

CICLO REPRODUCTOR DE *SCELOPORUS POINSETTII* BAIRD Y GIRARD 1852 (SQUAMATA: PHRYNOSOMATIDAE) EN EL CENTRO DEL DESIERTO CHIHUAHUENSE, MÉXICO

Héctor GADSDEN¹, Felipe de Jesús RODRÍGUEZ-ROMERO²,
Fausto R. MÉNDEZ-DE LA CRUZ³ y Rosalina GIL-MARTÍNEZ¹

¹Instituto de Ecología, A. C., Centro Regional Chihuahua.
Km. 33.3 Carretera Chihuahua-Ojinaga, Ciudad Aldama, Chihuahua. C.P. 32900, MÉXICO
gadsden@sequia.edu.mx

²Centro de Investigación de Recurso Bióticos (CIRB).
Universidad Autónoma del Estado de México. Carretera Toluca-Ixtlahuaca, Km. 14.5.
Unidad San Cayetano de Morelos, Estado de México, MÉXICO

³Departamento de Zoología, Instituto de Biología, UNAM, Circuito exterior, junto al Jardín Botánico,
Ciudad Universitaria. A. P. 70 - 153, C.P. 04510, D.F. MÉXICO

RESUMEN

Se determinó el ciclo reproductor de una población de la lagartija vivípara *Sceloporus poinsettii* Baird y Girard 1852 utilizando datos obtenidos de individuos capturados en el campo en la Reserva de Biosfera de Mapimí, México. Entre 1993 y 1994 fueron colectadas muestras mensuales de esta especie de cerros rocosos. Las hembras comenzaron la vitelogénesis en el verano tardío, culminando la ovulación durante diciembre. Las hembras están preñadas a través de los meses del invierno y paren durante la primavera en mayo o al principio de junio. La media del tamaño de camada fue de 6.3 crías. Los neonatos de ambos sexos se encuentran nacidos al principio del verano. Los machos exhiben la reactivación testicular durante el final del verano y el máximo Índice Somático/Testicular ocurre durante el otoño en octubre y noviembre. Este estudio se suma a los datos que indican que la actividad reproductora en otoño es la estrategia reproductora común entre las lagartijas vivíparas del género *Sceloporus*.

Palabras Clave: Desierto Chihuahuense, viviparidad, *Sceloporus*.

ABSTRACT

The reproductive cycle of a population of the viviparous lizard *Sceloporus poinsettii* Baird y Girard 1852 was determined using data obtained from field caught individuals at the Biosphere Reserve of Mapimí, Durango, México. Between 1993 and 1994 monthly samples of this species were collected from rocky hills. Females begin vitellogenesis in late summer, culminating in ovulation during December. Females are pregnant throughout the winter months with birth during spring in May or early June. Average clutch size is 6.3 young. Neonatos of both sexes are born early in summer. Males exhibit testicular recrudescence during late summer and maximal Testicular/Somatic Index occur during fall in October and November. This study adds to the data that indicate that fall reproductive activity is the common reproductive strategy among viviparous lizards of the genus *Sceloporus*.

Key Words: Chihuahuan Desert, viviparity, *Sceloporus*.

INTRODUCCIÓN

Los patrones cíclicos de actividad reproductora son indicadores de las estrategias reproductoras de las especies (Méndez-de la Cruz, *et al.* 1988). Las temporadas de

reproducción están asociadas a factores externos tales como la temperatura, la precipitación y el fotoperiodo (Duvall *et al.* 1982, Licht 1984). También los factores internos participan en la regulación de los períodos reproductores (Licht 1984). Más recientemente se ha considerado que la mejor manera de predecir la estacionalidad reproductora es la historia biogeográfica del taxon (Craig & Shine 1985).

En el género *Sceloporus* se han descrito dos patrones reproductores de diversas especies vivíparas (ver Guillette *et al.* 1980, Méndez de la Cruz *et al.* 1992, 1994, Guillette & Méndez-de la Cruz 1993, Feria-Ortíz *et al.* 2001, Ramírez-Bautista *et al.* 2002). En los dos patrones, las hembras inician su época reproductora en otoño. En cambio, los machos tienen dos periodos de actividad reproductora dependiendo de la región en que habiten. En las montañas (altitudes mayores de 2500 msnm), los machos presentan un patrón asincrónico y presentan la época reproductora en primavera-verano. Por otro lado, en el altiplano mexicano (altitudes menores de 2400 msnm), los machos presentan la actividad reproductora durante el verano-otoño (sincrónicos).

Méndez-de la Cruz *et al.* (1994) estudiaron los patrones espermatogénicos de dos poblaciones de *Sceloporus mucronatus* Cope, 1885, y consideraron que probablemente la actividad reproductora otoñal de los machos en el altiplano fue derivada de la primaveral en poblaciones de montaña. Estos autores fundamentaron esta hipótesis en las diferencias climáticas existentes entre esas dos regiones, principalmente precipitación, lo cual a su vez determina diferencias en la productividad primaria y sus efectos diferenciales sobre el ciclo reproductor de los machos. Estos autores también hicieron extensiva esta hipótesis para la fauna del Altiplano Central de México y en base a Martín (1958), consideraron que durante el pleistoceno la herpetofauna de esta región se derivó de la herpetofauna de las montañas asociada a una sabana de encinos. Según Martín (1958), posteriormente el incremento en la aridez eliminó los bosques, por lo que las poblaciones locales tuvieron que adaptarse a la desertización progresiva del área. Considerando lo anterior, Méndez-de la Cruz *et al.* (1994), propusieron que los ciclos sincrónicos de *Sceloporus* en el altiplano, pudieron haber derivado de los ciclos asincrónicos presentes en las especies vivíparas de este género en las montañas. De acuerdo a estos últimos autores, el decremento de la disponibilidad alimentaria en el altiplano, pudo haber resultado en el decremento de las reservas energéticas durante el invierno y la primavera, conduciendo a un retraso estacional en el desarrollo testicular y de cuerpos grasos, como se manifiesta en *S. mucronatus* que habita en el altiplano.

Sceloporus poinsettii Baird y Girard 1852, es una lagartija del grupo *torquatus*, en el cual todas sus especies (como *S. mucronatus*) son vivíparas (Smith 1939, 1950, Sites *et al.* 1992, Wiens & Reeder 1997). Su distribución se presenta desde el suroeste de Texas hasta el sureste de Nuevo México en Estados Unidos y hacia el sur en los estados de Coahuila, Chihuahua, Durango y parte de Nuevo León en México (Smith 1939, Ballinger 1973, 1978). Sin embargo, no se había realizado ningún estudio de reproducción de esta especie en el centro del Desierto Chihuahuense.

El objetivo de este trabajo fue determinar el ciclo reproductor de *Sceloporus poinsettii* en la región semidesértica del Bolsón de Mapimí.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en la Reserva de la Biosfera de Mapimí, Durango (26° 29' N, 103° 58' W), en el cerro de San Ignacio a una altitud de 1250-1400 msnm. La precipitación media anual apenas supera los 226 mm (Fig. 1), y existe una marcada irregularidad de la precipitación entre los distintos años. La temperatura promedio del mes más frío (enero) oscila entre 11.5 °C y 12.1 °C. Los veranos son calientes y la temperatura promedio del mes más caliente (junio) varía entre 25.5 °C y 28.4 °C. La vegetación predominante en los cerros elevados y pendientes rocosas son: *Jatropha dioica*, *Larrea tridentata*, *Agave lechuguilla*, *Acacia gregii*, *Selaginella lepidophila*, *Fouquieria splendens*, *Agave asperrima*, *Euphorbia antispyhilitica* y *Opuntia rastrera* (Martínez-Ojeda & Morello 1977).

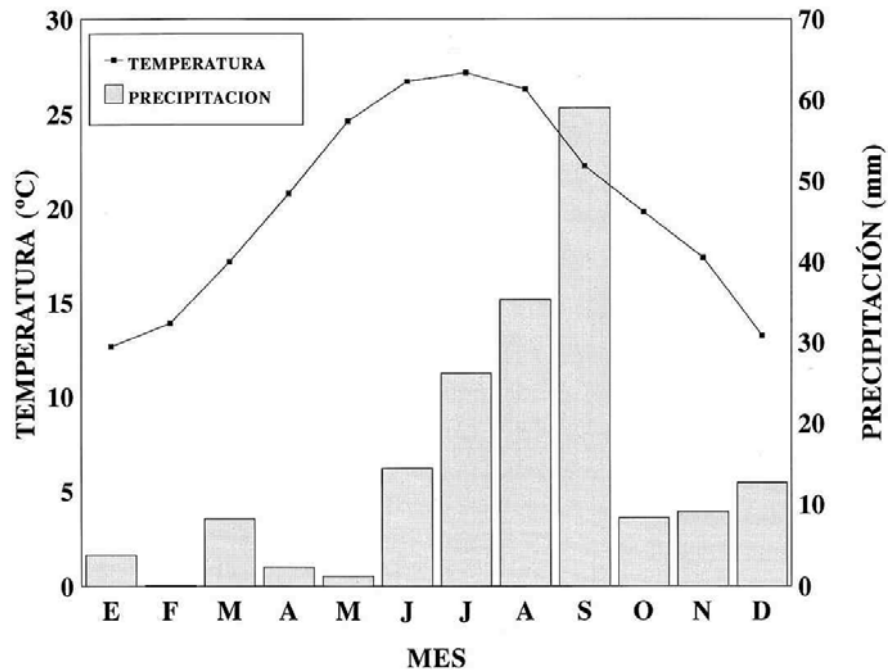


Figura 1

Temperatura promedio mensual y valores de precipitación (1993-1994) en la Reserva de la Biosfera de Mapimí.

Se realizaron muestreos mensuales entre 1993 y 1994, en los cuales se capturaron hembras y machos adultos de la lagartija *Sceloporus poinsettii*, la cual habita en cerros y exclusivamente en microhábitats saxícolas. Las hembras más pequeñas que tuvieron folículos vitelogénicos o embriones en útero fueron utilizadas para estimar el tamaño mínimo de longitud hocico-cloaca (LHC) a la madurez sexual. Los machos fueron considerados sexualmente maduros si mostraban los testículos agrandados ($\geq 21.68 \text{ mm}^3$) y epidídimos agrandados y muy enrollados (Ramírez-Bautista *et al.* 2002). Estos ejemplares se sacrificaron en el laboratorio empleando una sobredosis de anestésico (pentobarbital sódico, solución 1:10) intracardiaca, para proceder a disecarlos y extraer las gónadas y los cuerpos

grasos, los cuales se pesaron y fijaron en solución de formol al 10% neutro (Méndez-de la Cruz *et al.* 1988).

Para cada ejemplar se registraron los siguientes datos: sexo, LHC en mm, peso total del cuerpo (PTC) a 0.1 g más cercano antes de disecarlos. Con el peso de cada organismo y el de las gónadas se estimó el índice somático gonadal (ISG) (ver Méndez-de la Cruz *et al.* 1988) mediante la siguiente fórmula:

$$\text{ISG} = \text{PTG}/\text{PTC} (100)$$

donde:

PTG = peso total de las gónadas y PTC = peso total del cuerpo.

Utilizando esta relación, se obtuvo también el índice somático de los cuerpos grasos (ISCG).

Se calcularon los valores de ambos índices y se obtuvo la media y el error estándar para cada sexo por mes. Se realizaron análisis de covarianza (ANCOVA) para detectar si había o no diferencias significativas entre los valores mensuales de cada índice. De esa manera se eliminó la influencia del tamaño del cuerpo sobre el peso de las gónadas y de los cuerpos grasos (SuperANOVA, Abacus Concepts Inc., Berkeley, CA), ver Guillette & Méndez-de la Cruz (1993). Asimismo, se aplicó la prueba de intervalos múltiples de Duncan para determinar entre que meses ocurrieron tales diferencias (Bruning & Kintz 1977).

Para determinar la relación entre el tamaño de la camada y la LHC de las hembras se utilizó la correlación de Pearson (se consideraron embriones en los oviducto y folículos vitelogénicos). Asimismo, se probó la correlación entre los índices gonadales y de cuerpos grasos para ambos sexos, con los valores mensuales de temperatura promedio y precipitación del ambiente registrados en el área de estudio.

Todas las pruebas se asumieron significativas con $P < 0.05$. Se reportan las medias \pm el error estándar.

RESULTADOS

Mensualmente se obtuvieron muestras de cuatro a cinco individuos de cada sexo de *S. poinsettii*. La media de LHC de las hembras fue de 85.8 ± 1.3 mm, 79-105 ($N = 37$), mientras que el promedio de LHC de los machos fue de 89.7 ± 1.2 mm, 77-105 ($N = 58$). Los machos adultos son significativamente más grandes que las hembras adultas (prueba de Kolmogorov-Smirnov, $D = 0.31$, $p = 0.02$).

Un ANCOVA determinó que en las hembras adultas se presentan diferencias significativas en los índices somático ováricos ($F_{8,27} = 57.88$, $p < 0.01$) y de los cuerpos grasos ($F_{8,27} = 6.78$, $p < 0.01$) (Figs. 2 y 3).

Después del parto (que se presentó en mayo-junio), se inicia un largo periodo de inactividad gonadal de los ovarios (Fig. 2) hasta principios del otoño en octubre, época en la cual se dispara el proceso vitelogénico en el mes de noviembre y se completa en diciembre. Es aquí donde se presenta la máxima actividad ovárica o crecimiento folicular y posiblemente la ovulación. El periodo de gestación se extiende a lo largo de cinco meses de enero a mayo.

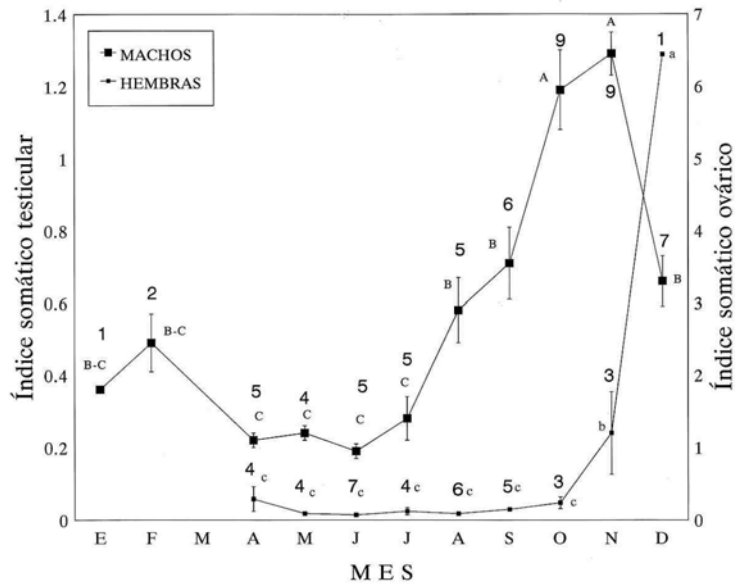


Figura 2

Ciclo reproductor de la lagartija vivípara *Sceloporus poinsettii* basado en el peso de los ovarios y el peso testicular de los especímenes recolectados. Los valores presentados representan el promedio de los índices somático gonadales ± 1 ES. Los valores con diferentes letras son significativamente diferentes (prueba de intervalos múltiples de Duncan, $P < 0.01$). El tamaño de muestra se indica en la parte superior de las trayectorias.

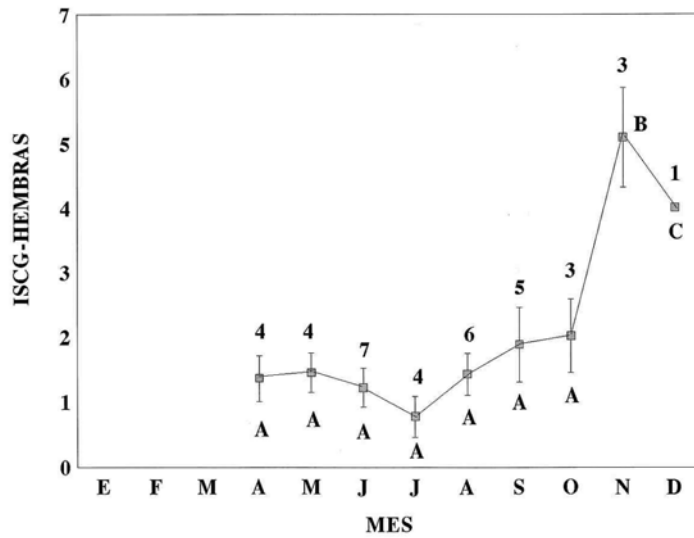


Figura 3

Cambios mensuales promedio (± 1 ES) del Índice Somático de Cuerpos Grasos (ISCG) en hembras de *Sceloporus poinsettii*. Los valores con diferentes letras mayúsculas debajo de la trayectoria son significativamente diferentes (prueba de intervalos múltiples de Duncan, $P < 0.01$). El tamaño de muestra se indica en la parte superior de la trayectoria.

Los cuerpos grasos presentan valores mínimos de los ISCG (entre 0.77 ± 0.45 y 2.0 ± 0.5) antes y después de que las hembras han parido (de abril a octubre), posteriormente se incrementan hasta alcanzar los valores máximos (5.0 ± 0.5) a finales del otoño en noviembre y decrecen a principios del invierno en diciembre (3.9 ± 0.9) (Fig. 3).

No hubo diferencia significativa entre el número medio de embriones en oviductos (6.3 ± 0.7 embriones, N = 6 hembras) y el número medio de folículos vitelogénicos (7.0 ± 0.8 folículos, N = 4 hembras); prueba de Kolmogorov-Smirnov, D = 0.5, p = 0.5. Al unificar ambas muestras (hembras con embriones en oviducto y hembras con folículos vitelogénicos) el tamaño de camada se correlacionó estrechamente con el tamaño de las hembras ($y = 0.17x - 9.04$, $r = 0.94$, $P < 0.05$) ver Fig. 4.

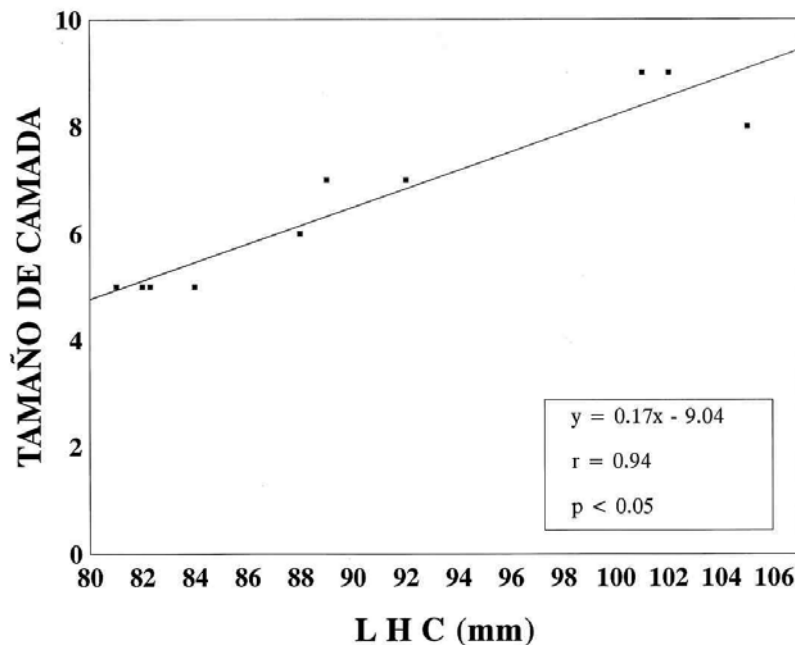


Figura 4

Correlación entre el tamaño de cuerpo de las hembras (LHC) de *Sceloporus poinsettii* y el tamaño de camada. Se consideraron embriones en los oviductos y folículos vitelogénicos.

También en los machos adultos el ANCOVA mostró que existen diferencias significativas tanto en los índices somático testiculares ($F_{10,46} = 21.08$, $p < 0.01$) como en los ISCG ($F_{10,45} = 4.21$, $p < 0.01$; Figs. 2 y 5 respectivamente).

Después de un periodo de inactividad testicular (manifestada por los valores bajos del índice somático testicular, Fig. 2) que va de abril a julio, se da una rápida reactivación testicular que dura cerca de dos meses, de agosto a septiembre. Posteriormente, de octubre a noviembre, los testículos alcanzan el mayor tamaño, y seguramente la máxima actividad testicular. Es a partir del mes de diciembre cuando presenta un decremento en el tamaño de los testículos el cual culmina en el mes de abril.

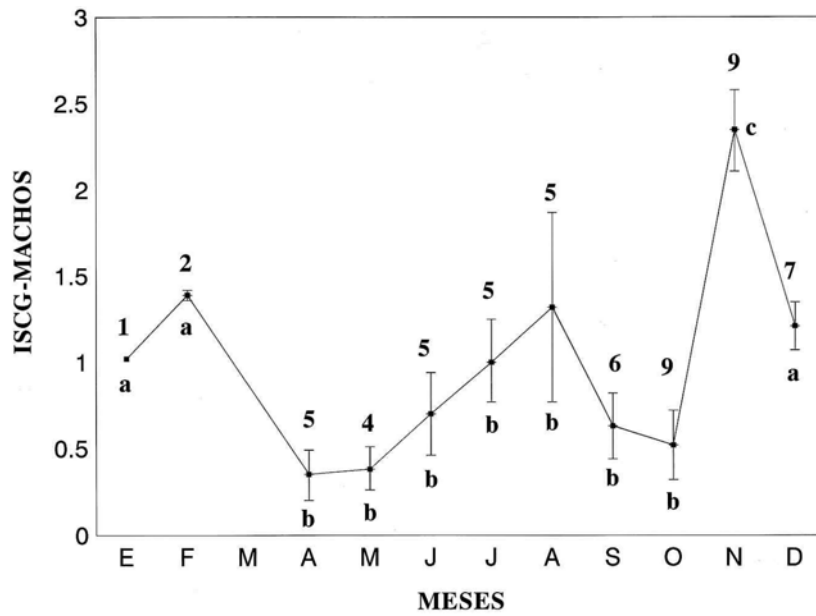


Figura 5

Cambios mensuales promedio (± 1 ES) del Índice Somático de Cuerpos Grasos (ISCG) de machos de *Sceloporus poinsettii*. Los valores con diferentes letras minúsculas son significativamente diferentes (prueba de intervalos múltiples de Duncan, $P < 0.01$). El tamaño de muestra se indica en la parte superior de la trayectoria.

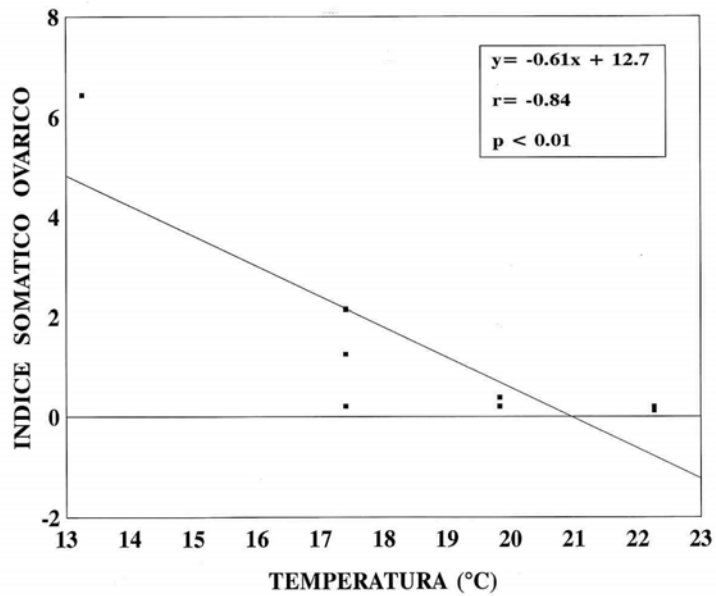


Figura 6

Correlación de los índices somático ováricos de *Sceloporus poinsettii* con la temperatura ambiental.

Los cuerpos grasos de los machos (Fig. 5) presentan valores bajos del ISCG (entre 0.4 ± 0.3 y 1.2 ± 0.2) durante los meses de primavera, verano y hasta principios de otoño en octubre. Posteriormente se incrementan notablemente (2.2 ± 0.2) a la mitad del otoño en noviembre, alcanzando en este mes su máximo valor. A fines del otoño y durante todo el período invernal estos van disminuyendo paulatinamente (Fig. 5).

El índice somático ovárico estuvo correlacionado con el decremento de la temperatura ambiental en las hembras ($y = -0.61x + 12.7$, $r = -0.84$, $p < 0.01$; Fig. 6 y Fig. 1) y en los machos ($y = -0.11x + 3.2$, $r = -0.86$, $p < 0.01$; Fig. 7 y Fig. 1). Mientras que con la precipitación no hubo correlación en las hembras ($y = -0.027x + 1.9$, $r = -0.29$, $p = 0.48$), pero si en los machos ($y = -0.01x + 1.05$, $r = -0.4$, $p = 0.01$; Fig. 8 y Fig. 1).

El ISCG no estuvo correlacionado con la temperatura ($y = -0.4x + 10.32$, $r = -0.61$, $p = 0.10$) ni con la precipitación en las hembras ($y = -0.04x + 4.5$, $r = -0.56$, $p = 0.15$). En los machos se obtuvo una correlación negativa con la temperatura ($y = -0.09x + 3.06$, $r = -0.34$, $p = 0.03$) pero no con la precipitación ($y = -0.01x + 1.4$, $r = -0.23$, $p = 0.16$).

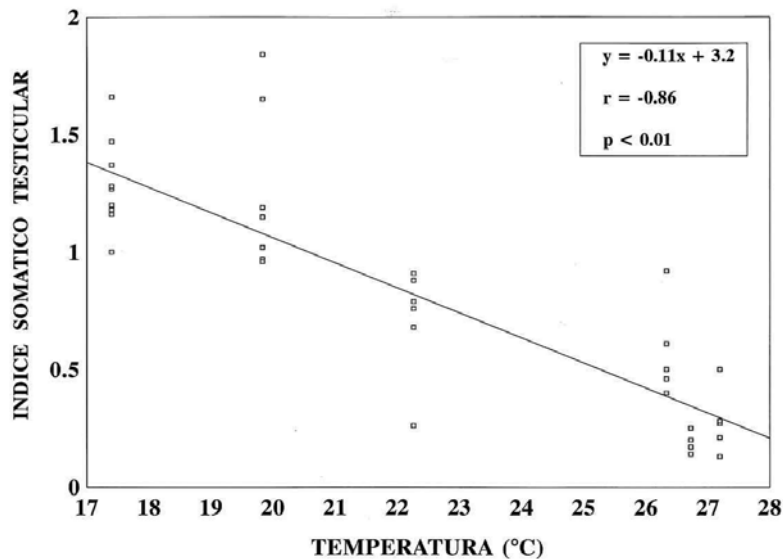


Figura 7

Correlación de los índices somático testiculares de *Sceloporus poinsettii* con la temperatura ambiental.

DISCUSIÓN

Los machos de *S. poinsettii* fueron significativamente más grandes que las hembras en LHC. Este dimorfismo sexual se ha observado que es común en las especies del género *Sceloporus* (Fitch 1978), y puede ser mantenido por selección sexual, en la cual los machos más grandes son seleccionados por las hembras para reproducirse con más éxito que los machos más chicos (Fitch 1981, Stamps 1983, Shine 1989). De manera similar a nuestras observaciones de *S. poinsettii* en el campo, Ballinger (1973, 1978) observó que *S. poinsettii*

puede formar grupos durante el verano que se componen por individuos adultos y jóvenes, pero usualmente sólo hay un macho adulto grande en estos grupos. Este autor también observó que estos grupos se fragmentan en otoño y se forman parejas adultas de un macho con una hembra y es probable que durante esta época de reproducción se delimiten sus territorios.

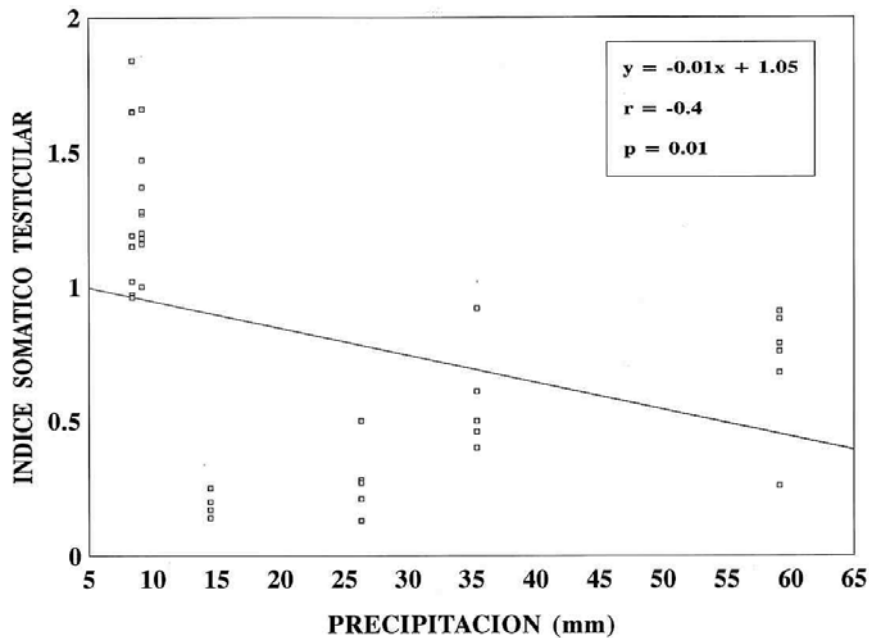


Figura 8

Correlación de los índices somático testiculares de *Sceloporus poinsettii* con la precipitación.

Las hembras de *S. poinsettii* presentan máxima actividad reproductora durante el otoño, cuando se llevan a cabo el cortejo, el apareamiento, y la fertilización, seguida de la gestación invernal, para posteriormente parir durante la primavera. Este patrón es característico de especies que habitan las montañas de regiones templadas como: *S. cyanogenys* (Callard *et al.* 1972), *S. jarrovi* (Goldberg 1970, 1971, Ballinger 1973), *S. poinsettii* (Ballinger 1973), *S. grammicus microlepidotus* (Guillette & Casas-Andreu 1980), *S. bicanthalis* (Guillette 1982), y *S. torquatus* (Guillette & Méndez-de la Cruz 1993, Feria-Ortiz *et al.* 2001). Sin embargo, la reproducción otoñal también ocurre en lagartijas de tierras bajas como: *Gerrhonotus liocephalus* (Flury 1949), *Eumeces egregius* (Mount 1963), y *S. grammicus disparilis* (Guillette & Bearce 1986). Incluso este patrón reproductor otoñal se encuentra en otras especies vivíparas más distantemente relacionadas, tales como, *Barisia imbricata* (Guillette & Casas-Andreu, 1987), *Liolaemus huacahuasicus* (Ramírez 1991), *Cordylus giganteus* (Van Wyk 1995), y *Eumeces copei* y *E. Lynxe* (Ramírez-Bautista *et al.* 1996, 1998).

Ramírez-Bautista *et al.* (2002) señalan que otras especies de *Sceloporus* (Guillette & Casas-Andreu 1980, Guillette *et al.* 1980), *Eumeces* (Guillette 1983, Ramírez-Bautista *et al.*

1996, Ramírez-Bautista et al. 1998) y *Barisia* (Guillette & Casas-Andreu 1987) de hábitats montañosos de México, han evolucionado independientemente en un patrón reproductor similar, de manera que esos estudios proveen evidencia que esta convergencia en características reproductoras, esta asociada con un cambio a hábitos de montaña en estas especies.

Al igual que *S. poinsettii* en este estudio, en la reproducción otoñal de otras lagartijas sceloporinas las hembras entran al invierno con al menos el 50% del máximo tamaño de los cuerpos grasos (Ortega 1985, Guillette & Bearce 1986). En las hembras, de *S. poinsettii* el ISCG presenta el valor más alto a finales del otoño en noviembre y decrece al principio del invierno en diciembre, cuando el índice somático ovárico es mayor, lo que sugiere que las hembras podrían estar utilizando los cuerpos grasos como fuente de energía para la vitelogénesis (Hahn & Tinkle 1965, Ramírez-Bautista et al. 2002). Después de este período se observan ISCG muy bajos, los cuales se mantienen con mínimas variaciones hasta el siguiente otoño. Este patrón de los cuerpos grasos es similar al encontrado en otras especies como *S. jarrovii* (Ramírez-Bautista et al. 2002), *Uta stansburiana* (Hahn & Tinkle 1965), *S. mucronatus* (Méndez-de la Cruz et al. 1988) y *S. torquatus* (Feria-Ortiz, et al. 2001).

La reproducción otoñal en *S. poinsettii* permite que las hembras tengan el parto durante la primavera cuando el alimento es abundante, como ocurre en las especies del grupo *torquatus* (Ballinger 1973, Fitch 1978, Feria-Ortiz et al. 2001, Ramírez-Bautista et al. 2002).

El ciclo testicular de *S. poinsettii* de este estudio es similar al de otras especies del grupo *torquatus* (Goldberg 1971, Ballinger 1973, Méndez-de la Cruz et al. 1994, Feria-Ortiz et al. 2001). Los machos de *S. poinsettii* presentan el mayor pico de actividad gonadal durante el otoño en noviembre, lo cual nos indica que su ciclo reproductor muestra asincronía con el de las hembras, sugiriendo que el apareamiento puede ocurrir antes de la ovulación como en las especies vivíparas de las familias Scincidae (Ramírez-Bautista et al. 1996, 1998), Phrynosomatidae (Guillette 1982, Guillette & Sullivan 1985, Feria-Ortiz et al. 2001), Anguillidae (Guillette & Casas-Andreu 1987) y Cordylidae (Flemming 1993). Según Ramírez-Bautista et al. (2002) esta disparidad en el conjunto de la actividad reproductora entre machos y hembras sugiere que cada sexo usa distintas señales ambientales, como ha sido registrado en otras especies que habitan en las montañas (Guillette & Casas-Andreu 1980, Ramírez-Bautista et al. 1996, 1998). También es posible que los machos y las hembras usen las mismas señales ambientales de manera diferente durante el tiempo de su actividad reproductora como ocurre en *S. mucronatus* (Méndez-de la Cruz et al. 1988).

Como en el caso del ciclo ovárico, la similitud entre los ciclos testiculares de las especies del grupo *torquatus*, podría ser el resultado de sus nexos filogenéticos (Feria-Ortiz et al. 2001). Este patrón de reproducción otoñal ocurre a través del grupo *torquatus*, y sugiere que la evolución de este patrón representa un solo evento evolutivo en la historia de este linaje (Sites et al. 1992, Andrews & Mathies 2000, Ramírez-Bautista et al. 2002).

Debido a la semejanza entre el ciclo testicular de otras especies del grupo *torquatus* y el de *S. poinsettii* de este estudio, es probable que en esta población el apareamiento se lleve a cabo también durante los meses de otoño (Goldberg 1971, Ballinger 1973, 1978, Guillette & Méndez-de la Cruz 1993, Ramírez-Bautista et al. 2002).

De manera similar a *S. mucronatus* (Méndez-de la Cruz et al. 1988), *S. jarrovii* (Goldberg 1970, Ballinger 1973) y *S. poinsettii* (Ballinger 1973), los cuerpos grasos de *S. poinsettii* en

esta población, son utilizados para la actividad reproductora y posteriormente para la nutrición durante el invierno. Los cuerpos grasos en los machos son utilizados durante el otoño primero para llevar a cabo la reactivación gonadal, la formación de su ámbito hogareño, defensa territorial, y para el apareamiento; y en segundo lugar para la nutrición durante el invierno. Esta estrategia de uso de los cuerpos grasos también ha sido registrada en los machos de *S. formosus* (Guillette & Sullivan 1985); *S. grammicus disparilis* (Guillette & Bearce 1986) y de *S. undulatus* (McKinney & Marion 1985). Este patrón del ciclo de los cuerpos grasos en los machos de *S. poinsettii*, es similar al de la mayoría de las lagartijas de ambientes templados, donde la reproducción otoñal demanda la mayor parte de los lípidos almacenados en los cuerpos grasos y una menor porción para el mantenimiento necesario durante la hibernación (Derickson 1974, 1976a,b).

La actividad reproductora esta controlada por factores ambientales de los cuales los más importantes son el fotoperiodo, la temperatura del ambiente, y la precipitación (Marion 1982, Licht 1984). En la población de *S. poinsettii* de este estudio, la temperatura parece estar jugando un papel más directo con la reactivación gonadal que la precipitación, debido a que el incremento del índice gonado somático de ambos sexos, presenta una correlación negativa altamente significativa con la temperatura ambiental. De modo similar, Guillette y Méndez-de la Cruz (1993) encontraron que *S. torquatus* también presentó una correlación negativa alta de la reactivación testicular y la vitelogénesis con la temperatura del ambiente. Sin embargo, Ramírez-Bautista *et al.* (2002) encontraron en *S. jarrovii* que la actividad ovárica de las hembras se incrementó con el incremento de la temperatura y la precipitación. Estos autores sugieren que no todas las especies que habitan en zonas templadas responden en la misma dirección a las mismas señales ambientales.

La asincronía en la actividad reproductora entre machos y hembras de *S. poinsettii*, indica que probablemente los dos sexos están respondiendo a la misma señal en forma distinta. El trabajo experimental hecho por Licht y otros (ver Licht 1984), ha demostrado que aparentemente la temperatura es el principal factor que controla el inicio de la actividad reproductora en algunas especies de lagartijas ovíparas. Sin embargo, varias especies vivíparas que presentan reproducción otoñal en ambientes templados muestran una fuerte correlación negativa entre la gametogénesis otoñal y el fotoperiodo (Ballinger 1973, Guillette & Bearce 1986, Méndez-de la Cruz *et al.* 1988, Guillette & Méndez-de la Cruz 1993, Ramírez-Bautista *et al.* 1998). Así mismo, la actividad ovárica de la especie de lagartija vivípara *Barisia imbricata* esta correlacionada con el incremento en precipitación que ocurre durante los meses de otoño (Guillette & Casas-Andreu 1987). Lo anterior demanda mayor número de estudios para esclarecer el papel de estas señales ambientales en las especies que presentan actividad reproductora otoñal.

El ciclo reproductor otoñal de *S. poinsettii* de este estudio es similar al encontrado por Ballinger (1973, 1978) en dos poblaciones de la misma especie (Texas y Nuevo México), abarcando en esa misma estación la vitelogénesis, el apareamiento y la ovulación, para parir posteriormente en la primavera. También las hembras de esas dos poblaciones presentaron únicamente una camada cada año. Este autor registró que el número de embriones en las hembras grávidas de *S. poinsettii* varió en cada año; sin embargo, el promedio obtenido por él fue de 10.4 ± 1.5 embriones por cada hembra, y en la población que estudiamos encontramos 6.3 ± 0.7 embriones por cada hembra grávida. Estas diferencias obtenidas se relacionan probablemente con la disponibilidad alimentaria; algo similar a lo encontrado por

Ballinger (1977) en *Urosaurus ornatus* en donde la abundancia relativa baja de alimento redujo el potencial reproductor de esa especie. De manera semejante a la población que estudiamos, Ballinger (1973, 1978) determinó que el tamaño de camada de *S. poinsettii* tuvo una correlación significativa con el incremento de LHC. En nuestro caso, todas las hembras de *S. poinsettii* con una LHC superior a 82 mm estaban grávidas. Asimismo, en una población de *S. poinsettii* de Texas, Ballinger (1973) registró que todas las hembras mayores de 92 mm de LHC de esta especie, estaban grávidas. Sin embargo, Ballinger (1978) encontró en otra población de Nuevo México de la misma especie, una variación interanual en el tamaño mínimo de la LHC de hembras reproductoras (75 mm y 84 mm de LHC en 1973 y 1974, respectivamente).

La reproducción otoñal que presenta esta lagartija en el centro del Desierto Chihuahuense, es característica de todas las especies de ambientes de montaña y de desierto hasta ahora estudiadas del grupo *torquatus* (Crisp 1964, Ballinger 1973, 1978, Guillette & Méndez-de la Cruz 1993, Méndez-de la Cruz et al. 1994, Feria-Ortiz et al. 2001, Ramírez-Bautista et al. 2002). En décadas pasadas se ha propuesto que esta estrategia reproductora, es el resultado del modo de reproducción vivíparo que probablemente se originó en las montañas norteñas del centro de México y es consecuencia a su vez de ambientes de tipo templado (Smith 1939, Cole 1978, Guillette & Casas-Andreu 1980, Sites et al. 1992).

Por otro lado, Martin (1958) propuso que la herpetofauna del Altiplano Mexicano evolucionó de las partes montañosas más elevadas durante el Pleistoceno. Esto explicaría en parte la presencia de *S. poinsettii* en el Desierto Chihuahuense durante la última glaciación en el Wisconsiano tardío (hace ~ 15,000 años). Es factible que la causa de esto haya sido la presencia en el altiplano de condiciones ecológicas similares a las templadas y favorables para la reproducción vivípara de esta lagartija. Algunas características de *S. poinsettii*, como la protección interna de los embriones a las altas y bajas temperaturas, así como el evitar la posible desecación de los mismos (ver Shine 1985), pudieron haber ejercido una influencia para que estos organismos se hayan adaptado en el desierto hasta el presente. El incremento acelerado de la desertización en el Altiplano Mexicano y el establecimiento de la actual flora xérica se dio en los últimos 4,000 años durante el Holoceno tardío (Van Devender 1986, 1990). Las paleomadrigueras de la rata *Neotoma* contienen muchos fósiles que se han fechado con radiocarbón y la cronología de estos depósitos muestra que en el Wisconsiano tardío la vegetación en el desierto Chihuahuense consistía de bosques húmedos dominados por especies de *Pinus*, *Juniperus* y *Quercus* (Van Devender & Burges 1985, Van Devender 1990, Metcalfe et al. 1997). Algunas de las especies de suculentas y de herbáceas presentes actualmente en el matorral xerófilo espinoso de ese desierto se encontraban formando parte de ese bosque (Lanner & Van Devender 1981, Van Devender & Burgess 1985, Van Devender 1986, 1990, Briones 1994). El efecto del proceso de retracción glacial al final del Wisconsiano tardío (hace ~ 11,000 años) y la reducción de especies relativamente méxicas de *Pinus* y *Juniperus* (Van Devender 1986, 1990) pudo haber originado que diversas poblaciones de *S. poinsettii* se aislaran en cerros con habitats saxícolas, semejantes a los que ocupa actualmente esta especie en las partes elevadas de las montañas en la Sierra Madre Occidental y Oriental.

AGRADECIMIENTOS

Damos las gracias a Adalberto Herrera ("El Chuca") y a Francisco Herrera, por su ayuda en el trabajo de campo en la Reserva de Biosfera de Mapimí. Este estudio formó parte de un proyecto apoyado por el CONACYT (1367-N9206). Asimismo, es una contribución al programa MAB-UNESCO de Reservas de Biosfera. También agradecemos la revisión y sugerencias hechas al manuscrito por tres árbitros anónimos.

LITERATURA CITADA

- Andrews, R.M. & T. Mathies.** 2000. Natural history of reptiles development: constrains on the evolution of viviparity. *BioScience* 50: 227-238.
- Ballinger, R.E.** 1973. Comparative demography of two ovoviviparous iguanid lizards (*Sceloporus jarrovi* and *Sceloporus poinsettii*). *Ecology* 54: 269-283.
- _____. 1977. Reproductive strategies: Food availability as a source of proximal variation in a lizard. *Ecology* 58: 628-635.
- _____. 1978. Reproduction, population structure, and effects of congeneric competition on the crevice spiny lizard, *Sceloporus poinsettii* (Iguanidae), in Southwestern New Mexico. *Southwestern Nat.* 23: 641-650.
- Briones, O.** 1994. Origen de los desiertos mexicanos. *Ciencia* 45: 263-279.
- Brunning, J. L. & B. Kintz.** 1977. *Computational Handbook of Statistics*. 2nd. Ed. Scott Foresman and Co., Glensview Illinois.
- Callard, I.P., C.G. Bayne, & W.F. McConnell.** 1972. Hormones and reproduction in the female lizard *Sceloporus cyanogenys*. *Gen. Comp. Endocrinol.* 18: 175-195.
- Cole, C.J.** 1978. Karyotypes and systematics of the lizards in the *variabilis*, *jalapae*, and *scalaris* species groups of the genus *Sceloporus*. *Am. Mus. Novitates*. 2653: 1-13.
- Craig, J. & R. Shine.** 1985. The seasonal timing of reproduction. A tropical- temperate comparison in Australian lizards. *Oecologia (Berlin)*. 67: 464-474.
- Crisp, T.M.** 1964. Studies of reproduction in the female ovoviviparous lizard *Sceloporus cyanogenys* (Cope). *Texas J. Sci.* 16: 481.
- Derickson, W.K.** 1974. Lipid Deposition and Utilization in the sagebrush lizard, *Sceloporus graciosus*: It's Significance for Reproduction and Maintenance. *Com. Biochem. Physiol.* 49: 267-272.
- _____. 1976a. Lipid Storage and Utilization in Reptiles. *Amer Zool.* 16: 711-724.
- _____. 1976b. Ecological and Physiological Aspects of Reproductive Strategies in two Lizards. *Ecology*. 57: 445-458.
- Duvall, D.L., L.J. Guillette, Jr., & R.E. Jones.** 1982. Environmental control of reptilian reproductive cycles. Pp.201-231. In: C. Gans and F.H. Pough (Eds.). *Biology of the Reptilia*. Vol. 13D. Academic Press, New York.
- Feria-Ortiz, M., A. Nieto-Montes de Oca, & I.H. Salgado-Ugarte.** 2001. Diet and reproductive biology of the viviparous lizard *Sceloporus torquatus* (Squamata: Phrynosomatidae). *J. Herpetol.* 35: 104-112.
- Fitch, H.S.** 1978. Sexual size differences in the genus *Sceloporus*. *University of Kansas Sciences Bulletin* 51: 441-461.
- _____. 1981. Sexual size differences in reptiles. University of Kansas Museum *Natural History Miscellaneous Publication* 70: 1-72.
- Flemming, A.F.** 1993. The female reproductive cycle of the lizard, *Pseudocordylus m. melanotus* (Sauria: Cordylidae). *J. Herpetolo.* 27: 103-107.
- Flury, A.** 1949. *Gerrhonotus liocephalus infernalis* Baird in Texas. *Herpetologica* 5: 65-67.
- Goldberg, S.R.** 1970. Seasonal ovarian histology of the ovoviviparous iguanid lizard *Sceloporus jarrovi* Cope. *J. Morphol.* 132: 265-276.

- _____. 1971. Reproductive cycle of the ovoviviparous lizard *Sceloporus jarrovi*. Cope. *Herpetologica* 27: 123-131.
- Guillette, L.J. Jr.** 1982. The evolution of viviparity and placentation in the high elevation, Mexican lizard *Sceloporus aeneus*. *Herpetologica* 39: 94-103.
- _____. 1983. Notes concerning reproduction of the montane skinks, *Eumeces copei*. *J. Herpetol.* 17: 144-148.
- Guillette, L.J. Jr. & G. Casas-Andreu.** 1980. Fall reproductive activity in the high altitude Mexican lizard, *Sceloporus grammicus microlepidotus*. *J. Herpetol.* 14: 143-147.
- _____. 1987. The reproductive biology of the high elevation Mexican lizard, *Barisia imbricata imbricata*, with notes on the other *imbricata* subspecies. *Herpetologica* 43: 29-38.
- Guillette, L.J. Jr. & D. Bearce.** 1986. Reproductive and fat body cycle in the lizard *Sceloporus grammicus disparilis*. *Trans. Kansas Acad. Sci.* 89: 31-39.
- Guillette, L.J. Jr., R.E. Jones, K.T. Fitzgerald, & H. M. Smith.** 1980. Evolution of viviparity in the lizard Genus *Sceloporus*. *Herpetologica*. 36: 201-215.
- Guillette, L.J. Jr. & R. Méndez-de la Cruz.** 1993. The reproductive cycle of the viviparous mexican lizard *Sceloporus torquatus*. *J. Herpetol.* 27: 168-174.
- Guillette, L.J. Jr. & W.P. Sullivan.** 1985. Reproductive and fat body cycle of the lizard, *Sceloporus formosus*. *J. Herpetol.* 19: 474-480.
- Hahn, W.E. & D.W. Tinkle.** 1965. Fat body cycling and experimental evidence for its adaptative significance to ovarian follicle development in the lizard *Uta stansburiana*. *J. Exptl. Zool.* 158: 79-86.
- Lanner, R.M. & T.R. Van Devender.** 1981. Late Pleistocene Piñon Pines in the Chihuahuan Desert. *Quaternary Research* 15: 278-290.
- Licht, P.** 1984. Reptiles. Pp. 206-282. In: G. E. Lamming (Ed.). *Marshall's Physiology of Reproduction. Reproductive Cycles of Vertebrates*, Vol. 1. Churchill Livingstone, Edinburgh, Scotland.
- Marion, K.R.** 1982. Reproductive cues for gonadal development in temperate reptiles: temperature and photoperiod effects on the testicular cycle of the lizard *Sceloporus undulates*. *Herpetologica* 38: 26-39.
- Martin, P.S.** 1958. A biogeography of reptiles and amphibians in the Gomez Farías region, Tamaulipas, México. *Misc. Publ. Mus. Zool. Univ. Michigan*, 101: 1-102.
- Martinez-Ojeda, E. & J. Morello.** 1977. *El Medio físico y las unidades fisonómico-florísticas del Bolsón de Mapimí*. Pubs. Instituto de Ecología, A. C., México. 3: 63 pp.
- Mckiney, R.B. & K.R. Marion.** 1985. Reproduction and fat body cycles in the male lizard *Sceloporus undulatus*, from Alabama with comparisons of geographic variation. *J. Herpetol.* 19: 208-217.
- Méndez-de la Cruz, F.R., M. Feria-Ortíz. & O. Cuellar.** 1992. Geographic variation of reproductive traits in a Mexican viviparous lizard, *Sceloporus torquatus*. *C. R. Soc. Biogéogr.* 68: 149-156.
- Méndez de la Cruz, F. R., L.J. Guillette, Jr., M. Villagrán-Santa Cruz, & G. Casas-Andreu.** 1988. Reproductive and fat body cycles of the viviparous lizard, *Sceloporus mucronatus* (Sauria: Iguanidae). *J. Herpetol.* 22: 1-12.
- Méndez de la Cruz, F.R., M. Villagrán-Santa Cruz, & O. Cuellar.** 1994. Geographic variation of spermatogenesis in the mexican viviparous lizard *Sceloporus mucronatus*. *Biogeographica*, 70: 59-67.
- Metcalf, S.E., A. Bimpson, A.J. Courtice, L.O. Hara, & D.M. Taylor.** 1997. Climate change at the monsoon/Westerly boundary in Northern Mexico. *J. Paleolimnol.* 17: 155-171.
- Mount, R.H.** 1963. The natural history of the red-tailed skink, *Eumeces egregius* Baird. *Amer. Midl. Nat.* 70: 356-385.
- Ortega, A.** 1985. Fat body cycles in a montane population of *Sceloporus grammicus*. *J. Herpetol.* 20: 104-108.

- Ramírez, P.P. M.** 1991. Reproductive and fat body cycles of the viviparous lizard *Lialoemus huacahuasicus*. *J. Herpetol.* 25: 205-208.
- Ramírez-Bautista, A., J. Barba-Torres, y L.J. Vitt.** 1998. Reproductive cycle and brood size of *Eumeces lynxe* from Pinal de Amoles, Querétaro México. *J. Herpetol.* 32: 18-24.
- Ramírez-Bautista, A., L.J. Guillette Jr., G. Gutierrez-Mayén, y Z. Uribe-Peña.** 1996. Reproductive biology of the lizard *Eumeces copei* (Lacertilia: Scincidae) from the Eje Neovolánico, México. *Southwest. Nat.* 41: 103-110.
- Ramírez-Bautista, A., O. Ramos-Flores, & J.W. Sites Jr.** 2002. Reproductive Cycle of the Spiny Lizard *Sceloporus jarrovi* (Sauria: Phrynosomatidae) from North-Central México. *J. Herpetol.* 36: 225-233.
- Shine, R.** 1985. The Evolution of Viviparity in Reptiles: An Ecological Analysis. In: C. Gans & F. Billet (eds.). *Biology of the Reptilia*, 15: 605-694. New York, Academic Press.
- _____. 1989. Ecological causes for the evolution of sexual dimorphism: a review of the evidence. *Quart. Rev. Biol.* 64: 419-461.
- Sites, J.W. Jr., J.W. Archie, Ch. J. Cole, & O. Flores-Villela.** 1992. A review of phylogenetic hypotheses for lizards of the genus *Sceloporus* (Phrynosomatidae): implications for ecological and evolutionary studies. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* 213: 1-110.
- Smith, H.M.** 1939. The Mexican and Central American Lizards of the genus *Sceloporus*. *Field Mus. Nat. Hist. Zool. Ser.* 26: 1-397.
- Smith, H.M. & E.H. Taylor.** 1950. An annotated checklist and key to the reptiles of Mexico exclusive of the snakes. *Bull. U. S. Natl. Mus.* 199: 1-253.
- Stamps, J.A.** 1983. Sexual selection, sexual dimorphism, and territoriality. In R.B. Huey, E.R. Pianka, and T.W. Schoener (Eds.), *Lizard Ecology Studies of a Model Organism*, pp. 169-204. Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Van Devender, T.R.** 1986. Pleistocene climates and endemism in the Chihuahuan Desert flora, In: *Second Symposium on Resources of the Chihuahuan Desert Region, Chihuahuan Desert-US and Mexico, II*, J. Barlow, A. Powel y B. Timmerman (Eds.) (Chihuahuan Desert Research Institute, Texas), 1-19.
- _____. 1990. Late Quaternary vegetation and climate of the Chihuahuan Desert, United States and México. Pp. 104-133. In: J.L. Betancourt, T.R. Van Devender & P.S. Martín (Eds.). *Packrat middens. The Last 40,000 Years of Biotic Change*. University Arizona Press, Tucson.
- Van Devender, T.R. & T.L. Burgess.** 1985. Late Pleistocene woodlands in the Bolsón de Mapimi; a refugium for the Chihuahuan Desert biota. *Quart. Res.* 24: 346- 353.
- Van Wyk, J.H.** 1995. The male reproductive cycle of the lizard, *Cordylus giganteus* (Sauria: Cordylidae). *J. Herpetol.* 29: 522-535.
- Wiens, J.J. & T.W. Reeder.** 1997. Phylogeny of the spiny lizards (*Sceloporus*) based on molecular and morphological evidence. *Herpetol. Monograph.* 11: 1-101.

Recibido: 10 de febrero 2004

Aceptado: 15 de julio 2005