



Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA

ÁREA ACADÉMICA DE BIOLOGÍA

LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

**CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS DE LA ESPECIE DE LAGARTIJA
VIVÍPARA *Sceloporus grammicus* (SAURIA-PHYRNOSOMATIDAE)
DEL MUNICIPIO DE TEPEAPULCO, HIDALGO, MEXICO.**

**TESIS QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA PRESENTA:**

JOSÉ HÉCTOR URIBE RODRÍGUEZ

DIRECTOR DE TESIS:

DR. AURELIO RAMÍREZ BAUTISTA

PACHUCA DE SOTO, HIDALGO

2008

CONTENIDO TEMÁTICO

| | |
|---|----|
| INTRODUCCIÓN ----- | 1 |
| EL Género Sceloporus ----- | 1 |
| EL Grupo <i>Sceloporus grammicus</i> ----- | 1 |
| ANTECEDENTES ----- | 3 |
| REPRODUCCIÓN ----- | 5 |
| Ciclos reproductivos----- | 5 |
| Modos de reproducción (Oviparidad)----- | 6 |
| ESTRATEGIAS REPRODUCTIVAS ----- | 6 |
| Edad y talla a la madurez----- | 6 |
| Tamaño de la puesta o camada----- | 7 |
| Ciclo de los cuerpos grasos e hígado----- | 7 |
| JUSTIFICACIÓN ----- | 9 |
| OBJETIVOS ----- | 10 |
| Objetivo general----- | 10 |
| Objetivos particulares----- | 10 |
| ÁREA DE ESTUDIO ----- | 11 |
| MATERIAL Y MÉTODO ----- | 13 |
| Trabajo de campo----- | 13 |
| Trabajo de laboratorio----- | 13 |
| Desarrollo de objetivos----- | 13 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Establecer el tamaño mínimo de la madurez sexual mediante la LHC en hembras y machos----- | 13 |

- Detectar el dimorfismo sexual en la población-----14
- Establecer el ciclo reproductor, el ciclo del hígado y cuerpos grasos de hembras y machos-----14
- Establecer el tamaño de la camada y detectar si está correlacionada con la LHC de la hembra-----15

RESULTADOS----- 17

Tamaño mínimo de la madurez sexual mediante la LHC en hembras y machos--17

Dimorfismo sexual-----18

Ciclo reproductor, ciclo del hígado y cuerpos grasos-----19

El tamaño de la camada y correlación con la LHC-----25

DISCUSIONES-----27

CONCLUSIONES-----32

LITERATURA CITADA-----33

RESUMEN

La especie de lagartija vivípara *Sceloporus grammicus* pertenece al complejo *grammicus*. Este grupo *grammicus* está compuesto de varias especies. La población de este estudio pertenece a este complejo, y este trabajo se efectuó en localidades del Municipio de Tepeapulco, Hidalgo. El objetivo principal en este estudio fue analizar las características reproductoras de los machos y de las hembras de esta población. El método consistió de dos partes, el trabajo de campo y el de laboratorio, en el primero, se colectaron ejemplares mensualmente durante un año y se le tomaron medidas morfométricas; en la segunda parte, los ejemplares se fijaron en formol al 10% y posteriormente se conservaron en alcohol al 70% para su disección. Los resultados obtenidos indican que los machos de esta población alcanzaron la talla mínima a la madurez sexual a los 43 mm, mientras que las hembras a los 42 mm, El dimorfismo sexual es evidente, los machos son más grandes que las hembras en la LHC, largo del antebrazo, largo y ancho de la cabeza, largo del fémur y largo de la tibia, El ciclo reproductor de los machos y de las hembras fue atípico a lo encontrado en otras poblaciones, ya que los resultados indican que la población se reproduce durante casi todo el año, es decir, que al menos unos cuantos individuos hembras de la población se reproducen fuera de la estación típica (otoñal), El ciclo del hígado y de los cuerpos grasos de los machos y de las hembras se mantiene constante y solo existe un decremento en los meses donde ocurre el mayor gasto energético durante la estación reproductora, esto sugiere que las hembras y machos de esta población se siguen alimentando aún en la etapa reproductora, El tamaño de la camada de esta población fue de 5.2 crías por hembra, este resultado es similar a poblaciones de bajas altitudes pero diferente a las poblaciones de montaña, El tamaño de la camada no estuvo relacionado con la LHC de las hembras, y esto es diferente a otras poblaciones. Estos datos obtenidos sugieren que la población de Tepeapulco (zona media, 2578 msnm) es más parecida a las de zonas de partes medias o bajas, y diferentes a la de zonas altas o de montaña (> 3000 msnm).
Palabras clave: *Sceloporus grammicus*, complejo *grammicus*, Tepeapulco.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad las lagartijas muestran variaciones en las características de historias de vida entre poblaciones de la misma especie (Ramírez-Bautista *et al.*, 2004). Como ejemplo de lo anterior tenemos a *Sceloporus grammicus* la cual presenta variaciones en el tamaño del huevo, fecundidad y edad a la madurez sexual entre las poblaciones de la Altiplanicie Mexicana y de montaña (Ramírez-Bautista *et al.*, 2004). Esta variación puede estar influenciada por el medio ambiente, filogenia y factores ecológicos. Los factores medioambientales que afectan la actividad reproductiva son el fotoperiodo, precipitación, temperatura y disponibilidad de alimento (Ballinger, 1977; Ramírez-Bautista y Vitt, 1998).

Las poblaciones de hembras de esta especie que han sido estudiadas exhiben una actividad reproductora en la que la vitelogénesis, cortejo y apareamiento ocurre en el otoño y el desarrollo embrionario durante el invierno, mientras que los nacimientos se dan a principios de la primavera (Guillette y Casas-Andreu, 1980). Este patrón de reproducción otoñal sugiere que la evolución representa un evento evolutivo en la historia de vida del linaje (Sites *et al.*, 1992; Andrews y Mathies, 2000).

Varios estudios de ecología de la reproducción indican que la ventaja principal de este patrón reproductor en especies vivíparas de montaña es la protección de los embriones por las hembras en la época en que las temperaturas son más bajas (invierno). Mediante el comportamiento de la hembra para termorregular, puede favorecer la protección y tasa de desarrollo del embrión. Una buena termorregulación dará como resultado que las hembras den nacimiento a las crías al inicio de la primavera, cuando los recursos (alimento) son abundantes (Ballinger, 1973; Guillette, 1983; Ramírez-Bautista *et al.*, 1998; Feria Ortiz *et al.*, 2001).

A pesar de que se tienen datos de varias poblaciones donde claramente se nota que el complejo *grammicus* responde de manera diferente a los factores a los que se enfrenta en los ambientes donde habitan, principalmente en las que se encuentran en el Eje Neovolcánico (montaña) y en partes bajas del estado de Hidalgo, se ha visto que las del Valle de la planicie del sur del estado de Hidalgo, presentan grandes variaciones en las características reproductoras (Ballinger, 1973; Guillette, 1983; Ramírez- Bautista *et al.*, 1998; Feria Ortiz *et al.*, 2001).

La historia de vida de un organismo se define como un conjunto de características que han ido evolucionando una a expensas de la otra (Stearns, 1992). Por ejemplo, el tamaño de la camada (especies vivíparas) o puesta (especies ovíparas) está relacionada con la longitud hocico-cloaca de las hembras (Ramírez-Bautista y Vitt, 1998; Ramírez-Bautista *et al.*, 2002), o bien, la tasa de crecimiento es afectada por la fecundidad (Ramírez-Bautista, 1995; Ramírez-Bautista y Vitt, 1997). Así, también, a mayor fecundidad durante la estación reproductiva (especies con múltiples puestas), menor será la longevidad (Tinkle *et al.*, 1970). En una historia de vida, estas variables correlacionadas ayudan a entender la evolución de las estrategias reproductivas en este grupo de lagartijas (Tinkle *et al.*, 1970; Ramírez-Bautista y Vitt, 1997, 1998).

La historia de vida de un organismo también incluye los diferentes patrones de crecimiento, diferenciación, almacenamiento de energía, reproducción y supervivencia (Rubio-Pérez, 2002). Así, los caracteres de las historias de vida varían entre poblaciones de una especie, de forma que esta variación es el resultado de diferentes presiones de selección y muchos de éstos pueden representar un posible valor adaptativo (Rubio-Pérez, 2002). Se ha visto que especies del género *Sceloporus* (*S. melanorhinus* y *S. utiformis*, observaciones personales de Ramírez-Bautista) de ambiente tropical estacional, tienen una tasa de crecimiento rápido, en tres meses ya presentan la talla mínima a la que se reproducen (aunque lo hagan hasta la siguiente estación reproductiva). Esta estrategia de crecimiento rápido evita la depredación; en el periodo de lluvias existe suficiente alimento para forrajear con éxito y de esta forma tener una tasa

de crecimiento favorable. Así, la variación de los componentes de las historias de vida está influenciada por el ambiente local, la historia evolutiva de las especies y las relaciones ecológicas. Por ello han aumentado los estudios sobre historias de vida que centran su atención en los diferentes patrones reproductores que presentan las especies con relación a su ambiente (Pardo-De la Rosa, 1997). Conociendo estos patrones se podría determinar qué tanto influye el ambiente y qué tanto la historia evolutiva en la biología reproductora de cada especie (Vitt, 1986).

ANTECEDENTES

REPRODUCCIÓN

Ciclos reproductivos

En las especies vivíparas se han descrito dos tipos de ciclos reproductivos en los machos y en las hembras, los sincrónicos y asincrónicos. Los ciclos reproductivos sincrónicos se presentan en especies de ambientes tropicales, templados y áridos, pero principalmente se dan en el primero. En éste, ambos sexos presentan actividad gonádica en la primavera y el verano. Mientras que los ciclos asincrónicos se presentan en especies que habitan ambientes templados de montaña. En este tipo de ciclo, los machos presentan actividad testicular (desarrollo espermatogénico) antes que la hembra, el apareamiento es previo a la ovulación, cuando los folículos vitelogénicos están en desarrollo, por lo que, más tarde, cuando los folículos vitelogénicos están en su fase final, son fertilizados en la madre (Guillette, 1981, 1982). La mayoría de las especies de ambientes templados de montaña, presentan ciclos reproductores asincrónicos, por ejemplo, *Sceloporus grammicus*, *S. torquatus*, entre otros (Ramírez-Bautista, 2004).

Modo de reproducción (oviparidad)

La oviparidad se refiere a las especies que ponen huevos, donde los embriones se desarrollan dentro del mismo. La hembra retiene los huevos

después de ser fertilizados por tiempos cortos o prolongados según la especie y el desarrollo embrionario se completa en el exterior. Por lo tanto, estos huevos requieren un periodo de desarrollo embrionario fuera del tracto reproductor de la hembra, este periodo usualmente ocurre en un nido que varía entre las especies. Algunas de las ventajas de las especies (ovíparas) que ponen huevos, es que la hembra no carga con sus crías y así evita una mayor depredación, otra ventaja es que incrementa la oportunidad de tener varios eventos reproductivos en una estación (Vitt, 1986; Ramírez-Bautista, 2004).

ESTRATEGIAS REPRODUCTIVAS

Edad y talla a la madurez

El efecto filogenético, es un factor que influye en la talla mínima a la madurez sexual, y tiene mucho que ver con el grupo al que pertenecen las especies, ya que existe un óptimo. Por ejemplo, dentro del género *Urosaurus* y *Anolis* maduran a una edad temprana y con una talla pequeña, es decir, el grupo tiene un óptimo en su LHC; mientras que en el género *Sceloporus* maduran a una talla más grande y a una edad mayor, en comparación con *Anolis* (Ramírez-Bautista, 1995; Ramírez-Bautista, 2004).

La LHC mínima a la madurez sexual tiene efecto sobre la fecundidad, ya que ésta puede predecir el tamaño de la puesta o camada en especies con camada variable. Por ejemplo, los individuos hembras de una población que maduran y alcanzan la talla mínima a la madurez sexual al inicio de la estación reproductora, tendrán una mayor fecundidad que aquellas hembras que maduran más tardíamente, o bien si la LHC es la más grande al inicio de la estación reproductora, las hembras tendrán un tamaño de puesta o camada mayor que las más pequeñas (Ramírez-Bautista, 1995; Ramírez-Bautista y Vitt, 1997). Otro aspecto importante es que las lagartijas de elevaciones altas (montaña) poseen una longevidad más corta que las de elevaciones bajas, por este motivo necesitan

madurar más tempranamente para tener mayor número de puestas durante su vida. Sin embargo, las de elevaciones bajas tienen un periodo de vida mayor, tendiendo a madurar más tarde, lo que les permite ocupar ese tiempo para crecer y desarrollarse al máximo; ésta es una estrategia para tener una mayor fecundidad teniendo en cuenta que en la mayor parte de los casos el tamaño de la camada está en función de la LHC de la hembra (Ramírez-Bautista *et al.*, 2004).

Cuidado parental y tamaño de la puesta o camada

En los reptiles existen varios grupos con cuidado parental, entre ellos los saurios. La viviparidad es una estrategia que se desarrolló en este aspecto (Guillette, 1983) en la que la fecundidad está limitada en las especies que presentan este tipo de comportamiento, es decir, si el embrión se desarrolla dentro del cuerpo de la hembra en un tiempo prolongado, limita el tamaño de la camada. El mismo caso se aplica para especies de lagartijas ovíparas con cuidado parental, por ejemplo, en el grupo de los gekónidos se ha documentado que los padres cuidan los huevos en el nido (Vitt, 1986). Los huevos son puestos en nidos comunes (de varias hembras) y durante el desarrollo embrionario los padres se quedan cubriendo con su cuerpo a los huevos hasta que éstos eclosionan (observaciones personales de Ramírez-Bautista). El tamaño de la camada o puesta en el género *Sceloporus* ha evolucionado con relación al tamaño del cuerpo, forma y uso del hábitat de este género (Tinkle *et al.*, 1970; Ramírez-Bautista y Olvera-Becerril, 2004).

Ciclo de los cuerpos grasos e hígado

Durante la reproducción, los machos usan la energía contenida en los cuerpos grasos e hígado para la producción de esperma, mientras que las hembras la utilizan para la producción de los folículos vitelogénicos, huevos o embriones (Ramírez-Bautista *et al.*, 2000, 2002). El uso de energía almacenada en los cuerpos grasos e hígado, generalmente ocurre en los periodos de escasez de alimento, es decir, cuando el alimento obtenido durante el forrajeo no alcanza a

satisfacer las necesidades para realizar las actividades de los organismos (Derickson, 1976; Pond, 1978; Ramírez-Bautista *et al.*, 2000, 2002). En muchas especies de lagartijas, el almacenamiento de lípidos en forma de cuerpos grasos y los patrones de cambios en el tamaño del cuerpo (tasa de crecimiento y longitud hocico-cloaca mínima a la madurez sexual) de las lagartijas refleja el patrón de cambio en el contenido total de lípidos (Dessauer, 1955; Derickson, 1974; Selcer, 1992; Castilla y Bauwens, 1990).

Durante la estación reproductora de varias especies de lagartijas, el hígado cumple un papel importante en la acumulación y transformación de lípidos como fuente de energía para el desarrollo gonádico (Goldberg, 1971). El hígado es un órgano metabólico muy importante, cuya función principal es la de almacenar energía química. Allí se sintetizan enzimas y proteínas, además contribuye a modificar la composición de las grasas (Selcer, 1992). Otra función del hígado es la de hacer llegar los lípidos en forma de energía (carbohidratos) a los folículos de las hembras para el desarrollo de éstos en el ovario (folículos vitelogénicos), el oviducto o el útero (huevos o embriones) durante el periodo reproductivo (Selcer, 1992). Se ha observado que la masa del hígado se incrementa antes de la reproducción, lo que coincide con el periodo en que la cantidad de alimento en el ambiente es alta (Ramírez-Bautista *et al.*, 2004). En varias especies de lagartijas ovíparas y vivíparas se ha encontrado que el pico máximo de la masa del hígado ocurre cuando la masa de los cuerpos grasos ha disminuido, esto sugiere el tiempo en que este órgano inicia la síntesis de lípidos útiles para el desarrollo gonádico de los machos (producción de esperma) y de las hembras (producción de folículos vitelogénicos) durante la estación reproductora (Selcer, 1992; Ramírez-Bautista *et al.*, 2000, 2002).

El Género *Sceloporus*

El género *Sceloporus* se distribuye desde Canadá hasta Panamá. Algunas especies son vivíparas, pero la mayoría son ovíparas (Guillette, 1993). Su distribución ocurre en diferentes tipos de hábitat tales como árido, desierto, templado y tropical (Sites *et al.*, 1992; Wiens y Reeder, 1997). Se ha encontrado

que la riqueza de especies del género es mayor en ambientes templados que en ambientes tropicales (Sites *et al.*, 1992).

Existe una gran diversidad de especies en este género, con aproximadamente 80 (Sites *et al.*, 1992). Se sabe que hay una extensa variedad de formas adaptadas a los distintos tipos de hábitat y microhábitat. Esta diversidad de especies se refleja en la morfología, ecología, comportamiento, fisiología y en los patrones reproductores que se presentan en los diferentes grupos que forma este género (Sites *et al.*, 1992; Wiens y Reeder, 1997).

El Grupo *Sceloporus grammicus*

El grupo *grammicus* está formado por varias especies de altas elevaciones confinadas a la Altiplanicie Mexicana (Figura 1). Éste comprende especies reconocidas como son *Sceloporus anahuacus* y *S. palaciosus* que están confinadas a las montañas volcánicas del Valle de México, mientras que *S. heterolepis* y *S. shannorum* están restringidas a las montañas del oeste del Eje Neovolcánico y a la Altiplanicie Mexicana. Este complejo incluye un número distinto de poblaciones, conocidas como razas cromosómicas que pueden representar especies distintas (Arévalo *et. al.*, 1991; Sites *et al.*, 1992).



Figura 1. Distribución del complejo *Sceloporus grammicus* en México (Tomado de Sites *et al.*, 1992)

JUSTIFICACIÓN

El complejo *Sceloporus grammicus* está representado por varias especies que se distribuyen en partes altas y bajas de las montañas del Eje Neovolcánico y Altiplanicie Mexicana. Algunas poblaciones del Eje Neovolcánico y la mayoría de éstas que comprenden la Altiplanicie Mexicana, se han reportado como razas cromosómicas, que sugieren podrían ser nuevas especies. Se ha visto que las poblaciones de partes altas presentan características reproductoras diferentes a las de partes bajas. En la población estudiada para esta investigación localizada en el Municipio de Tepeapulco, Hidalgo aún no se tienen datos sobre características reproductoras, de ahí la importancia de trabajar en ella y aportara evidencia sobre la posibilidad de que las razas cromosómicas representan a especies distintas. Lo anterior indica que conociendo los trabajos realizados dentro de la Altiplanicie Mexicana, donde se encuentra la población estudiada, podrían existir similitudes en las poblaciones de zonas bajas o medias, teniendo en consideración que su raza cromosómica es FM2.

OBJETIVOS

Objetivo general

Analizar las características reproductoras de los machos y de las hembras de *Sceloporus grammicus*, del Municipio de Tepeapulco, Hidalgo, México, para obtener resultados que aun no se tienen de esta población.

Objetivos particulares

- Establecer el tamaño mínimo de la madurez sexual mediante la LHC en hembras y machos.
- Detectar el dimorfismo sexual en la población.
- Establecer el ciclo reproductor, el ciclo del hígado y cuerpos grasos de hembras y machos.
- Establecer el tamaño de la camada y detectar si está correlacionada con la LHC de la hembra.

ÁREA DE ESTUDIO

Este estudio se realizó en varias localidades dentro del Municipio de Tepeapulco, Hidalgo que se localiza a 53 km al norte de la ciudad de Pachuca, Hidalgo, tomando la carretera Epazoyucan, Tepeapulco, Apan, a 45 km. de la vía corta Pachuca, Cd. Sahagún-Tepeapulco (Figura 2 y 3). La altitud es de 2578 metros sobre el nivel del mar. El Municipio presenta una diversidad de climas que van desde el semiseco templado (16.94%) hasta el semifrío subhúmedo (2.46%); presentando también un clima templado subhúmedo en un 80.60% de la superficie municipal (L. Quiroz-Yamada, y E. Álvarez Lagunas, 1988).

La temperatura promedio mensual en el municipio oscila entre los 10.9°C para los meses de diciembre y enero que son los más fríos del año y 16°C para mayo y junio, que registran las temperaturas más altas. La temperatura media anual registrada en la estación meteorológica de Ciudad Sahagún durante 23 años, fue de 13.9°C (García, 1981). La precipitación media anual es de 540.3 mm, siendo junio y julio los meses de mayor precipitación. La vegetación en el municipio está compuesta por matorral xerófilo (L. Quiroz-Yamada, y E. Álvarez Lagunas, 1988).



Figura 2. Localización de la zona de estudio en Tepeapulco Hidalgo (Tomado de Roberto)

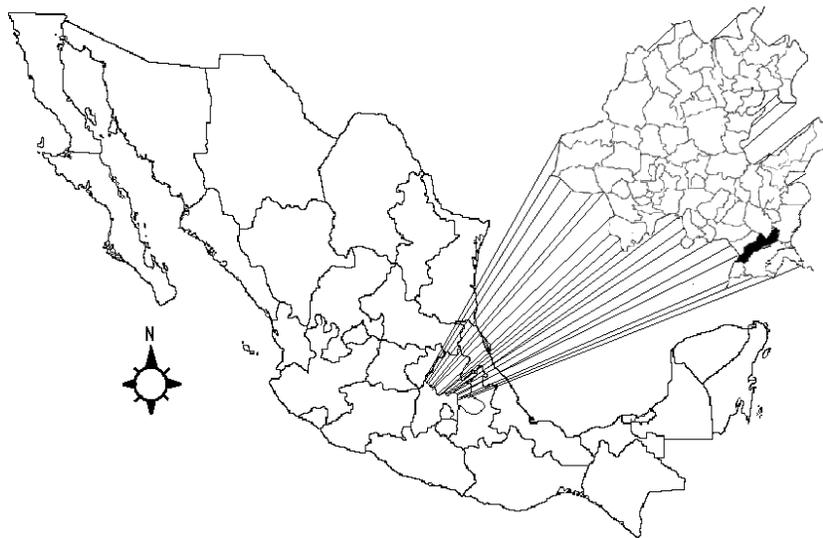


Figura 3. Localización del Municipio de Tepeapulco Hgo. (Tomado de Roberto).

MATERIAL Y MÉTODO

Trabajo de campo

El trabajo de campo se inició en el mes de julio del año 2003 y finalizó en julio del 2004. La captura de los organismos se realizó cada mes del año. El tamaño de la muestra de ejemplares anual fue de 57 machos y 52 hembras adultos.

A cada organismo recolectado se le tomó la longitud hocico-cloaca (LHC mm), peso (g), largo y ancho de la cabeza (LC y AC mm, respectivamente), largo de la tibia (LT), largo del fémur (LF) y largo del antebrazo (LA) y se determinó el sexo.

Trabajo de laboratorio

Las lagartijas colectadas durante cada muestreo se fijaron en formol al 10%, éstas se dejaron por 8 días aproximadamente en el formol; después de este tiempo, se lavaron las muestras con agua por dos o tres días para quitar el exceso de formol, y finalmente se procedió a conservarlas en alcohol al 70% para continuar con la disección a los mismos (Ramírez-Bautista *et al.*, 2002). Los especímenes se encuentran depositados dentro de la colección del laboratorio de ecología de poblaciones.

Desarrollo de objetivos

- **Tamaño mínimo de la madurez sexual mediante la LHC en hembras y machos.** A todos los organismos adultos se les midió la longitud hocico-cloaca (LHC mm) con el apoyo de un calibrador con una precisión de 0.5 mm. La LHC mínima a la madurez sexual de los machos se presentó cuando los testículos están alargados y los epidídimos ensanchados, y esto se asocia con la producción de esperma (Goldberg y Lowe, 1966), mientras que en las hembras, la talla mínima se presentó cuando se le encuentran folículos

vitelogénicos (FV), huevos y/o embriones. Para indicar el tamaño alcanzado por las hembras y machos se utilizó una Mann-Whitney, Prueba de U, Z, y una t -Student para saber la masa del cuerpo de ambos.

- **Dimorfismo sexual.** Las características morfológicas la longitud hocico cloaca, peso, largo de la cabeza (LC), ancho de la cabeza (AC), largo de la tibia (LT), y largo del fémur (LF) de los machos y de las hembras se midieron con el apoyo de un calibrador con 0.5 mm de precisión, y mediante una prueba de t -Student (prueba paramétrica) se probó si estas características morfológicas varían entre sexos, si es así, hacia qué sexo está sesgado, detectando así el dimorfismo sexual (Fig. 4 y 5).
- **Ciclo reproductor, ciclo del hígado y cuerpos grasos de hembras y machos.** En el caso de los machos, se observó el estado (crecimiento, peso y/o volumen) de los testículos. A todos los machos se les removieron los testículos, éstos se pesaron (g) y se midió el largo por ancho (mm). En el caso de las hembras, se removieron las diferentes clases de folículos (FNV, FV, y H o E). Cada una de estas variables se pesaron (g) y se midieron el largo por el ancho (Ramírez-Bautista y Vitt, 1997, 1998). Para describir el ciclo reproductivo de los machos y de las hembras, se realizó un análisis de regresión entre la masa de las gónadas (testículos o folículos) transformada en \log_{10} y la LHC (\log_{10} LHC), y se utilizó una ANOVA con los meses como factor para ver los cambios que ocurren a lo largo del año y si esta prueba resultara significativa se utilizara una prueba de Games-Howell para detectar las diferencias entre los meses (Ramírez-Bautista y Vitt, 1997, 1998; Ramírez-Bautista *et al.*, 2002).

En lo que se refiere al ciclo del hígado y de los cuerpos grasos se realizó de la misma manera mediante un análisis de regresión utilizando para este caso como variables el peso del hígado, de los cuerpos grasos y la LHC (transformadas

en \log_{10}), también se utilizó una ANOVA sobre los residuales de la regresión con el mes como efecto y si esta prueba resultara significativa se utilizara una prueba de Games-Howell para detectar las diferencias entre los meses (Ramírez-Bautista y Vitt, 1997, 1998; Ramírez-Bautista *et al.*, 2002).

- **El tamaño de la camada y correlación con la LHC** se obtuvo con el número de huevos o embriones que se registraron en ambos oviductos de cada hembra, y de esta manera se obtuvo el tamaño medio de la camada de la población estudiada (Ramírez-Bautista *et al.*, 2002; Jiménez-Cruz *et al.*, 2005). Se realizó una ANOVA con las tres clases de huevos (FNV, FV y huevos o embriones) para detectar diferencias y conocer el tamaño de la camada considerando solo los huevos o embriones. Posteriormente se realizó una correlación de Pearson entre el tamaño de la camada y la LHC de las hembras, y de esta manera se conoció la influencia de la LHC sobre la misma (Ramírez-Bautista *et al.*, 2002; Jiménez-Cruz *et al.*, 2005).

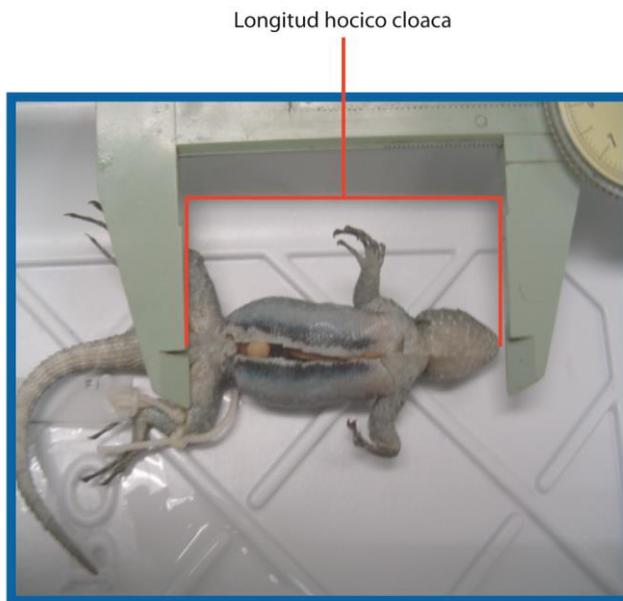
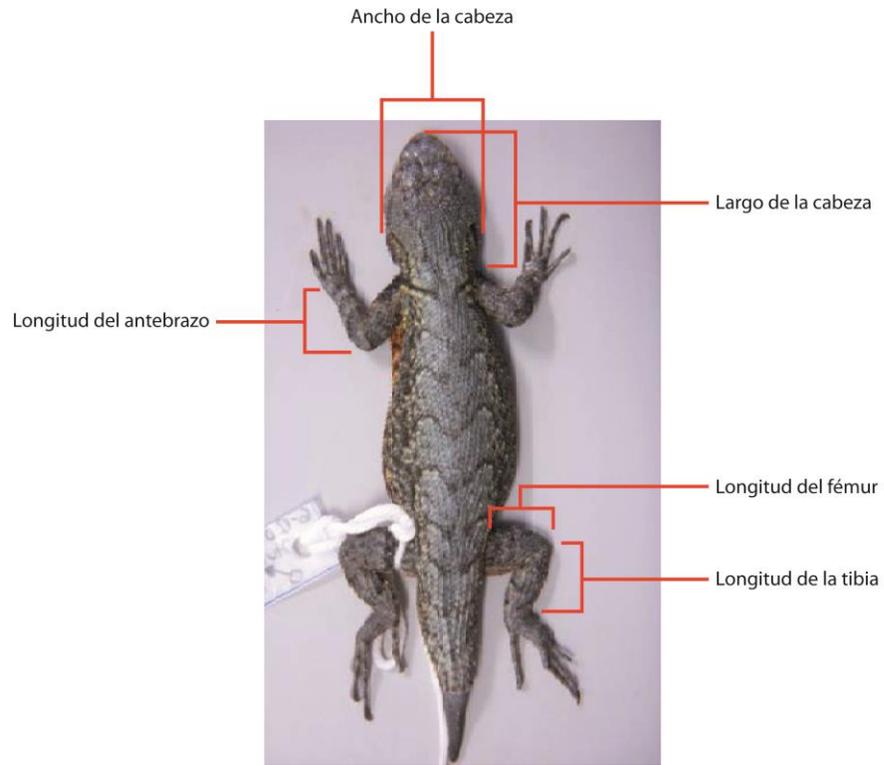


Figura 4 y 5. Medidas Morfometricas de la lagartija *Sceloporus grammicus* del Municipio de Tepeapulco, Hidalgo, Mexico.

RESULTADOS

Tamaño mínimo de la madurez sexual mediante la LHC en hembras y machos

La población de *S. grammicus* de Tepeapulco varió en la LHC de 42 a 75 mm. La LHC de los machos sexualmente maduros fue de 43 – 75 mm ($x = 58.8 \pm 0.83$ mm, $N=57$) y la de las hembras de 42 a 66 mm ($x = 55.3 \pm 0.90$ mm, $N = 52$). Al compararlos estadísticamente los machos son más grandes (Mann-Whitney, Prueba de U, $Z = 3.14$, $P = 0.0169$), y con una masa del cuerpo mayor que las hembras (t -Student, $P < 0.05$).

Dimorfismo sexual

Una prueba de *t*-Student encontró que los machos son más grandes que las hembras.

Cuadro 1. Valores medios (\pm 1 Error Estándar) de las características morfológicas (LA = largo del antebrazo, LC = largo de la cabeza, AC = ancho de la cabeza, LT = largo de la tibia, LF = largo del fémur) de hembras y machos sexualmente maduros de *S. grammicus* del Municipio de Tepeapulco, Hidalgo.

| Características morfológicas | HEMBRA Media | MACHO Media | <i>P</i> |
|------------------------------|-----------------|----------------|----------|
| LA (mm) | 7.2 \pm .14 | 7.9 \pm .20 | 0.01 |
| LC (mm) | 11.9 \pm .17 | 13.0 \pm .25 | 0.0006 |
| AC (mm) | 9.3 \pm .14 | 10.5 \pm .19 | 0.0001 |
| LT (mm) | 8.5 \pm .18 | 9.8 \pm .20 | 0.0001 |
| LF (mm) | 11.3 \pm .24 | 12.7 \pm .30 | 0.0008 |
| Peso lagartija (g) | 6.3 \pm .29 | 7.2 \pm .32 | 0.05 |

Ciclo reproductor, ciclo del hígado y cuerpos grasos.

Machos

El ciclo reproductivo se basó en una muestra de 57 machos adultos. Un análisis de regresión no mostró una relación positiva significativa entre el \log_{10} de la masa testicular y \log_{10} LHC de los machos ($r^2 = 0.022$, $F_{1,55} = 1.264$, $P = 0.2658$).

Un ANOVA con la masa testicular y mes como factor detectó que existen diferencias significativas entre los meses ($F_{11,45} = 3.251$, $P = 0.0025$) (Figura 6)

Con base en la prueba de Games-Howell se detectaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre que meses.

En lo que se refiere al ciclo del hígado un análisis de regresión indicó que si existe relación significativa entre el peso del hígado y la LHC (transformadas en \log_{10}) ($r^2 = 0.188$, $F_{1, 55} = 12.719$, $P = 0.0008$).

Un ANOVA con la masa testicular y mes como factor reveló que existen diferencias significativa entre los meses ($F_{11,45} = 3.251$, $P = 0.0025$) (Figura 7)

Con base en la prueba de Games-Howell se detectaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre que meses.

En el ciclo de los cuerpos grasos un análisis de regresión mostró que no existe relación significativa entre el peso de los cuerpos grasos y la LHC (transformadas en \log_{10}) del macho ($r^2 = 0.028$, $F_{1, 55} = 1.603$, $P = 0.2108$).

Un ANOVA con el \log_{10} del peso de los cuerpos grasos y el mes como efecto indicó que no existen variaciones significativas entre los meses ($F_{11, 45} = 0.398$, $P = 0.9495$) (Figura 8).

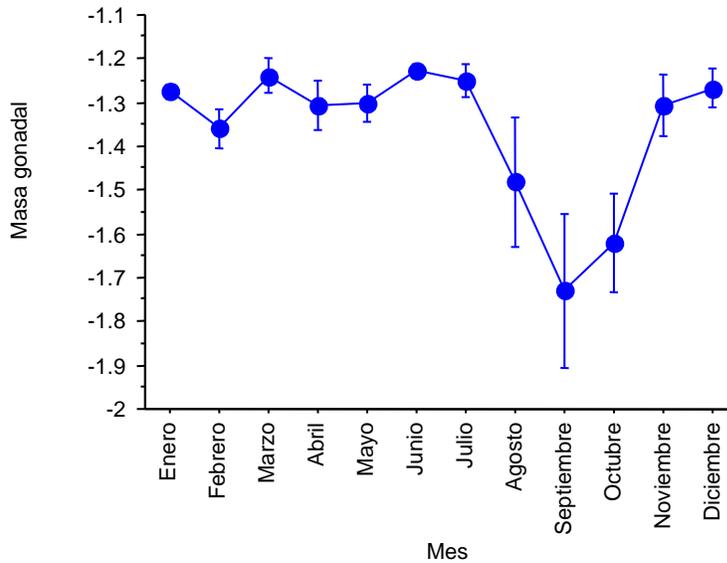


Figura 6. Ciclo reproductivo de los machos de *S. grammicus* del Municipio de Tepeapulco, Hidalgo. Los datos son medias (± 1 EE) de los residuales de la regresión de \log_{10} masa de los testículos (g) contra \log_{10} LHC. Existen tres eventos importantes durante los meses de agosto septiembre y octubre. Claramente se identifica que en octubre comienza la actividad reproductiva y decrece hasta el mes de agosto y en septiembre hay un reposo, esto sugiere que durante estos periodos las lagartijas de esta población se dedican exclusivamente a forrajear y emplear su energía para el crecimiento.

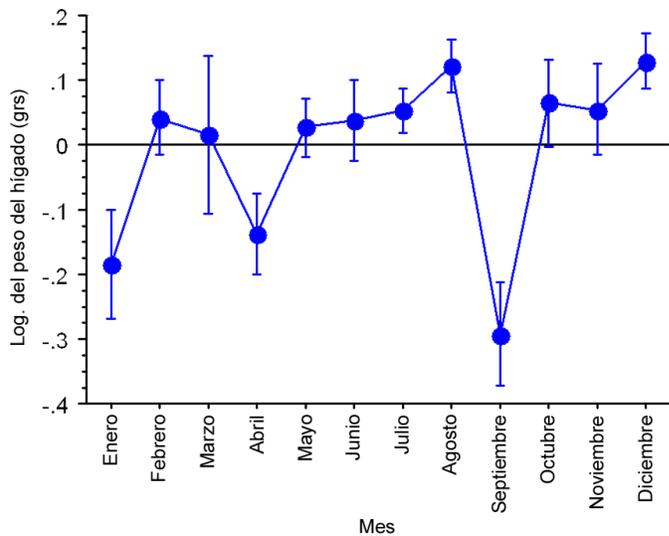


Figura 7. Ciclo del hígado de los machos de *Sceloporus grammicus* del Municipio de Tepeapulco, Hidalgo, Los datos representan las medias (± 1 EE) de los residuales de la regresión. Existen tres eventos importantes durante los meses de enero, abril y septiembre. Claramente se identifica que enero y abril hay utilización del hígado mientras que en septiembre es donde existen los niveles mas altos en el uso de energía, esto sugiere que durante estos periodos la actividad reproductiva esta en su máximo y por ello hay mayor utilización de este recurso.

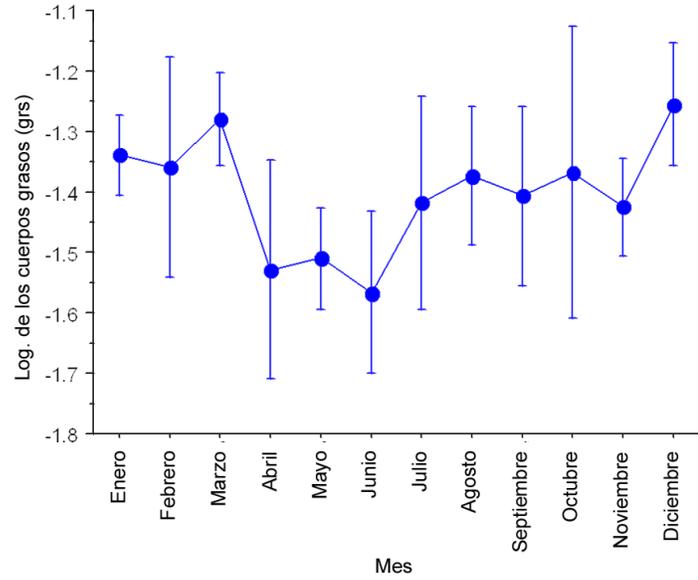


Figura 8. Ciclo de los cuerpos grasos de los machos de *Sceloporus grammicus* del Municipio de Tepeapulco, Hidalgo, Los datos representan las medias ($\pm 1EE$) de los residuales de la regresión. Existen tres eventos importantes durante los meses de abril, mayo y junio. Claramente se identifica durante estos tres periodos que la actividad reproductiva alcanza sus máximos ya que hay mayor uso energético de los cuerpos grasos empleados para el crecimiento y producción de esperma.

Hembras

El ciclo reproductivo se basó en una muestra de 52 hembras adultas. Un análisis de regresión entre la masa de la gónada y la LHC (transformadas en log) de las hembras mostró relación positiva significativa ($r^2 = 0.226$, $F_{1,50} = 14.612$, $P = 0.0004$).

Una ANOVA usando los residuales de la regresión mostró que aparentemente no hay diferencias significativas entre los meses ($F_{11,40} = 1.134$, $P = 0.3618$) (Figura 9).

En el ciclo del hígado un análisis de regresión indicó que no existe relación significativa entre el peso del hígado y la LHC (transformadas en \log_{10}) de la hembra ($r^2 = 0.001$, $F_{1,50} = 0.046$, $P = 0.8313$).

Un ANOVA con el \log_{10} del peso del hígado y el mes como factor (efecto) indicó que no existen variaciones significativas entre los meses ($F_{11,40} = 1.878$, $P = 0.0724$) (Figura 10)

En el ciclo de los cuerpos grasos un análisis de regresión indicó que no existe relación significativa entre el peso de los cuerpos grasos y la LHC (transformadas en \log_{10}) de la hembra ($r^2 = 0.043$, $F_{1,50} = 2.225$, $P = 0.1421$).

Un ANOVA con el \log_{10} del peso de los cuerpos grasos y usando el mes como factor no mostró variaciones significativas entre los meses ($F_{11,40} = 1.873$, $P = 0.0732$) (Figura 11).

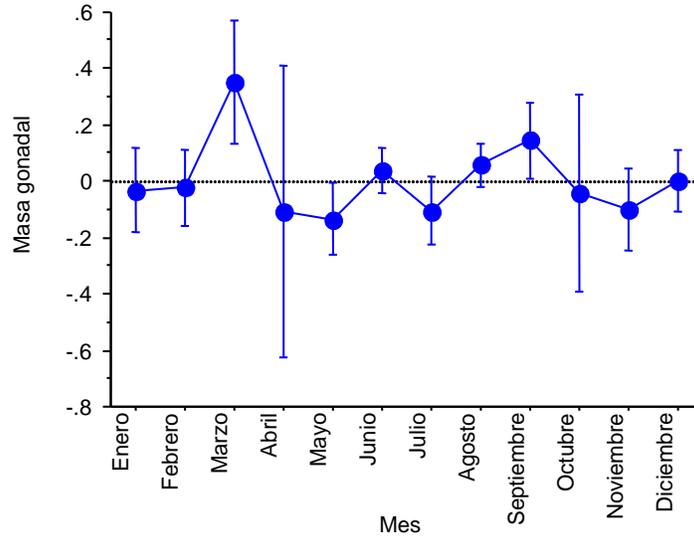


Figura 9. Ciclo reproductivo de las hembras de *Sceloporus grammicus* del Municipio de Tepeapulco, Hidalgo. Los datos representan las medias ($\pm 1EE$) de los residuales de la regresión. Existen seis eventos importantes durante los meses de abril, mayo, julio, octubre, noviembre y diciembre. Claramente se identifica que en julio comienza la actividad reproductiva y empieza a decrecer en el mes de octubre y en diciembre nuevamente comienza la actividad y es hasta el mes de abril donde nuevamente empieza a decrecer. Durante estos periodos hay un pico máximo en la masa gonádica que es en el mes de marzo, esto sugiere que durante estos periodos las lagartijas de esta población se dedican exclusivamente a forrajear y emplear su energía para el desarrollo embrionario.

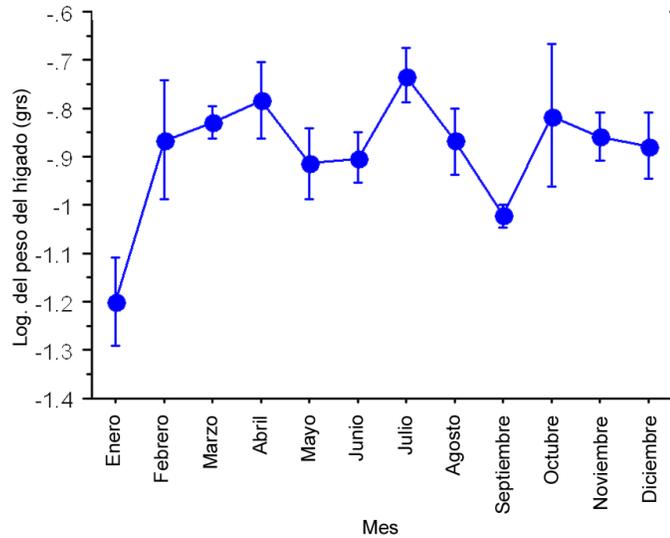


Figura 10. Ciclo del hígado de las hembras de *Sceloporus grammicus* del Municipio de Tepeapulco, Hidalgo, Los datos representan las medias ($\pm 1EE$) de los residuales de la regresión. Existen tres eventos importantes durante los meses de enero, mayo y septiembre. Claramente se identifica que mayo y septiembre hay mayor utilización del hígado mientras que en enero es donde existen los niveles mas altos en el uso de energía, esto sugiere que durante estos periodos la actividad reproductiva esta en su máximo y por ello hay mayor utilización de este recurso.

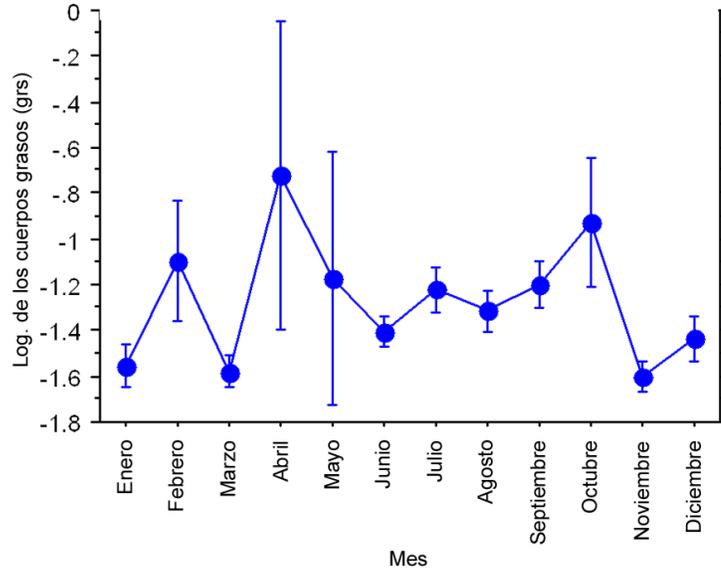


Figura 11. Ciclo de los cuerpos grasos de las hembras de *Sceloporus grammicus* del Municipio de Tepeapulco, Hidalgo, Los datos representan las medias ($\pm 1EE$) de los residuales de la regresión. Existen tres eventos importantes durante los meses de enero, marzo y noviembre. Claramente se identifica durante estos tres periodos que la actividad reproductiva alcanza sus máximos ya que hay mayor uso energético de los cuerpos grasos empleados para el crecimiento y desarrollo embrionario.

El tamaño de la camada y correlación con la LHC

Las hembras con folículos vitelogénicos fueron observadas a partir del mes de agosto hasta el mes de octubre. Mientras que las hembras presentaron huevos o embriones a partir del mes de diciembre a agosto del siguiente año. El número medio de folículos no vitelogénicos fue de 10.5 ± 1.01 (6 – 17), mientras que el de folículos vitelogénicos fue de 8.8 ± 0.84 (3 – 14) y el de huevos o embriones de 5.2 ± 0.25 (2 – 8). Una ANOVA con las tres clases de huevos (FNV, FV o embriones) mostró que existen diferencias significativas ($P < 0.001$). Por lo que, el tamaño de la camada considerando solo los huevos o embriones fue de 5.2 crías por hembra (Cuadro 2).

Se hizo una correlación entre el tamaño de la camada y la LHC de la hembra. Este análisis indicó que no existe correlación entre el tamaño de la camada y la LHC de las hembras ($r^2 = 0.004$, $P > 0.05$) (Figura 12).

Cuadro 2. Clase de folículos donde se muestra la media de cada uno de ellos así como la atresia folicular para la población de hembras de *Sceloporus grammicus* del Municipio de Tepeapulco, Hidalgo.

| Clase de folículos | Media | Atresia folicular |
|----------------------------|--------------------------|-------------------|
| Huevos o embriones | 5.2 ± 0.25 (2 – 8) | 49.5% |
| Folículos vitelogénicos | 8.8 ± 0.84 (3 – 14) | 41% |
| Folículos no vitelogénicos | 10.5 ± 1.01 (6 – 17) | 16.2% |

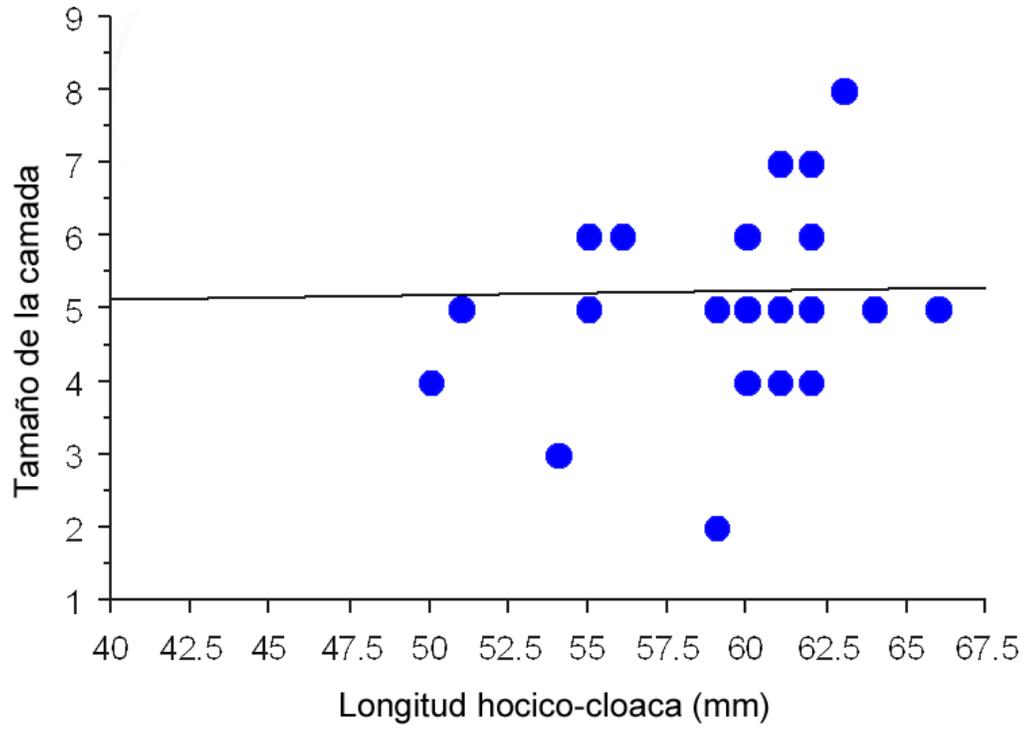


Figura 12. Correlación entre el tamaño de la camada y la longitud hocico-cloaca de las hembras de *Sceloporus grammicus* del Municipio de Tepeapulco, Hidalgo.

DISCUSIÓN

Tamaño mínimo de la madurez sexual mediante la LHC en hembras y machos

Existen varias causas que determinan las variaciones en las tallas que alcanzan las diferentes especies de lagartijas por ejemplo, se tiene el efecto filogenético, en donde la talla mínima a la madurez sexual tiene que ver con el grupo al que pertenecen. Un ejemplo claro es el de especies del grupo *torquatus* que son de tallas medianas a grandes, y por lo tanto, la madurez será mayor que las especies del grupo *grammicus* que son de talla mas pequeña (42 mm; Ramírez-Bautista *et al.*, 2004). Otro aspecto importante que determina la madurez sexual es el ambiente, el cual influye en la tasa de crecimiento, es decir, en estaciones favorables, cuando la producción de alimento es adecuada, la tasa de crecimiento de los individuos es alta y esto hace que la LHC mínima a la madurez sexual la alcancen antes de que se inicie la estación reproductiva, por lo que las hembras que maduran al inicio del periodo reproductivo, tendrán una mayor fecundidad que las que maduran tardíamente (Ramírez-Bautista, 1995; Ramírez-Bautista y Vitt, 1997, 1998; Fitch, 1978).

La población de *Sceloporus grammicus* del Municipio de Tepeapulco, Hidalgo (parte media), mostró una talla similar a la de las poblaciones de partes medias o bajas y diferente a la de zonas altas. Este patrón puede estar relacionado con las diferentes presiones de selección que ocurren en cada ambiente, es decir, que el ambiente en que vive esta población podría representar una presión mayor que las poblaciones de montaña (Eje Neovolcánico), tal como se ha visto en otras poblaciones de esta especie (Ramírez-Bautista *et al.*, 2004).

Dimorfismo sexual

La mayoría de las especies de lagartijas del género *Sceloporus* (Fitch, 1978; Lemos-Espinal *et al.*, 1999), *Urosaurus* (Ramírez- Bautista y Vitt, 1998), *Aspidoscelis* (Ramírez-Bautista *et al.*, 2000), y *Anolis* (Ramírez-Bautista y Vitt, 1997), presentan características similares a las de la población de *Sceloporus grammicus* de Tepeapulco, Hidalgo, donde los machos son más grandes que las hembras en la longitud hocico cloaca, largo del antebrazo, largo de la cabeza, ancho de la cabeza, largo de la tibia y largo del fémur.

El dimorfismo sexual de la mayoría de las especies puede ser explicado por dos hipótesis: 1) selección sexual, los machos más grandes tienen ventaja sobre los más pequeños en la obtención de hembras al momento para aparearse, resultados similares ocurren en otras especies de lagartijas (Trivers, 1976; Ruby, 1981, 1984; Dugan, 1982); 2) la distribución de energía causa diferencias en la tasa de crecimiento de ambos sexos, donde el crecimiento de la hembra es más lento que el de los machos que son más grandes durante la estación reproductiva y posiblemente exista una tercera, en que, al menos las estructuras de la cabeza y mandíbula, en los machos sea mayor en respuesta a la diferencias en la talla de la presa (hábitos alimentarios).

Ciclo reproductor, ciclo del hígado y cuerpos grasos de hembras y machos

La reproducción en el complejo *Sceloporus grammicus* (*sensu* Sites, 1993) está caracterizado por ser una especie vivípara con una actividad reproductora otoñal (Guillette y Casas-Andreu, 1980; Ortega y Barbault, 1984). Este tipo de ciclo reproductor es similar al de otras especies vivíparas de zonas templadas y de grandes elevaciones, tal como *S. bicanthalis* (Guillette 1982), *Barisia imbricata* (Guillette y Casas-Andreu, 1987), *B. monticola* (Vial y Stuart 1985), *P. copei* (Guillette 1983, Ramírez- Bautista *et al.* 1996), y *Plestiodon lynxe* (Ramírez-Bautista *et al.* 1998). La población de hembras y machos de Tepeapulco tiene un ciclo reproductor atípico a lo encontrado en otras poblaciones, en la que la

actividad reproductora es constante durante todo el año (véase figura 6 y 9). Esto podría indicar que las condiciones del ambiente se mantienen constantes durante todo el año, lo cual se refleja en la disponibilidad de alimento y favorece que al menos algunas lagartijas de la población tengan actividad reproductiva durante varios meses del año.

En los machos la masa testicular comenzó a incrementarse (recrudescencia testicular) de septiembre a octubre, alcanzando la máxima actividad de noviembre a julio y decreciendo (regresión) significativamente en agosto.

Los machos y las hembras de la población del Municipio de Tepeapulco, se ha visto que aún en actividad reproductora siguen forrajeando, ya que los niveles en el uso del hígado y de los cuerpos grasos se mantienen durante varios meses y sólo en algunos meses hicieron un mayor uso de éstos.

Para los machos, sus niveles más altos en el uso del hígado fueron en los meses de enero, abril y septiembre, mientras que en las hembras fueron en enero, mayo, junio, agosto, septiembre, noviembre y diciembre. En los machos, los niveles de los cuerpos grasos, más altos fueron en los meses de abril, mayo, junio, julio y noviembre, y en las hembras fueron en los meses de enero, marzo, junio, noviembre y diciembre. La masa del hígado de los meses (enero y abril) en que son de mayor uso coincide con el ciclo reproductor donde el desarrollo testicular alcanza su mayor actividad, mientras que la masa máxima de los cuerpos grasos también coincide (abril, mayo y junio) con el desarrollo testicular. A la fecha se sabe que cuando el patrón de almacenamiento de la masa del hígado es mayor, la masa de los cuerpos grasos es menor. Esto indica que la masa de los cuerpos grasos es usada para el desarrollo gonádico (producción de esperma), energía que viene directamente de los lípidos de la masa del hígado por lo que, la reproducción implica un costo energético alto (Selcer, 1992).

En las hembras, la máxima masa gonádica se presenta durante varios meses como es marzo, junio, septiembre y diciembre. Estos resultados son diferentes a otras poblaciones de la misma especie, por ejemplo, las hembras exhiben una actividad reproductora con un patrón bien definido, en la que la vitelogenénesis, cortejo y apareamiento ocurre en el otoño y el desarrollo embrionario durante el invierno, mientras que los nacimientos se dan a principios de la primavera, a este tipo de patrón, se le ha llamado “reproducción otoñal” (Guillette y Casas-Andreu, 1980; Jiménez-Cruz *et al.*, 2005).

La masa del hígado de los meses (enero, junio, agosto y septiembre) de mayor uso también coincide con el desarrollo gonadal; el mismo patrón ocurre con la masa de los cuerpos grasos, los meses de enero, marzo, junio, noviembre y diciembre, coinciden con el desarrollo gonádico. Se ha probado que la energía que proviene de los cuerpos grasos así como del hígado, es usada de manera directa en otros componentes de las historias de vida de las lagartijas, tales como el crecimiento, la supervivencia, el tamaño de la puesta o camada y en el tamaño de la cría al nacer (Ballinger, 1977; Dunham, 1978; Ramírez-Bautista y Vitt, 1997, 1998). La disminución de la masa del hígado y de los cuerpos grasos durante la actividad reproductora, representa un alto costo energético en los machos y en las hembras (Selcer, 1992; Ramírez-Bautista *et al.*, 2000).

La actividad reproductora de cada especie puede estar influenciada por diferentes factores (Temperatura, precipitación, fotoperiodo, disponibilidad de alimento), como ocurre en varias especies, por ejemplo, en *Anolis nebulosus* (Ramírez- Bautista y Vitt, 1997) y *Urosaurus bicarinatus* (Ramírez- Bautista y Vitt, 1998), la actividad reproductora está asociada con la temperatura y el fotoperiodo.

Tamaño de la camada y Correlación de la LHC de la hembra

El tamaño de la camada de esta población fue de 5.2 crías por hembra considerando sólo huevos o embriones, comportamiento que es similar a poblaciones de las partes medias o bajas (altitud), y mayor al de poblaciones de montaña (Ramírez-Bautista, *et al.*, 2004). En algunas poblaciones de esta especie, el tamaño de la camada está en función del tamaño de la hembra (Jiménez-Cruz *et al.*, 2005; Ramírez-Bautista *et al.*, 2005), esto sugiere que las hembras de mayor tamaño, presentan puestas más numerosas que las hembras de tamaño pequeño. La variación en el tamaño de la camada entre poblaciones de partes bajas y altas, sugiere que las presiones de selección en ambas zonas son diferentes. Un tamaño de camada pequeña, con crías más grandes, es una estrategia que se presenta cuando el alimento es escaso y sugiere una mayor supervivencia que la de crías más pequeñas que provienen de camadas más grandes, además éstas son más competitivas en ambientes con grandes fluctuaciones de recursos y alta depredación (Ballinger, 1973, 1977).

En la población de *Sceloporus grammicus* del Municipio de Tepeapulco, Hidalgo, el tamaño de la camada no estuvo relacionado con la LHC de la hembra, conduce a pensar que tanto hembras de tallas pequeñas como de tallas mayores tienen el mismo tamaño de camada. Estos datos sugieren que las diferencias en el tamaño de la camada de la mayoría de las poblaciones de esta especie podrían ser explicados por el medio ambiente en el que habitan (Ballinger, 1977; Dunham, 1982; Benabib, 1994).

CONCLUSIONES

El tamaño mínimo de la madurez sexual en función de la LHC de *Sceloporus grammicus* del Municipio de Tepeapulco, Hidalgo detecto que los machos alcanzaron la talla a los 43 mm, mientras que las hembras a los 42 mm.

El dimorfismo sexual detectado para esta población de *Sceloporus grammicus* del Municipio de Tepeapulco, Hidalgo, los machos fueron mas grandes que las hembras en la LHC, largo del antebrazo, largo y ancho de la cabeza, largo del fémur y largo de la tibia.

El ciclo reproductor de los machos y de las hembras de de *Sceloporus grammicus* del Municipio de Tepeapulco, Hidalgo fue atípico a lo encontrado en otras poblaciones, ya que los resultados indican que la mayoría de la población se reproduce durante casi todo el año, es decir, que al menos unos cuantos individuos hembras de la población se reproducen fuera de la estación típica (otoñal). El ciclo del hígado y de los cuerpos grasos de los machos y de las hembras se mantiene constante y durante todo el año solo existe un decremento en los meses donde ocurre el mayor gasto energético durante la estación reproductora. Esto sugiere que las hembras y machos de esta población se siguen alimentando aún en la etapa reproductora.

El tamaño de la camada de la población de *Sceloporus grammicus* del Municipio de Tepeapulco, Hidalgo fue de 5.2 crías por hembra. Este resultado es similar al de poblaciones de bajas altitudes y diferente a las poblaciones de montaña. El tamaño de la camada no estuvo relacionado con la LHC de las hembras, y esto es diferente a otras poblaciones.

LITERATURA CITADA

- Andrews, R. M., y T. Mathies. 2000. Natural History of reptilian development: Constraints on the evolution of viviparity. *BioScience* 50:227-238.
- Arévalo, E., A. Porter, A. González, F. Mendoza, J. L. Camarillo, y J. W. Sites Jr. 1991. Population Cytogenetics of the *Sceloporus grammicus complex* (Iguanid) in central Mexico. *Herpetological Monographs* 5: 79-115.
- Ballinger, R. E. 1973. Comparative demography of two viviparous lizards (*Sceloporus jarrovi* y *Sceloporus poinsettia*), *Ecology* 54:269-283.
- Ballinger, R. E. 1977. Reproductive strategies: food availability as a source of proximal variation in a lizard. *Ecology* 58: 628-635.
- Benabid, M. 1994. Reproduction and lipid utilization of tropical population of *Sceloporus variabilis*. *Herpetological Monographs* 8: 160-180.
- Castilla, A. M. y D. Bauwens. 1990. Reproductive and fat body cycles of the lizard, *Lacerta lepida*, in central Spain. *Journal of Herpetology* 24:261-266.
- Derickson, W. K. 1974. Lipid deposition and utilization in the sagebrush lizard, *Sceloporus graciosus*: its significance for reproduction and maintenance. *Comparative Biochemistry Physiology* 49a:267-272.
- Derickson, W. K. 1976. Lipid deposition and utilization in the sagebrush lizard, *Sceloporus graciosus*: its significance for reproduction and maintenance. *Comparative Biochemistry Physiology* 49: 267-272.
- Dessauer, H. C. 1955. Seasonal changes in the gross organ composition in the lizard *Anolis carolinensis*. *Journal Experimental Zoology* 128: 1-12.
- Dugan, B. 1982. The mating behavior of the Green Iguana, *Iguana iguana*. En: G. M. Burghardt y A. S. Rand (eds.), *Iguanas of the world: Their Behavior, Ecology, and conservation*, Pp. 320-341. Noyes Press, Park Ridge, NJ.
- Dunham, A. E. 1978. Food availability as a approximate factor influencing individual growth rates in the iguanid *Sceloporus merriami*. *Ecology* 59: 770-778.
- Dunham, A. E. 1982. Demographic and life history variation among populations of the iguanid lizard *Urosaurus ornatus*: Implications for the study of life history

- phenomena in lizards. *Herpetologica* 38: 208-211.
- Fitch, H. S. 1978. Sexual size differences in the genus *Sceloporus*. *Univ. Of Kansas Science Bulletin* 51: 441-461.
- 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: 104-112.
- Goldberg, S. R. 1971. Reproductive cycle of the ovoviviparous iguanid lizard *Sceloporus jarrovi copei*. *Herpetologica* 27: 123-131.
- Goldberg, S. R. y C. H. Lowe. 1966. The reproductive cycle of the western whiptail lizard (*Cnemidophorus tigris*) in southern Arizona. *Journal of Morphology* 118:543-548.
- Guillette, L. J. Jr. 1981. Seasonal variation in fat body weights of the Mexican high elevation lizards *Sceloporus grammicus microlepidurus*. *Journal Herpetology* 15: 366-371
- Guillette, L. J. Jr. 1982. The evolution of viviparity and placentation in the high elevation, Mexican lizard *Sceloporus aeneus*. *Herpetologica* 38:94-103.
- Guillette, L. J. Jr. 1983. Notes concerning reproduction of the montane skink, *Eumeces copei*. *Journal of Herpetology* 17: 144-148.
- Guillette, L. J. Jr. 1993. The evolution of viviparity in lizards: Ecological, anatomical, and physiological correlates lead to new hypotheses. *BioSciences* 43:742-751.
- Guillette, L. J. Jr., y G. Casas-Andreu. 1980. Fall reproductive activity in the high altitude Mexican lizard, *Sceloporus grammicus microlepidotus*. *Journal of Herpetology* 14:143-147.
- Guillette, L. J. Jr., y G. Casas-Andreu. 1987. The reproductive Biology of the high elevation Mexican lizard *Sceloporus torquatus*. *Journal of Herpetology* 27: 168-174.
- Jiménez-Cruz, E., A. Ramírez-Bautista, J. C. Marshall, M. Lizana-Avia y A. Nieto-Montes de Oca. 2005. Reproductive cycle of *Sceloporus grammicus* (Squamata:Phrynosomatidae) from Teotihuacan, State of Mexico. *Southwestern Naturalist* 50:178-187.

- Lemos-Espinal, J. A., G. R. Smith y R. E. Ballinger. 1999. Reproduction in Gadow's spiny lizard, *Sceloporus gadoviae* (Phrynosomatidae), from arid tropical Mexico. *Southwestern Naturalist* 44: 57-63.
- Ortega, A. y R. Barbault. 1984. Reproductive cycles in the mezquite lizard *Sceloporus grammicus*. *Journal of Herpetology* 18: 168-175.
- Pardo-De la Rosa, D. 1997. Patrón reproductivo de la lagartija *Cnemidophorus communis communis* (Sauria: Teiidae) en un ambiente tropical estacional. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Pond, C. M. 1978. Morphological aspects and mechanical consequences of fat deposition in wild vertebrates. *Annual Review of Ecology and Systematic* 9: 519-570.
- Quiroz –Yamada, L. y Álvarez Lagunas E. 1988.) Monografía Municipal de Tepeapulco. Primera edición. México. 18-73.
- 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 Autónoma de México, México, D.F. 160 pp.
- 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* 12: 7-16.
- Ramírez- Bautista, A. y L. J. Vitt. 1997. Reproduction in the lizard *Anolis nebulosus* (Polychrotidae) from the Pacific coast of Mexico. *Herpetologica* 53:423-431.
- Ramírez- Bautista, A., y L. J. Vitt. 1998. Reproductive biology of *Urosaurus bicarinatus* (Sauria: Phrynosomatidae) from a tropical dry forest of Mexico. *The Southwestern Naturalist* 43: 381-390.
- Ramírez- Bautista, A. y Pardo-De La Rosa. 2002. Reproductive cycle and characteristics of the widely-foraging lizard, *Cnemidophorus communis*, from Jalisco, Mexico. *The Southwestern Naturalist* 47: 205-214.
- Ramírez- Bautista, A. y G. Gutiérrez-Mayen. 2003. Reproductive ecology of

- Sceloporus utiformis* (Sauria-Phrynosomatidae) from a tropical dry forest of Mexico. *Journal of Herpetology* 37:1-10.
- Ramírez- Bautista, A., y V. Olvera-Becerril. 2004. Reproduccion in the boulder spiny lizard, *Sceloporus pyrocephalus* (Sauria: Phrynosomatidae), from a tropical dry forest of Mexico. *Journal of Herpetology* 38: 65-71.
- Ramírez- Bautista, A., J. Barba-Torres, y L. J. Vitt. 1998. Reproductive cycle and brood size of *Eumeces linxe* from Pinal de Amoles, Querétaro, México. *Journal of Herpetology* 32: 18-24.
- Ramírez- Bautista, A., C. Balderas-Valdivia, y L. J. Vitt. 2000. Reproductive Ecology of the whiptail lizard *Cnemidophorus lineatissimus* (Squamata: Teiidae) in a tropical dry forest. *Copeia* 2000: 712-722.
- Ramírez- Bautista, A., O. Ramos-Flores y J. W. Sites Jr., 2002. Reproductive cycle of the spiny lizard *Sceloporus jarrovi* (Sauria: Phrynosomatidae) from north-central Mexico. *Journal of Herpetology* 36: 225-233).
- Ramírez- Bautista, A., E. Jiménez-Cruz, y J. C. Marshall 2004. Comparative life history for population of the *Sceloporus grammicus* (Squamata: Phrynosomatidae). *Western North American Naturalist* 64: 175-183.
- Ramírez- Bautista, A., C. A. Maciel-Mata, y, M. A. Martinez Morales. 2005. Reproductive cycle of the viviparous lizard *Sceloporus grammicus* (Squamata:Phrynosomatidae) from Pachuca, Hidalgo, Mexico. *Acta Zoologica Sinica* 51:998-1005.
- Ramírez- Bautista, A., L. J. Guillette Jr, G. Gutiérrez-Mayen y Z. Uribe-Peña. 1996. Reproductive biology of the lizard *Eumeces copei* (Lacertilia, Scincidae) from the Eje Neovolcanico, Mexico. *Southwestern Naturalist* 41: 103-110.
- Rubio-Pérez, I. 2002. Análisis comparativo de caracteres de historia de vida en lagartijas del genero *Sceloporus*, grupo *Torquatus*: una propuesta filogenética. *Boletín de la Sociedad Herpetológica de México* 10: 57-58.
- Ruby, D. E. 1981. Phenotypic correlates of male reproductive success in the lizard *S. Jarrovi* En: R. D. Alexander and D. W. Tinkle (eds), *Natural selection and Social Behavior* Pp 96-197 Chiron Press. New York.
- Ruby, D. E., y A. Dunham. 1984. Apopulation análisis of the ovoviviparous lizard

- Sceloporus jarrovi* in the Piñaleño. Mountain of Southeastern Arizona. *Herpetologica* 40: 425-436.
- Selcer, K. W. 1992. Seasonal variation in fat body and liver mass of the introduced mediterranean gecko, *Hemidactylus turcicus*, in Texas. *Journal of Herpetology* 21: 74-78.
- Sites, J. W. Jr., J. W. Archie, C. J. Cole, y O. Flores-Villela. 1992. A review of phylogenetic hypotheses for lizards of the genus *Sceloporus* (Phrynosomatidae): implications for ecological and evolutionary studies. *Bull. Am. Museum of Natural History* 213:1-110.
- Schulte-Hostedde, A. I., B. Zinner, J. S. Millar, y G. J. Hickling. 2005. Restitution of mass-size residuals: validating body condition indices. *Ecology* 86:155-163.
- Stearns, S. C. 1992. *The evolution of life histories*. Oxford University Press. New York, USA. 249 p.
- Tinkle, D. W. 1972. The dynamics of a Utah population of *Sceloporus undulates*. *Herpetologica* 28: 351-359.
- Tinkle, D. W. y J. W. Gibbons. 1977. The distribution and evolution of viviparity in reptiles. *Misc. Publ. Mus. Zool. Univ. Mich.* 154:1-55.
- Tinkle, D. W., H. M. Wilbur y S. G. Tilley. 1970. Evolutionary strategies in lizard reproduction. *Evolution* 24: 55-74.
- Trivers, R. L. 1976. Sexual selection and resource-accruing abilities in *Anolis garmani*. *Evolution* 30: 253-269.
- 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 lizard with a comments on the evolutionary and ecological consequences of invariant clutch size. *Copeia* 1986: 773-786.
- Vitt, L. J., y G. L. Breitenbach. 1993. Life histories and reproductive tactics among lizards in the genus *Cnemidophorus* (Sauria: Teiidae)., *En: J. W. Wright y L. J. Vitt (eds), Biology of whiptail lizards (Genus Cnemidophorus)* Pp 211-243 Oklahoma Museum of Natural History, Norman.

- Wake, M. H. 1989. Phylogenesis of direct development and viviparity in Vertebrates. *En: D. B. Wake y G. Roth, (eds.), Complex Organismal Functions: Integration and Evolution in Vertebrates* Pp 235-250. John Wiley & Sons. New York.
- Wake, M. H. 1992. Evolutionary scenarios, homology and convergence of structural specializations for vertebrate viviparity. *Am. Zool.* 32:256-263.
- Wiens, J. J. Y T. W. Reeder. 1997. Phylogeny of the spiny lizards (*Sceloporus*) based on molecular and morphological evidence. *Herpetological Monographs* 11: 1-44.

Abreviaturas utilizadas en el texto

- **LHC**; Longitud hocico cloaca
- **LC**; Largo de la cabeza
- **AC**; Ancho de la cabeza
- **LT**; Largo de la tibia
- **LF**; Largo del fémur
- **LA**; Largo del antebrazo
- **FNV**; Folículos no vitelogénicos
- **FV**; Folículos vitelogénicos
- **H**; Embriones