y J.L. Camarillo. 1991. Some amphibians and reptiles from Cahuacán, Transfiguración and Villa del Carbón, state of México. *Bull. Maryland Herp. Soc.* 27:171-188.

- Ramírez-Bautista-A., E. Jiménez-Cruz y J. C. Marshall. 2004. Comparative life history for populations of the *Sceloporus grammicus* complex (Squamata: Phrynosomatidae). *Western North American Naturalist* 64(2):175-183
- , L. J. Guillette, Jr. G. Gutiérrez-Mayén, y Z. Uribe-Peña. 1996. Reproductive biology of the lizard *Eumeces copei* (Lacertilia; Scincidae) from the Eje Neovolcánico, México. *Southwest. Natur.* 41:103-110.
- Ramírez-Sandoval, E., A. Ramírez-Bautista y L. J. Vitt. 2006. Reproduction in the lizard *Phyllodactylus lanei* (Squamata: Gekkonidae) from the Pacific Coast of Mexico. *Copeia* 2006(1):1-9
- Ruby, D. E. 1981. Phenotypic correlates of male reproductive success in lizard, *Sceloporus jarrovi*. Pp. 96-107. *In* R. D. Alexander and D. W. Tinkle (Ed.), *Natural Selection and Social Behavior*. Chiron Press, New York, New York.
- 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.
- , 1983. Chromosome evolution in the iguanid lizard *Sceloporus grammicus*. I. Chromosome polymorphisms. *Evolution* 37:38-53.
- , 1993. Chromosomal variation in the *Sceloporus grammicus* complex (Sauria, Phrynosomatidae). Pp. 137-145. *En* A. T. Summer y A. C. Chandley (eds.) *Chromosomes today*. Chapman y Hall, London.
- , y J. R. Dixon. 1981. A new subspecies of the iguanid lizard, *Sceloporus grammicus*, from north-central México, with comments on its evolutionary implications and the status of *S. g. disparilis*. *J. Herpetol.* 15:59-69.

- , y I. F. Greenbaum. 1983. Chromosome evolution in the iguanid lizard *Sceloporus grammicus*. II. Allozyme variation. *Evolution* 37:54-65.
- , C. A. Porter, y P. Thompson. 1987. Genetic structure and chromosomal evolution in the *Sceloporus grammicus* complex. *Nat. Geogr. Res.* 3:343-362.
- , L. J. Camarillo, A. González, F. Mendoza, J. Leandro, y G. Lara. 1988. Allozyme variation and genetic divergence within and between three cytotypes of the *Sceloporus grammicus* complex (Sauria, Iguanidae) in central México. *Herpetologica* 44:297-307.
- Smith, H. M. 1939. The mexican and Central American lizard of the genus *Sceloporus*. *Zool. Ser. Field. Mus. Nat. Hist.* 26:1-397.
- , y L. E. Lafe. 1945. Mexican amphibians and reptiles in the Texas Cooperative Wildlife Collections. *Trans. Kansas Acad. Sci.* 48:325-354.
- , y B. Smith. 1976. Synopsis of the herpetofauna of Mexico. Vol. 3. Source analysis and index for mexican reptiles. John Johnson, North Bennington, vt.
- , y ----- . 1993. Synopsis of the herpetofauna of Mexico. Vol. VII. Bibliographic addendum IV and index. *Bibliographic Addenda II-IV 1979-1991*.
- Stearns, S. C. 1993. *The evolution of Life Histories*. Oxford University Press, New York, New York.
- Tinkle, D. W. 1969. The concept of reproductive effort and its relation to the evolution of life histories of lizards. *Am. Nat.* 103:501-516.
- , H. M. Wilbur, y S. G. Tilley. 1970. Evolutionary strategies in lizard reproduction. *Evolution* 24:55-74.

- Uribe-Peña, Z., A. Ramírez-Bautista, y G. Casas. 1999. Anfibios y reptiles de las serranías del Distrito Federal, México. Cuadernos del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. 119 p.
- Valenzuela, L. G. 1981. Contribución al conocimiento de la biología y ecología de *Ctenosaura pectinata* e *Iguana iguana* en la costa de Jalisco. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- Van Loben Sels, R. C., y L. J. Vitt. 1984. Desert lizard reproduction: Seasonal and annual variation in *Urosaurus ornatus* (Iguanidae). *Can. J. Zool.* 62:1779-1787.
- Vial, J. L., y J. R. Stuart. 1985. The reproductive cycle of *Barisia monticola*: A unique variation among viviparous lizards. *Herpetologica* 41:51-57.
- Vitt, L. J. 1986. Reproductive tactics of sympatric gekkonid lizards with a comment on the evolutionary and ecological consequences of invariant clutch size. *Copeia* 1986:776-786.
- , y J. D. Congdon. 1978. Body shape, reproduction effort, and relative clutch mass in lizards: resolution of a paradox. *Am. Nat.* 112:595-608.
- , y W. E. Cooper, Jr. 1985. The relationship between reproduction and lipid cycling in the skink *Eumeces laticeps* with comments on brooding ecology. *Herpetology* 41:419-432.
- , y H. J. Price. 1982. Ecological and evolutionary determinants of relative clutch mass in lizards. *Herpetologica* 38:237-255.
- , y H. J. Price. 1982. Ecological and evolutionary determinants of relative clutch mass in lizards. *Herpetologica* 38:237-255.

-----, R. C. Van Loben Sels, y R. D. Ohmart. 1978. Lizard reproduction: Annual variation and environmental correlates in the iguanid lizard *Urosaurus graciosus*. Herpetologica 34:241-253.