



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

FACULTAD DE CIENCIAS

**CICLO REPRODUCTOR DE *Sceloporus ochoterenae*
EN EL ESTADO DE MORELOS, MÉXICO**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE
MAESTRO EN CIENCIAS (BIOLOGIA)**

**P R E S E N T A
MARIA GUADALUPE BUSTOS ZAGAL**

**DIRECTOR DE TESIS
DR. FAUSTO R. MENDEZ DE LA CRUZ**

MEXICO, D. F.

MAYO DEL 2009



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.

DEDICATORIA

A mis hijas Saraí y Denis

Quienes son la alegría de la casa y me motivan a ser cada día mejor. Como muestra de amor y agradecimiento, por el apoyo que siempre me han dado, por comprender mi trabajo y por las muchas horas que dejamos de estar juntas para poder concluir este manuscrito, *las amo*.

Con amor a mi mejor amigo, confidente y colega, mi esposo **Rubén Castro Franco**, a quien admiro por su gran dedicación en el trabajo pero sobre todo por su carácter tan humanitario que lo caracteriza siempre, **AMORCITO** muchas gracias por todo tu apoyo.

A mis padres

Francisco Bustos Montoya †

Tomasa Zagal Figueroa †

Por su apoyo e impulso para mi formación profesional, porque representan para mi símbolo de amor y trabajo.

A mis **hermanas(os)** por el amor que nos une como familia

A cada uno de mis **sobrinas (os)** por los momentos hermosos que hemos vivido juntos.

A **María de la Luz Vázquez Zagal**, a quien quiero como a una hermana.

A mis amigos **Patricia Trujillo Jiménez, Graciela Bustos Zagal, Víctor Manuel Mora Pérez, Lourdes Acosta Urdapilleta, Juan Manuel Caspeta Mandujano, Adriana Trejo Loyo, Jorge Viana Lases, Hugo Zagal Maldonado, Aquiles Argote Cortés, Angeluz Olvera Velona, María Eugenia Bahena Galindo, Francisco Javier Sotelo, Ismael Amaya Calvo, José Guadalupe Peña Chora, Jaime R. Bonilla Barbosa, Rosmandi Lara López, Alfredo Chávez Martínez, Ana Luisa Ortíz Villaseñor, Marco Antonio Lozano García, Lucia González Cleto, y Patricia Flores López**, con quienes he compartido momentos inolvidables de alegría y quienes han estado conmigo en los días más tristes de mi vida. Muchas gracias por su sincera amistad.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Fausto R. Méndez de la Cruz Investigador del Laboratorio de Herpetología. Instituto de Biología, de la Universidad Nacional Autónoma de México, asesor de tesis, quien me brindó la oportunidad de realizar este trabajo bajo su asesoría, por sus valiosas recomendaciones que hicieron que finalmente concluyera este documento. Muchas gracias por tu apoyo incondicional, pero sobre todo por tu sincera amistad.

A la Dra. Maricela Villagrán Santa Cruz, Dr. Isaías Hazarmabeth Salgado Ugarte, M en C. Rodolfo García Collazo, M. en C. Marco Antonio Gurrola Hidalgo y Dr. Fausto R. Méndez de la Cruz, integrantes del sínodo de esta tesis, quienes con sus acertados comentarios ayudaron a enriquecer este trabajo, a todos ustedes MUCHAS GRACIAS por su apoyo.

A la dirección de Intercambio académico y Becas de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) por el apoyo parcial durante mis estudios de maestría.

A la Secretaría de Educación Pública Programa (SUPERA) quien me otorgo una beca para concluir la fase de campo de esta investigación.

Al M. en C. Rubén Castro Franco, con quien he compartido experiencias de trabajo y me ayudó en la fase de campo, mi más sincero agradecimiento por tu apoyo.

Agradezco muy especialmente a los tesisas, Omar Santoyo López, Wendy Mena Arizmendi, Alejandro Muñoz Brito, Gustavo Vergara García, Roberto Carlos Figueroa Bustos, Esmeralda Urzúa Vázquez, Carmen Gómez Urdapilleta, Carlos Alberto Montalbán Huidobro, Tania Flores Chávez, Yirdael Muñiz Corona y a todos los alumnos voluntarios que me han apoyado incondicional en las diversas actividades dentro Laboratorio de Herpetología, CIB-UAEM.

CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS	5
RESUMEN	8
ABSTRACT	9
INTRODUCCION	10
MATERIAL Y METODOS	11
Área de estudio	11
Obtención de datos	14
Análisis estadísticos	18
RESULTADOS	19
Tamaño de cuerpo y madurez sexual	19
Ciclo reproductor de machos	19
Ciclo reproductor de hembras	21
Características reproductoras	23
DISCUSION	25
CONCLUSIONES	29
LITERATURA CITADA	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Ubicación geográfica del cerro Calera Chica (18° 51' 21.90" N, 99° 11' 97" O, a 1,230 m) al sur del poblado de Jiutepec, en el centro de Morelos.

Fig. 2. Climograma de la estación más cercana a la zona de estudio (18° 53' 0.15" N, 99° 04' 3" O). Las barras oscuras representan la precipitación y la línea la temperatura.

Fig. 3. Vista dorsal y ventral de un macho adulto de *Sceloporus ochoterenae*

Fig. 4. Vista dorsal y ventral de una hembra adulta de *Sceloporus ochoterenae*

Fig. 5. Características físicas de los folículos de *Sceloporus ochoterenae*. A) folículos previtelogénicos. B) folículos vitelogénicos, C) folículos vitelogénicos listos para ovular, D) folículos vitelogénicos recién ovulados localizados en la parte superior del oviducto.

Fig. 6. Cambios en el volumen testicular de *Sceloporus ochoterenae* a lo largo del año. Letras iguales indican similitud en el volumen entre los meses. Letras diferentes (a, b) representan diferencias significativas ($P \leq 0.05$ %). Las líneas señalan el intervalo de confianza ($P = 0.95$ %) y los puntos negros el promedio de cada mes.

Fig. 7. Cambios en el diámetro folicular de *Sceloporus ochoterenae* a lo largo del año. Letras iguales indican similitud en el volumen entre los meses. Letras diferentes (a, b) representan diferencias significativas ($P \leq 0.05$ %). Las líneas señalan el intervalo de confianza ($P = 0.95$ %) y los puntos negros el promedio de cada mes.

Fig. 8. Análisis de regresión del efecto de la longitud hocico-cloaca de las hembras sobre el tamaño de la nidada en *Sceloporus ochoterenae*.

Cuadro 1. Datos comparativos del tamaño de cuerpo de hembras y tamaño de nidada de especies ovíparas de *Sceloporus* con distribución en ambientes de selva baja caducifolia y reproducción en Primavera-Verano. Promedio \pm desviación estándar (mínimo-máximo).



Macho de *Sceloporus ochoterenae*

CICLO REPRODUCTOR DE *Sceloporus ochoterena* EN EL ESTADO DE
MORELOS, MÉXICO.

María Guadalupe Bustos Zagal

Departamento de Biología Animal, Centro de Investigaciones Biológicas,

Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad 1001,

Chamilpa 62209, Cuernavaca, Morelos, México.

bustosgu@uaem.mx

RESUMEN

Se estudió el ciclo reproductor de *Sceloporus ochoterenae* de la población ubicada en un relicto de selva baja caducifolia del Cerro Calera Chica, en Jiutepec, Morelos. Los machos (LHC 49.53 ± 2.40 mm), son más grandes y más pesados (3.66 ± 0.68 g) que las hembras (LHC 46.37 ± 2.08 mm, peso 3.34 ± 1.23 g), lo que revela dimorfismo sexual como ocurre en otras especies de lagartijas sceloporinas. Existen diferencias en los ciclos reproductores, los machos inician la actividad en marzo, y las hembras en mayo al inicio de la temporada de lluvias, con el periodo de mayor actividad durante la temporada de lluvias. La temperatura y precipitación están correlacionadas positivamente con los ciclos de reproducción de machos y hembras. El tamaño de la nidada, es de cinco huevos y se correlaciona positivamente con el tamaño de las hembras. En contraste, el tamaño y peso de las hembras no tienen efecto sobre la masa relativa de la nidada ($X=0.245$). En general, las características reproductoras de esta población son diferentes a las observadas en poblaciones de Guerrero.

Palabras clave. Dimorfismo sexual, ciclo reproductor, características reproductoras, *Sceloporus ochoterenae*, Morelos.

ABSTRACT

The reproductive cycle of *Sceloporus ochoterenae* from the population that occurs in a relict tropical deciduous forest in central Morelos was studied. Males are significantly larger (49.53 ± 2.40 mm SVL) and heavier (3.66 ± 0.68 g) than females (SVL 46.37 ± 2.08 mm, weight 3.34 ± 1.23 g), which indicates that this species, like many other sceloporines is sexually dimorphic. There are differences in reproductive cycles between the sexes; the males begin their reproductive activity in March, whereas females start reproduction at the beginning of the rainy season (May), with highest period during the rainy season (July). Precipitation and temperature are correlated positively with the reproductive cycles of males and females. The average clutch was five eggs and was positively related to the female size. In contrast, the size and weight of the females have no significant effect on the relative clutch mass ($X = 0.245$). In general, the reproductive characteristics of Morelos' population are different from those observed in Guerrero.

Keywords. Sexual dimorphism, reproduction, reproductive characteristics, *Sceloporus ochoterenae*, Morelos.

INTRODUCCIÓN

La reproducción es el proceso biológico que permite la formación de nuevos organismos. En reptiles, los modos de reproducción son muy diversos y pueden variar entre ovíparidad, viviparidad y partenogénesis (Maslin, 1962; Blackburn, 1993). Entre las sesenta y nueve especies de lagartijas del género *Sceloporus*, de las que se tiene información sobre los modos de reproducción (Méndez de la Cruz *et al.*, 1998), existe mucha variación en los ciclos de reproducción de lagartijas de zonas templadas, zonas tropicales y desérticas.

Si bien es cierto que los trabajos sobre ecología de la reproducción en lagartijas han proliferado en los últimos años (Fitch, 1970, 1985; Tinkle *et al.*, 1970; Dunham y Miles, 1985), hay varias especies de las que sabemos muy poco, o la información disponible se trata solo de registros aislados. Esta situación se convierte en una limitante, que impide la construcción de una teoría para explicar la evolución de las historias de vida. En consecuencia, es necesario reunir información completa sobre las especies con distribución limitada.

Las lagartijas phrynosomatidas *Sceloporus ochoterenae*, son endémicas de la cuenca del Río Balsas México, y se distribuyen en varias localidades de Oaxaca, Michoacán, Guerrero y Morelos (Davis y Dixon, 1961; Flores-Villela, 1993; Casas-Andreu *et al.*, 1996; Pérez-Ramos *et al.*, 2000; Castro-Franco y Bustos, 2003). Estudios previos sobre la reproducción en dos localidades del estado de Guerrero, muestran variaciones en las características reproductoras, asociadas con variaciones en la morfología de las hembras (Smith *et al.*, 2003). Sin embargo, la ausencia de datos de reproducción en otras localidades limita interpretaciones sobre la plasticidad de la especie cuando es expuesta a distintos ambientes.

La variación en las condiciones ambientales locales, usualmente ha sido asociada con la producción de cambios en la disponibilidad de recursos, y estos han sido observados como inductores de variación en las características reproductoras de varias especies, incluso dentro de una población en distintos años (Tinkle, 1970; Ballinger, 1977; Marion, 1982; Vitt, 1983; Colli, 1991; Castillan y Bauwens, 2000; Rhen y Crews 2002).

En este trabajo se determino el ciclo reproductor de machos y hembras, el tamaño del cuerpo al que se alcanza la madurez, la masa relativa de la nidada, el tamaño y volumen del huevo, de una población de *Sceloporus ochotorenae* en la región centro sur de Morelos, México.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

La localidad se ubica al sur del poblado de Jiutepec, Morelos, en el cerro Calera Chica (18° 51' 21.90" N, 99° 11' 97" O), a 1,230 msnm (Fig. 1). El área es un relicto de selva baja caducifolia de aproximadamente 50 hectáreas con algunos elementos remanentes de *Ipomoea intrapilosa* (cazahuate), *Acacia cymbispina* (huizache) y *Guazuma ulmifolia* (cuahulote) (López y Barrera, 1976); donde abundan rocas calizas del cretácico superior (Fríes, 1960). El clima es del tipo cálido subhúmedo Awo''(i)g con lluvias en verano y porcentaje de lluvia invernal menor de 5 %. La precipitación media anual varía entre 800 y 1,000 mm, la temperatura media anual superior a 22° C, y el cociente precipitación/temperatura menor de 43.2. La mayor cantidad de lluvias ocurre en septiembre con 195 mm (190-200) y la mínima de diciembre a marzo con menos de 5 mm. A mitad del verano se reducen las lluvias lo que origina

una canícula, la temperatura más alta (26.5 °C) se presenta en mayo y la más baja (20.5° C) entre diciembre y febrero (García, 1964). El verano es cálido con poca oscilación térmica y la marcha de temperatura del tipo ganges (Fig. 2).

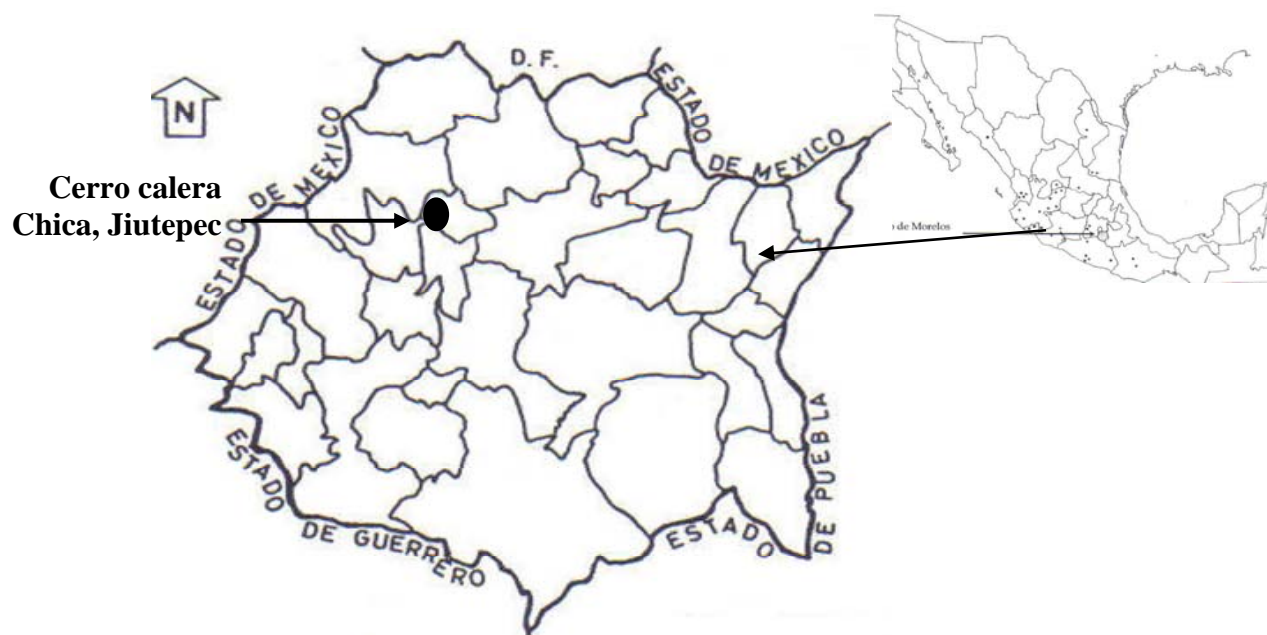


Fig. 1. Ubicación geográfica del cerro Calera Chica (18° 51' 21.90" N, 99° 11' 97" O, a 1,230 m) al sur del poblado de Jiutepec, en el centro de Morelos.

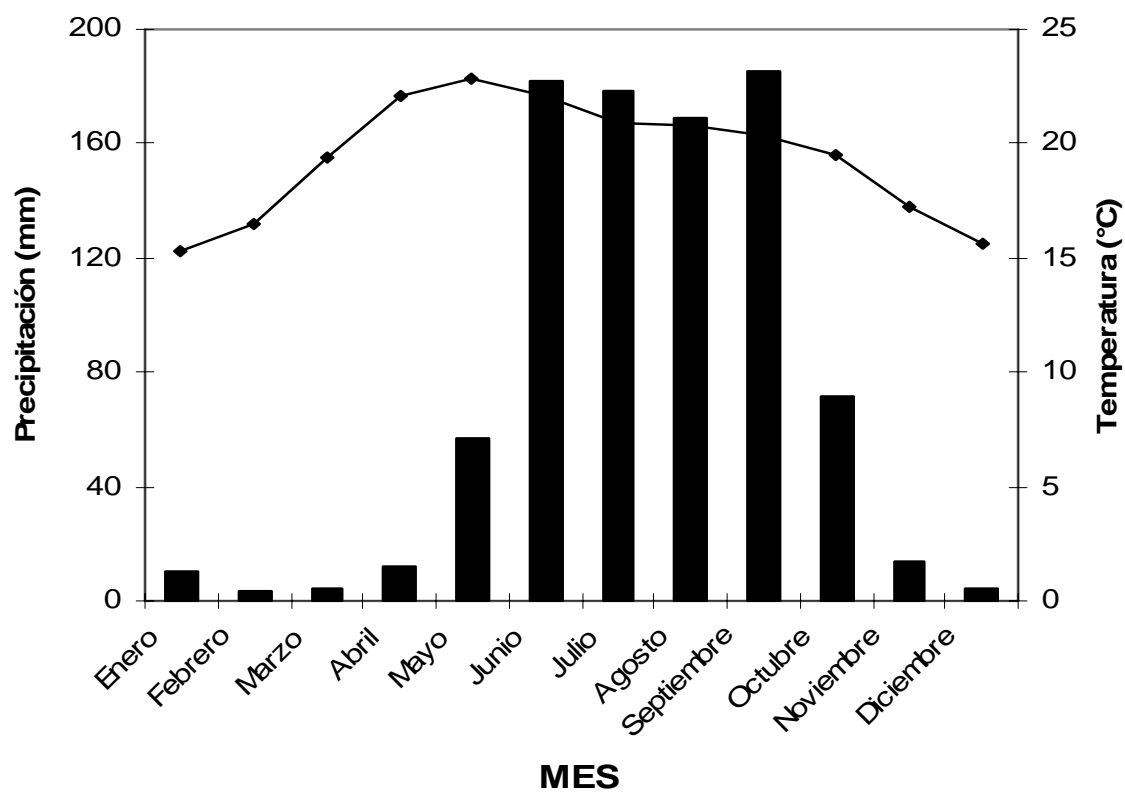


Fig. 2. Climograma de la estación mas cercana a la zona de estudio ($18^{\circ} 53' 0.15''$ N, $99^{\circ} 04' 3''$

O). Las barras oscuras representan la precipitación y la línea la temperatura.

Obtención de datos

Se realizaron salidas de campo durante el año de 1986, a razón de dos salidas por mes, donde se obtuvieron ejemplares adultos, 82 machos (Fig. 3) (44.0 – 55.8 mm) y 47 hembras (Fig. 4) (42.0-50.50). Las capturas fueron realizadas utilizando ligas de hule, cañas de pescar, y algunas veces las manos. Los datos obtenidos fueron, sexo de las lagartijas, fecha de captura, y estaciones del año. En el laboratorio, los ejemplares fueron sacrificados con 0.12 ml de pentobarbital sódico en inyección intraperitoneal, cardiaca o colocándolos en un refrigerador para bajar el metabolismo hasta su deceso. Con el material en fresco y con la ayuda de un vernier digital (0.01 mm), se determinó la longitud hocico-cloaca (LHC), longitud de la cola (LC) y peso total en gramos (0.1g). Posteriormente, a todos los especímenes se realizó una disección, y los tractos reproductores fueron examinados para determinar la condición reproductora. En hembras, los ovarios fueron extraídos y revisados bajo el microscopio estereoscópico, para determinar el estadio de desarrollo de los folículos. Los folículos fueron categorizados en dos grupos: folículos no vitelogénicos (de color blanco), y folículos vitelogénicos (de color amarillo por la presencia de vitelo) (Fig. 5). Los folículos de ambos grupos fueron contados y medidos con un vernier digital (0.1 mm), para determinar el estadio reproductor de las hembras. Los huevos en los oviductos fueron extraídos, contados, medidos (largo x ancho) y pesados con una balanza analítica de 0.001 g de precisión. En machos los dos testículos fueron extraídos, y de cada uno se midió la longitud mayor (largo) y la longitud menor (ancho) utilizando un vernier digital (0.01mm). Los testículos con actividad espermática fueron reconocidos porque estaban agrandados y tenían superficies rugosas de color amarillo cremoso.



Fig. 3. Vista dorsal y ventral de un macho adulto de *Sceloporus ochoterenae*



Fig.4. Vista dorsal y ventral de una hembra adulta de *Sceloporus ochoterenae*

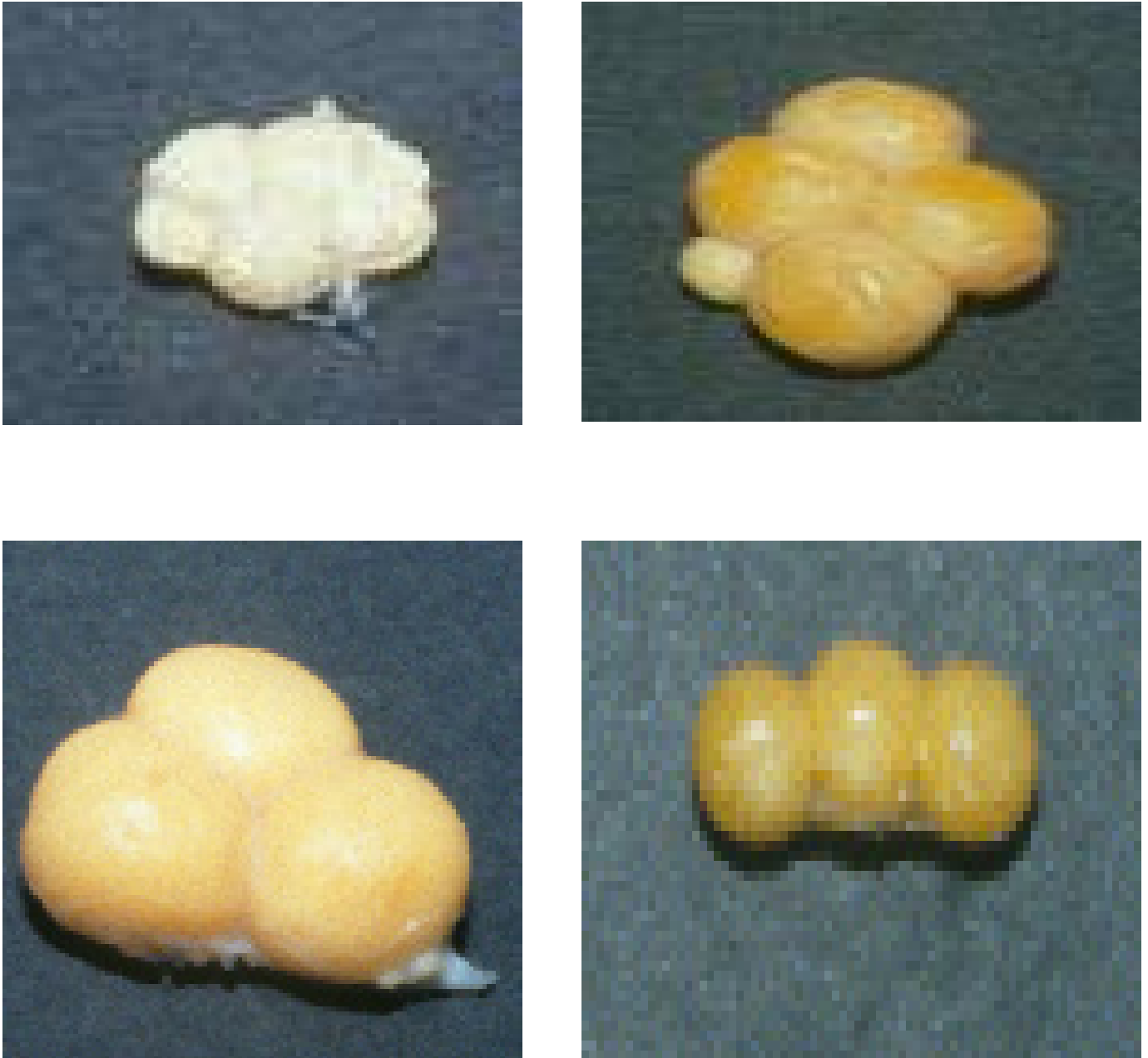


Fig. 5. Características físicas de los folículos de *Sceloporus ochoterenae*. A) folículos previtelogénicos. B) folículos vitelogénicos, C) folículos vitelogénicos listos para ovular, D) folículos vitelogénicos recién ovulados localizados en la parte superior del oviducto.

Análisis estadísticos

Con los datos de LHC, LC y peso se obtuvo el promedio, desviación estándar (DE), valores mínimo y máximo, y coeficiente de variación ($CV = \text{STD}/\text{promedio} \times 100$). Las diferencias en LHC y peso de machos y hembras fueron estimadas con una prueba de *t-student*. Asimismo, el índice de dimorfismo sexual (utilizando el tamaño de cuerpo) fue calculado con el cociente LHC de machos/ LHC de hembras. El tamaño de la nidada fue obtenido de dos maneras: la primera a partir del conteo de folículos ováricos vitelogénicos preovulatorios y la segunda por el conteo de huevos completamente formados en el oviducto. Lo anterior con el objeto de estimar posibles diferencias entre ambos usando una prueba de *U* de Mann-Whitney. La masa relativa de la nidada (MRN) fue determinada con el cociente peso de los huevos/peso de las hembras sin huevos (Shine, 1992). El volumen de los huevos y testículos, fue estimado con la formula $V = 4/3\pi(1/2 L)(1/2 W)^2$, donde *L* es la longitud mayor (largo), y *W* longitud menor (ancho), de huevos y testículos respectivamente. Los cambios mensuales en el volumen testicular y diámetro de los folículos, fueron estimados con análisis de varianza (ANDEVA) de una vía y pruebas *post hoc* de Tukey (Zar, 1999). Las diferencias entre los valores más altos de volumen testicular y desarrollo folicular (variables) entre machos y hembras, fueron estimadas con análisis de covarianza (ANCOVA), donde el mes determina la variación y la longitud hocico-cloaca (LHC) es la covariada (Zar, 1999).

Para determinar el efecto de los factores ambientales, precipitación y temperatura de la zona de estudio, sobre los ciclos de reproducción de machos y hembras, se usaron análisis de regresión lineal simple (Zar, 1999). El efecto del tamaño de cuerpo (LHC) y peso de las hembras, sobre el tamaño de la nidada, masa relativa de la nidada, tamaño y volumen de los

huevos, fueron estimados con análisis de regresión lineal simple (Zar, 1999). Todos los análisis fueron procesados con el software Statistica 6.0 (StatSoft, 2001).

RESULTADOS

Tamaño de cuerpo y madurez sexual

Los machos sexualmente maduros tienen un tamaño promedio de LHC de 49.53 ± 2.40 mm ($44.0 - 55.8$ mm, CV= 4.8 %, $n = 69$), LC 79.98 ± 11.13 mm ($53.0 - 99.0$ mm, CV= 13.91 %, $n = 69$) y peso de 3.66 ± 0.68 g ($2.61 - 5.38$ g, CV = 18.57 %, $n = 69$). Las hembras adultas tienen una LHC de 46.37 ± 2.08 mm ($42.0 - 50.5$ mm, CV= 4.49 %, $n = 63$), LC 61.67 ± 10.31 mm ($45.0 - 77.6$, CV= 16.71%, $n = 63$) y peso de 3.34 ± 1.23 g ($2.20 - 9.00$, CV = 36.82 %, $n = 63$). Esto revela que en promedio, los machos son 3.16 mm más grandes y 0.32 g más pesados que las hembras. Una prueba de *t-student* mostró que estas diferencias son suficientemente significativas para considerar dimorfismo en LHC ($t = 4.90$, $P = 0.000003$) y peso ($t = 2.07$, $P = 0.040693$) entre los sexos. El valor del índice de dimorfismo en tamaño de cuerpo en esta especie fue de 1.06.

Ciclo reproductor de machos

El ciclo de reproducción de los machos se ve reflejado en los cambios del volumen testicular a lo largo del año (Fig. 6). Los machos se encuentran en quiescencia de noviembre a enero; la reactivación se inicia en febrero, y el primer incremento significativo ($Tukey = 0.000219$) del volumen testicular ocurre en marzo ($x = 29.02 \pm 6.37$). El período de máxima

actividad inicia en abril, y alcanza los valores más altos en mayo ($x = 43.50 \pm 9.32$) y junio ($x = 40.84 \pm 13.54$). En el mes de julio, el volumen testicular muestra una disminución no significativa ($x = 19.02 \pm 3.01$), y vuelve a incrementarse en el mes de agosto ($x = 27.20 \pm 6.35$). De finales de agosto hasta octubre ocurre la regresión testicular, después los machos entran en quiescencia en noviembre, y así se mantienen hasta enero del siguiente año.

El volumen testicular observado entre los meses de febrero-abril, durante el inicio de la actividad reproductora, se relaciona significativamente y en forma positiva con la precipitación ($r = 0.580$, $F = 21.317$, $P = 0.000037$, $R^2 = 0.3366$, $n = 44$), y en mayor magnitud con la temperatura ($r = 0.921$, $F = 233.384$, $P = 0.00000$, $R^2 = 0.8474$, $n = 44$) de la zona de estudio.

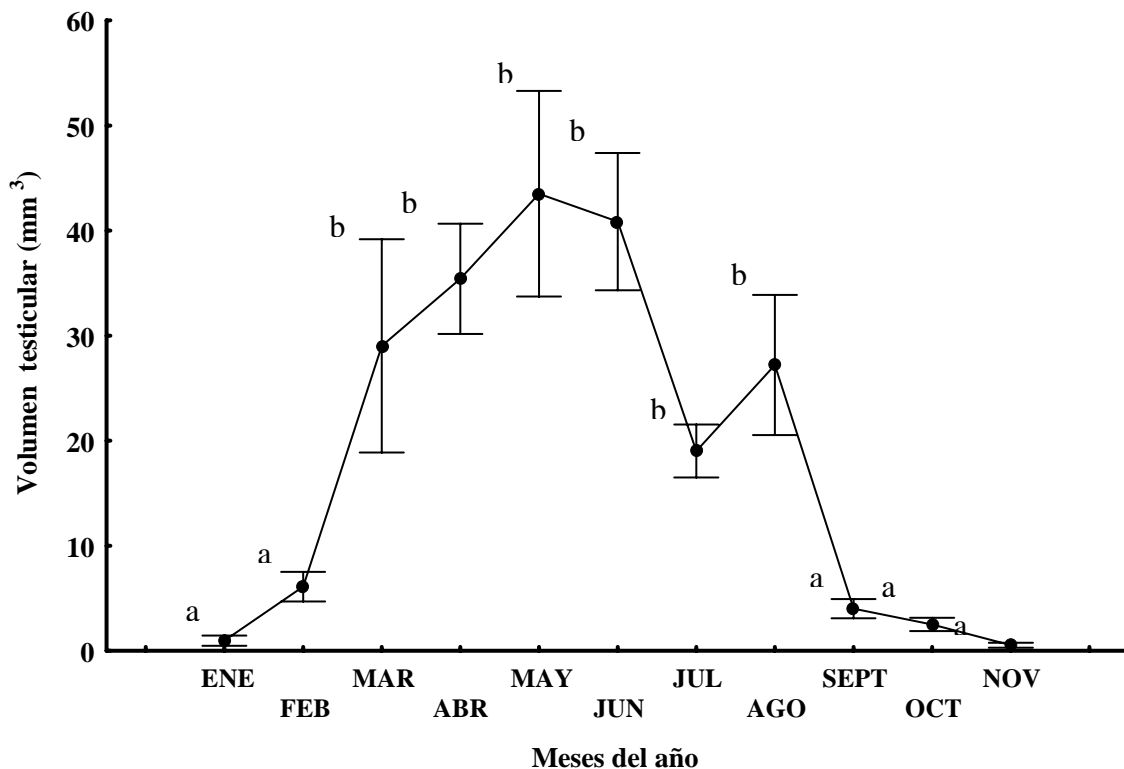


Fig. 6. Cambios en el volumen testicular de *Sceloporus ochoterenae* a lo largo del año. Letras iguales indican similitud en el volumen entre los meses. Letras diferentes (a, b) representan diferencias significativas ($P \leq 0.05\%$). Las líneas señalan el intervalo de confianza ($P 0.95\%$) y los puntos negros el promedio de cada mes.

Ciclo reproductor de hembras

El ciclo de desarrollo folicular de las hembras de *S. ochoterenae* se muestra en la Fig. 7. Durante la quiescencia (octubre-abril) los folículos ováricos, miden en promedio 1.16 ± 0.57 mm de diámetro ($0.59 - 3.01$, $n = 155$ folículos). En mayo durante la reactivación folicular (cuando ocurren las temperaturas más altas), las hembras empiezan a depositar vitelo y el diámetro de los folículos se incrementa a 4.2 ± 1.2 mm ($1.50 - 4.67$, $n = 70$ folículos). El primer incremento significativo ($Tukey = 0.000720$) debido a la vitelogénesis ocurre en junio ($x = 27.08 \pm 15.75$), con el valor más alto en julio ($x = 36.12 \pm 5.0$, $29.50 - 40.0$), y se mantiene alto hasta el mes de agosto ($x = 30.66 \pm 3.05$, $28.00 - 34.00$); en este período es cuando se lleva a cabo la máxima actividad folicular y cuando ocurre la ovulación. En septiembre se presenta la regresión folicular, y en octubre, el ovario entra en quiescencia hasta el mes de mayo.

El diámetro folicular, durante los meses del inicio de la actividad reproductora, se relaciona significativamente y en forma positiva con la precipitación ($r = 0.499$, $F = 17.879$, $P = 0.000091$, $R^2 = 0.2487$, $n = 27$), y en mayor magnitud con la temperatura ($r = 0.715$, $F = 56.404$, $P = 0.00000$, $R^2 = 0.5108$, $n = 27$) de la zona de estudio.

El ANCOVA entre los valores más altos del volumen testicular y desarrollo folicular mostró diferencias significativas ($F = 9.04$, $P = 0.07298$, $n = 78$) entre los dos sexos.

Las primeras crías fueron observadas en el mes de octubre y presentaron una LHC promedio de 23.12 ± 3.27 mm ($17.0 - 27.0$, $n = 22$).

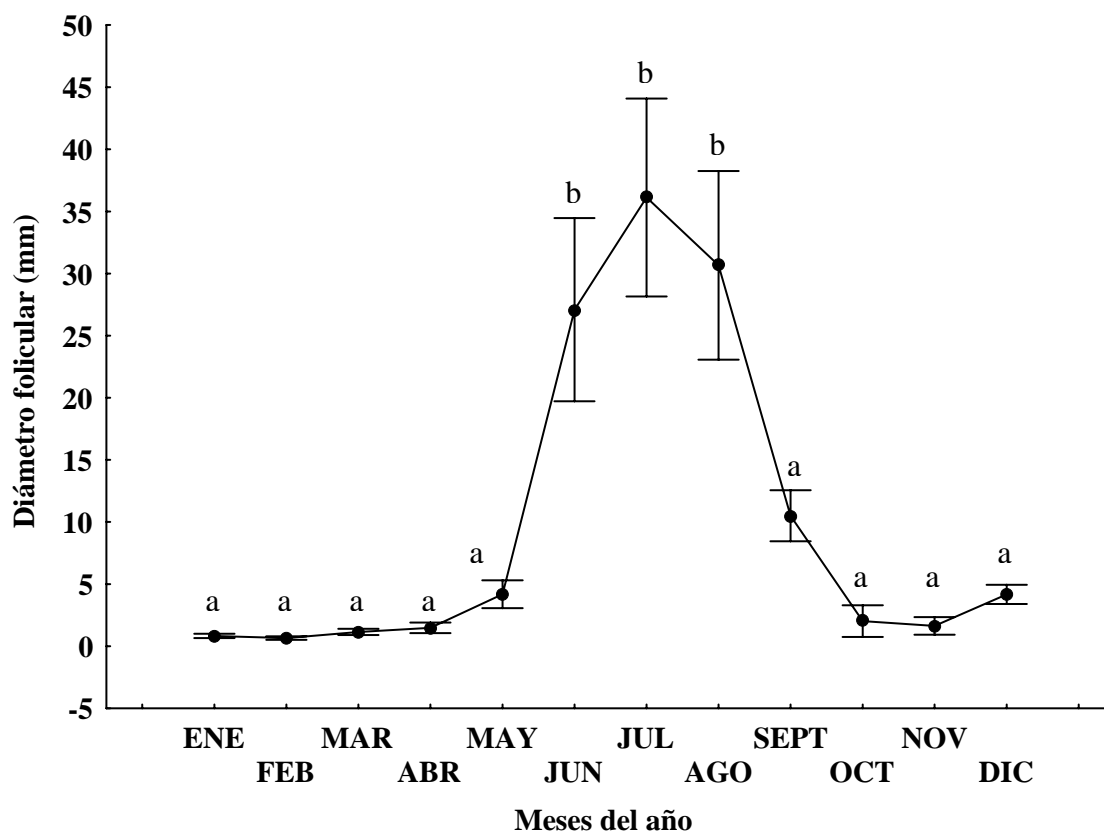


Fig. 7. Cambios en el diámetro folicular de *Sceloporus ochoterenae* a lo largo del año. Letras iguales indican similitud en el volumen entre los meses. Letras diferentes (a, b) representan diferencias significativas ($P \leq 0.05$ %). Las líneas señalan el intervalo de confianza ($P 0.95$ %) y los puntos negros el promedio de cada mes.

Características reproductoras

El tamaño de la nidada, estimado a partir de huevos en los oviductos fue de 5 ± 1.24 huevos (3 - 7, $n = 10$) y no hubo diferencias significativas (Prueba de *U* Mann-Whitney $_{0.05}$ (10,22) $Z = -0.2032$, $P = 0.838917$) con el tamaño de la nidada estimado a partir de folículos ováricos vitelogénicos ($x = 5 \pm 1.96$, 3 - 7, $n = 22$). En consecuencia de lo anterior, la suma de los datos de huevos en los oviductos y folículos vitelogénicos fue considerada para el análisis de regresión. Este análisis mostró un valor relativamente bajo, con efecto significativo de la LHC sobre el tamaño de la nidada ($r = 0.356$, $F = 4.35$, $P = 0.04538$, $n = 32$, Fig. 8). Sin embargo, el peso de las hembras no tuvo efecto ($r = 0.2000$, $F = 1.25$, $P = 0.27162$, $n = 32$).

El tamaño promedio de los huevos calcificados en el oviducto fue 9.30 ± 1.42 mm de largo (6.0 - 11.8, $n = 41$) y 5.60 ± 0.83 mm de ancho (3.8 - 7.8, $n = 41$), con volumen de 159.69 ± 65.42 mm³ (46.77 - 365.57, $n = 41$) y peso de 0.1474 ± 0.061 g (0.0434 - 0.3397, $n = 41$). El peso de las hembras no tuvo efecto sobre el peso promedio de los huevos ($r = 0.2902$, $F = 0.6439$, $P = 0.44866$, $n = 9$). La masa relativa de la nidada (MRN) tuvo un valor promedio de 0.245 (0.147- 0.508 \pm 0.108, $n = 9$) y no se relaciona significativamente con la LHC ($r = 0.1944$, $F = 0.274$, $P = 0.6164$, $n = 9$) ni con peso de las hembras ($r = 0.100$, $F = 0.0698$, $P = 0.7991$, $n = 9$).

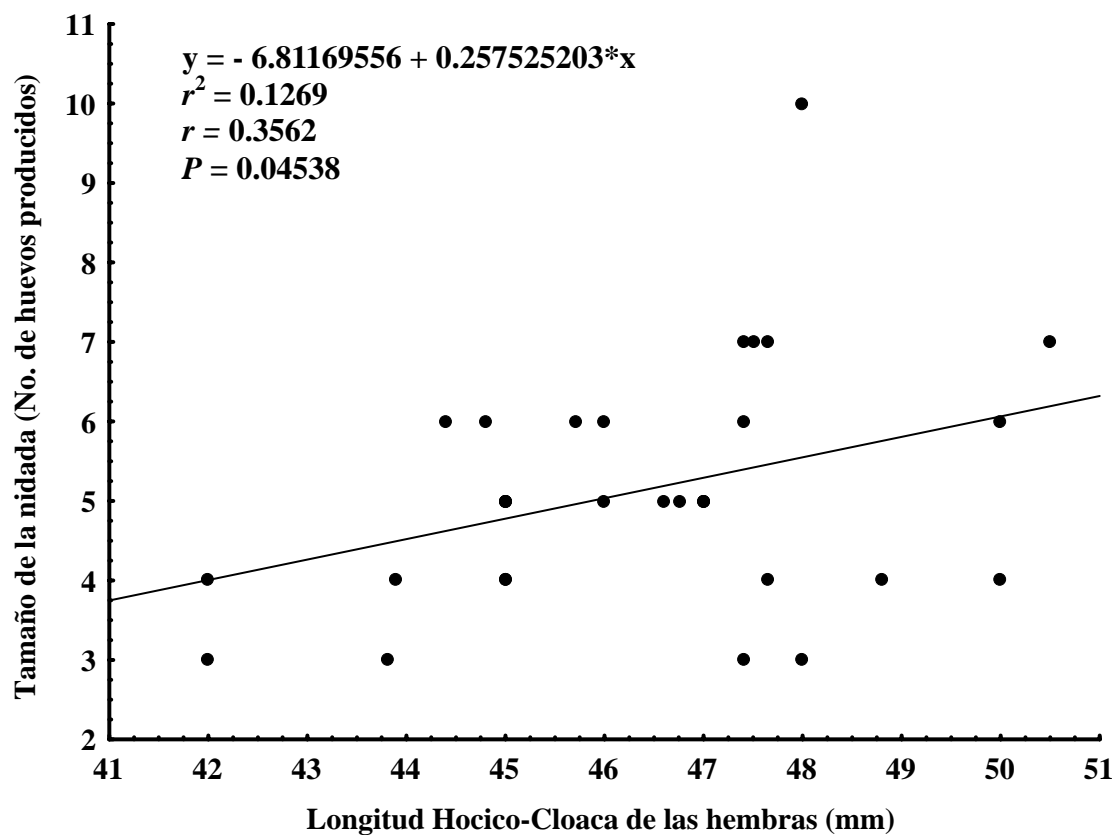


Fig. 8. Análisis de regresión del efecto de la longitud hocico-cloaca de las hembras sobre el tamaño de la nidada en *Sceloporus ochoterenae*.

DISCUSIÓN

Se observó dimorfismo sexual en el peso y tamaño de cuerpo de *S. ochoterenae* como ha sido registrado en varias especies de *Sceloporus* (Fitch, 1978) (Cuadro 1). El tamaño de cuerpo de machos y hembras de la población de Morelos, fue mayor que el registrado en lagartijas del Cañón del Zopilote (Machos = 43.7, Hembras = 41.7) y las Montañas de Acatlán (Machos = 47.8, Hembras = 43.1), Guerrero (Smith *et al.*, 2003). Se propone que estas diferencias en tamaño pueden ser atribuidas a las condiciones climatológicas regionales. Aunque Guerrero y Morelos forman parte de la Cuenca del Río Balsas, los regímenes de temperatura (21.9 °C) y humedad (873.95 mm) anual promedio del Cañón del Zopilote y Montañas de Acatlán, son diferentes a los registrados en Jiutepec, Morelos (<http://smn.cna.gob.mx/>).

El fenómeno de machos más grandes que las hembras, es común en varias especies de lagartijas, y se ha propuesto que ocurre, porque los machos de tamaño grande, con frecuencia tienen más éxito en encuentros agonísticos intrasexuales (Copper Jr. y Vitt, 1989; Anderson y Vitt, 1990). Esta ventaja en la competencia por el apareamiento, se traduce en mayor número de cópulas por parte de los machos grandes (Cox *et al.*, 2003). No obstante, esta interpretación podría no ser aplicable a *S. ochoterenae*, porque los coeficientes de variación de la LHC en las poblaciones de Morelos (4.80 %), Cañón del Zopilote (2.97 %) y Montañas de Acatlán (1.67 %) revelan que los machos tienen tamaños de cuerpo con poca variación.

Parece no haber duda en que el dimorfismo, es producto de la selección sexual (Anderson, 1994), sin embargo, aunque se han propuesto alternativas (divergencia intraespecífica del nicho Shine, 1989; selección del tamaño de presa y costo de forrajeo Schoener, 1967; Prest, 1994), todavía no es posible construir una sola explicación general para este fenómeno y se sugiere realizar más investigación en este campo.

Cuadro 1. Datos comparativos del tamaño de cuerpo de hembras y tamaño de nidada de especies ovíparas de *Sceloporus* con distribución en ambientes de selva baja caducifolia y reproducción en Primavera-Verano. Promedio \pm desviación estándar (mínimo-máximo).

Especies	Tamaño de cuerpo (mm)	Tamaño de la nidada	Estación de reproducción	Fuente
<i>Sceloporus cozumelae</i> (grupo <i>variabilis</i>)	45.5 \pm 0.59 (41.0 – 57.0)	1.8	Primavera-Verano	Fitch 1978
<i>Sceloporus gadovae</i> (grupo <i>pyrocephalus</i>)	55.0 \pm 0.20 (47.0 – 76.0)	3.6 \pm 0.2	Primavera-Verano	Lemos-Espinal <i>et al.</i> 1999
<i>Sceloporus pyrocephalus</i> (grupo <i>pyrocephalus</i>)	53.7 \pm 0.43 (47.0 – 62.0)	5.8 \pm 0.43 (4.0 – 9.0)	Primavera-Verano	Valdez-González y Ramírez-Bautista 2002
<i>Sceloporus pyrocephalus</i> (grupo <i>pyrocephalus</i>)	55.20 \pm 0.83 (47.0 - 62.0)	5.8 \pm 0.3	Primavera-Verano	Ramírez-Bautista y Olvera-Becerril 2004
<i>Sceloporus jalapae</i> (grupo <i>scalaris</i>)	46.0 \pm 0.54 (42.0 – 50.0)	5.6 \pm 0.43 (4.0 – 8)	Primavera-Verano	Ramírez-Bautista <i>et al.</i> 2005
<i>Sceloporus ochoterenae</i> Cañón del Zopilote, Gro. (grupo <i>siniferus</i>)	41.7 \pm 1.2	4.2 \pm 0.6	Primavera-Verano	Smith <i>et al.</i> 2003
<i>Sceloporus ochoterenae</i> Montañas de Acatlán, Gro. (grupo <i>siniferus</i>)	43.1 \pm 0.8	8.3 \pm 0.4	Primavera-Verano	Smith <i>et al.</i> 2003
<i>Sceloporus ochoterenae</i> (grupo <i>siniferus</i>)	46.0 (43.0 – 50.0)	< 6.0	Primavera-Verano	Davis y Dixon 1961
<i>Sceloporus ochoterenae</i> (grupo <i>siniferus</i>)	46.37 \pm 2.08 (42.0 – 50.50)	5 \pm 1.24 (3.0-7.0)	Primavera-Verano	Este trabajo
<i>Sceloporus siniferus siniferus</i> (grupo <i>siniferus</i>)	52.3 \pm 0.42 (44.0 – 60.0)	6.0 (2.0 – 9.0)	Primavera-Verano	Davis y Dixon 1961
<i>Sceloporus magister</i> (grupo <i>spinosus</i>)	96.6 (80.0 – 120.0)	12.4 (7.0 – 19.0)	Primavera-Verano	Fitch 1970, Fitch 1978
<i>Sceloporus melanorhinus</i> (grupo <i>spinosus</i>)	87.2 \pm 1.6 (8.0 – 98.0)	7.7 \pm 0.33 (5.0 – 9.0)	Primavera-Verano	Ramírez-Bautista <i>et al.</i> 2006
<i>Sceloporus olivaceus</i> (grupo <i>spinosus</i>)	93.0 (63.0 – 107.0)	14.3	Primavera-Verano	Fitch 1978
<i>Sceloporus orcutti</i> (grupo <i>spinosus</i>)	-	11.0	Primavera-Verano	Mayhew 1963
<i>Sceloporus graciosus</i> (grupo <i>graciosus</i>)	53.9 \pm 0.34 (48.0 – 63.0)	4.24	Primavera-Verano	Fitch 1970, Fitch 1978

Sceloporus ochoterenae tiene un ciclo de actividad reproductora estacional (primavera-verano). Este patrón es similar al observado en especies que viven en ambientes de selva baja caducifolia como *S. graciosus*, *S. pyrocephalus* y *S. siniferus* (Davis y Dixon, 1961; Fitch, 1970; Fitch, 1978; Valdez-González y Ramírez-Bautista, 2002).

Las hembras inician el desarrollo folicular en mayo, cuando ocurren las primeras lluvias del año. Este patrón de actividad reproductora estrechamente asociado con la temporada de lluvia, se puede interpretar en términos de una respuesta adaptativa en especies que viven en ambientes tropicales secos. El efecto de la lluvia como inductor en la producción de alimento y promotor de la formación de vitelo ha sido observado en *S. mucronatus* y *S. variabilis* (Méndez de la Cruz *et al.*, 1992; Benabib, 1994).

Los machos inician el desarrollo testicular al inicio de la primavera, dos meses antes que las hembras. Este fenómeno podría ser derivado del fenómeno conocido como protandria (Olsson *et al.*, 1999) y tiene como finalidad que los machos obtengan mayor adecuación debido a la competencia intrasexual.

El tamaño de la nidada en la población de Morelos (5 ± 1.24), es diferente del tamaño observado en las poblaciones del Cañón del Zopilote (4.2 ± 0.6), Montañas de Acatlán, (8.3 ± 0.4) (Smith *et al.*, 2003), y Chilpancingo (< 6.0) Guerrero (Davis y Dixon 1961), lo que indica variación geográfica, como ha sido observado en varias especies de reptiles (Fitch, 1985).

Sin embargo, aparte del factor geográfico, y a diferencia de lo observado en las poblaciones de Guerrero, el tamaño de la nidada de la población del presente estudio, tiene efecto del tamaño de cuerpo de las hembras. Si bien es cierto, que el tamaño de cuerpo y tamaño de la nidada o camada han sido observados en relación directa en varias especies de

lagartijas, y se han explicado por las condiciones ambientales locales (*S. formosus* Guillette y Sullivan, 1985; *Calotes versicolor* Shanbhag *et al.*, 2000; *Cnemidophorus communis* Ramírez-Bautista y Pardo de la Rosa, 2002; *S. aeneus* y *S. bicanthalis* Rodríguez-Romero *et al.*, 2002); no es claro aun, porque este tipo de relación no ocurre en otras especies (*S. gadovae* Lemos-Espinal *et al.*, 1999; *S. spinosus* y *S. horridus* Valdéz-González y Ramírez-Bautista, 2002; *Urosaurus b. bicarinatus* Ramírez-Bautista *et al.*, 1995).

En general, el tamaño de la nidada de *S. ochoterenae* de la población estudiada es similar al observado en *S. pyrocephalus*, *S. jalapae* y *S. graciosus* (Cuadro 1), especies que pertenecen a diferentes grupos. Sin embargo, aunque un tamaño de nidada pequeño parece ser el patrón en lagartijas pequeñas que viven en ambientes tropicales secos, esto también ocurre con *S. bicanthalis* y *S. aeneus* de ambientes fríos de alta montaña y vida corta (Rodríguez Romero *et al.*, 2002).

Explicar los mecanismos que regulan las variaciones en el tamaño de la camada, masa relativa de la nidada, incluso de un año a otro y al interior de poblaciones locales, sin duda es un tema interesante, y un desafío para dirigir investigación en este sentido, con el objeto de construir teorías de historias de vida más integradas.

CONCLUSIONES

La información reunida durante este trabajo permite establecer que *S. ochoterenae* es una especie con dimorfismo sexual en el tamaño de cuerpo, y en el patrón de coloración dorsal y ventral. Los machos tienen parches ventrales de color azul claro y las hembras son de color blanco.

Por otro lado, se pudo determinar que existen variaciones en el tamaño de cuerpo en función de las áreas de distribución de la especie, como ocurre normalmente en otras lagartijas del mismo género.

Sceloporus ochoterenae tiene un ciclo reproductor en primavera-verano, con el período de máxima actividad reproductora en machos de abril a junio y las hembras de junio a agosto. Este patrón de actividad reproductora estacional, se encuentra estrechamente relacionado con la temporada de lluvia en la zona de estudio. Este mismo patrón de poca amplitud en la actividad reproductora en las hembras, también ha sido observado en otras especies como *S. jalapae*, *Holbrookia maculata*, *S. undulatus* y *S. virgatus*, y se ha interpretado como un patrón típico de especies que viven en ambientes muy áridos (Ramírez-Baustista *et al.*, 2005; Jones y Ballinger, 1987; Smith *et al.*, 1995). El ambiente extremo por las condiciones de aridez, y el ambiente frío por altitud, parece ser algunos de los múltiples factores que moldean las características reproductoras de lagartijas de vida corta y tamaño de cuerpo pequeño.

Aunque los datos obtenidos en este trabajo no aportan evidencias para considerar más de una puesta por estación reproductora en *S. ochoterenae*, es claro que las poblaciones estudiadas en las distintas zonas de estudio, muestran variación en el tamaño de la camada. Encontrar los mecanismos para explicar como ocurre este fenómeno, es un tema interesante que debe ser estudiado en el futuro cercano.

LITERATURA CITADA

- Anderson, M. 1994. Sexual selection. Princeton University Press, Princeton. 624 p.
- Anderson, R. A. y L. J. Vitt. 1990. Sexual selection versus alternative causes of sexual dimorphism in teiid lizards. *Oecologia* 84:145-157.
- Ballinger, R. E. 1977. Reproductive strategies: food availability as a source of proximal variation in a lizard. *Ecology* 58:628-635.
- Benabib, M. 1994. Reproduction and lipid utilization of tropical population of *Sceloporus variabilis*. *Herpetological Monographs* 8:160-180.
- Blackburn, D. G. 1993. Standardized criteria for the recognition of reproductive modes in squamate reptiles. *Herpetologica* 49:118-132.
- Casas-Andreu, G., F. R. Méndez de la Cruz y J. L. Camarillo. 1996. Anfibios y reptiles de Oaxaca. Lista, distribución y conservación. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 69: 1-35.
- Castro-Franco, R. y M. G. Bustos Z. 2003. Lagartijas de Morelos, México: distribución, hábitat y conservación. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 88:123-142.
- Castilla, A. M. y D. Bauwens. 2000. Reproductive characteristics of the lacertid *Prodarcis atrata*. *Copeia* 3:748-756.
- Colli, G. R. 1991. Reproductive ecology of the *Ameiva ameiva* (Sauria: Teiidae) in the Cerrado of Central Brazil. *Copeia* 4:1002-1012.
- Cooper Jr. W. E. y L. J. Vitt. 1989. Sexual dimorphism of the head and body size in an iguanid lizard: paradoxical results. *The American Naturalist* 133-5: 729-735.
- Cox, R. M., S. L. Skelly y H. B. John-Alder. 2003. A comparative test of adaptative hypothesis for sexual size dimorphism in lizards. *Evolution* 57: 1653-1669.

- Davis, W. B. y R. J. Dixon. 1961. Reptiles (exclusive of snakes) the Chilpancingo, region, Mexico. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 74:37-56.
- Dunham, A. E., D. B. Miles. 1985. Patterns of covariation in life history traits of squamate reptiles: the effects of size and phylogeny considered. *American Naturalist* 126:231-257.
- Fitch, H. S. 1970. Reproductive cycles in lizards and snakes. *University of Kansas Museum of Natural History Miscellaneous Publications* 52:1-247.
- Fitch, H. S. 1978. Sexual size differences in the genus *Sceloporus*. *University of Kansas Science Bulletin* 51:441-461.
- Fitch, H. S. 1985. Variation in clutch and litter size in new world reptiles. *Miscellaneous Publication, University of Kansas, Museum of Natural History* 76:1-75.
- Flores-Villela, O. 1993. Herpetofauna mexicana. *Carnegie Museum Natural History, Special Publications* 17:1-73.
- Fries, C. Jr. 1960. Geología del Estado de Morelos y de partes adyacentes de México y Guerrero, región central meridional de México. *Instituto de Geología, México, Boletín* 60:1-235
- García, E. 1964. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. *Publicación del Instituto de Geografía UNAM, México*. 246 p.
- Guillette, L. J. Jr. y W. P. Sullivan. 1985. The reproductive and fat body cycles of the lizard, *Sceloporus formosus*. *Journal of Herpetology* 19:474-480.
- [Http://smn.cna.gob.mx/](http://smn.cna.gob.mx/)
- Jones, S. M., y R. Ballinger. 1987. Comparative life history of *Holbrookia maculata* and *S. undulatus* in western Nebraska. *Ecology* 68:1828-1838.

- Lemos-Espinal, J. A., G. R. Smith y R. Ballinger. 1999. Reproduction in gadw's spiny lizard *Sceloporus gadoviae* (Phrynosomatidae), from arid tropical, México. *Southwestern Naturalist* 44:57-63.
- López, M. R. y A. Barrera. 1976. La vegetación de Morelos, México. Algunos elementos para la clasificación de sus tipos principales. *Analecta* 3:39-51.
- Maslin T. P. 1962. All-female species of the lizard genus *Cnemidophorus*, Teiidae. *Science* 135:212-213.
- Marion, K. R. 1982. Reproductive cues for gonadal development in temperate reptiles: temperature and photoperiod effects on the testicular cycles of the lizard *Sceloporus undulatus*. *Herpetologica* 38:26-39.
- Mayhew, W. W. 1963. Reproduction in the granite spiny lizard, *Sceloporus orcutti*. *Copeia* 1963:144-152.
- Méndez- de la Cruz, F. R., G. Casas-Andreu y M. Villagrán-Santa Cruz. 1992. Variación anual en la alimentación y condición física de *Sceloporus mucronatus* (Sauria: Iguanidae) en la Sierra del Ajusco, Distrito Federal, México. *Southwestern Naturalist* 37:349-355.
- Méndez de la Cruz, F. R., M. Villagrán-Santa Cruz y R. M. Andrews. 1998. Evolution of viviparity in the lizards genus *Sceloporus*. *Herpetologica* 54:521-532.
- Olsson, M., T. Birkead y R. Shine. 1999. Can relaxed time constraints on sperm production eliminate protandry in an ectotherm?. *Biological Journal of the Linnean Society* 66:159-170.

- Pérez-Ramos E., L. Saldaña de la Riva y Z. Uribe-Pena. 2000. A checklist of Reptiles and amphibians of Guerrero, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Autónoma de México, Serie Zoología* 71:21-40.
- Preest, M. R. 1994. Sexual size dimorphism and feeding energetic in *Anolis carolinensis*. Why do females take smaller prey than males? *Journal of Herpetology* 28:292-298.
- Ramírez-Bautista, A. y V. Olvera-Becerril. 2004. Reproduction in the Boulder spiny lizard, *Sceloporus pyrocephalus* (Sauria:Phrynosomatidae), from a tropical dry forest of México. *Journal of Herpetology* 38: 225-231.
- Ramírez- Bautista, A., A. L. Ortiz-Cruz, M. Del Coro Arizmendi y J. Campos. 2005. Reproductive characteristics of two syntopic lizards species *Sceloporus gadoviae* and *Sceloporus jalapae* (Squamata: Phrynosomatidae), from Tehuacán Valley, Puebla, México. *Western North American Naturalist* 65:202-209.
- Ramírez-Bautista, A. y D. Pardo de la Rosa. 2002. Reproductive cycle and characteristics of the widely-foraging lizard, *Cnemidophorus communis*, from Jalisco, México. *Southwestern Naturalist* 47:205-214.
- Ramírez-Bautista, A., V. H. Luja, C. Balderas-Valdivia y R. Ortiz-Pulido. 2006. Reproductive cycle of male and female spiny lizards, *Sceloporus melanorhinus*, in a tropical dry forest. *Southwestern Naturalist* 51:157-162.
- Ramírez-Bautista, A., Z. Uribe, P. y L. J. Guillette, Jr. 1995. Reproductive biology of the lizard *Urosaurus bicarinatus bicarinatus* (Reptilia: Phrynosomatidae) from Río Balsas Basin, México. *Herpetologica* 51:24-33.

- Rhen, T. y D. Crews. 2002. Variation in reproductive behavior within a sex: neural systems and endocrine activation. *Journal of Neuroendocrinology* 14:517-531.
- Rodríguez-Romero, F., F. R. Méndez de la Cruz, C. R. García. y M. Villagrán-Santa Cruz. 2002. Comparación del esfuerzo reproductor en dos especies hermanas del género *Sceloporus* (Sauria: Phrynosomatidae) con diferente modo reproductor. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 85:181-188.
- Schoener, T. W. 1967. The ecological significance of sexual dimorphism in the size in the lizard *Anolis conspersus*. *Science* 155:474-477.
- Shanbhag B. A., R. S. Radder y S. K. Saidapur. 2000. Maternal size determines clutch mass, whereas breeding timing influences clutch and egg size in the tropical lizard, *Calotes versicolor* (Agamidae). *Copeia* 2000:1062-1067.
- Shine, R. 1989. Ecological causes for the evolution of sexual dimorphism: a review of the evidence. *Quarterly Review of Biology* 64:419-461.
- Shine, R. 1992. Relative clutch mass and body shape in lizards and snakes: is reproductive investment constrained or optimized?. *Evolution* 46:828-83.
- Smith, G. R., R. E. Ballinger y B. R. Rose. 1995. Reproduction in *S. virgatus* from the Chiricahua mountains of southeastern Arizona with emphasis of annual variation. *Herpetologica* 51:342-349.
- Smith, G. R., J. A. Lemos-Espinal y R. E. Ballinger. 2003. Body size, sexual dimorphism, and clutch size in two populations of the lizard *Sceloporus ochoterenae*. *Southwestern Naturalist* 48:123-126.
- StatSoft, Inc. 2001. Statistica, versión 6.0. www.statsoft.com.

- Tinkle, D. W., H. M. Wilbur y S. G. Tilley. 1970. Evolutional strategies in lizard reproduction. *Evolution* 24:55-74.
- Valdéz-González, M. A. y A. Ramírez-Bautista. 2002. Reproductive characteristics of the spiny lizards, *Sceloporus horridus* and *Sceloporus spinosus* (Squamata: Phrynosomatidae) from México. *Journal of Herpetology* 36:36-43.
- Vitt, L. J. 1983. Reproduction and sexual dimorphism in the tropical teiid lizard *Cnemidophorus ocellifer*. *Copeia* 1983: 359-366.
- Zar, J. H. 1999. *Biostatistical Analysis*, 4th Edn. Prentice Hall Inc, Upper Saddle River, NJ. 663 p.