



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ZARAGOZA**

**CARRERA DE BIOLOGÍA**

**“Actividad reproductiva anual de *Sceloporus bicanthalis*  
(Squamata: Phrynosomatidae) en una comunidad de bosque de  
pino-encino”**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**B I O L O G O**

**P R E S E N T A**

**Mixtli Crisóstomo Pérez**

**DIRECTOR DE TESIS: Dr. Manuel Feria Ortiz**



**México, D. F.**

**Septiembre, 2012.**



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

A mis Padres por su apoyo y comprensión

Al Dr. Manuel Feria Ortiz director de tesis por su apoyo y facilidad para la realización de este trabajo

A los maestros Biol. María del Carmen Salgado Melendiz, Biol. María de las Mercedes Luna Reyes, Biol. Cristóbal Galindo Galindo, M en C. Carlos Pérez Malváez Por sus observaciones y comentarios que permitieron mejorar este trabajo

A los compañeros del museo Al Yibb, Mariana, Antonio, Sara, Laura, Mares, Gabriel y Olivio por la convivencia en campo y en laboratorio durante la realización de este trabajo. Con una especial mención de Mayra (Aveshita) por cotorrear conmigo durante el tiempo que hemos pasado en el museo

A mis amigos Mayra, Juan, Omar, Mauricio, Carlos y Pamela por su amistad y todos los buenos momentos que hemos compartido

Con esto agradezco a todos y a los que me podrían faltar mencionar en este documento

## Índice

Resumen	1
Introducción	3
Descripción de la especie	9
Antecedentes	11
Justificación	13
Objetivos	14
Material y Método	15
Área de estudio	15
Tratamiento de los datos	19
Resultados	23
Actividad reproductiva de hembras	25
Tamaño de camada y crecimiento de las crías	28
Ciclo de lípidos	29
Madures sexual	31
Machos	32
Discusión	33
Conclusiones	38
Apéndice I	39
Apéndice II	40
Literatura Citada	45

## Resumen

Las lagartijas vivíparas mexicanas poseen, por lo común, actividad reproductiva otoñal. Las hembras permanecen preñadas durante todo el invierno y las crías nacen a principios de primavera. Sin embargo, Manríquez-Moran (1995) y Hernández-Gallegos *et al.* (2004) estudiaron dos poblaciones de *Sceloporus bicanthalis* y encontraron que, a diferencia de lo que ocurre en otras especies de lagartijas, durante todo el año es posible encontrar machos y hembras en actividad reproductiva. En el presente trabajo se presentan datos reproductivos adicionales de una población de esta misma especie que habita en los alrededores del poblado de San Juan del Valle, Chilchotla, Puebla.

De septiembre del 2010 a septiembre del 2011 se realizaron once viajes a la zona de estudio con el fin de recolectar ejemplares (jóvenes y adultos). Se registró la longitud hocico cloaca (LHC), la longitud del tronco (LT) y el peso de cada ejemplar recolectado. Posteriormente, se sacrificaron y disecaron a los organismos adultos con el fin de tomar datos referentes a su condición reproductiva. Se obtuvieron promedios ( $\pm 1ES$ ) de cada variable registrada y se evaluaron estadísticamente las diferencias mensuales o sexuales en los valores observados.

La LHC y la LT en relación al cuerpo (LHC), fueron significativamente mayores en las hembras que en los machos. Esta diferencia pueden deberse a una presión selectiva que favorezca una mayor fecundidad en las hembras. Se encontraron hembras gestantes y crías recién nacidas en la mayoría de los meses de recolecta. Esto sugiere fuertemente que un patrón reproductivo continuo. Asimismo, los machos presentaron testículos agrandados en casi todos los meses de recolecta lo que sugiere que pueden presentar actividad testicular continua. Esto es similar a lo encontrado por Manríquez-Morán (1995) y Hernández-Gallegos (2004) para las poblaciones de esta especie que habitan en el Parque Nacional de Zoquiapan y en la delegación de Milpa

Alta. El tamaño de camada (6.2 en promedio) es alto en comparación con otras especies vivíparas de tamaño similar. Los machos y las hembras almacenan grasas en cuerpos grasos almacenados. Es factible asumir que las grasas almacenadas se utilicen para apoyar actividades reproductivas costosas (v. gr., vitelogénesis en hembras y apareamiento en machos).

La población de *S. bicanthalis* del centro este del estado de Puebla exhibe un patrón reproductivo continuo. El tamaño de camada es relativamente grande. Tanto los machos como las hembras almacenan lípidos en un par de cuerpos grasos ubicados inguinalmente.

## **Introducción:**

Las lagartijas con escamas de aspecto espinoso que vemos corriendo por las paredes de las casas, arboles y arbustos de los terrenos baldíos pertenecen regularmente al género *Sceloporus*, en él se presentan la oviparidad, ovoviviparidad y placentación, las cuales se encuentran ya desde los peces (Fox, 1977)

El género tiene representantes desde Canadá hasta América Central (Fitch; 1970), y en nuestro país, desde los desiertos del norte hasta las selvas perennifolias de la frontera sur, desde el Golfo de México hasta la costa del Pacífico, y desde el nivel del mar hasta las zonas altas como el volcán Nevado de Toluca.

El género ha figurado enormemente en investigaciones de ecología de poblaciones, comunidades, enfermedades, biogeografía, fisiología y comportamiento social, lo cual probablemente se debe a la amplia distribución que presentan junto con la gran variedad de hábitats, la riqueza del mismo y los hábitos diurnos y conspicuos de la mayoría de las especies que son muy abundantes localmente.

Factores ambientales como la temperatura, fotoperiodo, precipitación pluvial, abundancia del alimento y ciertos aspectos de conducta social han jugado un papel muy importante en la evolución de las estrategias reproductivas de las lagartijas. Puede decirse que el patrón reproductivo de las lagartijas se ha ajustado a las condiciones de su ambiente externo y, por ejemplo, ha asegurado las mejores condiciones en el momento de nacer (Duval, *et al.*, 1982).

Antes de 1960, sólo existía información fragmentaria sobre los ciclos reproductivos de los reptiles, pero a partir de este año el conocimiento sobre la biología reproductora de esta clase, ha sido cada vez mayor. En algunos grupos, la información sigue siendo escasa, pero en lagartijas es amplia y permite visualizar la gran variedad de patrones que ellos exhiben (Fitch,

1970). Licht (1984), detectó tres tipos principales de patrones reproductivos. A continuación se describe cada patrón:

**Patrón reproductivo continuo o acíclico.** Este patrón se caracteriza porque los organismos exhiben niveles similares de actividad reproductiva durante todo el año. Las especies que exhiben actividad reproductora continua generalmente viven en ambientes en donde la disponibilidad de alimento es relativamente alta a lo largo de todo el año. Por ejemplo, Mojica *et al.* (2003) estudiaron el ciclo reproductor de una población de la lagartija ovípara *Cnemidophorus lemniscatus* que habita en un bosque seco tropical en Santander, Colombia. Sus resultados sugirieron claramente que la especie exhibe un ciclo reproductor continuo. Encontraron que: (I) en cada mes del año es posible encontrar tanto hembras con folículos vitelogénicos, como hembras con folículos no vitelogénicos (blanquecinos y pequeños); (II) las hembras presentan varias puestas al año (alrededor de seis), (III) se observan ejemplares pequeños (crías) en cada mes del año, y (IV) los machos presentaron actividad espermatogénica durante todos los meses del año, Mojica *et al.* (2003), argumentaron que la disponibilidad alimenticia continua a lo largo del año, favorece la actividad reproductiva continua en esta especie.

**Patrón reproductivo continuo pero con niveles variables en la intensidad de la actividad reproductora.** Los reptiles que exhiben actividad reproductiva casi continua (esto es, que su actividad reproductiva disminuye notablemente en una temporada del año) tienden a vivir en áreas tropicales en donde la disponibilidad de alimento es relativamente escasa al menos en una temporada corta del año. (Fitch, 1970)



**Patrón reproductivo discontinuo o estacional.** En este caso la actividad reproductora se concentra una época determinada del año y es seguido de un período de quiescencia o reposo gonádico. En zonas tropicales con clima estacional, la actividad reproductora comúnmente ocurre durante el periodo de lluvias. Rocha (1992) estudió el ciclo reproductor de una población de la lagartija ovípara *Liolaemus lutzae*, la cual habita en un área con clima estacional tropical (las épocas seca y húmeda están bien diferenciadas). La actividad reproductiva de las hembras ocurre de marzo a septiembre, justo durante el período de lluvias.

En áreas templadas, en donde la estacionalidad depende de la temperatura ambiental, las lagartijas también exhiben actividad reproductiva discontinua. En estos casos, la actividad reproductora puede ser primaveral u otoñal.

Se ha considerado que entre las lagartijas vivíparas de ambiente templado el patrón reproductor es por lo común otoñal. Este patrón confiere ventajas sobre el patrón primaveral observado en especies vivíparas. Golderg (1972) sugiere que esta es una estrategia permite que las crías nazcan a principio de la primavera, durante la época de mayor productividad ambiental. Esto permite el máximo crecimiento antes del inicio del siguiente invierno e incrementa la posibilidad de sobrevivencia de los jóvenes. Guillete y Brearce (1986) proponen que este rápido crecimiento es una ventaja para los jóvenes, ya que de este modo podrían reproducirse en su primer otoño de vida.

### **Oviparidad - viviparidad**

**Oviparidad** es la puesta de huevos donde los embriones requieren un periodo de desarrollo embrionario fuera del aparato reproductor de la hembra que generalmente ocurre en algún tipo de nido (Guillete *et al.*, 1993)

**Viviparidad** es cuando la hembra gestante retiene los embriones dentro del útero hasta completar su desarrollo. La madre proporciona un ambiente uterino adecuado para el soporte y desarrollo embrionario (Guillete *et al.*, 1993)

**Ovoviviparidad** es cuando las crías nacen completamente desarrolladas pero no reciben nutrientes por parte de la madre excepto el vitelo inicial que fue provisto al huevo antes de la ovulación y/o fertilización (Gillete 1987), se ha vuelto obsoleto el término ya que se ha visto como un estadio intermedio en la evolución de la ovoviviparidad a viviparidad.(Guillete 1987, 1991; Shine y Guillete, 1988)

Los ciclos reproductivos en los reptiles no están fijos, tienden a variar, y esta variación esta justificada por ciertos factores. Estos pueden ser divididos en dos tipos 1) internos y 2) externos (Arriaga, 2010). Uno de los factores internos más importantes es el control hormonal (Orr, 1978), junto con otros factores como la acumulación de lípidos en los cuerpos grasos y otras estructuras corporales, de gran importancia para la reproducción (Arriaga 2010).

En los factores externos se menciona la temperatura ambiental, precipitación y fotoperiodo (Méndez de la Cruz – Villagrán, 1983). Por otro lado se ha demostrado que los factores que más influyen en las poblaciones de especies de montaña son la precipitación y el alimento (Ramírez *et al.*, 1998).

### **Cuerpo Lúteo**

El cuerpo lúteo es una estructura que aparece como resultado de la ovulación del folículo maduro en los reptiles (Fox, 1997); está asociado con muchas funciones en los organismos, tal es el caso de la producción de progesterona, el impedimento del desarrollo folicular, así como la disminución en el apetito de las hembras (Guillette, 1981). Es común observar esta estructura durante el periodo de gestación.

## **Tamaño de camada**

El número de huevos oviductuales y/o embriones (número de crías por hembra) proporciona una estimación confiable del tamaño de la camada, es considerado como un aspecto importante de la estrategia reproductora de un organismo (Ballinger, 1973). El tamaño de camada (o de puesta en el caso de reptiles ovíparos), varía tanto intra como inter-específicamente. Por ejemplo, en el género *Selaporus*, el número de crías por camada varía de uno en *S. chrysosticus* a 19 en *S. torquatus* y se ha visto un máximo de 30 en *S. olivaceus* (Fitch, 1978).

El tamaño de camada ha sido objeto de diferentes estudios y se ha observado que puede ser influenciado tanto por factores ecológicos como ambientales. Los factores biológicos pueden ser anatómicos y fisiológicos. Uno de los factores ambientales más importantes que influyen en el tamaño de camada es la disponibilidad de alimento (Fitch, 1970).

La mayoría de las especies de lagartijas ovíparas de talla pequeña tienen una o dos puestas de pocos huevos (Arriaga, 2010), como ejemplo las especies del grupo de los gekonidos tienen dos o tres puestas con dos huevos cada uno (Ramírez Sandobal *et al.*, 2006). Así también todas las especies del género *Anolis* ponen un solo huevo, alternando sus ovarios cada cinco o diez días en la estación reproductiva (Ramírez *et al.*, 1998).

## **Ciclo de lípidos**

Una gran cantidad de lagartijas que habitan en ambientes estacionales almacenan lípidos en sus cuerpos grasos (presentes en la parte lumbar de las lagartijas) y otros compartimientos corporales (hígado, cola, tejido subcutáneo) (Derickson, 1976), en las hembras de diversas especies que habitan en zonas con clima estacional, se ha detectado una relación inversa entre cambios cíclicos en el peso de los cuerpos grasos y cambios análogos en el peso de las gónadas (Arriaga, 2010). También se ha demostrado que los

lípidos almacenados en los cuerpos grasos se emplean (en hembras ) para la vitelogenesis y /o nutrición en los meses de invierno (Derickson, 1976).

En el caso de los machos se ha sugerido que los lípidos almacenados tienen una función en la reactivación de la actividad testicular, en cortejo y en la nutrición durante los meses de invierno (Derickson, 1976).

La importancia del hígado como órgano de almacenamiento de energía ha sido menos estudiada. En algunas especies de reptiles el hígado puede almacenar energía en forma de lípidos o glicógeno (Telford, 1970). Sin embargo, el hígado también tiene una función importante en la síntesis de vitelogenina. Es menos clara su función en los machos pero en algunas especies los machos almacenan energía en el hígado, la cual posteriormente se usa para propósitos de manutención durante el invierno (Arriaga, 2010).

## Descripción de la especie

*Sceloporus bicanthalis*. También conocida como lagartija escamosa transvolcánica o lagartija rayada, es una lagartija vivípara de tamaño relativamente pequeño (Fig. 1). Los adultos, machos o hembras, miden alrededor de 47 mm de longitud hocico cloaca, se caracteriza por presentar dos escamas cantales (Ramírez-Bautista *et al.*, 2009). Los machos presentan un par de parches alargados de color azul intenso en la parte ventral y muestra poros femorales muy desarrollados (Smith, 1939). *Sceloporus bicanthalis* presenta una distribución muy amplia y algunas de sus poblaciones se encuentran geográficamente separadas por distancias y barreras geográficas considerables. La especie es de hábitos diurnos, su alimentación es principalmente insectívora, y buscan activamente su alimento sobre el suelo cubierto de hierbas.



Figura 1. Fotografía de la especie *Sceloporus bicanthalis* tomada en Chilchotla, Puebla (enero de 2011.)

La distribución potencial de *S. bicanthalis*, abarcan los estados de Puebla, Morelos, Edo de México, Hidalgo, Oaxaca y Veracruz (Fig. 2)



Figura 2. Mapa de la distribución potencial de la especie *S. bicanthalis* (Conabio 2011)

## Antecedentes

Existen algunos trabajos que documentan aspectos reproductivos de *Sceloporus bicanthalis*. Manríquez-Moran (1995), estudió el patrón reproductivo de las hembras de esta especie en dos poblaciones ubicadas aproximadamente a 40 Km de distancia entre ellas, ubicada en la delegación de Milpa Alta, D. F. y la otra en el municipio de Zoquiapan, Estado de México. Reportó que la actividad reproductora de esta especie, a diferencia de las demás especies vivíparas estudiadas hasta la fecha, era continua, si bien la actividad fue más acentuada de julio a septiembre. Notó que las hembras comenzaban a reproducirse al alcanzar la madurez sexual, sin importar el mes en que esto ocurriera.

Otro trabajo que reporta datos sobre la biología reproductora de *Sceloporus bicanthalis* es el de Hernández-Gallegos *et al.* (2002). Estos autores estudiaron la actividad de espermatogénesis de los machos de *S. bicanthalis* en las mismas poblaciones estudiadas por Manríquez-Morán (1995). Encontraron que, al igual que en el caso de las hembras, los machos también presentan actividad reproductiva continua a lo largo del año, y notaron que el patrón reproductivo continuo es atípico cuando se compara con el ciclo reproductivo de otras especies de lagartijas, incluyendo especies simpátricas. Aparentemente la actividad reproductora continua de los machos está asociada a la actividad reproductora continua de las hembras durante todo el año. Por lo tanto, de acuerdo a los autores, los machos pueden aparearse una vez que alcanzan la madurez sexual. Al igual que Manríquez-Morán (1995), Hernández-Gallegos *et al.* (2002) resaltaron que *S. bicanthalis* es la primera especie de ambiente templado en la que se ha documentado una actividad reproductora continua.

El estudio realizado por Rodríguez-Romero *et al.* (2002) indica que *S. bicanthalis* presenta una alta renovación poblacional anual, ya que el tamaño de camada de esta especie es alta en relación a otras especies de *Sceloporus* de tamaño y forma corporal similar. Los autores también notaron que el tamaño de la camada varía dependiendo del tamaño de la hembra.

Rodríguez-Romero *et al.* (2004) analizaron datos de tamaño de camada en una población de *S. bicanthalis* que habita cerca del pico del Nevado de Toluca, a una altitud de 4,000 m., notaron muy poca variación anual en el tamaño de camada y atribuyeron esta baja variación a las condiciones extremas en las que viven estos organismos.



## **Justificación:**

Algunos autores han notado estrategias reproductivas diferentes entre poblaciones de una misma especie. Esto es particularmente relevante ya que cuando esto ocurre, la comparación de los ambientes involucrados puede permitir detectar la influencia de factores ecológicos en la estrategia reproductiva de los reptiles, por ejemplo, Méndez de la Cruz *et al.* (1998) compararon el tamaño de camada en dos poblaciones de *Sceloporus torquatus torquatus*, una localizada en San Juan Teotihuacán, estado de México y otra en el Pedregal de San Ángel, D. F., y encontraron que mientras en la primera localidad el tamaño de camada promedio fue de 11.3 en la segunda fue de 6.5. Sugirieron que el poco suelo existente en el Pedregal debía reflejarse en una menor disponibilidad alimenticia y que esto a su vez podía explicar la disminución de la capacidad reproductiva de las hembras de la población de esta área.

De este modo si bien ya se ha estudiado la estrategia reproductiva de *S. bicanthalis* tanto en la delegación de Milpa Alta, D. F., como en el municipio de Zoquiapan Estado de México el estudio del patrón reproductivo de esta especie en un área distinta puede proporcionar resultados interesantes. Esto es, se podrían detectar algunas diferencias en su patrón reproductivo (con respecto a las poblaciones ya estudiadas), y de esta forma permitirnos detectar factores próximos o evolutivos responsables de las diferencias que se detectaran.

## Objetivos

En el presente trabajo se estudian algunos aspectos reproductivos de la lagartija vivípara *Sceloporus bicanthalis* que habita en una comunidad de Pino - Encino en el este centro del estado de Puebla., se persiguen tres objetivos

Describir el patrón reproductivo de la lagartija vivípara *Sceloporus bicanthalis* que habita en una comunidad de pino-encino, en el municipio de Chilchotla, Puebla.

Estimar el tamaño de camada de la población, y evaluar si existe o no relación entre el tamaño de las hembras y el número de crías que produzca.

Inferir el ciclo de lípidos de *Sceloporus bicanthalis* y evaluar la relación funcional entre el patrón de almacenamiento y uso de lípidos en el ciclo de vida de los organismos.

## MATERIAL Y MÉTODO

### Área de estudio:

El área de estudio se localiza en el poblado de San Juan del Valle, Municipio de Chilchotla, Puebla. El poblado se localiza en la parte este-centro del estado (Fig. 3). La altitud en esta área es de alrededor de 2,310 metros. En particular, el sitio de colecta se localiza en los alrededores de un punto cuyas coordenadas son  $19^{\circ} 15' 22.5''$  latitud Norte  $97^{\circ} 11' 53.8''$  longitud Oeste.

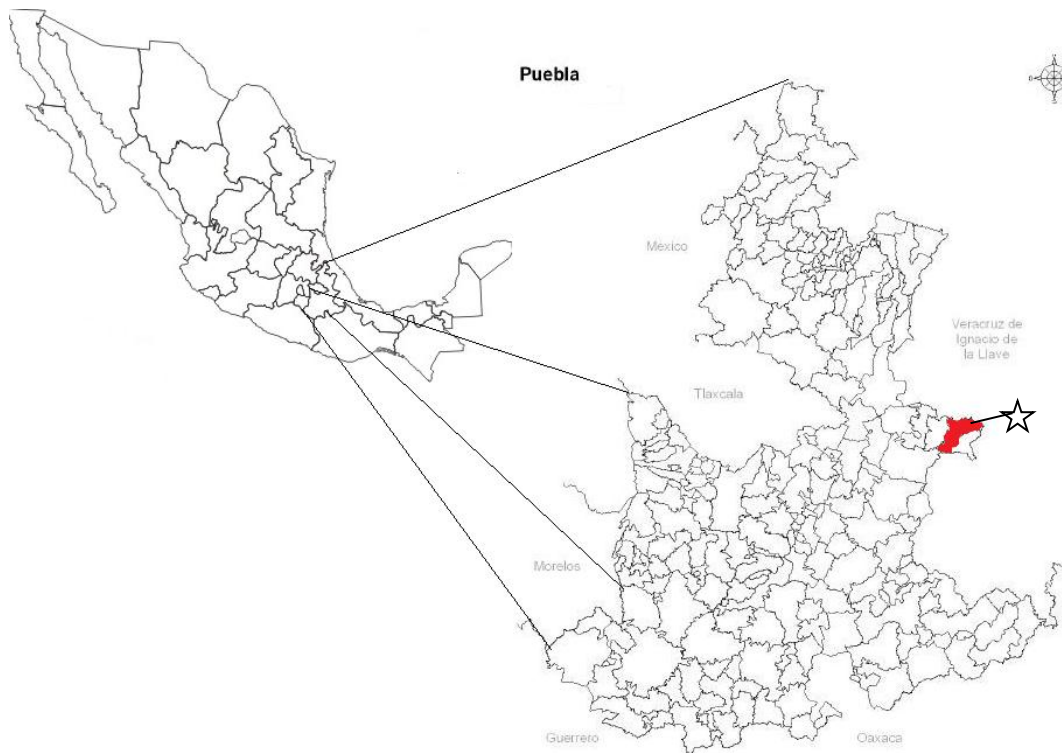


Figura 3. Ubicación relativa del poblado de San Juan del Valle, Chilchotla. El municipio se encuentra marcado con rojo y la ubicación del poblado de San Juan del Valle con una estrella. (Basado en mapas de INEGI)

La vegetación del área es bosque de pino encino, si bien la especie es más abundante en campos abiertos, localizados en los alrededores del poblado, más que en el interior del bosque. Posee un clima semifrío subhúmedo con lluvias en verano (Fig. 4) (INEGI 2011).

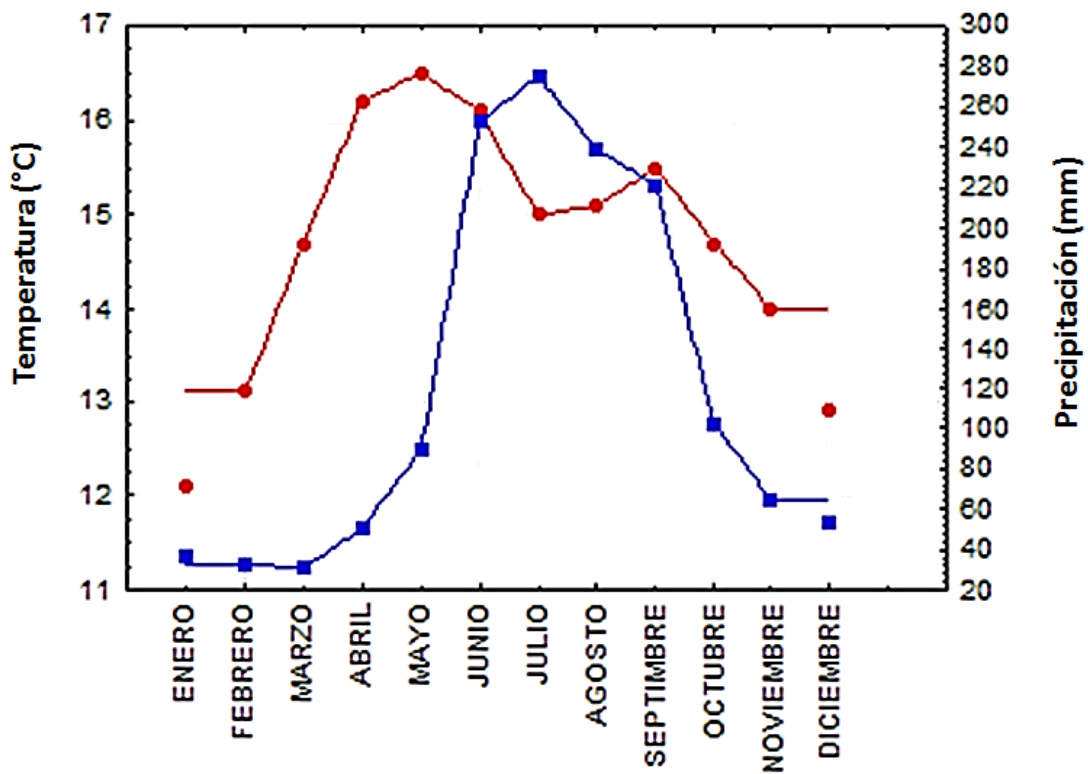


Figura 4. Promedios mensuales de temperatura y precipitación obtenidos de la estación meteorológica del municipio de Chilchotla, Puebla. De color azul se muestra la precipitación y de color rojo la temperatura (Datos obtenidos de la estación meteorológica de Chilchotla, Puebla)

En el área de estudio *Sceloporus bicanthalis* vive en simpatria con al menos otras cuatro especies de lagartijas vivíparas, *S. formosus*, *S. grammicus*, *Plestiodon brevirostris* y *Scincella assata*, y algunas especies de serpientes tales como *Conopsis lineata*, *Crotalus intermedius* y *Thamnophis scaliger*.

### **Trabajo de campo**

Se realizaron doce viajes mensuales al área de estudio, de septiembre de 2010 a septiembre de 2011, con una duración de tres días por salida. En cada salida se procuró recolectar al menos 16 ejemplares adultos, ocho machos y ocho hembras. También se capturaron ejemplares inmaduros. En este caso, se tomaron los datos correspondientes y se liberaron los organismos en o cerca del lugar de su captura. Los datos registrados fueron: (I) longitud hocico cloaca (LHC), medida de la punta del hocico a la cloaca, (II) longitud del tronco, medida de la axila a la ingle, (Fig. 5) y (III) peso corporal. Todos los ejemplares se capturaron con la mano y se depositaron temporalmente en bolsas de plástico. Los datos de longitud se tomaron con la ayuda de un vernier con precisión de  $\pm 0.02$  mm. Los datos de peso corporal para este caso fueron tomados con una balanza de 0.01 g de precisión

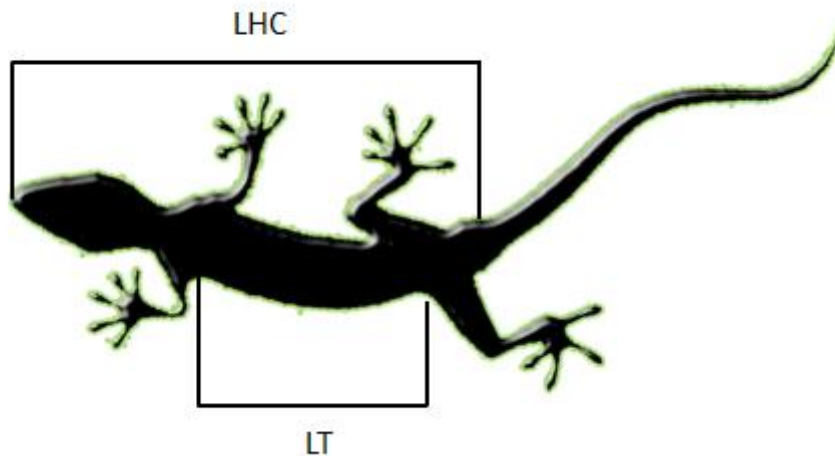


Figura 5. Esquema de medidas corporales. LHC = longitud hocico cloaca; LT = longitud del tronco.

### Trabajo de laboratorio

Los ejemplares adultos se transportaron al laboratorio y se sacrificaron por hipotermia. Se registraron las mismas tres medidas que se les tomaron a los jóvenes (LHC, LT y peso corporal) (Fig. 5). Posteriormente se realizó la disección de los organismos se tomaron dos medidas adicionales, peso del hígado y peso de los cuerpos grasos. Los restantes datos registrados dependieron del sexo de los organismos.

Para el caso de los machos se le tomaron las medidas: (I) diámetro mayor y menor de cada testículo, (II) peso de cada testículo y (III) condición del epidídimo (distendido o no distendido).

Para el caso de las hembras se registró la condición de los ovarios mediante los siguientes parámetros: (I) peso de los ovarios, (II) número de folículos, (III) diámetro pequeño /grande del folículo mayor. En el caso de diferentes categorías de tamaño de folículos, se registraron el diámetro de un folículo de

cada categoría (el mayor). En el caso de hembras preñadas, se registró: (I) número de huevos en cada oviducto, (II) peso de los huevos en oviducto, (III) y diámetro de al menos un huevo.

En el caso los embriones, se registró la fase de desarrollo según la tabla de desarrollo reportada por Defaure and Hubert (1961). También se registró el peso del vitelo y el peso del embrión (sin vitelo).

Todos los pesos señalados se registraron con la ayuda de una balanza analítica con precisión de  $\pm 0.0001$  g. Asimismo, todas la medidas de longitud se registraron con ayuda de un vernier con precisión de  $\pm 0.02$  mm.

## **Tratamiento de los datos**

### **Reproducción**

**Hembras.** Con el fin de detectar cambios temporales (mensuales o estacionales) en la actividad reproductiva de las hembras, se segregaron a las mismas en tres grupos distintos (según su condición reproductiva) y se construyó una gráfica de barras la cual reflejó la frecuencia relativa mensual de las hembras asignadas a los mismos. Los grupos considerados fueron:

Grupo I. Hembras gestantes con embriones casi a término. En este grupo se incluyeron a las hembras gestantes cuyos embriones se encontraban en una fase de desarrollo de 30 a 40 según la tabla propuesta por Defaure and Hubert (1961).

Grupo II. Hembras gestantes con embriones en fases tempranas de desarrollo. En este grupo se incluyeron hembras con embriones en fases menores a 30 Defaure and Hubert (1961).

Grupo III. Hembras no preñadas. En este grupo quedaron incluidas las hembras con folículos no vitelogénicos y vitelogénicos poco o moderadamente desarrollados.

Se consideró que la actividad reproductiva de las hembras fue relativamente baja si durante un mes o estación particular se encontraban con mayor frecuencia hembras del grupo III.

Con el fin evaluar si la función de los cuerpos grasos y el hígado de alguna manera está relacionado al ciclo reproductivo de los organismos, se procedió como sigue.

Para cada uno de los tres grupos considerados se calculó el peso promedio de los cuerpos grasos y del hígado. Posteriormente, se compararon los valores obtenidos y el patrón detectado se utilizó para inferir el papel de estos dos órganos. Se consideró que los lípidos almacenados en los cuerpos grasos se usaron para apoyar el crecimiento folicular (vitelogénesis) si su peso promedio fue menor en el grupo I que en el grupo II (esto es, se consideró que la disminución en el peso de los cuerpos grasos se debió al uso de los lípidos durante la vitelogénesis). Contrariamente, si los promedios fueron similares, ó el promedio obtenido para el grupo II fue menor que el del grupo I, se consideró que la energía necesaria para el crecimiento de los folículos se obtiene principalmente de la dieta consumida por las lagartijas. El enfoque fue similar en el caso de otras comparaciones. Si el peso promedio de los cuerpos grasos fue menor en el grupo III que en el II, la implicación sería que los lípidos de los cuerpos grasos se utilizan para manutención durante el embrazo. Alternativamente, si el peso promedio fue menor en el grupo I que en el grupo II, y menor en este último grupo que en el grupo III se consideró que los lípidos de los cuerpos grasos sirven para ambos propósitos (apoyar la vitelogénesis y para manutención). Patrones similares en el peso promedio del hígado podrían permitir inferencias similares. Sin embargo, dado



que para esta especie no está probada la función del hígado como órgano de almacenamiento de energía, las inferencias se interpretaron a la luz de hallazgos reportados en otros trabajos.

Con el fin de evaluar estadísticamente las diferencias entre los promedios de los grupos señalados arriba, se realizaron dos análisis de covarianzas, uno para evaluar las diferencias en los pesos promedios del hígado y otro para las diferencias correspondientes a los cuerpos grasos. En estos análisis el factor fijo fue el grupo, y las variables independiente y dependiente la LHC y el peso del órgano en cuestión. Previo a estos análisis se transformaron los valores de las variables correspondientes a valores logarítmicos.

Se estimó el tamaño de camada mediante el número de huevos en oviducto. Con el fin de detectar si existe o no relación entre el número de huevos en oviducto y el tamaño de la hembra, se realizó un análisis de regresión por mínimos cuadrados y una prueba de correlación producto-momento de Pearson.

### **Machos.**

Se utilizó la fórmula del elipsoide para calcular el volumen de cada testículo:

$$V_T = (4/3)\pi(L/2)(A/2)^2$$

Donde  $V_T$  = Volumen testicular y L y A = largo y ancho del testículo, respectivamente.

Se calcularon estadísticas descriptivas ( $\bar{x} \pm ES$  e intervalo de variación) para el volumen y peso de los testículos.

Con el fin de detectar si existen diferencias mensuales en los pesos promedios los cuerpos grasos y del hígado, se realizó un análisis multivariado de covarianza (ANMUCOVA). Se consideraron a la LHC como covariada y al mes como factor fijo. Las variables dependientes fueron los pesos de los cuerpos grasos y del hígado. Se realizaron pruebas de contraste posteriores para detectar diferencias significativas entre pares de meses consecutivos.

### **Tamaño de los organismos**

Se evaluaron las diferencias sexuales en el peso corporal, LHC y LT (longitud del tronco). Las diferencias en la LHC se evaluaron mediante una prueba de t de Student. Debido que se detectaron diferencias significativas en la LHC de machos y hembras, las diferencias en el peso corporal y la LT se evaluaron mediante un Análisis de Covarianza de una vía. En este análisis se consideró a la LHC como covariada y al peso corporal (o la LT) como variable dependiente.

En todas las pruebas estadísticas se utilizó un nivel de significancia de 0.05. Los resúmenes estadísticos y las pruebas de hipótesis se realizaron con la ayuda del paquete de cómputo Statistica.

## Resultados

Se capturaron en total 83 ejemplares adultos, 48 hembras y 35 machos. Las hembras fueron significativamente más grandes que los machos (Cuadro 1; Fig. 6). Asimismo, de acuerdo los ANCOVAs, el peso corporal y la longitud del tronco promedio de las hembras son mayores que los de los machos (Cuadro 1). Las diferencias se mantienen aún después de controlar el tamaño corporal. Es decir, si únicamente se comparan ejemplares de la misma LHC el peso y la longitud del tronco de las hembras siguen siendo mayores que los de los machos. Sin embargo, las diferencias sexuales en el peso corporal se deben principalmente al peso de los embriones. Si se considera el peso de las hembras adultas pero al peso de las preñadas se les resta el peso de sus embriones el peso corporal promedio es  $3.11 \pm 0.13$  g (2.1-5.72). La diferencia entre este peso y el de los machos adultos no fue significativa (ANCOVA:  $F = 1.08$ ;  $gl=1, 78$ ;  $p = 0.30$ ).

Cuadro 1. Resúmenes estadísticos de la LHC, longitud del tronco (LT) y peso corporal para los jóvenes y adultos de *S. bicanthalis*. En la hilera correspondiente a significancia se muestra el parámetro calculado para evaluar las diferencias en los valores promedio de machos y hembras así como la significancia de los mismos (\* $p < 0.05$ ; \*\*\*  $p < 0.0001$ ).

	$\bar{x} \pm ES$ (MIN – MAX)		
	LHC (mm)	LT	Peso (g)
Hembras	$47.21 \pm 0.62$ (38.55-55.8)	$25.13 \pm 0.62$ (18.22-36.56)	$3.93 \pm 0.11$ (1.70-6.76)
Machos	$42.84 \pm 0.63$ (38.0-49.6)	$20.01 \pm 0.45$ (15.08-25.52)	$2.68 \pm 0.13$ (1.4-4.5)
Significancia	( $t = 4.8^*$ )	$F = 12.81^{***}$	$F = 5.34^*$
Jóvenes	$25.72 \pm 0.74$ (17.0-36.4)	$12.33 \pm 0.61$ (9.0-35.0)	$0.66 \pm 0.06$ (0.21-1.9)

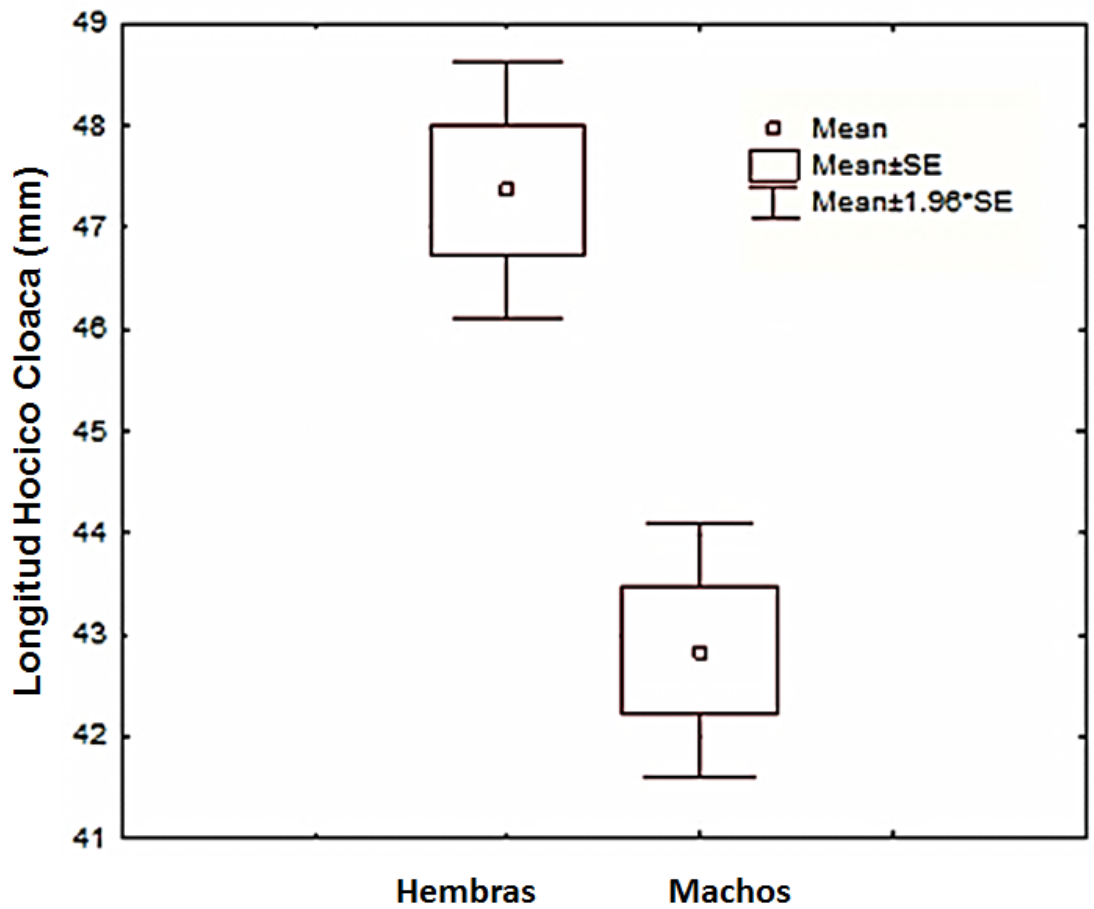


Figura 6. Diferencias en los valores promedio de la LHC entre machos y hembras de *Sceloporus bicanthalis*.

## Actividad reproductiva de las hembras

Las hembras preñadas y las 10 hembras que no presentaron actividad ovárica tuvieron folículos blanquecinos muy pequeños, de  $1.6 \pm 0.16$  mm. A partir de este tamaño los folículos crecen hasta alcanzar un diámetro promedio de  $6.39 \pm 0.35$  (5.0-7.2) mm. Únicamente se encontraron cinco hembras con folículos en desarrollo (vitelogénesis). Éstas se encontraron en meses diferentes (marzo, junio, agosto y septiembre). De este modo, no es posible describir la dinámica folicular (proliferación, crecimiento y atresia de los folículos) ni precisar el tiempo o los tiempos en los que ocurre la actividad ovárica. Sin embargo, estos datos sugieren que en la mayoría de los meses hay hembras con folículos en crecimiento. Por otro lado, los datos de las hembras preñadas sugieren que las hembras con actividad ovárica ocurren durante prácticamente todo el año. Se capturaron hembras preñadas en la mayoría de los meses (7 de 9 meses) en los que se visitó el área de estudio, únicamente no se recolectaron hembras preñadas en febrero y octubre (Fig. 7). También, en cuatro meses (marzo, mayo, agosto y septiembre) se recolectaron hembras con embriones en fases tempranas de desarrollo y hembras cuyos embriones se encontraron casi totalmente formados (Fig. 7). Esto sugiere la existencia de actividad ovárica en la mayor parte del año (debido a que previo a la preñez debe ocurrir vitelogénesis).

Las hembras cuyos ovarios no mostraron actividad folicular se encontraron en los meses de febrero, mayo, junio, septiembre, octubre y noviembre. En cuatro de estos meses también se encontraron hembras preñadas. Estos hallazgos, al igual que los señalados arriba, sugieren que las hembras de *S. bicanthalis* poseen un ciclo reproductivo continuo.

A nivel poblacional la gestación ocurre en diferentes tiempos del año. Dado que no se registró la condición reproductiva de hembras particulares en diferentes tiempos del año no es posible precisar la duración del desarrollo

embrionario. Sin embargo, como se señala en la sección de discusión, este puede ser relativamente largo (más de medio año).

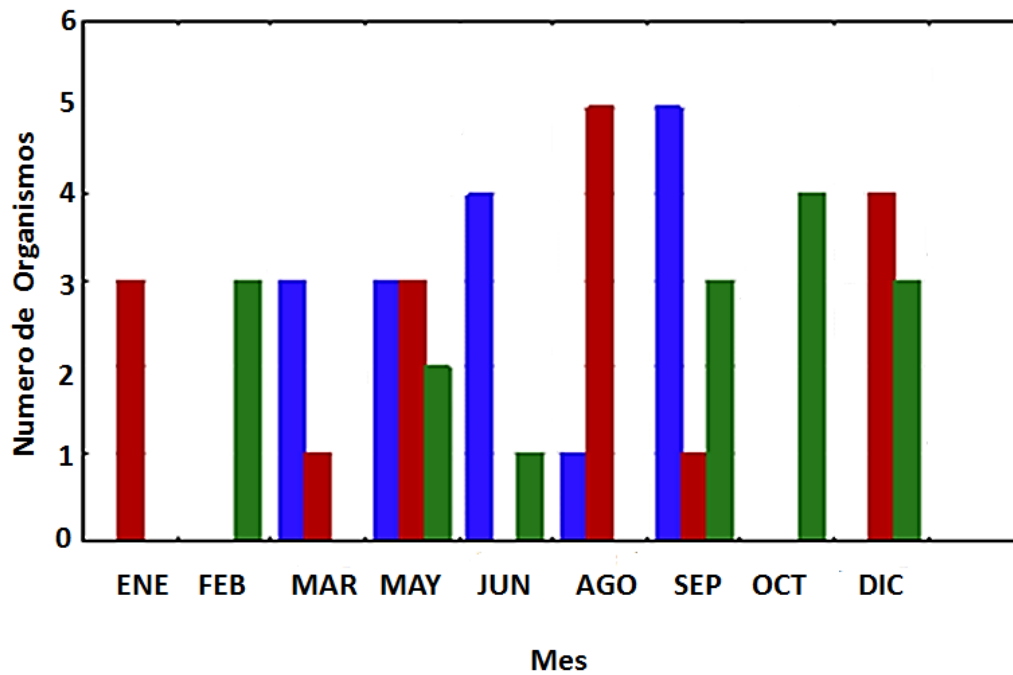


Figura 7. Grupos de hembras de *S. bicantalis* encontradas a través de los meses de estudio. El grupo 1 = barras azules; grupo 2 = barras rojas; grupo 3 = barras verdes.

La figura 8 muestra la distribución mensual de las hembras preñadas y en el apéndice 2 se describe brevemente la condición de los embriones en cada una de las fases de desarrollo mostrados en esta figura.

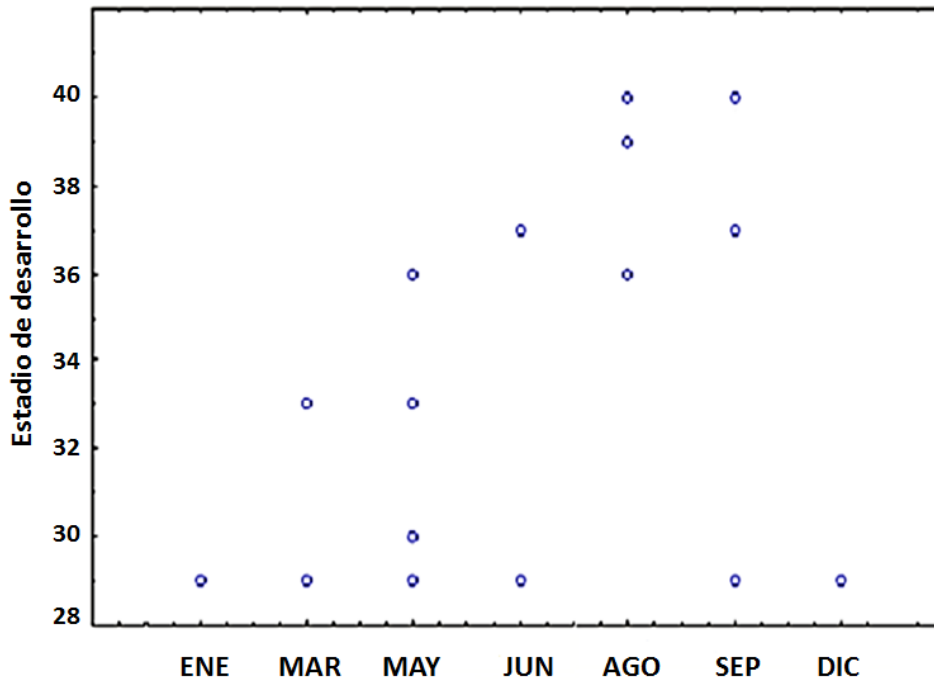


Figura 8. Fases de desarrollo embrionario encontradas a lo largo de los meses de estudio, según la tabla de desarrollo de Defaure y Hubert (1961) (Apéndice II).

Las lagartijas con embriones en estadio de desarrollo más alto (40) se encontraron en los meses de agosto y septiembre (Fig. 8). Presumiblemente las crías de estas hembras hubieran nacido en los mismos meses en los que se recolectaron. De hecho, los tamaños de los embriones de estas hembras (cinco) fueron similares a los de las crías nacidas en laboratorio ( $17.1 \pm 0.65$  – ver abajo). Por otro lado, en la mayoría de los meses de estudio se encontraron hembras cuyos embriones se encontraban en estadios de desarrollo bajo ( $< 30$ ), por lo que puede asumirse que en la mayoría de los meses hay hembras con embriones totalmente desarrollados (Fig. 8).

Una hembra de 49.48 mm de LHC dio a luz a seis crías el 19 de mayo 2012. La LHC, la LT y el peso promedio de las crías fueron  $17.87 \pm 0.05$  mm (16.4-19.53),  $7.67 \pm 0.14$  m (7.28-8) y  $0.20 \pm 0.003$  (0.19-0.20).

### **Tamaño de camada y crecimiento de las crías**

El tamaño de camada promedio fue de  $6.36 \pm 0.23$  (4-9;  $n = 33$ ). El peso promedio de la misma fue  $1.28 \pm 0.11$  g (0.95-2.4). La masa relativa de la camada fue  $0.44 \pm 0.031$  (0.20-0.82). No se encontró relación entre el tamaño de camada y la longitud hocico cloaca ( $p > 0.05$ ).

El cuadro 1 muestra los resúmenes estadísticos del peso y LHC correspondientes a los jóvenes recolectados en campo. Los ejemplares más pequeños tuvieron LHCs similares a las de las crías nacidas en laboratorio. Las crías de menor longitud se encontraron entre los meses de mayo a septiembre (Fig. 9). De hecho, en mayo se encontraron lagartijas de tamaño similar a las crías nacidas en laboratorio y de los embriones en fase 40 (de 17 mm de LHC, 7.67 mm de LT y 0.203 g de peso corporal).

Si se toma en cuenta la longitud hocico cloaca mínima en los jóvenes, la cual puede considerarse como el tamaño que tienen al nacer, y se compara con la LHC máxima en los adultos, se percibe que los descendientes hembras tienen el potencial para crecer hasta 3.3 veces su tamaño corporal. En los machos este potencial es ligeramente menor (2.9). Asimismo, si se consideran los pesos mínimos (en crías) y máximo (en adultos) de los ejemplares macho, se aprecia que pueden alcanzar un peso igual a 12.7 veces el peso que tenían al nacer. Para el caso de las hembras el potencial en cuestión es de 14.8.



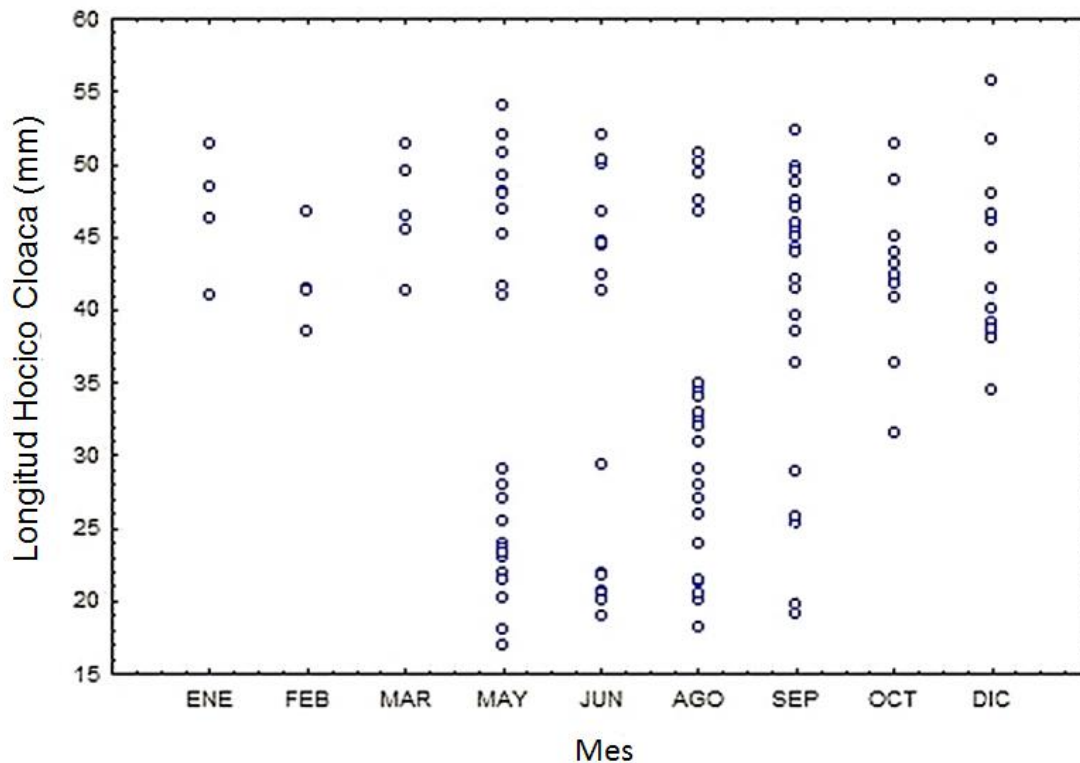


Figura 9. Tamaño corporal (LHC) de lagartijas jóvenes de *Sceloporus bicanthalis* colectadas a durante el estudio

### Ciclo de lípidos.

El peso promedio de los cuerpos grasos de las hembras del grupo I (con embriones casi totalmente formados) fue significativamente menor que en los grupos II y III. También el peso promedio de estas estructuras fue menor en el grupo II que en el tres (10 hembras sin actividad ovárica y 5 con folículos en crecimiento (Cuadro II, Fig. 10). El peso promedio del cuerpo eviscerado mostró tendencias similares (menor en el grupo I y mayor en grupo III).

Las diferencias en los pesos promedio de los cuerpos grasos fueron pequeñas. Asimismo, en los tres grupos este peso es relativamente alto (> 2.5 g). Esto sugiere que las hembras adultas comúnmente poseen reservas de grasa al margen de su condición reproductiva.

Cuadro: 2 promedios de medidas registradas de acuerdo al grupo de hembras por desarrollo embrionario

GRUPO	LHC(mm)	PESO(g)	C.GRASOS(g)	HIGADO(g)
1	41.27(41.26-52.3) ± 0.88	5.01(3.8-6.06) ± 0.18	0.020(0.001-.089) ± 0 .01	0.074(.014-0.13) ± 0.008
2	47.75(41-55.82) ± 0.876	3.95(2.24-6.76) ± 0.27	0.036(.004-0.236) ± 0.020	0.0810(.030-0.029) ± 0.020
3	45.02 (38.55-54.12) ± 1.21	3.09 (1.705-5.08) ± 1.214	0.038(.004-.125) ± 0.010	0.080(.332-.189) ± 0.01

Se realizó una prueba de F para encontrar diferencias del peso del hígado entre los grupos y no se encontraron diferencias significativas (F= .288 y una p =0 .75)

El peso del ovario fue mayor en el grupo III como se esperaba dado que es el único grupo que tendría actividad ovárica.

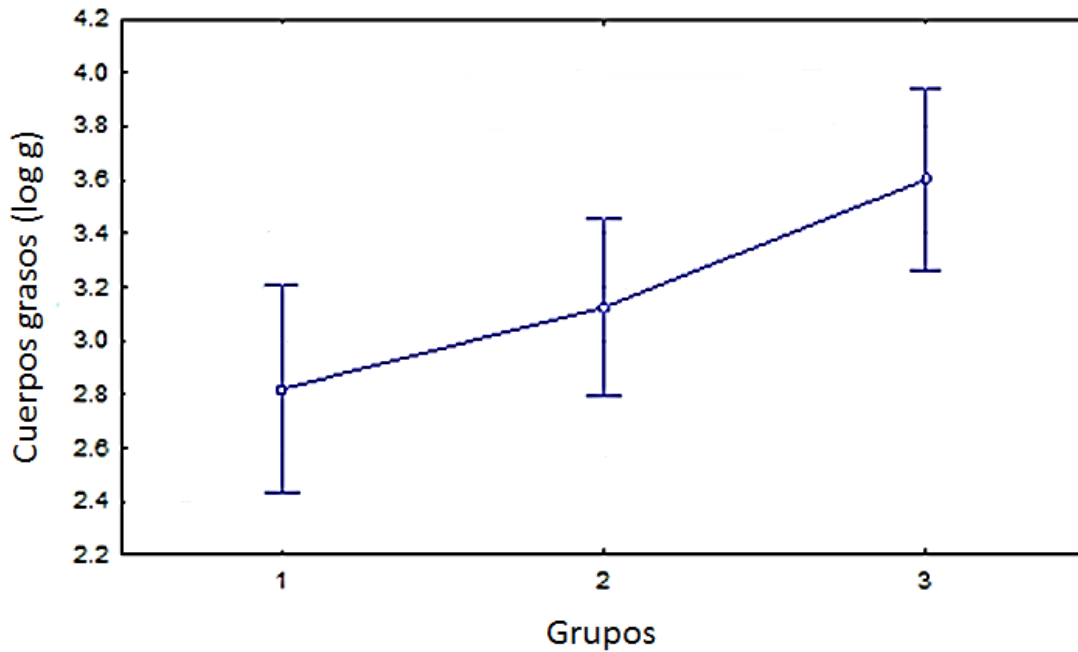


Figura: 10 Variación del peso de los cuerpos grasos entre los grupos de hembras

### Madurez sexual

La hembra más pequeña con huevos en el oviducto tuvo una longitud hocico cloaca de 38.9 mm. Asimismo, el macho más pequeño con testículos agrandados tuvo una LHC de 38 mm. Esto sugiere que machos y hembras alcanzan la madurez sexual a un tamaño similar.

## Machos

En cinco meses únicamente se capturó un ejemplar macho por mes (Cuadro 3). En general los testículos de los machos fueron ligeros (Tabla 3) (< 0.1 g). Sin embargo, los datos de volumen testicular sugieren que en la época más seca los machos poseen testículos más pequeños. El volumen de los testículos correspondientes a los tres ejemplares recolectados en este tiempo (de enero a marzo) fue menor que el de los testículos de los ejemplares recolectados en otros meses.

La mayoría de los machos adultos no tuvieron cuerpos grasos visibles. Únicamente se encontraron machos con cuerpos grasos notorios en los meses de enero, marzo, junio y agosto, y en todos estos machos las estructuras fueron pequeñas y ligeras. El promedio de las mismas ( $\pm$  ES) fue  $0.010 \pm 0.0021$  (0.0028-0.0277). No hubo diferencias sexuales significativas en el peso promedio del hígado ( $p < 0.05$ ).

	n	Peso del testículo (g)	Volumen testicular (mm <sup>3</sup> )
<b>Enero</b>	1	0.096	13.96
<b>Febrero</b>	1	0.019	15.64
<b>Marzo</b>	1	0.098	15.26
<b>Mayo</b>	1	0.041	24.59
<b>Junio</b>	3	$0.026 \pm 0.003$ (0.023-0.036)	$18.73 \pm 3.49$ (15.23-22.23)
<b>Agosto</b>	10	$0.040 \pm 0.003$ (0.023-0.059)	$20.61 \pm 2.85$ (9.21-36.6)
<b>Septiembre</b>	5	$0.037 \pm 0.005$ (0.021-0.044)	$25.28 \pm 8.25$ (7.94-43.12)
<b>Octubre</b>	3	$0.039 \pm 0.006$ (0.031-0.051)	$28.0 \pm 0.43$ (27.48-28.86)
<b>Diciembre</b>	1	-	33.14

Cuadro: 3 Promedios mensuales de peso y volumen testicular

## DISCUSIÓN

La longitud hocico cloaca (LHC) promedio de las hembras de *Sceloporus bicanthalis* fue 4.47 mm mayor que la de los machos. Además, el porcentaje de longitud del tronco (axila-ingle) en relación a la LHC es 6.46% mayor que el de los machos. En varias especies de lagartijas se ha detectado que las hembras son más grandes que los machos (Powell *et al*; 1985), o bien en casos en donde no hay dimorfismo en tamaño como sucede en *Liolaemus cuyanus* (Laspiur-Acosta 2007) que la longitud del tronco es mayor en las primeras que en los últimos. Esta es la primera especie, o de las primeras especies en las cuales se reportan ambos tipos de dimorfismo. Es factible suponer ambos tipos de dimorfismo son consecuencia de selección a favor de una alta fecundidad.

No se detectó relación entre la LHC de las hembras y el tamaño de camada. Contrariamente, en la población de *S. bicanthalis* estudiada por Manríquez-Morán (1995) en el Parque Nacional de Zoquiapan de detectó una relación positiva entre la LHC de las hembras y el tamaño de camada. No es claro por que en una población hay relación y en la otra no. Es posible que el efecto del tamaño de la hembra sea pequeño y difícil de detectar. En la población estudiada por Manríquez-Morán el modelo obtenido explicó pobremente la variación del tamaño de camada ( $r^2 = 0.25$ ). Por otro lado, la muestra procedente de San Juan del Valle, Puebla incluye pocas hembras de tamaño pequeño, lo que pudo dificultar detectar una relación positiva. Es recomendable incluir más hembras relativamente pequeñas antes de concluir que las diferencias reflejan verdaderas diferencias geográficas en las historias de vida de las poblaciones estudiadas.

Los resultados sugieren que en la población San. Juan del Valle las hembras exhiben actividad reproductiva durante todo el año (o durante la mayor parte del año). Primero, se encontraron hembras preñadas en la mayoría de los

meses del año (enero, marzo, mayo-septiembre y diciembre, figura 7), y en cuatro de ellos se encontraron tanto hembras con embriones casi totalmente desarrollados como hembras cuyo estadio de desarrollo fue menor a 30 (según la tabla de desarrollo de Defaure y Hubert,). Segundo, se encontraron ejemplares pequeños (casi recién nacidos) durante cuatro meses consecutivos (mayo-septiembre) y en estos mismos meses también había jóvenes de distintas edades (Fig. 9). Como es de esperarse, dado que se trata de la misma especie, en este aspecto la población de San Juan del Valle es similar a la población del Parque Nacional de Zoquiapan.

No es posible conocer el tiempo que dura la gestación. Sin embargo, los datos sugieren que puede ser similar o aún más extenso que en muchas otras especies vivíparas en las cuales el tiempo de gestación es de menos de cinco a seis meses (Feria - Ortiz *et al.*, 2001). Si se asume que la duración de la gestación, reposo ovárico (tiempo entre la fecha de parto y la reactivación ovárica) y vitelogénesis son similares, se esperaría que el número de hembras preñadas, en reposo ovárico y en vitelogénesis fueran similares en cualquier mes del año. Sin embargo, esto no fue así. A lo largo del estudio se recolectaron muchas más hembras preñadas que hembras en reposo y en vitelogénesis (en conjunto). La proporción fue 32/16. En consecuencia, si bien existen otros factores pueden tener efecto en el éxito relativo de la captura de los tres tipos de hembras maduras (básicamente diferencias en comportamiento debidas a sus diferentes condiciones reproductivas) es factible considerar que el mayor número de hembras preñadas capturadas en relación a las otras hembras se debe, al menos en parte, a un período de gestación relativamente extendido.

El tamaño de camada de *S. bicanthalis* en la población de San Juan del Valle fue mayor que la de la población del Parque Nacional de Zoquiapan (Cuadro 4). Sin embargo, la diferencia en los tamaños de camada es relativamente pequeña (0.04) y también es de notarse que los estudios se realizaron en tiempos diferentes. De este modo, no es claro si las diferencias reflejan

principalmente diferencias genéticas o la influencia de factores próximos como la disponibilidad de alimento. Por otro lado, el tamaño de camada de *S. bicanthalis* es relativamente alto cuando se compara con otras especies sceloporinas vivíparas de tamaño y similar, tales como *S. palaciosi*, *S. disparilis* y *S. anahuacus* (Cuadro 4). Incluso, el tamaño de camada es similar al de especies vivíparas de tamaño mayor, tal como *Sceloporus poinsetti* (Cuadro 4), y similar o mayor al de especies ovíparas de tamaño similar (Cuadro 4).

Cuadro: 4: Tamaño de camada modo reproductor y Longitud Hocico Cloaca de distintas especies del genero *Sceloporus*

Especie	Promedio de Camada o Nidada	LHC	Modo Reproductor
<b><i>S. anahuacus</i><sup>1</sup></b>	3.5	43.14 ± 0.69 mm	Vivíparo
<b><i>S. aeneus</i><sup>2</sup></b>	6.86	50.2 ± 0.44 mm	Ovíparo
<b><i>S. bicanthalis</i></b>	5.81	48.11 ± 0.66	Vivíparo
<b><i>S. poinsetti</i><sup>3</sup></b>	6.3	85.8 ± 1.3 mm	Vivíparo
<b><i>S. magister</i><sup>4</sup></b>	6.3	≈ 130 mm	Ovíparo
<b><i>S. gadoviae</i><sup>5</sup></b>	3.8	54.36 ± 0.04 mm	Ovíparo
<b><i>S. grammicus</i><sup>4</sup></b>	6.2	-	Vivíparo
<b><i>S. bicanthalis</i><sup>6</sup></b>	6.2	47.21 ± 0.62 mm	Vivíparo
<b><i>S. disparilis</i><sup>7</sup></b>	5.04	≈ 53.00 mm	
<b><i>S. palaciosi</i><sup>8</sup></b>	3.72	44.5 ± 0.6	Vivíparo

1: Arriaga, 2010; 2: Manríquez Moran 1995; 3: Gadsden *et al.*, 2005; 4: Fitch 1985; 5: Martínez-Vargas, 2007; 6: este estudio; 7: Guillette, 1986; 8: Méndez de la Cruz, 1988.

*Sceloporus bicanthalis* es diferente de casi todas las especies vivíparas de zonas templadas estudiadas hasta la fecha, en virtud de que exhibe un ciclo reproductivo continuo (no estacional). Puede considerarse una autapomorfía para la especie. Aún se desconocen las presiones selectivas o condiciones

ambientales que favorecieron este tipo de patrón reproductivo. No obstante, al parecer, el microhábitat particular en el que realizan sus actividades vitales les debe permitir conseguir alimento suficiente durante la mayor parte del año, o todo el año. Esto por lo siguiente. La actividad reproductiva en la población masculina es continua y los machos parecen no depender de la energía almacenada para realizar sus actividades (ver abajo). Por otro lado, si bien las hembras si depende de la energía almacenada para apoyar la vitelogénesis y para propósitos de manutención durante el período de gestación, el crecimiento y disminución de los cuerpos grasos (a nivel poblacional) puede darse en cualquier tiempo del año.

### **Machos**

La actividad reproductiva de los machos de *Sceloporus bicanthalis*, similar a la de las hembras, también es relativamente continua. Sin embargo, los resultados sugieren que la actividad reproductiva es menor en los meses más secos del año. Hernández-Gallegos (2002) también reportó un ciclo reproductivo continuo en los machos de la población del Parque Nacional de Zoquiapan de esta misma especie. Sin embargo, los patrones reproductivos son ligeramente diferentes ya que Hernández-Gallegos reporta un patrón reproductivo totalmente continuo y mientras que estudio, la actividad reproductiva parecer ser menor en los meses más secos del año. Dado que en San Juan del Valle se recolectaron muy pocos organismos es necesario realizar estudios citológicos similares a los realizados por Hernández-Gallegos para corroborar esta diferencia.

### **Lípidos**

Las hembras con folículos pequeños o vitelogénicos (pero aun relativamente pequeños) tuvieron cuerpos grasos más pesados que las hembras preñadas con embriones muy poco desarrollados y, a su vez, los cuerpos grasos de estas hembras fueron más pesados que los de las hembras preñadas con embriones casi a término. Esto sugiere que en las hembras utilizan la energía



almacenada en sus cuerpos grasos para apoyar el crecimiento de los folículos (vitelogénesis). También, parte de la energía almacenada debe utilizarse para propósitos de manutención durante el tiempo de gestación. La carga de embriones debe disminuir marcadamente el espacio disponible para alimento.

Los cuerpos grasos de los machos de *S. bicanthalis* fueron muy ligeros o no fueron visibles. Esto sugiere que los machos dependen poco de la energía almacenada para realizar sus actividades vitales. También apoya la idea de que de alguna manera pueden conseguir alimento a lo largo de la mayor parte del año. Por otro lado, el hecho de que únicamente se encontraran y recolectaran tres ejemplares en los meses más secos del año sugiere que los machos enfrentan la escasez de alimento (característico de esta época) disminuyendo el nivel de su actividad.

## Conclusiones

En población de *S bicantalis* de Chilchotla Puebla exhibe un patrón reproductivo continuo. En cualquier mes del año pueden encontrarse hembras preñadas, hembras vitelogénicas y crías recién nacidas. Asimismo, continuamente se incorporan a las poblaciones nuevos organismos maduros.

La madures sexual de hembras y machos de *S bicantalis* se alcanza en un tamaño corporal similar ( $\approx 40.0$  mm)

Las hembras son no solo más grandes que los machos sino que la longitud del tronco en relación al tamaño corporal también es mayor en las hembras que en los machos.

El tamaño de camada promedio de *Sceloporus bicantalis* es alto (6.2 crías en promedio) en comparación con otras lagartijas vivíparas de tamaño similar.

Los cuerpos grasos disminuyen su peso conforme avanza el desarrollo embrionario

En los machos los cuerpos grasos no son determinantes para al reproducción

## APÉNDICE I

Todos los organismos se depositaron en la Colección Herpetológica del Museo de Zoología de la FES Zaragoza. Antes de depositarlos se prepararon según las recomendaciones de Duellman (1962) y Smith (1986):

- a) Se fijarán con una solución de formol buffer al 10%.
- b) Se colocará una etiqueta en cada una de las extremidades posteriores, una con las iniciales del colector y su número de colecta y otra con un número de registro del Museo de Zoología de la FES Zaragoza.
- c) Se acomodarán en un recipiente de plástico en una posición que se permita examinarlos de manera fácil.
- d) Cada ejemplar se cubrirá con toallas de papel húmedas con la solución de formol con las que se fijaron previamente.
- e) Se colocarán en un recipiente cerrado herméticamente y pasadas 24 horas los organismos serán puestos en una cámara de lavado durante 72 horas, después de este tiempo los ejemplares pasaran a frascos con alcohol al 70% en el cual permanecerán de manera definitiva.

## APÉNDICE II

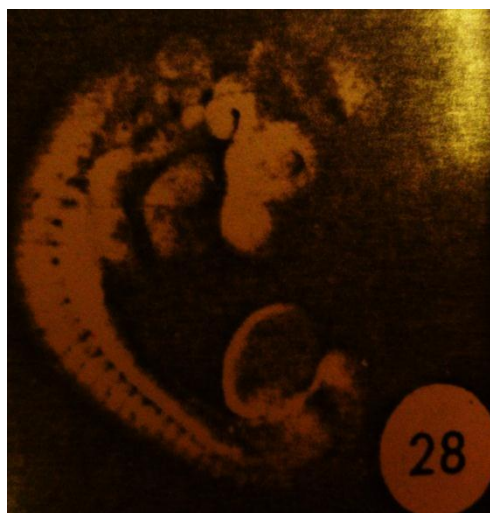
Estadios de desarrollo encontrados en el presente estudio

MES	Estadios de desarrollo
Enero	Menor de 30
Marzo	Menor de 30, 33
Mayo	Menor de 30, 33 30 y 36
Junio	Menor de 30
Agosto	39, 40 y 36
Septiembre	37 y 40
Diciembre	Menor de 30

Se determinaron los estadios de desarrollo embrionario de acuerdo a las características morfológicas de la tabla de desarrollo embrionario de Dufaure y Hubert (1961) que se describe a continuación

Estadio 27: Los embriones se caracterizan por presentar 33 pares de somitas, las hendiduras branquiales 1 y 2 están abiertas y los esbozos olfativos se han diferenciado.

Estadio 28: Los embriones presentan 35 pares de somitas. La 3 hendidura branquial ha comenzado a abrirse y las 4 extremidades se presentan como protuberancias.



Estadio 30: El embrión cuenta con 50 pares de somitas. Las cinco primeras hendiduras branquiales están abiertas, los miembros tienen forma de muñón y aparecen bordeados por una cresta, en este estadio los ojos comienzan a pigmentarse.

Estadio 31: Los muñones de los miembros se aplanan y constituyen las "paletas." Las hendiduras branquiales 4 y 5 se cierran y los ojos son prominentes y pigmentados

Estadio 32: La paleta de los miembros esta bien diferenciadas y 2 hendiduras branquiales permanecen abiertas.

Estadío 33: Tres dedos comienzan a diferenciarse. Se forma la mandíbula inferior y unos párpados circulares comienzan a desarrollarse.

Estadío 34: Los cinco dedos se han diferenciado en la paleta. Todas las hendiduras branquiales están cerradas y las narinas se han constituido.

Estadío 35: Los dedos se individualizan, pero permanecen unidos por una membrana y se cubren de puntos de pigmento que se concentran en los extremos. La mandíbula inferior esta completamente formada en borde del parpado interno es dentado y el ojo pineal presenta un círculo pigmentado.

Estadío 36: La membrana que une a los dedos va



desapareciendo las uñas se esbozan en los extremos de los dedos y en este sitio hay una concentración importante de pigmento. Algunas escamas del cuerpo comienzan a esbozarse

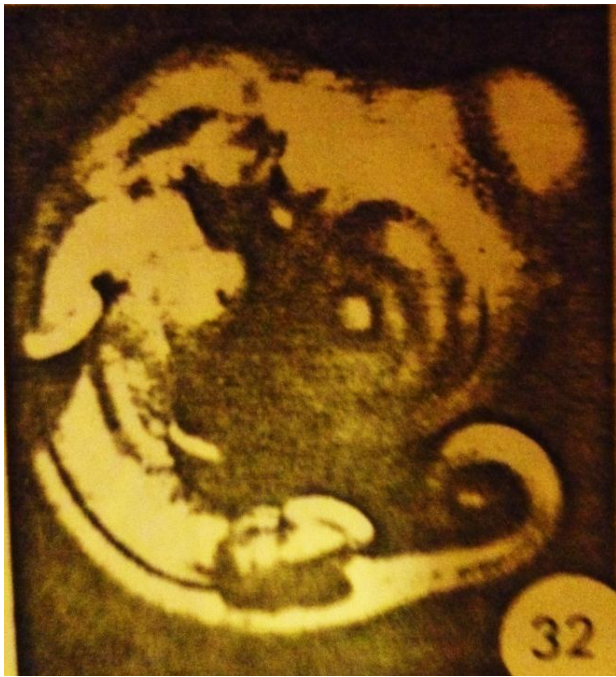
Estadío 37: El embrión presenta dedos totalmente libres de la membrana y con uñas ya diferenciadas. Las escamas de las patas comienzan a esbozarse y los glóbulos oculares son menos prominentes. Las escamas del cuerpo son muy evidentes y la cabeza se cubre de puntos de pigmentos.

Estadío 38: Los dedos ya están totalmente separados y las escamas del cuerpo son más diferenciadas.

Estadío 39: Las patas y los dedos se cubren de escamas que no están totalmente diferenciadas Las escamas del hocico comienzan a diferenciarse y las escamas del cuerpo presentan pigmentación

Estadío 40: Las escamas de todo el cuerpo están totalmente formadas y pigmentadas y el embrión tiene todas las características de la especie











## LITERATURA CITADA

Arriaga Nava, G. 2010. Ciclos Reproductivos y de los Cuerpos Grasos de una Población de la Lagartija Vivípara *Sceloporus anahuacus* (Squamata: Phrynosomatidae) al Sur del Valle de México. Tesis de Licenciatura. FES Zaragoza, UNAM.

Ballinger, R. E. 1973. Comparative Demography of two Viviparous Iguanid Lizards (*Sceloporus jarrovi* and *Sceloporus poinsetti*). *Ecology* 54: 269 – 283.

Derickson, W. K 1976. Lipid Storage and Utilization. *Amer. Zool.* 4: 711–723.

Duellman, E. W. 1962. Directions for Preserving Amphibians and Reptiles. *Univ. Kans. Mus. Nat. Hist., Misc.* 30:37–40

Defaure, J. P. y J. Hubert 1961. Table de Developpement du Lizard Vivipare: *Lacerta* (*Zootoca*) Vivípara Jacquin. *Ach. Anat. Microscop. Morphol. Exp.* 50:309 – 328.

Duvall, D., L. J. Guillette, Jr. y R. E. Jones. 1982. *Biology of the reptilia*. Vol 13. C. Gans y H. Pough (eds.) Academic Press. New York.

Mendez de la Cruz F. R., Villagran Santa Cruz M. and Andrews R. M (1998) Evolution of Viviparity in the Lizard Genus *Sceloporus*. *Herpetologica*, 5,1(1), 199E, 521-532

Feria-Ortiz, M., A. Nieto-Montes de Oca y I. H. Salgado-Ugarte. 2001. Diet and reproductive biology of the viviparous lizard *Sceloporus torquatus torquatus* (Squamata: Phrynosomatidae). *J. Herpetol.* 35: 104-112;

Fitch, H. S. 1970. Reproductive Cycles in Lizards and Snakes. *Univ. Kans. Mus. Nat Hist Misc. publ* 52: 1-247.

Fitch, H. S. 1978. Sexual size differences in the genus *Sceloporus*. *Univ. Kans. Sci. Bull.* 51: 441- 461.

Fox, H. 1977 The urogenital System of Reptiles. In. Gans, C y T. S. Parsons (Eds. ). Biology of the Reptilian. Morphology. E. Academic Press. Vol.6 p1-247

Fox, H. 1997. The Urogenital System of Reptiles. Pp. 1-247, In. Gans, C. y T. S. Parsons (Eds). Biology of the Reptilia. Morphology. Vol 6. Academia Press, USA.

Goldberg, S. R. 1972. Seasonal Weight and Cytological Changes in the Fat Bodies and Liver of the Iguanid Lizard *Sceloporus jarrovi*. Copeia 1972 :227-232.

Guillete L.J. 1987 The Evolution of viviparity in fishes, amphibians, and reptiles: An endocrine approach . En Hormones and reproduction in fishes, amphibians, and reptiles. Norris DO y Jones RE editors Plention Publishing . Corporation pp 523- 562

Guillete L.J. 1991 The Evolution of viviparity in amniote vertebrates: new insights new question .Journal of Zoology. London 223:521-526

Guillete, L. J., Jr y D. A. Bearce. 1986. Reproductive and Fatbody Cycles in the lizard, *Sceloporus grammicus disparilis*. Trans Kansas Acad. Sci. 89:31-39.

Guillette, L. C., Jr., 1981. Reproductive Strategies and the Evolution of Viviparity in Two Allopatric Populations of the Mexican Lizard, *Sceloporus aeneus*. Boulder. Tesis doctoral, Universidad de Colorado USA.

Guillette, L.J., Jr., y F. R. Méndez- de la Cruz 1993. The Reproductive Cycle of the Viviparous Mexican lizard *Sceloporus torquatus*. J. Herpetol 27:168-174.

Hernández-Gallegos, O., F. R. Méndez-de a Cruz, M. Villagran-Santa Cruz y R. M. Andrews. 2002. Continuous Spermatogenesis in the Lizard *Sceloporus bicanthalis* (Sauria:Phrynosomatidae) form high Elevation Hábitat of Central Mexico. Herpetologica 58:415-421

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (INEGI) Consultado el 22 de enero de 2011. Disponible on line URL. <http://www.inegi.org.mx/inegi/default.aspx?s=geo&c=909>.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) Consultado el 22 de enero de 2011 Disponible on line URL. [http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/scel\\_bicagw.xml? httpcache=yes& xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc\\_html.xsl& indent=no](http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/scel_bicagw.xml? httpcache=yes& xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl& indent=no)

Laspiur A., Acosta J.C. (2007) Dimorfismo sexual de *Liolaemus cuyanus* Cei & Scolaro, 1980 (Iguania: Liolaemidae) en una población de San Juan, Argentina. *Rev. peru. biol.* 14(1): 047- 050

Licht, P. 1984. Reptiles. Pp. 206-321, In Laming, G. E. (ed.). Marshall's Physiology of Reproduction. vol 1: Reproductive Cycles of Vertebrates. Churchill Livingstone, N. Y.

Manríquez Morán. N. L. 1995. Estrategias Reproductoras en las Hembras de dos Especies Hermanas de Lacertillos: *Sceloporus aeneus* y *Sceloporus bicanthalis*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias UNAM.

Martínez Vargas J.M. 2007 Contribución al Conocimiento de la Estrategia Reproductora de una población de lacertillo *Sceloporus gadoviae* (Sauria Phrynosomatidae) que Habita en una Comunidad de Selva baja al Suroeste del estado de Puebla Tesis de licenciatura FES Zaragoza UNAM

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, UNAM.

Mendez de la Cruz, F.R. y M. Villagrán Santa Cruz. 1983. Contribución al Conocimiento de la Ecología y Ciclo Reproductor de la Lagartija Vivípara

Sceloporus mucronatus mucronatus . Tesis profesional. ENEP. Iztacala UNAM. Mexico 77p

Mojica, B. H., B. H. Rey, V. H. Serrano, y M. P. Ramírez-Pinilla. 2003. Annual Reproductive Activity of a Population of *Cnemidophorus lemniscatus* (Squamata: Teiidae). J. herpetol. 37:35–42.

Orr, R. T. 1978. Biología de los Vertebrados. Interamericana Mexico 545pp

Powell, G. L., and A. P. Russell. 1985. Growth and sexual size dimorphism in Alberta populations of the eastern short-horned lizard, *Phrynosoma douglassi brevirostre*. Can. J. Zool. 63: 139—154.

Ramírez Bautista A., Hernández- Salinas U., García Vázquez U. O., Leyete-Manrique A., y L. Cansejco- Márquez. 2009. Herpetofauna del Valle de México: *Diversidad y Conservación*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. CONABIO.

Ramirez Sandoval, E, A Ramirez Bautista y L, J. Vitt 2006 Reproduction in the lizard *Phyllodactylus lanei* (Squamata: Gekkonidae) from the Pacific Coast of Mexico. Copeia 1:1-9

Ramirez-Bautista A, J. Barba Toorres y L. J Vitt 1998 Reproductive Cycle and brood size of *Eumeces lynxe* from pinal de Amoles, Queretaro Mexico J. Herpetol. 32:18-24

Rocha, C. F. D. 1992. Reproductive and fat Body Cycles of Tropical sand Lizard (*Liolaemus lutzae*) of Southeastern Brazil. J. Herpetol 26:17–23.

Rodríguez Romero F., Méndez R. F., García- Collazo R., Villagrán- Santa cruz M. 2002. Comparación del Esfuerzo Reproductivo de dos Especies Hermanas del Genero *Sceloporus* (Sauria: Phrynosomatidae ) con diferente modo reproductor Instituto de biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Acta Zool. Mex. (ns) 85:181-188.

Rodríguez- Romero, F., G. R. Smith , O. Cuellar y F. R. Méndez de la Cruz ,  
2004. J. Herpetol. 38: 438- 433

Shine. R. y Guillete L.J. 1988. The evolution of viviparity in reptiles: A  
physiological model and its ecological consequences. J. Theor. Biol. 132: 43-  
50

Smith, H, M. 1939. The Mexican and central American lizards of the genus  
*Sceloporus* zoological series field museum of natural history serie 26:1- 397

Smith, H. M. y Taylor, E. H. 1966. Herpetology of Mexico. Annotated checklist  
and keys to the Amphibians and Reptiles. A Reprint of Bulletins 187, 194 and  
199 of the U. S. National Musseum With a List of Subsequent Taxonomic  
Innovations. Ashton Maryland. Eric Lundberg.

Telford, S.R. (1970) Seasonal Fluctuations in Liver and fat Body Weights of  
the Japanese Lacerated *Takidromus trachidomoydes* Schegel. Copeia 68-  
688.