

DIMORFISMO SEXUAL Y CICLO REPRODUCTOR DE *SCELOPORUS HORRIDUS HORRIDUS* (WIEGMANN 1939) (SAURIA: PHRYNOSOMATIDAE)

EDWARD ROBERTO VALENCIA-LIMÓN, RUBÉN CASTRO-FRANCO* &
MARÍA GUADALUPE BUSTOS ZAGAL

Laboratorio de Herpetología, Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad 1001, Chamilpa 62209, Cuernavaca, Morelos, México.

*Envío de correspondencia: (RCF) <castro@uaem.mx>, (MGBZ) <bustosgu@uaem.mx>

Valencia-Limón, E. R., Castro-Franco, R. & Bustos Zagal, M. G. 2014. Dimorfismo sexual y ciclo reproductor de *Sceloporus horridus horridus* (Wiegmann 1939) (Sauria: Phrynosomatidae). *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, 30(1): 91-105.

RESUMEN. Se estudió el dimorfismo sexual y el ciclo de reproducción de una población de *Sceloporus horridus horridus* en un ambiente de selva baja caducifolia en el centro de México. Los machos con una longitud hocico-cloaca de 90.66 mm (71.5-111.0) son significativamente más grandes que las hembras con 86.32 mm (71.0-101.0). La actividad reproductora en ambos sexos es de tipo estacional y ocurre en el período primavera-verano como ha sido observado en varias especies de lagartijas ovíparas de ambientes de selva baja caducifolia. La vitelogénesis ocurre entre marzo y abril, y la espermatogénesis de febrero a marzo. Las hembras ovulan a fines de abril y tienen huevos en los oviductos de mayo a julio. El peso promedio de los huevos fue 0.46 g (0.3-0.6) y el tamaño promedio de la nidada 15.3 huevos (10-20). El tamaño de la nidada tuvo relación positiva con el peso ($r = 0.669$) y la condición física de las hembras ($r = 0.676$). La masa relativa de la nidada tuvo un valor de 0.31 y es congruente con las predicciones para especies que tienen una conducta de forrajeo pasivo. El inicio de la actividad reproductora, y los valores más altos en la masa testicular tuvieron una relación positiva con la temperatura ($r = 0.508$) y en las hembras la masa gonadal se relacionó positivamente con la precipitación ($r = 0.775$). La masa del hígado y cuerpo graso en hembras y machos, tuvieron una relación inversa con los picos de mayor actividad reproductora.

Palabras clave: Dimorfismo, reproducción, *Sceloporus horridus*, selva baja caducifolia, Morelos.

Valencia-Limón, E. R., Castro-Franco, R. & Bustos Zagal, M. G. 2014. Sexual dimorphism and reproductive cycle of *Sceloporus horridus horridus* (Wiegmann 1939) (Sauria: Phrynosomatidae). *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, 30(1): 91-105.

ABSTRACT. Sexual dimorphism and reproductive cycle were studied in a population of *Sceloporus horridus horridus* from a tropical dry forest in central Mexico. Males with 90.66 mm (71.5-111.0 mm \pm 12.79 mm) snouth vent-length were larger than 86.32 mm (71.0-101.0 \pm 7.94) females. Reproductive activity is seasonal in both sexes and occurs in the period spring-summer as it has been observed in

several oviparous species of tropical dry forest. The vitellogenesis occurs between March and April and the spermatogenesis from February to March. The ovulation occurs on late April and the eggs are in the oviducts between May-July. Mean eggs mass was 0.46 g (0.3-0.6) and mean clutch size was 15.3 eggs (10-20). Clutch size was related significantly to mass ($r = 0.669$) and physical condition of females ($r = 0.676$). The relative clutch mass value was 0.31 conforming to the strategies predicted for sit and wait species of lizards. The on set of reproductive activity in males was related with temperature ($r = 0.508$) and in females with precipitation ($r = 0.775$). Liver and fat body mass in males and females, showed an inverse relationship with the peaks of breeding activity.

Key words: Dimorphism, reproduction, *Sceloporus horridus*, tropical dry forest, Morelos.

INTRODUCCIÓN

Las lagartijas tienen ciclos de reproducción estacionales y continuos con variaciones en las fases del ciclo, entre localidades y poblaciones de una misma especie, y aun dentro de una misma población entre distintos años (Fitch 1985, De Marco 1989, Ji & Brana 2000, Zamora-Abrego *et al.* 2007). Por lo común, los individuos de distintas poblaciones tienen variación en el número de puestas, tamaño de los huevos, tamaños de nidada, y en el tamaño de las hembras cuando alcanzan la madurez sexual (Tinkle *et al.* 1970), lo que ha sido interpretado como una respuesta adaptativa a los distintos ambientes (Abell 1999, Tinkle *et al.* 1970, Ballinger 1977). En lagartijas de zonas templadas los ciclos son más constantes en cuanto a la estacionalidad y duración y las características reproductoras también tienden a ser más constantes (Tinkle *et al.* 1970, Rodríguez-Romero *et al.* 2002, Rodríguez-Romero *et al.* 2004). En contraste, las especies de zonas tropicales suelen mostrar mayor variación en sus ciclos de reproducción y características reproductoras debido a la influencia de factores como el fotoperíodo, temperatura, precipitación y la disponibilidad de alimento (Colli 1991, Dunham 1994, Ramírez-Bautista *et al.* 1995, Ramírez-Bautista & Vitt 1997, Ramírez-Bautista *et al.* 2000).

Sceloporus horridus horridus es una especie ovípara con amplia distribución en varias localidades de México (Smith & Taylor 1950) y ambientes de selva baja caducifolia (Castro-Franco & Bustos 1994, Castro-Franco & Bustos 2003, Castro-Franco & Bustos 2006), no obstante su ciclo de reproducción es pobremente conocido (Fitch 1970, Fitch 1978, Fitch 1985, Castro-Franco 2002, Valdez-González & Ramírez-Bautista 2002). Si bien es cierto que las características reproductoras de esta especie han sido estudiadas previamente (Valdez-González & Ramírez-Bautista 2002), la información disponible es una mezcla de datos obtenidos de ejemplares depositados en museo, provenientes de distintas localidades y de distintas épocas. En consecuencia, la variación geográfica que suele caracterizar la actividad reproductora, debido a su estrecha relación con los parámetros ambientales, hace inapropiado extrapolar el ciclo de reproducción para una especie con base en este tipo de muestreo.

Por lo anterior, y con el objeto de generar información que en el futuro permita realizar análisis comparativos con poblaciones en otras áreas, en este trabajo se pre-

senta información sobre el dimorfismo sexual, el ciclo de reproducción de machos y hembras y las características reproductoras de una población de *S. h. horridus* en un ambiente de selva baja caducifolia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. Se ubica en la localidad el Jagüey (18°47.9' 77"N, 99°06.6' 89" O, 1035 msnm), al oriente del área natural protegida Sierra Monte Negro, Morelos, en el centro de México. La vegetación en el sitio es selva baja caducifolia con clima semicálido subhúmedo, lluvias en verano y porcentaje de lluvia invernal menor de 5% (García 1988). La precipitación (P) media anual es de 900 mm (800-1000 mm), temperatura (T) media anual mayor de 22 °C y cociente P/T menor de 43.2. Existe un período de sequía de noviembre a mayo y un periodo de lluvias entre junio y octubre, con la máxima precipitación (200 mm) en septiembre (Fig. 1). En la zona de estudio la primavera ocurre entre los meses de abril a junio, el verano de julio a septiembre, el otoño de octubre a diciembre y el invierno de enero a marzo.

Trabajo de campo y laboratorio. Por medio de siete capturas mensuales obtuvimos 45 machos y 41 hembras, todos adultos entre mayo de 2002 y abril de 2003. Los especímenes fueron trasladados al laboratorio donde fueron sacrificados con inyecciones de pentobarbital sódico vía intraperitoneal. Con el material en fresco y usando un vernier digital (1.0 mm) se midió la longitud hocico-cloaca (LHC) en mm, y el peso (0.1 g) en una balanza digital. Posteriormente, los ejemplares fueron disecados para extraer el hígado, cuerpo graso, y gónadas. Los órganos obtenidos fueron pesados con

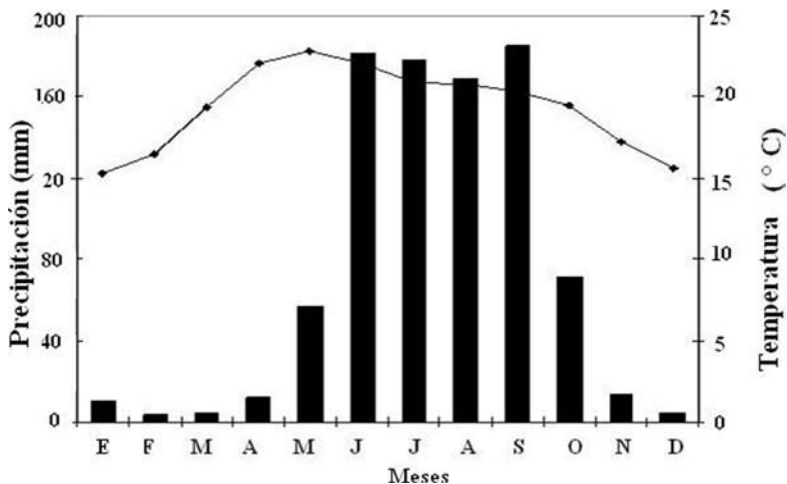


Figura 1. Climograma de la estación climatológica Yauatepec, Morelos (18° 53' 0.15" N, 99° 04' 3" O). Las barras oscuras representan la precipitación y la línea la temperatura.

una balanza analítica de 0.01 g de precisión. En hembras, el peso de los ovarios de ambos lados del cuerpo se utilizó para calcular la masa gonadal total (MGT), adicionalmente se realizó el conteo de folículos ováricos con vitelo y de huevos en los oviductos. De cada huevo se registró largo, ancho (mm) y peso (g). El tamaño mínimo de cuerpo, cuando las hembras alcanzan la madurez sexual, fue calculado con el promedio de la LHC de las hembras más pequeñas que contenían folículos vitelogénicos o huevos en el oviducto. El tamaño de la nidada fue obtenido por el conteo de todos los huevos, y la masa total de la nidada por la suma del peso de todos los huevos. La masa relativa de la nidada (MRN), fue calculada dividiendo el peso de todos los huevos de una nidada entre el peso de cada hembra sin huevos (Shine 1992). El volumen de cada huevo fue calculado con la ecuación de un elipsoide $V = 4/3 \pi (\frac{1}{2} L) (\frac{1}{2} W)^2$ donde L es la longitud y W es la amplitud (Selby 1965). En machos obtuvimos el peso, largo y ancho de ambos testículos. El tamaño mínimo de los machos cuando alcanzan la madurez sexual, fue obtenido a partir del promedio de la LHC de los ejemplares más pequeños con testículos agrandados.

Análisis estadísticos. Con los datos de LHC se obtuvo el promedio, desviación estándar (D.E.) y valores mínimo y máximo. Usamos la prueba t de Student para comparar los promedios de LHC de machos y hembras, y el coeficiente de variación (CV) fue calculado con el cociente $CV = D.E./promedio \times 100$; asimismo, se calculó un índice de dimorfismo sexual en tamaño de cuerpo, con el cociente promedio de la LHC de machos/promedio de la LHC de hembras (Lovich & Gibbons 1992). El efecto del peso y de la condición física de las hembras ($CF = [Peso \text{ de la hembra} / LHC] * 100$) sobre la variable dependiente número de huevos, fueron estimados con análisis de regresión lineal simple. Con los datos de peso de los órganos, ajustados a la normalidad por medio de \log_{10} , utilizamos análisis de covarianza (ANCOVA) para estimar la variación en el peso del hígado y cuerpo graso a lo largo del año, donde el mes determina la variación y la LHC es la covariable. Las diferencias entre los meses fueron estimadas con pruebas *post hoc* de Tukey. El efecto de los factores ambientales temperatura y precipitación de la zona de estudio, sobre las variables dependientes variación en la masa de los testículos en machos y variación en la masa gonadal total en hembras, fue estimado con análisis de regresión lineal múltiple.

RESULTADOS

Dimorfismo sexual. Las hembras sexualmente maduras tienen un tamaño promedio de LHC $86.32 \text{ mm} \pm D. E. 7.94$ (71.0-101.0, $CV = 9.19$, $n = 41$) y los machos de $90.66 \text{ mm} \pm D. E. 12.79$, (71.5-111.0, $CV = 14.10$, $n = 45$), lo que revela que los machos son significativamente más grandes que las hembras ($t = 8.52$, $p \leq 0.05$, $n = 84$). Sin embargo, individuos de los dos sexos son maduros cuando llegan a un tamaño promedio de cuerpo de 71.5 mm de LHC ($n = 14$) (Fig. 2). El valor del índice de dimorfismo en tamaño de cuerpo fue de 1.05.

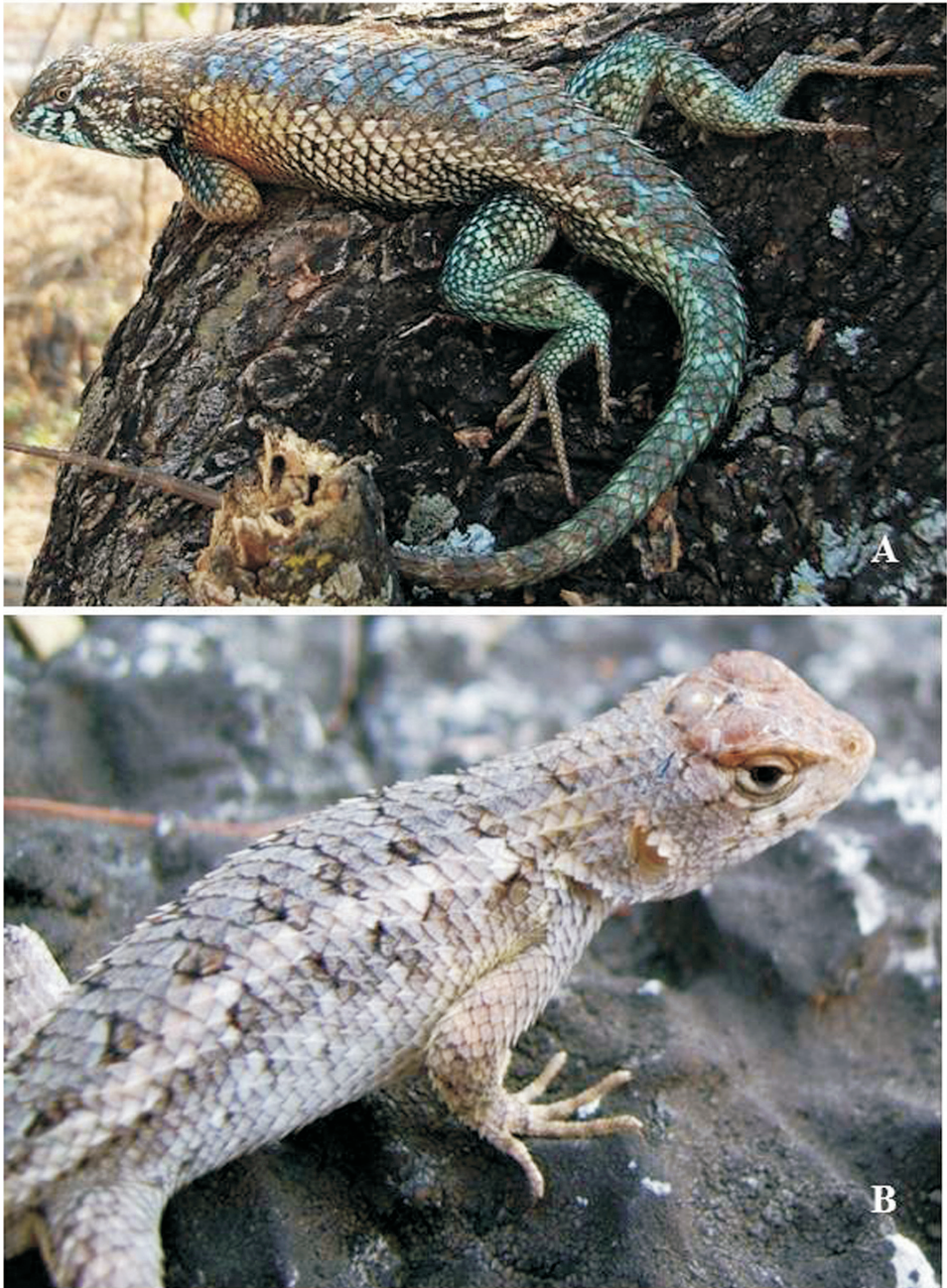


Figura 2. A) Coloración dorsal de machos, B) coloración dorsal de hembras de *Sceloporus horridus horridus* en la localidad el Jagüey, Tlaltizapan, Morelos.

Ciclo reproductor de las hembras. La masa gonadal total de las hembras mostró variación significativa durante el año (ANCOVA $F_{8,29} = 156.32$, $p \leq 0.0001$). Los valores más altos que revelan el inicio y el pico de actividad reproductora fueron observados entre los meses del período de abril a julio, y los valores más bajos corresponden al periodo de inactividad, que ocurre entre los meses de agosto a marzo. El primer incremento notable en la masa gonadal ($x = 0.044$ g), fue observado a fines de marzo y principios de abril cuando inicia la vitelogenénesis. En este período los folículos tienen un tamaño promedio de $2.67 \text{ mm} \pm \text{D. E. } 2.0$ y alcanza los valores más altos durante junio ($x = 0.446$ g) y julio ($x = 0.602$ g) con folículos de $5.37 \text{ mm} \pm \text{D. E. } 1.60$, para disminuir en agosto ($x = 0.010$ g) (Fig. 3A). La ovulación ocurre a fines de

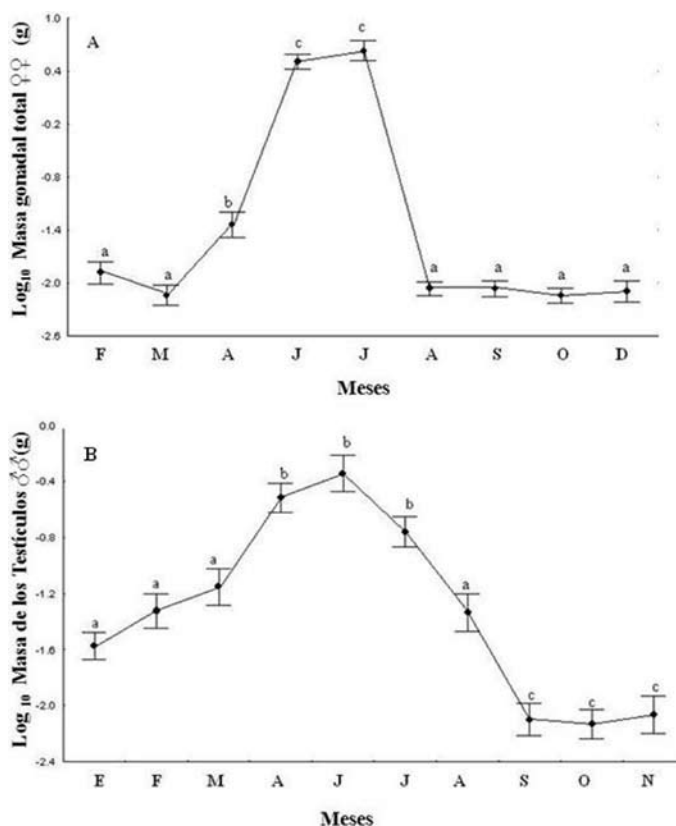


Figura 3. A) Variación de la masa gonadal total (MGT) en hembras, **B)** variación en la masa de los testículos en machos de *Sceloporus horridus horridus*. Los puntos representan la media ajustada por el ANCOVA y las líneas \pm el error estándar (EE). Los meses con letras iguales indican valores semejantes y los meses con letras diferentes indican diferencias significativas de acuerdo con la prueba *post hoc* de Tukey.

abril, y las hembras tuvieron huevos en los oviductos desde la primera semana de mayo hasta la primera mitad de julio. Las primeras parejas fueron observadas en campo a partir de la primera semana de mayo. Dos hembras capturadas a principios de julio tenían en promedio 10 huevos en los oviductos \pm D. E. 4.24 (10-13, CV = 42.42) con tamaño promedio de 15.06 mm \pm D. E. 0.304 (10-13, CV = 2.08).

El inicio de la actividad reproductora y los valores más altos en la masa gonadal total de las hembras tuvo correlación significativa con la precipitación ($r = 0.775$, $F_{2,19} = 14.30$, $p = 0.000162$), pero no con la temperatura ($r = 0.119$, $F_{2,19} = 0.2873$, $p = 0.5978$). El tamaño promedio de la nidada fue de 15.3 huevos \pm D. E. 2.87 (10-20, $n = 9$) y no fue estadísticamente diferente ($\chi^2 = 0.0543$, $gl\ 1$, $p = 0.05$), del promedio que se obtuvo a partir del número de folículos ováricos con vitelo 13.35 \pm D. E. 4.60 (8-26, $n = 28$). El peso promedio del huevo fue 0.46 g \pm D. E. 0.089 (0.3-0.6, $n = 79$), con un largo de 13.6 mm \pm D. E. 2.19 (9.0-16.3, $n = 79$) y un ancho de 8.70 mm \pm D. E. 0.63 (7.14-10.9, $n = 79$). La masa promedio de la nidada fue 7.35 g \pm D. E. 2.18 (4.4-9.9, $n = 6$), con un volumen promedio de 3.76 ml \pm D. E. 0.68 (2.7-4.6, $n = 6$) y una MRN con valor de 0.31 \pm D. E. 0.081 (0.16-0.39, $n = 6$). El tamaño de la nidada tuvo una correlación significativa con el peso ($r = 0.669$, $F = 5.67$, $p = 0.04873$, $n = 9$) y la condición física ($r = 0.676$, $F = 5.89$, $p = 0.04553$, $n = 9$) de las hembras, pero no con la LHC. Las primeras crías en vida silvestre fueron observadas a principios de septiembre. En condiciones de laboratorio, la incubación de 24 huevos provenientes de dos hembras ($n = 12$ huevos por hembra) que ovipositaron el 20 de junio, después de 56 días produjeron crías con LHC promedio de 25.9 mm \pm D. E. 2.16 (23.6-28.9) y peso de 0.6 g \pm D. E. 0.12 (0.4-0.7).

En general la masa del hígado de las hembras se mantuvo con variaciones (Fig. 4A), pero hubo incrementos notables en la masa de este órgano en dos diferentes meses del año (ANCOVA $F_{8,29} = 5.51$, $p \leq 0.0003$). El primer incremento fue observado en abril ($x_{\log_{10}} = -0.01$, $x = 0.977$ g) cuando inicia la vitelogénesis y luego cae justo cuando este proceso continúa (Fig. 4A). El otro valor más alto fue observado en octubre ($x_{\log_{10}} = -0.18$, $x = 0.660$ g) cuando la reproducción ha concluido. Este patrón de variación también fue observado en la masa del cuerpo graso (ANCOVA $F_{8,31} = 9.61$, $p \leq 0.0001$). Durante febrero, marzo y abril, la masa del cuerpo graso de las hembras se mantuvo sin cambios; sin embargo en el período de junio a septiembre, mostró una reducción significativa (Fig. 4B), lo que coincide con el período de mayor actividad reproductora (Fig. 3A). A fines del año entre los meses de octubre a noviembre, el cuerpo graso vuelve a incrementar su masa hasta lograr valores similares como los observados durante los primeros meses del año (Fig. 4B).

Ciclo reproductor de los machos. De manera similar a lo que ocurre en las hembras, en los machos la masa de los testículos mostró variación durante el año (ANCOVA $F_{9,33} = 37.08$, $p \leq 0.0001$). El periodo de actividad reproductora es de marzo a julio y el de inactividad de septiembre a febrero. El primer incremento en la masa de

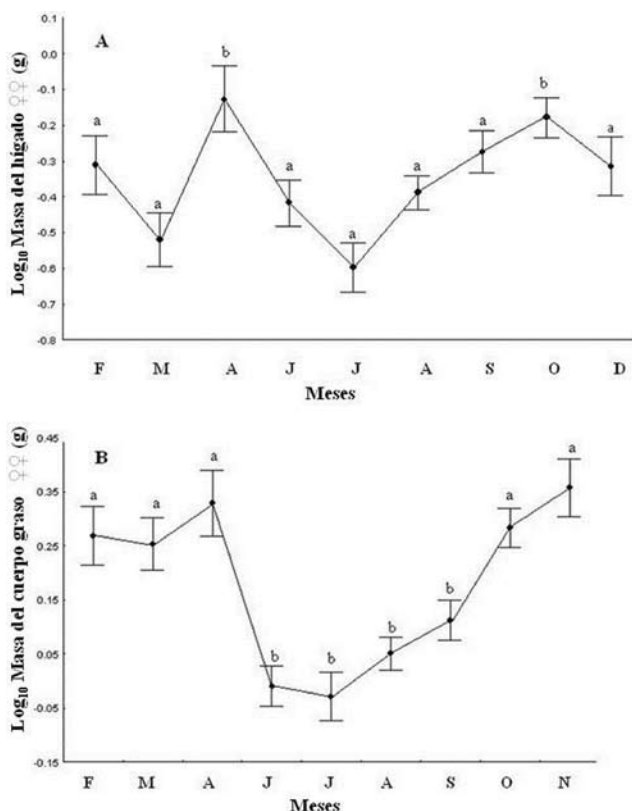


Figura 4. A) Variación en la masa del hígado, **B)** variación en la masa del cuerpo graso en hembras de *Sceloporus horridus horridus*. Los puntos representan la media ajustada por el ANCOVA y las líneas \pm el error estándar (EE). Los meses con letras iguales indican valores semejantes y los meses con letras diferentes indican diferencias significativas de acuerdo con la prueba *post hoc* de Tukey.

los testículos debido a la espermatogénesis, fue observado en ejemplares capturados en febrero ($x = 0.047$ g) y marzo ($x = 0.052$ g), dos meses antes que el inicio de la actividad reproductora en hembras. Los valores más altos, que revelan la máxima actividad reproductora fueron observados en el periodo de abril ($x = 0.377$ g) a junio ($x = 0.416$), y comienza a declinar en julio ($x = 0.175$ g) cuando inicia la regresión testicular. Estos valores fueron estadísticamente diferentes ($Tukey = 0.000717$) a los observados en los meses del periodo agosto-noviembre (Fig. 3B). Todo ello indica que la actividad reproductora ocurre en el período primavera-verano.

El inicio de la actividad reproductora y los picos más altos en la masa de los testículos estuvo relacionada significativamente con la temperatura ($r = 0.508$, $F_{2,29} = 5.19$ $p = 0.0118$) pero no con la precipitación ($r = 0.087$, $F_{2,29} = 0.2290$, $p = 0.6356$).

De la misma manera como ocurre en las hembras, la masa del hígado en los machos, mostró variación durante el año (ANCOVA $F_{9,34} = 2.42$, $p \leq 0.03$). La prueba de Tukey mostró que sólo el mes de julio ($x_{\log_{10}} = -0.52$, $x = 0.301$ g) fue significativamente diferente del resto de los meses (Fig. 5A). Esta variación también fue observada en la masa del cuerpo grasso, donde los meses de abril a octubre (Fig. 5B) difieren significativamente (ANCOVA $F_{9,33} = 4.65$, $p \leq 0.0005$) de los meses de noviembre a marzo. La masa del cuerpo grasso se reduce justo cuando se alcanza el pico en la masa testicular (Fig. 3B).

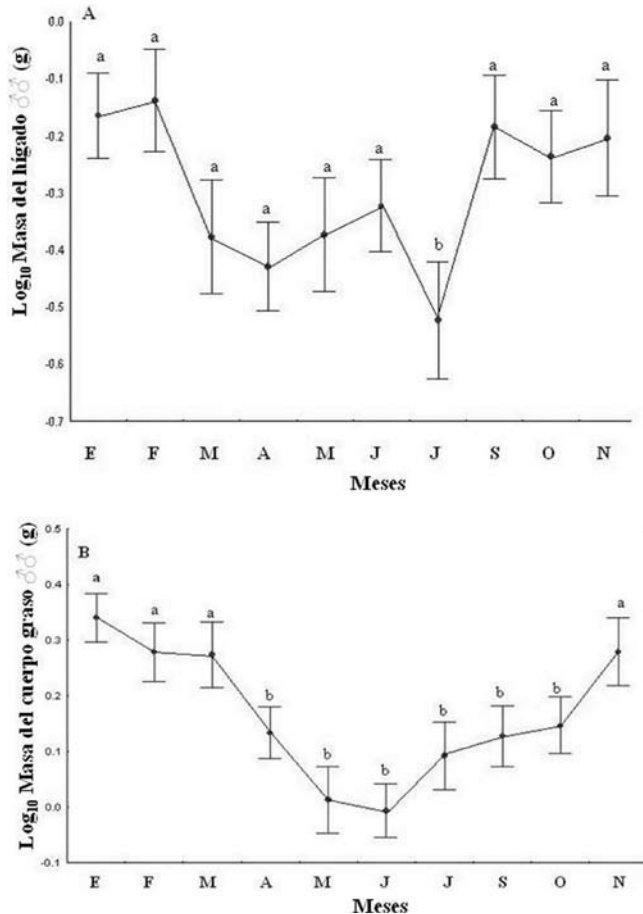


Figura 5. A) Variación en la masa del hígado, **B)** variación en la masa del cuerpo grasso en machos de *Sceloporus horridus horridus*. Los puntos representan la media ajustada por el ANCOVA y las líneas \pm el error estándar (EE). Los meses con letras iguales indican valores semejantes y los meses con letras diferentes indican diferencias significativas de acuerdo con la prueba *post hoc* de Tukey.

DISCUSIÓN

El tamaño promedio del cuerpo de los machos (90.66 mm) y hembras (86.32 mm) sexualmente maduros registrado en este estudio fue 7.46 mm más grande en machos y 4.52 mm en hembras, en comparación con el descrito previamente en especímenes de *S. h. horridus* obtenidos en varias localidades de Morelos (Cuautla, Cuernavaca, el Rodeo) y Guerrero (Alcozauca, Huitzuc y Zumpango), (Valdez-González & Ramírez-Bautista 2002). En la población estudiada, individuos de ambos sexos alcanzaron la madurez reproductora cuando su tamaño de cuerpo llegó a los 71.5 mm LHC, pero los machos fueron significativamente más grandes que las hembras. Estos datos son diferentes a los observados por Valdez-González & Ramírez-Bautista (2002), quienes no encontraron diferencias entre la LHC de machos y hembras. Sugerimos que la diferencia se puede atribuir a factores metodológicos y a factores geográficos estacionales. En nuestro análisis, usamos la LHC de machos y hembras adultos, de una sola localidad, y con evidencia de actividad reproductora. En contraste, los autores citados, usaron datos de “el 50% de los machos y hembras sexualmente maduros más grandes” provenientes de varias localidades y años. Estos elementos son los que pudieron haber contribuido a marcar las diferencias aquí señaladas. El efecto de la variación geográfica sobre las características reproductoras, entre poblaciones de una misma especie ha sido documentado previamente en lagartijas de zonas desérticas, templadas y de trópico seco (McCoy *et al.* 1994, Ramírez-Bautista *et al.* 2004, Hernández-Salinas *et al.* 2010, Bustos *et al.* 2011); en consecuencia, sugerimos que la ausencia de un marcado dimorfismo en el tamaño de cuerpo de *S. h. horridus* pudo ser producido por la mezcla de datos de diferente origen geográfico.

El dimorfismo sexual en el tamaño de cuerpo que se ha observado en este estudio, es común en varias especies de lagartijas del género *Sceloporus* (Fitch 1978, Lemos-Espinal *et al.* 1999, Ramírez-Bautista & Olvera-Becerril 2004), y se ha propuesto que ocurre porque la selección favorece distintos tamaños de cuerpo en machos (hipótesis de la selección intrasexual), y diferentes tamaños de cuerpo en hembras (hipótesis de la ventaja en fecundidad) (Cox *et al.* 2003). En un estudio en proceso sobre la morfología de machos de *S. h. horridus*, hemos identificado polimorfismo asociado con el color de la garganta (datos no publicados), lo que sustenta la hipótesis de la selección intrasexual. En la población estudiada (Fig. 2) fue frecuente un patrón de coloración azul en la región gular y ventral de los machos, lo que contribuyó a identificar un acentuado dimorfismo en esta especie. La conexión entre el color ventral y la madurez sexual ha sido observada en varias especies de lagartijas como *Iberolacerta monticola*, *Podarcis bocagei*, *Psamodrommus algirus*, *S. gavodidae* y *Uta stansburiana* entre otras (Cooper & Greenberg 1992, Lemos *et al.* 1996, Sinervo & Lively 1996, Carretero 2002, Galán 2008).

La actividad reproductora en ambos sexos es de tipo estacional y ocurre en el período primavera-verano como ha sido observado en varias especies ovíparas de

ambientes de selva baja caducifolia (*S. siniferus*-Davis & Dixon 1961, *S. cozumela*, *S. chrysostictus*, *S. graciosus*, *S. magister*, *S. olivaceus*- Fitch 1970, Fitch 1978, *S. gadoviae*-Lemos-Espinal *et al.* 1996, *S. pyrocephalus*-Ramírez-Bautista & Olvera-Becerril 2004, *S. melanorhinus*-Ramírez-Bautista *et al.* 2006, *S. ochoteranae*-Bustos *et al.* 2011, ver más referencias ahí) y en otras poblaciones de *Sceloporus horridus* (Valdez-González & Ramírez-Bautista 2002). La reproducción en los machos inicia a fines de febrero, con los valores más altos en el peso de los testículos, en el período de abril-junio; después disminuye progresivamente entre julio y agosto, y finaliza en septiembre. Los machos inician la actividad reproductora dos meses antes que las hembras. En consecuencia, y de acuerdo con nuestros datos, sugerimos que esto ocurre porque la espermatogénesis es iniciada por los primeros incrementos en la temperatura del ambiente, como ha sido anotado anteriormente ($r = 0.508$), y porque entre febrero-marzo comienzan a incrementarse las temperaturas (Figura 2). Por el contrario, el depósito de vitelo en las hembras comienza en respuesta a las primeras lluvias del año ($r = 0.775$) que en la zona de estudio ocurren a fines de abril y principios de mayo. Las hembras tuvieron huevos en los oviductos entre mayo y julio y ovipositan desde la segunda mitad de julio hasta principios de agosto. Este patrón de actividad reproductora en primavera-verano es típico de las especies de zonas tropicales secas (Davis & Dixon 1961, Fitch 1970, Ramírez-Bautista & Olvera-Becerril 2004, Ramírez-Bautista & Gutiérrez-Mayen 2003, Lemos-Espinal *et al.* 1999, Bustos *et al.* 2011).

En relación con la variación en la masa de los órganos, el hígado tuvo dos incrementos notables, uno antes del inicio de la actividad reproductora y el otro al final de este mismo período. Este patrón se explica debido a que antes de la reproducción la actividad metabólica del hígado se incrementa para producir vitelogenina, que más tarde se almacena en los cuerpos grasos y se utiliza para la reproducción (Ballinger 1977, Mojica *et al.* 2003). Los valores bajos observados, en el peso del hígado y del cuerpo graso de machos y hembras después de la reproducción, revelan la cantidad de energía que se invierte en este proceso. El patrón de correlación inversa entre la actividad reproductora vs. masa del hígado y cuerpo graso, ha sido observado previamente en varias especies de lagartijas de ambientes tropicales y de zonas templadas como *Anolis nebulosus*, *Aspidoscelis lineatissimus*, *Eurolophosaurus nanuzae*, *S. jarrovi*, *S. formosus* y *S. grammicus* (Galdino *et al.* 2003, Guillette & Sullivan 1985, Ramírez-Bautista & Vitt 1997, Ramírez-Bautista *et al.* 2000, Ramírez-Bautista *et al.* 2002, Ramírez-Bautista *et al.* 2009) y se explica por el hecho de que estos órganos están involucrados en el desarrollo de la vitelogénesis y la espermatogénesis (Bonnet *et al.* 2001, Rosen & Wade 2001, Klukowski *et al.* 2004).

El tamaño de la nidada en la población estudiada (15.3 huevos) es muy similar al observado en ejemplares de Cuautla y Cuernavaca (14.8 huevos, Valdéz-González & Ramírez-Bautista 2002), pero es diferente del observado en ejemplares de Chilpan-

cingo (12 huevos, Davis & Dixon 1961). Esta diferencia ha sido interpretada como una respuesta a factores ambientales locales como la altitud, temperatura y precipitación, donde se desarrollan las poblaciones y a factores de índole demográfico (Ramírez-Bautista *et al.* 2003, Mojica *et al.* 2003, Shine 2003). El registro de una hembra con siete huevos a fines del mes de julio, sugiere que las hembras tienen diferentes periodos de puesta, como ha sido observado previamente en *S. spinosus* (Méndez-de la Cruz *et al.* 2013). La retención de huevos en los oviductos por la ausencia de humedad apropiada para la incubación, es una característica que ha sido observada en hembras de lagartijas sceloporinas del grupo *spinosus* (Calderón-Espinosa *et al.* 2006).

La masa de la nidada y la MRN de *S. h. horridus* tuvieron valores altos, en congruencia con las predicciones para especies que tienen una conducta de forrajeo pasivo (Cooper 1994). Por otro lado, el tamaño del huevo parece ser un carácter fijo, debido a que en este trabajo no se observaron variaciones con relación a lo descrito previamente para esta misma especie (Valdéz-González & Ramírez-Bautista 2002). Esto permite sugerir que la estrategia de reproducción de esta especie, entre las poblaciones de distintas localidades, es modificar el tamaño de la nidada vía número de huevos, mas no mediante variación del tamaño del huevo, en relación directa con el peso y la condición física de las hembras.

AGRADECIMIENTOS. A Nestor Mariano Bonigo y Gabriela Chávez Osorio por su apoyo durante el trabajo de campo.

LITERATURA CITADA

- Abell, A. J.** 1999. Variation in clutch size and offspring size relative to environmental conditions in the lizard *Sceloporus virgatus*. *Journal of Herpetology*, 33:173-180.
- Ballinger, R. E.** 1977. Reproductive strategies: food availability as a source of proximal variation in a lizard. *Ecology*, 58:628-635.
- Bonnet, X., Naulleau, G. & Mauget, R.** 1994. The influence of body condition on 17- β estradiol levels in relation to vitellogenesis in female *Vipera aspis* (Reptilia, Viperidae). *General and Comparative Endocrinology*, 93:424-437.
- Bustos Z. M. G., Méndez de la Cruz, F. R. & Castro-Franco, R.** 2011. Ciclo reproductor de *Sceloporus ochoterenae* en el estado de Morelos, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82:589-597.
- Calderón-Espinosa, M. L., Andrews, R. M. & Méndez-de la Cruz, F. R.** 2006. Evolution of egg retention in the *Sceloporus spinosus* group: exploring the role of physiological environmental and phylogenetic factors. *Herpetological Monographs*, 20:147-158.
- Carretero, M. A.** 2002. Sources of color pattern variation in Mediterranean *Psamodrommus algirus*. *Netherlands Journal of Zoology*, 52:43-60.
- Castilla, A. M. & Bauwens, D.** 2000. Reproductive characteristics of the lacertid *Prodarcisatrata*. *Copeia*, 3:748-756.

- Castro-Franco, R.** 2002. Historia Natural de Lagartijas de Morelos, México. Tesis de Maestría en Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM. 111 pp.
- Castro-Franco, R. & Bustos, Z. M. G.** 1994. List of reptiles of Morelos, and their distribution in relation to vegetation types. *Southwestern Naturalist*, 39:171-175.
- Castro-Franco, R. & Bustos, Z. M. G.** 2003. Lagartijas de Morelos, México: distribución, hábitat y conservación. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, 88:123-142.
- Castro-Franco, R. & Bustos, Z. M. G.** 2006. *Herpetofauna de las áreas naturales protegidas Corredor Biológico Chichinautzin y la Sierra de Huautla, Morelos. México*. Publicación Especial No. 1, Centro Investigaciones Biológicas UAEM. 111 pp.
- Colli, G. R.** 1991. Reproductive ecology of the *Ameiva ameiva* (Sauria: Teiidae) in the Cerrado of Central Brazil. *Copeia*, 4:1002-1012.
- Cooper, W. E. & Vitt, L. J.** 1989. Sexual dimorphism of the head and body size in an iguanid lizard: paradoxical results. *American Naturalist*, 133:729-735.
- Cooper, Jr. W. E. & Greenberg, N.** 1992. Reptilian coloration and behavior, pp. 298-422. In: C. Gans y D. Crews (Eds.) *Biology of the Reptilia*. Vol. 18. *Physiology E. Hormones, Brain, and Behavior*. University of Chicago Press, Chicago.
- Cooper, R. J.** 1994. Prey chemical discrimination, foraging mode and phylogeny, pp. 95-113. In: L. J. Vitt y E. R. Pianka, (Comp.). *Lizard Ecology historical and experimental perspectives*. Princeton University Press.
- Cox, R. M., Skelly, S. L. & H. B. John-Alder.** 2003. A comparative test of adaptative hypothesis for sexual size dimorphism in lizards. *Evolution*, 57: 1653-1669.
- Davis, W. B. & Dixon, J. R.** 1961. Reptiles (exclusive of snakes) of the Chilpancingo region, Mexico. *Proceedings Biological Society of Washington*, 74:37-56.
- De Marco, V. G.** 1989. Annual variation in the seasonal shift in egg size and clutch size in *Sceloporus woodi*. *Oecologia*, 80:525-532.
- Dunham, A. E.** 1994. Reproductive ecology, pp 3-5. In: L. J. Vitt y E. R. Pianka (comp.). *Lizard Ecology historical and experimental perspectives*. Princeton University Press.
- 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.
- Galán, P.** 2008. Ontogenetic and sexual variation in the coloration of the lacertid lizards *Iberolacerta monticola* and *Podarcis bocagei*. Do the females prefer the greener males? *Animal Biology*, 58:173-198.
- Galdino, C. A. B., Assis, V. B., Kieffer, M. C. & Van Sluys, M.** 2003. Reproduction and fat body cycle of *Eurolophosaurus nanuzae* (Sauria: Tropiduridae) from a seasonal montane habitat of southeastern Brazil. *Journal of Herpetology*, 37:687-694.
- García, E.** 1988. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koopen*. Offset Larios S. A. México, Distrito Federal.
- Guillette, Jr. L. J. & Sullivan, W. P.** 1985. The reproductive and fat body cycles of the lizard, *Sceloporus formosus*. *Journal of Herpetology*, 19:474-480.
- Hernández-Salinas, U., Ramírez-Bautista, A., Leyte-Manrique, A. & Smith, G. R.** 2010. Reproduction and sexual dimorphism in two populations of *Sceloporus grammicus* (Sauria: Phrynosomatidae) from Hidalgo, Mexico. *Herpetologica*, 66:12-22.

- Ji, X. A. & Brana, F.** 2000. Among clutch variation in reproductive output and egg size in the wall Lizard (*Podarcis muralis*) from a lowland population of northern Spain. *Journal of Herpetology*, 34:54-60.
- Klukowski, M., Ackerson, B. & Craig, E. N.** 2004. Testosterone and daily activity period in laboratory-housed mountain spiny lizard *Sceloporus jarrovi*. *Journal of Herpetology*, 38:120-124.
- Lemos-Espinal, J. A., Smith, G. R. & Ballinger, R. E.** 1996. Ventral blue coloration and sexual maturation in male *Sceloporus gadoviae* lizards. *Journal of Herpetology*, 30:546-548.
- Lemos-Espinal, J. A., Smith, G. R. & Ballinger, R. E.** 1999. Reproduction in Gadov's spiny lizard, *Sceloporus gadoviae* (Phrynosomatidae), from arid tropical México. *Southwestern Naturalist*, 44:57-63.
- Lovich, J. E. & Gibbons, J. W.** 1992. A review of techniques for quantifying sexual size dimorphism. *Growth, Development & Aging*, 56:269-281.
- Méndez-de la Cruz, F. R., Villagrán-Santa Cruz, M., López-Ortiz, M. L. & Hernández-Gallegos, O.** 2013. Reproductive cycle of a high-elevation, oviparous lizard (*Sceloporus spinosus*: Reptilia: Phrynosomatidae). *Southwestern Naturalist*, 58: 54-63.
- McCoy, J. K., Fox, S. F. & Baird, T. A.** 1994. Geographic variation in sexual dimorphism in the collared lizard, *Crotaphytus collaris* (Sauria: Crotaphytidae). *Southwestern Naturalist*, 39:328-335.
- Mojica, B. H., Rey, B. H., Serrano, V. H. & Ramírez-Pinilla, M.** 2003. Annual reproductive activity of a population of *Cnemidophorus lemniscatus* (Squamata: Teiidae). *Journal of Herpetology*, 37:35-42.
- Ramírez-Bautista, A., Balderas-Valdivia, C. & Vitt, L. J.** 2000. Reproductive ecology of the whiptail lizard *Cnemidophorus lineatissimus* (Squamata: Teiidae) in a tropical dry forest. *Copeia*, 3:712-722.
- Ramírez-Bautista, A. & Gutiérrez-Mayén, M. G.** 2003. Reproductive ecology of *Sceloporus utiformis* (Sauria: Phrynosomatidae) from a tropical dry forest of México. *Journal of Herpetology*, 37:1-10.
- Ramírez-Bautista, A., Hernández-Ramos, D., Rojas M. A. & Marshall, J. C.** 2009. Fat bodies and liver mass cycles in *Sceloporus grammicus* (Squamata: Phrynosomatidae) from Southern Hidalgo, México. *Herpetological Conservation and Biology*, 4:164-170.
- Ramírez-Bautista, A., Jiménez-Cruz, E. & Marshall, J. C.** 2004. Comparative life history for populations of the *Sceloporus grammicus* (Squamata: Phrynosomatidae). *Western North American Naturalist*, 64:175-183.
- Ramírez-Bautista, A., Luja, V. H., Balderas-Valdivia, C. & Oriz-Pulido, R.** 2006. Reproductive cycle of male and female spiny lizards, *Sceloporus melanorhinus*, in a tropical dry forest. *Southwestern naturalist*, 51:157-162.
- Ramírez-Bautista, A. & Olvera-Becerril, V.** 2004. Reproduction in the Boulder spiny lizard, *S. pyrocephalus* (Sauria: Phrynosomatidae) from a tropical dry forest of Mexico. *Journal of Herpetology*, 38:225-231.
- Ramírez-Bautista, A., Ramos-Flores, O. & Sites J. W. Jr.** 2002. Reproductive cycle of the spiny lizard *Sceloporus jarrovi* (Sauria: Phrynosomatidae) from North-Central México. *Journal of Herpetology*, 36:225-233.
- Ramírez-Bautista, A., Uribe-Peña, Z. & Guillette, L. J. Jr.** 1995. Reproductive biology of the lizard *Urosaurus bicarinatus bicarinatus* (Reptilia: Phrynosomatidae) from Río Balsas Basin, México. *Herpetologica*, 51:24-33.
- Ramírez-Bautista, A. & Vitt, L. J.** 1997. Reproduction in the lizard, *Anolis nebulosus* (Polychrotidae) from the pacific coast of Mexico. *Southwestern Naturalist*, 43:381-390.
- Rodríguez-Romero, F., Méndez de la Cruz, F. R., García-Collazo, R. & Villagrán-Santa Cruz, M.** 2002. Comparación del esfuerzo reproductor en dos especies hermanas del género *Sceloporo-*

- rus* (Sauria: Phrynosomatidae) con diferente modo reproductor. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, 85:181-188.
- Rodríguez-Romero, F., Smith, G. R., Cuellar, O. & Méndez de la Cruz, F. R.** 2004. Reproductive traits of a high elevation viviparous lizard *Sceloporus bicanthalis* (Lacertilia: Phrynosomatidae) from Mexico. *Journal of Herpetology*, 38:438-443.
- Rosen, G. J. & Wade, J.** 2001. Androgen metabolism in the brain of the green anole lizard (*Anolis carolinensis*): effects of sex and season. *General and Comparative Endocrinology*, 122:10-17.
- Selby, S. M.** 1965. *Standard Math Tables*. 14th Ed. Chemical Rubber Co., Cleveland, Oh.
- Shine, R.** 1992. Relative clutch mass and body shape in lizards and snakes: is reproductive investment constrained or optimized? *Evolution*, 46: 828-833.
- Shine, R.** 2003. Reproductive strategies in snakes. *Proceedings of the Royal Society of London B.*, 270: 995-1004.
- Sinervo, B. & Lively, C. M.** 1996. The rock-paper-scissors game and the evolution of alternative male reproductive strategies. *Nature*, 380: 240-243.
- Smith, H. M. & Taylor, E. H.** 1950. An annotated checklist and key to the reptiles of México, exclusive of snakes. *Bulletin United States of Natural Museum*, 199:1-253.
- Tinkle, D. W., Wilbur, H. M. & Tilley, S. G.** 1970. Evolutional strategies in lizard reproduction. *Evolution*, 24:55-74.
- Valdéz-González, M. & Ramírez-Bautista, A.** 2002. Reproductive characteristics of the spiny lizards, *Sceloporus horridus* and *Sceloporus spinosus* (Squamata: Phrynosomatidae) from Mexico. *Journal of Herpetology*, 36:36-43.
- Zamora-Abrego, J. G., Zúñiga-Vega, J. J. & Nieto-Montes de Oca, A.** 2007. Variation in reproductive traits within the lizards genus *Xenosaurus*. *Journal of Herpetology*, 41:630-637.