

COMPARACIÓN DEL ESFUERZO REPRODUCTOR EN DOS ESPECIES HERMANAS DEL GÉNERO *SCELOPORUS* (SAURIA: PHRYNOSOMATIDAE) CON DIFERENTE MODO REPRODUCTOR

Felipe RODRÍGUEZ-ROMERO¹ Fausto R. MÉNDEZ¹ Rodolfo GARCÍA-COLLAZO² y Maricela VILLAGRÁN-SANTA CRUZ³

¹Depto. de Zoología, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Apdo. Postal 70-153, C P 04510. México D. F., MÉXICO

²Lab. de Zoología, ENEP Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, Av. de los Barrios s/n, Los Reyes Iztacala, Edo. de México A. P. 314, CP 54090 MÉXICO

³Lab. de Biología de la Reproducción, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Apdo. Postal 70-515, CP 04510. México D. F., MÉXICO

RESUMEN

Se estudió el tamaño y la masa relativa de la camada o la nidada en dos especies de lacertilios emparentados (*Sceloporus aeneus* y *S. bicanthalis*) que presentan diferente modo reproductor (ovíparo y vivíparo, respectivamente). En ambas especies, el tamaño de la camada o la nidada se incrementó con el peso de las hembras y no hubo diferencias significativas entre ambas especies. *S. bicanthalis* presentó una masa relativa significativamente mayor que su especie hermana *S. aeneus*. Los índices del esfuerzo reproductor obtenidos en el estudio, son los más altos registrados para el género *Sceloporus*. No se presentaron diferencias significativas en el peso de las crías después de la eclosión o del parto, lo que sugiere que la diferencia en los valores de la masa relativa entre especies es debida a los estadios embrionarios en que se encuentra la progenie al ser analizada.

Palabras Clave: Esfuerzo reproductor, masa relativa de la camada o la nidada, *Sceloporus*.

ABSTRACT

Relative clutch and litter mass were assessed in two sibling species (*Sceloporus aeneus* and *S. bicanthalis*) with different reproductive mode (oviparous and viviparous, respectively). *S. bicanthalis* had a greater relative litter mass than the relative clutch mass of *S. aeneus*, these values are the highest recorded for the genus *Sceloporus*. Individual neonate weights were not significantly different after hatching or birth, suggesting that differences in values of relative clutch and litter mass between species are due to different embryo stages.

Key Words: Reproductive effort, relative litter or clutch mass, *Sceloporus*.

INTRODUCCIÓN

El esfuerzo reproductor es una de las características más importantes de la historia de vida y se encuentra asociada a diferentes factores ecológicos,

anatómicos, fisiológicos y filogenéticos (Vitt & Price 1982). Para medir esta característica se utiliza la masa relativa de la camada o la nidada (MRC o MRN).

Uno de los métodos más utilizados para medir el esfuerzo reproductor es el propuesto por Tinkle (1972), a partir del cual se han efectuado modificaciones, (Cuellar 1984, Seigel & Ford 1989). Sin embargo, los resultados de los trabajos anteriores, han sido muy variables ya que se han utilizado datos de pocos ejemplares, frecuentemente entre uno y cinco (Parker 1973, Nussbaum & Diller 1976, Vitt & Ohmart 1975, Vitt 1978) o de hembras depositadas en colecciones científicas en las que, dependiendo del método de fijación, se presentaron diferencias significativas en los pesos de la madre y de la camada o de la nidada (Martin 1978). Estas diferencias en los cálculos han limitado la interpretación del esfuerzo reproductor y como consecuencia las comparaciones inter e intraespecíficas son imprecisas (Cuellar 1984). En el presente estudio se compara el esfuerzo reproductor en dos especies emparentadas, una ovípara y otra vivípara, para determinar si se presentan diferencias en la inversión materna. Además, se hace una revisión sobre las diferentes técnicas utilizadas para analizar el esfuerzo reproductor en lacertilios y se propone una metodología más rigurosa para el estudio del esfuerzo reproductor.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se colectaron hembras gestantes de *S. bicanthalis* (n = 28) y grávidas de *S. aeneus* (n = 24) en Zoquiapan, Estado de México y Milpa Alta, Distrito Federal, durante los meses de abril a agosto (*S. bicanthalis*) y de mayo a julio de 1993 (*S. aeneus*).

La localidad de Zoquiapan, se ubica en los límites del Estado de México y Puebla. Se encuentra en la región montañosa conocida como la Sierra Nevada, aproximadamente entre las coordenadas 19°13' 10" y 19°18' 45" de latitud norte y 98°67' 39" y 98°51' 58" de longitud oeste (Maass et al. 1981). Los sitios de recolecta para *Sceloporus bicanthalis* se encuentran a 10 Km al este de Llano Grande, Estado de México, a una altitud de 3200 msnm. El tipo de clima es templado lluvioso (Cw) con lluvias en verano e invierno seco (García 1981). El tipo de vegetación está conformado por bosque boreal (*Abies-Pinus*) y zacatonales como *Festuca*, *Muhlenbergia* y *Agrostis* (Rzedowski 1981).

La localidad de Milpa Alta, se encuentra localizada al suroeste del Distrito Federal, en las coordenadas 19° 12' 20" de latitud norte y 90° 2' 3" de longitud oeste (Robles 1958). El sitio donde se recolectó *S. aeneus* presenta una altitud de 2400 msnm. El clima es templado lluvioso con lluvias en verano e invierno seco (García 1981). El tipo de vegetación predominante está conformado por *Pinus* y

Quercus con sustrato inferior de zacatones como *Festuca*, *Muhlenbergia* y *Agrostis* (Rzedowski 1981).

Para las hembras se determinó la longitud hocico-cloaca (LHC), el peso total (PT) y el peso después de disecarlas. Para los embriones y huevos, se obtuvo el tamaño y peso de la camada o la nidada (TC o TN y PC o PN) y el peso promedio de cada embrión o huevo (PPE o PPH). La masa relativa de la camada o la nidada (MRC o MRN respectivamente) se obtuvo utilizando el cociente del PC o PN entre el peso absoluto de la hembra (PA = peso total de la hembra menos peso de la camada o nidada) de acuerdo con los criterios utilizados por Cuellar (1984).

Los datos de la camada o la nidada así como de la MRC o MRN, se analizaron mediante regresión lineal, utilizando el paquete Statgraphics, Ver. 5.0, para determinar su relación con la LHC y el PA. Las relaciones entre el TC o TN y MRC o MRN y el PA de ambas especies se analizaron con una modificación de la prueba t de Student, para comparar pendientes (Zar 1984).

Se obtuvieron los pesos de crías de *S. bicanthalis* (n = 27) y de *S. aeneus* (n = 22), durante los meses de abril a septiembre de 1994. Se compararon mediante la prueba t de Student (Zar 1984).

Todas las pruebas estadísticas se realizaron a un nivel de significancia de $p = 0.05$.

RESULTADOS

Los resultados del análisis de regresión entre los parámetros de la camada o la nidada y la LHC y PA de las hembras de cada especie indicaron que en *S. bicanthalis* existe una correlación positiva y significativa entre el TC, PC, PPE y MRC, con la LHC (Cuadro 1 y Fig. 1A), mientras que con el PA hay correlación positiva y significativa con el TC y PC, pero no con el PPE y la MRC (Cuadro 1 y Fig. 1B). En *S. aeneus* no hubo correlación significativa entre el TN, PPH y la MRN y la LHC, pero sí con el PN (Cuadro 1). El PA presentó correlación positiva y significativa con el TN y el PN, pero no con el PPH y con la MRN (Cuadro 1 y Fig. 1B).

Comparación del esfuerzo reproductor. La comparación de las pendientes entre el TC o TN y el PA de las hembras no mostró diferencias significativas ($t = 0.81$; $gl = 48$; $P \geq 0.05$, Fig. 1A). Sin embargo, al comparar las pendientes entre la MRC o MRN y el PA, hubo diferencias significativas entre especies ($t = 4.5$; $gl = 48$; $P \leq 0.05$), siendo mayor la de *S. bicanthalis* (Cuadro 2 y Fig. 1B).

Peso de las crías al nacer o eclosionar. Los pesos de las crías no presentaron diferencias significativas entre especies al eclosionar del huevo o después del parto ($t = 0.71$; $gl = 48$; $P = 0.47$).

Cuadro 1

Coeficiente de correlación (r) entre los parámetros de la camada o la nidada y la LHC y el PA de las hembras en dos especies de lagartijas con diferente modo reproductor. El nivel de significancia está señalado por el número de asteriscos *= p < 0.05; ** = p < 0.01; *** = p < 0.001. LHC = longitud hocico cloaca, PA = peso absoluto de las hembras, TC o TN = tamaño de la camada o de la nidada, PC o PN = peso de la camada o de la nidada, PPE o PPH = peso promedio de los embriones o de los huevos y MRC o MRN = masa relativa de la camada o de la nidada.

Especie	TC	PC	PPE	MRC
<i>S. bicanthalis</i>				
LHC	0.54*	0.80***	0.60**	0.52***
PA	0.36*	0.40*	0.30	-0.15
<i>S. aeneus</i>				
LHC	0.34	0.68***	0.34	-0.01
PA	0.44*	0.70***	0.23	-0.17

Cuadro 2

Valores promedio (\pm 1 D. E) e intervalo (entre paréntesis) de los parámetros registrados para *Sceloporus bicanthalis* y *S. aeneus*. Ver Cuadro 1 para las abreviaturas.

	<i>S. bicanthalis</i>	<i>S. aeneus</i>
LHC (mm)	49.2 \pm 4.1 (40–58)	50.7 \pm 3.53 (45–57)
PT (g)	4.18 \pm 0.95 (3.0–6.5)	3.48 \pm 0.67 (2.53–4.83)
PA (g)	2.80 \pm 0.66 (1.88–4.79)	1.21 \pm 0.28 (0.67–1.66)
TC o TN	5.9 \pm 1.3 (3-9)	6.7 \pm 1.2 (4–9)
PC o PN (g)	1.44 \pm 0.5 (0.63-3.22)	1.18 \pm 0.2 (0.69-1.66)
PPE o PPH (g)	0.24 \pm 0.07 (0.12-0.39)	0.18 \pm 0.03 (0.1-0.24)
MRC o MRN	0.52 \pm 0.18 (0.27-0.98)	0.34 \pm 0.05 (0.24-0.42)

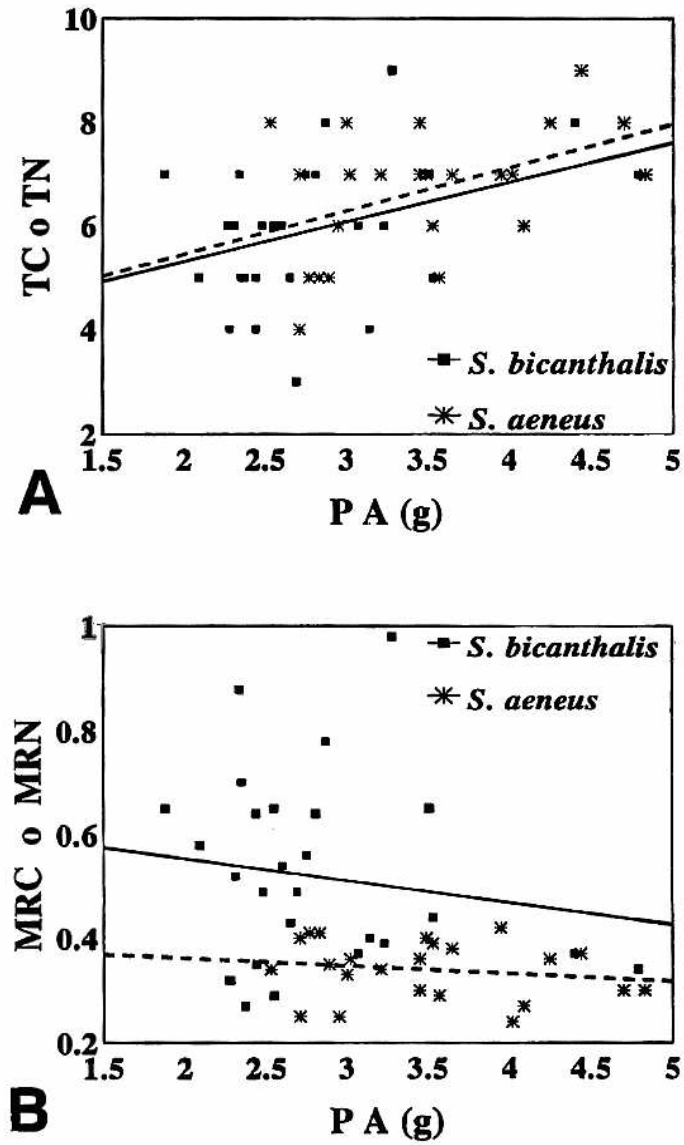


Figura 1

A) Correlaciones entre el tamaño de la camada (TC) o la nidada (TN); B) entre la masa relativa de la camada (MRC) o la nidada (MRN) y el peso absoluto de las hembras (PA) en dos especies de lagartijas emparentadas con diferente modo reproductor.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En las especies estudiadas, *Sceloporus aeneus* y *S. bicanthalis*, el tamaño y el peso de la camada o la nidada aumentaron con el peso de las hembras, de modo similar a lo registrado por Guillette (1981) y en general para las especies del género *Sceloporus* (Fitch 1970, Tinkle et al. 1970, Ballinger & Congdon 1981).

La propuesta más aceptada acerca de la canalización del esfuerzo reproductor menciona que el tamaño de la cría ha sido optimizado por selección natural y tiende a ser estable en cada especie, de manera que el incremento en la inversión materna, asociado con el mayor tamaño corporal de las madres, promueve un mayor número de huevos o crías y no huevos o crías más grandes (Brockelman 1975, Smith & Fretwell 1974).

La similitud en pesos de las crías que se presentó en *S. bicanthalis* y *S. aeneus*, sugiere que el esfuerzo invertido en cada cría, puede estar influenciado por su cercanía filogenética (Creer et al. 1997) minimizando el efecto tanto del modo reproductor, como del tamaño y peso corporal de las madres.

Masa relativa en ambas especies. Estudios realizados en diferentes lacertilios sobre la MRC o MRN, indican que se presentan correlaciones positivas con la LHC y el PT de las hembras y sólo en dos especies (*Phrynosoma cornutum* y *Cnemidophorus uniparens*) son negativas (Ballinger, 1974; Cuellar, 1984), pero también pueden ser positivas si se considera el peso absoluto de las hembras (In Den Bosch y Bout, 1998). Las tendencias encontradas en *S. bicanthalis* y *S. aeneus* contrastan con los resultados anteriores. Estas dos especies mantienen una inversión materna constante expresada en coeficientes de correlación muy bajos y no significativos entre la MRC o MRN y el peso absoluto de las hembras (Cuadro 1). Esta constancia en la inversión materna sólo se había encontrado en *S. virgatus* (Vinegar 1975). Así, son únicamente tres las especies de Phrynosomatidos que se conoce comparten esta característica.

El análisis de la demografía de *S. aeneus* y *S. bicanthalis* (Rodríguez, no publicado), indica que hay una alta tasa de renovación poblacional anual. Probablemente la constancia en el esfuerzo reproductor en ambas especies es debida a que presentan una sola camada o nidada por año y a que presentan una baja tasa de sobrevivencia (uno o dos años de edad) en comparación con otras especies de *Sceloporus* que llegan a vivir cuatro o seis años (p. ej. *S. olivaceus* y *S. graciosus*, respectivamente; Cuellar 1993).

Por otro lado, la diferencia observada en la MRC o MRN en las dos especies estudiadas, es debida a la diferencia en los estadios de desarrollo embrionario en que se encontraban al momento de ser recolectados. Por ejemplo, en la especie vivípara, los pesos de cada cría se obtuvieron en estadios avanzados de

desarrollo (– 40 siguiendo los criterios de Dufaure & Hubert 1961), mientras que para la especie ovípara fueron cercanos al 30, que es cuando la hembra oviposita.

El método para calcular el esfuerzo reproductor utilizado en el presente estudio considera dos factores: 1) la eliminación del peso de la camada o la nidada del peso total de la hembra y 2) el estadio de desarrollo de los embriones o huevos. Es evidente que estas precisiones eliminan sesgos y permiten comparar los resultados con otras especies o poblaciones con mayor exactitud.

AGRADECIMENTOS

A Orlando Cuellar, Lorena López González y Oswaldo Hernández por las sugerencias al manuscrito. A CONACyT (400355-5-2155 N9303) y DGAPA-UNAM (IN210594 e IN232398) por el apoyo financiero.

LITERATURA CITADA

- Ballinger, R. E.** 1974. Reproduction in the Texas horned lizard, *Phrynosoma cornutum*. *Herpetologica*, 30: 321-283.
- Ballinger, R. E. & J. D. Congdon** 1981. Population ecology and life history strategy of a montane lizard (*Sceloporus scalaris*) in Southeastern Arizona. *J. Nat. Hist.*, 15:213-222.
- Brockelman, W. Y.** 1975. Competition, the fitness of offspring and optimal clutch size. *Amer. Nat.*, 109: 667-699.
- Cuellar, O.** 1984. Reproduction in a parthenogenetic lizard: with a discussion of optimal clutch size and a critique of the clutch weight/body weight ratio. *Amer. Midl. Nat.*, 111(2): 242-258.
- _____. 1993. Lizard population ecology: a long term community study. *Bull. Ecol.* 24 (2-3-4) 1993: 109-149.
- Creer, D. A., K. M. Kjer, D.L. Simmons, & J.W. Sites , Jr.** 1997. Phylogenetic relations of the *Sceloporus scalaris* species group. *J. Herpet.*, 31:353-364.
- Dufaure, J. P., & J. Hubert,** 1961. Table de développement du lézard vivipare: *Lacerta* (*Zootoca*) *vivipara* Jacqin. *Ach. Anat. Micr. Morph. Exp.*, 50: 309-328.
- Fitch, H. S.** 1970. *Reproductive cycles of lizards and snakes*. University of Kansas. Museum of Natural History, Miscellaneous Publications. No. 52.
- García, E.** 1981. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koeppen*. Offset Larios. México.
- Guillette, L.J.** 1981. On the occurrence of oviparous and viviparous forms of the Mexican lizard *Sceloporus aeneus*. *Herpetologica*, 37: 11-15.
- In Den Bosch, H. A. J. & R.G. Bout.** 1998. Relationships between maternal size, egg size, clutch size and hatchling size in European lacertid lizards. *J. Herpet.*, 32(3):410-417.
- Maass, J., R. Patrón., A. Suarez., S. Blanco., G. Ceballos., C. Galindo. & A. Pescador.** 1981. *Ecología de la estación experimental Zoquiapan*. Departamento de Publicaciones de la Dirección de Difusión Cultural de la Universidad Autónoma de Chapingo. México.

- Martin, R. F.** 1978. Clutch weight/total body weight ratios of lizards (Reptilia, Iguanidae): preservative induced variation. *J. Herpet.*, 12:369-378.
- Nussbaum, R. A. & L. V. Diller** 1976. The life history of the side blotched lizard, *Uta stansburiana* Baird and Girard, in north central Oregon. *Northwest Science*, 50:243-260.
- Parker, W. S.** 1973. Notes on reproduction of some lizards from Arizona, New Mexico, Texas and Utah. *Herpetologica*, 29:258-264.
- Rzedowski, J.** 1981. *Vegetación de México*. Ed. Limusa. México.
- Robles, R. J.** 1958. Estudio Geográfico de la Delegación Milpa Alta, D. F. Tesis de Maestría en Geografía. Escuela Normal Superior.
- Seigel, R. A. & N. B. Ford.** 1989. Relationships among body size, clutch size, and egg size in three species of oviparous snakes. *Herpetologica*, 45(1): 75-83.
- Smith, C. C. & S. D. Fretwell.** 1974. The optimal balance between size and number of offspring. *Amer. Nat.*, 108: 499-506.
- Tinkle, D. W.** 1972. The dynamics of a Utah population of *Sceloporus undulatus*. *Herpetologica*, 28: 351-359.
- Tinkle, D. W., H. M. Wilber, & S. G. Tilley.** 1970. Evolutionary strategies in lizard reproduction. *Evolution*, 24(1):55-74.
- Vinegar, M. B.** 1975. Demography of striped plateau lizard, *Sceloporus virgatus*. *Ecology*, 56: 172-182.
- Vitt, L. J.** 1978. Caloric content of lizard and snake (Reptilia) eggs and bodies and the conversion of weight to caloric data. *J. Herpet.*, 12:65-72.
- Vitt, L. J. & R. D. Ohmart.** 1975. Ecology, Reproduction and Reproductive effort of the iguanid lizard *Urosaurus graciosus* on the lower Colorado river. *Herpetologica*, 31:56-65.
- Vitt, L. J. & H. J. Price.** 1982. Ecological and evolutionary determinants of relative clutch mass in lizards. *Herpetologica*, 38: 237-255.
- Zar, H. J.** 1984. *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall Inc. New Jersey. USA.

Recibido: 9 de enero 2001

Aceptado: 5 de octubre 2001