

**BOLETIN
DE LA
SOCIEDAD
HERPETOLOGICA
MEXICANA**



**S.H.M.
A.C.**



ISSN 08717-988X

**Vol. 14 No. 1
2006**

SOCIEDAD HERPETOLOGICA MEXICANA, A.C.

CONSEJO DIRECTIVO

Presidenta

Ma. Guadalupe Gutiérrez Mayén

Vicepresidente

Carlos Jesús Balderas Valdivia

Secretario

Ramón Isaac Rojas González

Tesorera

Norma Leticia Manríquez Morán

Vocales

Norte

Gustavo Ernesto Quintero Díaz

Centro

Uri Omar García Vázquez

Beatriz Rubio Morales

Sur

Romel René Calderón Mandujano

COMITE EDITORIAL

Editor

Aurelio Ramírez Bautista

Centro de Investigaciones Biológicas (CIB), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

A.P. 1-69 Plaza Juárez, C.P. 42001, Pachuca, Hidalgo, México.

E-mail: aurelior@uaeh.reduaeh.mx auraba@yahoo.com.mx

Editores Asociados

Adrian Nieto Montes de Oca

Gamaliel Castañeda

Irene Goyenechea Mayer-Goyenechea

Fernando Mendoza Quijano

Marc Hayes

Martín Martínez Torres

Secretario de Publicaciones

Luis Canseco Márquez

E-mail: lcm@correo.unam.mx lcanseco@gmail.com

Pueden ser miembros de la Sociedad Herpetológica Mexicana A.C. (SHM) todas aquellas personas, ya sean profesionales, estudiantes o particulares, interesados en el estudio de los anfibios y reptiles. Las cuotas para pertenecer a la Sociedad son: titulares: \$200.00 pesos m.n. estudiantes: \$100.00 pesos m.n., miembros estudiantes extranjeros: \$ 20.00 USD y miembros titulares extranjeros: \$35.00 USD. Los depósitos deben realizarse a la cuenta **51605799714** de la sucursal **4086 BANAMEX-CITY BANK**. Después de hacer el pago, debe enviar una copia de la ficha de depósito (cómo archivo adjunto) a las siguientes direcciones de correo electrónico: **nrm292@hotmail.com** y **nrm292@gmail.com**. Se aceptan donativos a nombre de la Sociedad Herpetológica Mexicana, A.C. (Enviar a la Dra. Norma Manríquez, Museo de Zoología, Departamento de Biología Evolutiva, Facultad de Ciencias, UNAM. Circuito Exterior S/N, C.U., C.P. 04510, México, D.F.).

Esta es una publicación de la Sociedad Herpetológica Mexicana, A.C.

www.sociedadherpetologicamexicana.com

Diseño, Tipografía y Armado: Uri Omar García Vázquez y Luis Canseco Márquez

Portada: *Agalychnis moreleti*, fotografía por Uri García

**SEASONAL REPRODUCTION IN MALES OF THE CUBAN LIZARD
ANOLIS LUCIUS (POLYCHROTIDAE)**

Michel Domínguez¹, Ana Sanz², Nilda Almaguer² y Jutih Chávez³

¹División Colecciones Zoológicas y Sistemática, Instituto de Ecología y Sistemática (IES), Carretera Varona Km 3½, Capdevila, Boyeros, A.P. 8029, C. P. 10800, Ciudad de La Habana, Cuba. E-mail: Michael.dominguez@ecologia.cu, micdom2002@yahoo.es

²Departamento de Biología Animal y Humana, Facultad de Biología, Universidad de La Habana, Calle 25 e/ I y J, Vedado, C. P. 10400, Ciudad de La Habana, Cuba.

³Departamento de Anatomía Patológica, Instituto de Nefrología, Ave. 26 y Ave. Independencia, Vedado, C. P. 10400, Ciudad de La Habana, Cuba.

Abstract: Gonadal and fat body cycles, and their relationship to environmental factors are described for Cuban male *Anolis lucius*. Sexual maturity was reached at 52.0 mm snout-vent length and an age of about seven months. Male *A. lucius* shows seasonal reproduction; reproduction occurs from February to July. The non-reproductive season occurs from August to January, identified from an absence of animals undergoing active spermatogenesis. Larger heavier testes and abundant mature sperm in the seminiferous tubules characterize the peak reproductive interval (May to July). In contrast, fat body mass diminishes from May through July and reaches its highest values from August through December. Increased photoperiod, environmental temperature and relative humidity appeared to induced increased testicular activity, whereas declines in relative humidity and reduced photoperiod produced testicular regression.

Resumen: El ciclo gonadal y de los cuerpos grasos, y su relación con los factores ambientales es descrito para machos de *Anolis lucius* en Cuba. Este alcanzó la madurez sexual a los 52.0 mm de longitud hocico-cloaca y aproximadamente a la edad de siete meses. El ciclo reproductivo de machos de *A. lucius* es estacional; la estación reproductiva es de febrero a julio, mientras que la estación no reproductiva de agosto a enero, indicada por ausencia de ejemplares con actividad espermatogénica. La máxima actividad reproductiva fue encontrada desde mayo hasta julio, por presentar los mayores valores del peso y tamaño testicular, y con abundantes espermatozoides maduros en el lumen de los túbulos seminíferos. En contraste, el peso de los cuerpos grasos disminuyó de mayo a julio y de agosto a diciembre alcanzó los máximos valores. Incremento en el fotoperíodo, temperatura ambiental y humedad relativa indujo actividad testicular, y la disminución de la humedad relativa y el fotoperíodo produjo regresión testicular.

Key words: *Anolis*, Cuba, reproductive cycle, testes, fat body mass.

Palabras clave: *Anolis*, Cuba, ciclo reproductivo, testículos, peso de los cuerpos grasos.

Several factors seem to control reproductive patterns in lizards: extrinsic factors, endogenous ones, or their interaction. Phylogeny, climate and geography (latitude and altitude) may also influence reproduction. Environmental factors such as temperature, photoperiod, rainfall, relative humidity and food availability appear important to the coordination of seasonal reproductive processes, and may help ensure that neonates will be born at the most appropriate time. Those factors may affect growth rates, survivorship, clutch size, clutch frequency, age and size at maturity (Ballinger, 1977), gonadal morphology and activity, as well as anatomy and general physiology (Fitch, 1982).

Reproductive cycles have been identified in many tropical anoles (e.g. Gorman and Licht, 19

1975; Ramírez-Bautista and Vitt, 1997). However, few studies have addressed to the reproductive biology of Cuban anoles. Among the 57 anole species currently recognized in Cuba (Garrido and Moreno, 1998; Rodríguez-Schettino, 1999; Fong and Garrido, 2000; Garrido and Hedges, 2000, 2001; Navarro et al., 2001), the reproductive cycle is known for only eight species: *Anolis allogus* and *Anolis holechis* (Silva and Estrada, 1984), *Anolis argenteolus* and *Anolis vermiculatus* (Rodríguez-Schettino and Martínez-Reyes, 1989), *Anolis bartschi* (Novo-Rodríguez and Estrada, 1986), *Anolis lucius* (Valderrama and Rodríguez-Schettino, 1988; Rodríguez-Schettino and Martínez-Reyes, 1989), *Anolis porcatus* (Rodríguez, 1982; Sanz et al., 2000) and *Anolis sagrei* (Sexton and Brown, 1977; Lee et al., 1989; Sanz and Uribe, 1999).

Variation in the reproductive cycle among non-Cuban *Anolis* is usually associated with variation in photoperiod, environmental temperature, rainfall and relative humidity (e.g. Gorman and Licht, 1975; Jenssen and Nunez, 1994; Ramírez-Bautista and Vitt, 1997). Among Cuban anoles, only two studies have associated variation in reproduction to environmental factors (Sanz and Uribe, 1999; Sanz et al., 2000). This research of a population of *Anolis lucius* augments the few data of this kind on Cuban anoles. In this study of male *Anolis lucius*, we identified: (1) size at sexual maturity; (2) the seasonal reproductive pattern; and (3) examined the relationship between the reproductive cycle and selected environmental factors: photoperiod, environmental temperature and relative humidity.

MATERIALS AND METHODS

Animals and Study Area. — Males of *Anolis lucius* were collected from 9:00 to 12:00 hr over 13 months (November 2000–November 2001) in karstic caves at Boca de Jaruco (23°11'05"N, 82°00'40"W), 10–20 meters above sea level, Havana Province, Cuba. Five adult individuals were collected in each month except in October and December (four individuals), and March (three).

On each sampling date, we recorded both air temperature (to the nearest 0.1°C) and relative humidity 1.5 m above ground (Fig. 1). Photoperiod data were obtained from the meteorological station “Casablanca” (23°08'52" N, 82°19'36" W), located on the north coast, 24.08 km W of Boca de Jaruco (Havana City Province).

Histology. — Lizards were humanely killed with diethyl ether. We removed the left testis of each and fixed it in Bouin's solution for no longer than 18 hours (optimum 12 hours). The testis was then embedded in paraplast, sectioned at 3–4 mm (exceptionally at 5 mm), and stained with regressive hematoxylin of Harris-alcoholic eosin, and Masson trichromic.

Photomicrographs were made with a Sony digital camera coupled to a Carl Zeiss microscope.

microscope. Testes were scored as one of eight spermatogenic stages based on Mayhew and Wright (1970). Lizards were regarded as sexually mature when the testes contained sperm in the seminiferous tubules or the epididymes.

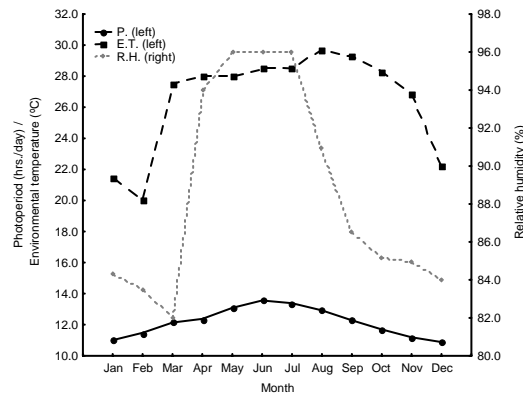


Figure 1. Seasonal changes in photoperiod, environmental temperature and relative humidity at Boca de Jaruco, Havana Province, Cuba. P., photoperiod; E.T., environmental temperature; R.H., relative humidity.

Measurements and Statistical Analysis. — We took the following linear measurements with a Mitutoyo digital caliper (to 0.01 mm): snout-vent length (SVL), and length and width of right testis. Testis volume was estimated with the formula for a prolate spheroid:

$$V = 1/6\pi (L)(W)^2$$

where W is width and L is length. Body mass was determined with a Mettler balance (to 0.001 g). We also removed and weighed both the right testis and fat body with the same balance. Data are presented as means \pm 1 SE and in the figures \pm 1 SD and \pm 1 SE.

As organ mass may vary with body mass and organ lengths with SVL, we first calculated regressions of \log_{10} -transformed body mass or SVL. For significant regressions (indicating a body mass or size effect), we calculated residuals for the relationship between organ mass and body mass to produce body mass-adjusted variables, and organ length to SVL to produce SVL-adjusted variables; variables were

\log_{10} -transformed in both cases. These residuals were used to describe organ and reproductive cycles. This approach retains the variation thought to be due to extrinsic factors (e.g. season) while minimizing the confounding effects of individual variation (Ramírez-Bautista and Vitt, 1998; Ramírez-Bautista et al., 2002).

We analyzed the data using Statistica version 6.0 for Windows. One-factor ANOVAs were used for compare the months of one year. All \log_{10} -transformed variables or residuals were normally distributed (Kolmogorov-Smirnov test) and had homogeneous variances (Bartlett and Levene tests). Partial correlations were obtained for to determine the relationship between the reproductive cycle and environmental factors.

RESULTS

Body size and sexual maturity.— Adult males *A. lucius* ($n = 62$) varied from 52.0 to 69.1 mm SVL ($\bar{x} \pm SE = 63.6 \pm 0.5$ mm) and from 2.44 to 8.76 g ($\bar{x} \pm SE = 6.03 \pm 0.2$ g) in body mass. The smallest \bar{x} male (52.0 mm) had the smallest mass (2.44 g) and was reproductive (advanced stage 5). Both variables showed significant season variation: SVL (one-way ANOVA, $F_{11,50} = 3.811$, $P < 0.001$) and body mass (one-way ANOVA, $F_{11,50} = 7.285$, $P < 0.0001$). Based on a Student-Newman-Keuls posthoc test, adjusted SVL differed significantly ($P < 0.05$) between the following months: March differed from May, July and September; and April differed from July. Adjusted body mass also differed significantly ($P < 0.05$) between the following months: March and April differed; and July from January, June and November. Minimum values for both variables was observed in March and April (Fig. 2).

Testicular and fat body cycles.— We found no significant linear relationships between \log_{10} -body mass of sexually mature specimens and \log_{10} -testis mass ($R^2 = 0.05$, $F_{1,60} = 3.28$, $P = 0.075$), \log_{10} -SVL and \log_{10} -testis length ($R^2 = 0.01$, $F_{1,60} = 0.45$, $P = 0.505$) and \log_{10} -testis width

($R^2 = 0.03$, $F_{1,60} = 1.56$, $P = 0.217$), but we found a significant linear relationship between \log_{10} -body mass of sexually mature specimens and \log_{10} -fat body mass ($R^2 = 0.28$, $F_{1,60} = 22.97$, $P < 0.001$). Consequently, \log_{10} -transformed mass best represented testis mass and testis volume was best determined from the \log_{10} -transformed lengths and widths of testes, whereas the residuals of the relationship fat body mass to body mass best represented the fat body cycle (Fig. 3).

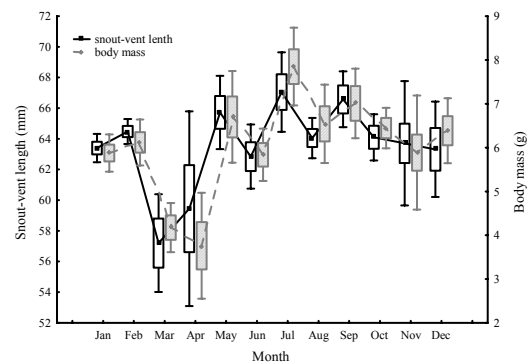


Figure 2. Seasonal changes in mean body size and mass of sexually mature male *Anolis lucius*. Data are mean (quarter and triangle), bars (± 1 SE) and rectangle (± 1 SD).

Two one-way ANOVAs revealed a significant seasonal effect on \log_{10} -testis mass ($F_{11,50} = 16.478$, $P < 0.0001$) and testis volume ($F_{11,50} = 18.442$, $P < 0.0001$). Based on a Student-Newman-Keuls posthoc test, adjusted \log_{10} -testis mass and testis volume differed significantly ($P < 0.05$) between the following months: August through December differed from January through July; and January through April from May through July. Testis mass and volume increased from December through July, and reached maximum values from May through July. An one-way ANOVA also revealed significant seasonal effects on the regression residuals of \log_{10} -fat body mass ($F_{11,50} = 9.768$, $P < 0.0001$). Based on a Student-Newman-Keuls posthoc test, adjusted regression residuals of \log_{10} -fat body mass differed significantly ($P < 0.05$) between the following months: May through July differed from August through January; February from August through November and January; and March

March and April differed from September, October and January. In contrast, when the testis were heavier and larger (May through July), fat body mass reached minimum values. Fat body mass reached maximum values at the beginning and end of the breeding season (Fig. 3).

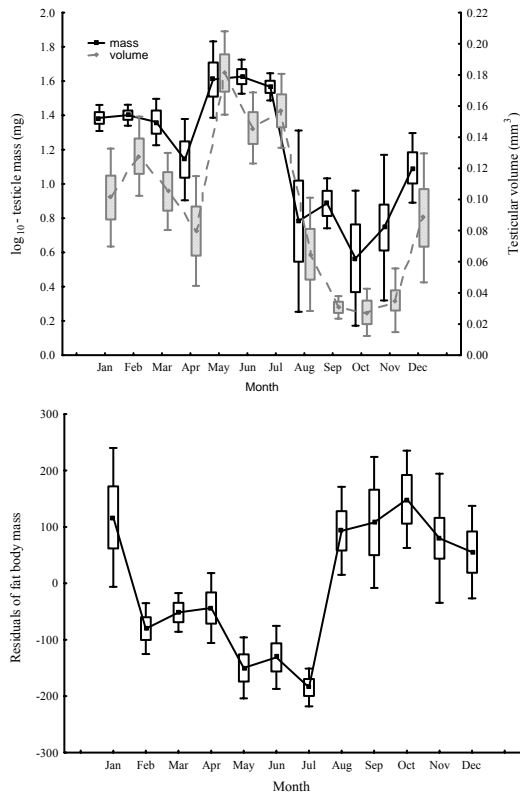


Figure 3. Seasonal variation of testicular and fat body mass cycles for *Anolis lucius*. Data are mean (quarter and triangle), bars (± 1 SE) and rectangle (± 1 SD).

Spermatogenic stages.— In November, we recorded males in free spermatogenic conditions: complete regression (stage 8), abundant dividing spermatogonia (stage 1), and abundant primary spermatocytes (stage 2).

In December, we found three males in stage 4 (non-differentiated spermatids in seminiferous tubule lumen), and the remaining individual in stage 5 (spermatids in metamorphosis). In January, we encountered two animals with some sperm in the lumen of the seminiferous tubules (very advanced stage 5), and the other three

three in stage 5. In February, we found the first adult males ($n=4$) in early stage 6 (mature sperm in seminiferous tubule lumen); only one animal was in stage 5. In March, two males were still in stage 5. From April through July, all lizards were entirely spermatogenic (stage 6), which coincided with the maximum values of testes variables during this period. The lumen of the seminiferous tubules was enlarged and full of mature sperm (Fig. 4a). From the end of February through July, reproductive behavior and copulation were observed. Males are territorial and polygamous. Hatchlings appeared at the end of August and early September.

In August, we detected the first males in early regression (stage 7). The lumen of the seminiferous tubules was strongly obliterated and presented many cellular residues (Fig. 4b). In September and October, all males were in stage 7 or 8.

Relationship among the reproductive cycle and environmental factors.— Testis variables were positively and significantly correlated with environmental factors in both seasons, except for the environmental temperature in the non-reproductive season. Photoperiod exhibited the strongest correlation. Fat body mass was significantly inversely negatively correlated with environmental variables (Table 1).

DISCUSSION

Body size and sexual maturity.— *Anolis lucius* males reached sexual maturity at 52.0 mm SVL, a value similar to the 50 mm minimum such as occur in other population of the same species (Valderrama and Rodríguez-Schettino, 1988).

In March and April we found young males with incomplete development in coloration and dewlap, reflecting a pre-reproductive transition. This finding suggests possibly that those males were born at the end of the previous reproductive season, and that reached the sexual maturity in March and April. Based on the time in which hatchlings appeared (end of August-early September) and that reached the sexual maturity (March-April) the age at which male A.

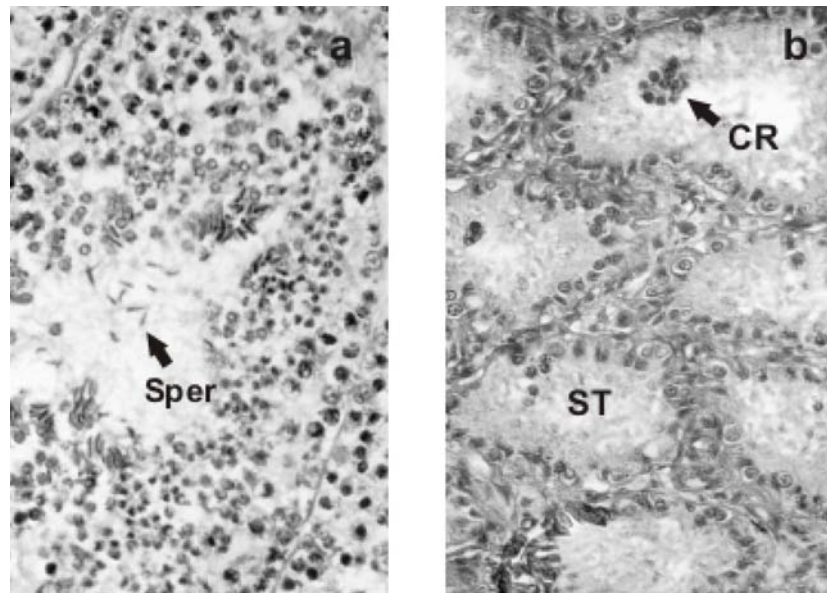


Figure 4. a. Photomicrography of a seminiferous tubule in transverse section with mature sperms in the lumen (Sper). Regressive hematoxylin of Harris-alcoholic eosin, 400x. b, photomicrography of seminiferous tubules (ST) in transverse section with abundant cellular residues (CR). Masson trichromic, 400x.

A. lucius reach sexual maturity could be estimated at roughly seven months. Males of other lizards from the northern Neotropics reach sexual maturity between five and eight months (*Anolis nebulosus*: Ramírez-Bautista and Vitt, 1997; *Urosaurus bicarinatus*: Ramírez-Bautista and Vitt, 1998; and *Cnemidophorus lineatissimus* (= *Aspidoscelis lineatissima*): Ramírez-Bautista et al., 2000).

Presence of large individuals (SVL \geq 64 mm) in each month (except March and April) suggests that *A. lucius* can live more than one season and that growth continues after sexual maturity. As males of *A. lucius* are polygamous, uninterrupted development after reaching sexual maturity may constitute a reproductive strategy: large males have an advantage over smaller ones in acquiring mates (sexual selection). This

Table 1. Partial correlations between environmental factors (photoperiod, environmental temperature, relative humidity) with testicular variables and fat body mass. Marked correlations with asterisks are significant: (*) at $P < 0.05$, (**) at $P < 0.001$, (***) at $P < 0.0001$.

Variables	Photoperiod	Environmental temperature	Relative humidity
Reproductive season: February through July			
Residuals of fat body mass	-0.665 ***	-0.538 *	-0.518*
log ₁₀ – testicular mass	0.638***	0.569**	0.462*
log ₁₀ – testicular volume	0.943**	0.853*	0.880*
Non-reproductive season: August through January			
Residuals of fat body mass	-0.525**	-0.179	-0.398*
log ₁₀ – testicular mass	0.595***	0.199	0.443**
log ₁₀ – testicular volume	0.648***	0.150	0.424*

hypothesis is not unique, several other studies addressing the reproductive biology of *Anolis* have demonstrated sexual selection based on size (Ruby, 1984; Ramírez-Bautista and Vitt, 1997; Stamps, 1999).

Reproductive and fat body cycles.— The reproductive cycle in male *A. lucius* is seasonal with an activity peak from May through July and absence of males undergoing active spermatogenesis from August through January. In contrast, Valderrama and Rodríguez-Schettino (1988) and Rodríguez-Schettino and Martínez-Reyes (1989) found a continuous reproductive cycle in male *A. lucius* from Jibacoa. However, the Jibacoa locality is similar in climate, landscape, latitude and altitude (23°08'45''N, 81°51'06'' W, 10-30 meters above sea level) and near (16.4 km) to Boca de Jaruco (23°11'05''N, 82°00'40''W, 10 meters above sea level). The differences in climate, latitude and altitude between these localities are small and are unlikely to be great enough to allow identifying any differences in reproductive cycle between the two populations. Saint Girons and Pfeffer (1971) indicated that seasonal data must be carefully scrutinized to conclude that one or both sexes (at individual or population levels) are continuously reproductive because many lizards have seasonal reproduction, including many anoles (e.g. *A. carolinensis*: Hamlet, 1952; Fox, 1958; *A. sagrei*: Licht and Gorman, 1970; Sexton and Brown, 1977; Lee et al., 1989; Sanz and Uribe, 1999; *A. limnifrons*: Andrews and Rand, 1974; *A. acutus*: Ruibal et al., 1972; *A. cupreus*: Fleming and Hooker, 1975; *A. aeneus*: Stamps and Crews, 1976; Gorman and Licht, 1975; *A. nebulosus*: Ramírez-Bautista and Vitt, 1997, and *A. porcatus*: Sanz et al., 2000).

An inverse relationship between fat body and testicular cycles has been observed in some populations of Cuban *Anolis*: *A. homolechis* and *A. allogus* (Silva and Estrada, 1984), *A. bartschi* (Novo-Rodríguez and Estrada, 1986), *A. sagrei* (Sanz and Uribe, 1999) and *A. porcatus* (Sanz et al., 2000), and now in *A.*

lucius. A consistent decline in fat body mass during breeding is typical among territorial species that use stored energy for reproduction (Licht and Gorman, 1970) to acquire and maintain territories, display, and mate (Ramírez-Bautista and Vitt, 1997, 1998). The annual lipid cycle can affect body parts besides the abdominal fat body, such as liver and tail (Licht and Gorman, 1970).

Relationship of the reproductive cycle with environmental factors.— Based on comparison of the annual variation in gonadal (Fig. 3) and environmental (Fig. 1) variables, some combination of three factors, photoperiod, temperature and relative humidity may initiate reproduction. The high values of relative humidity reached in November independent of temperature and photoperiod were coincident with a slow initiation of spermatogenic activity in male *A. lucius* (testes in stages 1 or 2). When photoperiod, environmental temperature and relative humidity increased from March through June and July, some males were completely spermatogenic, and from April through July, all animals had abundant mature sperm in their seminiferous tubules. A sharp decline in relative humidity and a slow decline of photoperiod in August was coincident with the beginning of testicular regression. This is similar to data obtained in Cuban populations of two different anoles: *A. sagrei* (Sanz and Uribe, 1999) and *A. porcatus* (Sanz et al., 2000), in which the relative humidity seemed to be an important factor during the wet season associated with the increase of the spermatogenic activity.

Other authors (e.g. Licht and Gorman, 1970, 1975; Fleming and Hooker, 1975; Gorman and Licht, 1975; Stamps and Crews, 1976) have suggested an association between the testicular cycle and seasonal rainfall, but rainfall patterns themselves generally follow seasonal changes in environmental temperature and photoperiod. In *A. carolinensis*, increasing photoperiod maintains gonadal activity in males, whereas reducing photoperiod induces testicular regression

regression (Licht, 1967). Moreover, the testicular cycle in *A. grahami*, *A. lineatopus* (Licht, 1973), *A. opalinus* (Jenssen and Nunez, 1994), and *A. nebulosus* (Ramírez-Bautista and Vitt, 1997) seems independent of rainfall. Other authors (e.g. Heatwole and Taylor, 1993) have stated that relative humidity, like rainfall, could influence seasonal reproduction, but experimental investigation has not adequately addressed this supposition. To date, the data seem strongest for photoperiod principally and temperature being the primary factor influencing seasonal reproduction of the reptiles (Gorman and Licht, 1974; Sexton and Brown, 1977; Heatwole and Taylor, 1993).

Acknowledgments.— We wish to thank F. Torres of Centro de Inmunología Molecular, Cuba for his help with statistics; R. Murphy of Royal Ontario Museum, Canada for the photomicrographs; A. Ramírez-Bautista of the Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH) for providing related scientific literature; D. Díaz, I. Febles and V. Vázquez for their assistance during field trips; E. Fonseca, L. Rodríguez-Schettino of Instituto de Ecología y Sistemática, Cuba and anonymous referee for their constructive comments.

LITERATURE CITED

- Andrews, R. and A. S. Rand. 1974. Reproductive effort in anoline lizards. *Ecology* 55: 1317-1327.
- Ballinger, R. E. 1977. Food availability as a source of proximal variation in a lizard. *Ecology* 58: 269-
- Fitch, H. S. 1982. Reproductive cycles in tropical reptiles. *Ocasional Papers of the Museum of Natural History, University of Kansas* 96: 1-53.
- Fleming, T. H. and R. S. Hooker. 1975. *Anolis cupreus*: the response of a lizard to tropical seasonality. *Ecology* 56: 1243-1261.
- Fong, A. and O. H. Garrido. 2000. Nueva especie de *Anolis* (Sauria: Iguanidae) de la región norte de Cuba oriental. *Revista de Biología Tropical* 48: 665-670.
- Fox, W. 1958. Sexual cycle of the male lizard, *Anolis carolinensis*. *Copeia* 1958: 22-29.
- Garrido, O. H. and S. B. Hedges. 2000. Elevation of *Anolis vanidicus rejectus* Garrido and Schwartz (Sauria: Iguanidae) to species status and designation of *Anolis mimus* Schwartz and Thomas as a synonym. *Caribbean Journal of Science* 36: 160-161.
- Garrido, O. H. and S. B. Hedges. 2001. A new anole from the northern slope of the Sierra Maestra in Eastern Cuba (Squamata: Iguanidae). *Journal of Herpetology* 35: 378-283.
- Garrido, O. H. and L. V. Moreno. 1998. Nueva especie de *Anolis* (Lacertilia: Iguanidae) del Pico Turquino, Sierra Maestra, Cuba. *Avicennia* 8/9: 35-40.
- Gorman, G. C. and P. Licht. 1974. Seasonality in ovarian cycles among tropical *Anolis* lizards. *Ecology* 55: 360-369.
- Gorman, G. C. and P. Licht. 1975. Differences between the reproductive cycles of sympatric *Anolis* lizards on Trinidad. *Copeia* 1975: 332-337.
- Hamlet, G. W. D. 1952. Notes on breeding and reproduction in the lizard *Anolis carolinensis*. *Copeia* 1952: 183-185.
- Heatwole, H. and J. Taylor. 1993. Reproductive Ecology. Pp. 147-166. *In* Reptile Ecology. University Queensland Press, Brobang.
- Jenssen, T. A. and S. Nunez. 1994. Male and female reproductive cycles of the Jamaican

- Jamaican lizard *Anolis opalinus*. *Copeia* 1994: 767-780.
- Lee, J. C., D. Clayton, S. Eisenstein and I. Pérez. 1989. The reproductive cycle of *Anolis sagrei* in southern Florida. *Copeia* 1989: 930-937.
- Licht, P. 1967. Environmental control of annual testicular cycles in the lizards *Anolis carolinensis*. I. Interaction of light and temperature in the initiation of testicular recrudescence. *Journal of Experimental Zoology* 165: 505-516.
- Licht, P. 1973. Influence of temperature and photoperiod of the annual ovarian cycle in the lizard *Anolis carolinensis*. *Copeia* 1973: 465-472.
- Licht, P. and G. C. Gorman. 1970. Reproductive and fat cycles in Caribbean *Anolis* lizards. *University of California Publications in Zoology* 95: 1-52.
- Licht, P. and G. C. Gorman. 1975. Altitudinal effects on the seasonal reproductive cycles of male *Anolis* lizards from Puerto Rico and Virgin Islands. *Copeia* 1975: 496-504.
- Mayhew, W. and S. Wright. 1970. Seasonal changes in testicular histology of three species of the lizard genus *Uma*. *Journal of Morphology* 130: 163-186.
- Navarro, N., A. Fernández and O. H. Garrido. 2001. Reconsideración taxonómica de *Anolis centralis litoralis* y descripción de una nueva especie del grupo *argillaceus* (Sauria: Iguanidae) para Cuba. *Solenodon* 1: 66-75.
- Novo-Rodríguez, J. and A. R. Estrada. 1986. Ciclo reproductivo de *Anolis bartschi* (Sauria: Iguanidae). *Poeyana* 318: 1-5.
- Ramírez-Bautista, A. and L. J. Vitt. 1997. Reproduction in the lizard *Anolis nebulosus* (Polychrotidae) from the Pacific Coast of Mexico. *Herpetologica* 53: 423-431.
- Ramírez-Bautista, A. and L. J. Vitt. 1998. Reproductive biology of *Urosaurus bicarinatus* (Sauria: Phrynosomatidae) from a tropical dry forest of Mexico. *The Southwestern Naturalist* 433: 381-390.
- Ramírez-Bautista, A., O. Ramos-Flores and J. W. Sites 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., C. Balderas-Valdivia and L. J. Vitt. 2000. Reproductive ecology of the whiptail lizard *Cnemidophorus lineatissimus* (Squamata: Teiidae) in a tropical dry forest. *Copeia* 2000: 712-722.
- Rodríguez, M. E. 1982. Ciclo reproductivo de *Anolis porcatus* (Gray, 1840) y *Anolis allisoni* (Barbour, 1928) de Cuba. Diploma Thesis, Facultad de Biología, Universidad de La Habana, Cuba.
- Rodríguez-Schettino, L. 1999. Systematic accounts of the species. Pp. 104-380. In Rodríguez-Schettino, L. (Ed.), *The Iguanid lizards of Cuba*. University Press of Florida, USA.
- Rodríguez-Schettino L. and M. Martínez-Reyes. 1989. Algunos aspectos ecológicos sobre cuatro especies endémicas del género *Anolis* (Sauria: Iguanidae). Unpublished Final Report, Instituto de Ecología y Sistemática, Cuba.
- Ruby, D. E. 1984. Male breeding success and differential access to females in *Anolis carolinensis*. *Herpetologica* 40: 272-280.
- Ruibal, R., R. Philibosian and J. L. Adkins. 1972. Reproductive cycle and growth in the lizard *Anolis acutus*. *Copeia* 1972: 509-518.
- Saint Girons, H. and P. Pfeffer. 1971. Le cycle sexuel de serpents du Cambodge. *Annales*

- des Sciences Naturelles Zoologie 13: 543-571.
- Sanz, A. and M. C. Uribe. 1999. Ciclo gonadal y de los cuerpos grasos de *Anolis sagrei* (Sauria: Iguanidae) en Ciudad de La Habana. *Biología* 13: 22-30.
- Sanz, A., M. C. Uribe, R. M. Coro and F. Torres. 2000. Ciclo reproductivo de *Anolis porcatus* (Sauria: Polychrotidae) en Ciudad de La Habana. *Biología* 14: 28- 36.
- Sexton, O. J. and K. Brown. 1977. The reproductive cycle of an iguanid lizard *Anolis sagrei* from Belize. *Journal of Natural History* 11: 241-250.
- Silva, A. and A. R. Estrada. 1984. Ciclos reproductivos de dos lagartos del género *Anolis*: *Anolis*: *A. homolechis* y *A. allogus* en la Estación Sierra del Rosario, Cuba. *Ciencias Biológicas* 12: 81-89.
- Stamps, J. A. 1999. Relationships between female density and sexual dimorphism in samples of *Anolis sagrei*. *Copeia* 1999: 760-765.
- Stamps, J. A. and D. P. Crews. 1976. Seasonal changes in reproduction and social behaviour in the lizard *Anolis aeneus*. *Copeia* 1976: 467-476.
- Valderrama, M. and L. Rodríguez-Schettino. 1988. Algunas características reproductivas de *Anolis lucius* (Sauria: Iguanidae). *Poeyana* 358: 1-16.

ESTUDIO DE LA DENSIDAD POBLACIONAL Y ALGUNOS ASPECTOS ECOLOGICOS DE *PSEUDOEURYCEA LEPROSA* EN EL PARQUE NACIONAL LA MALINCHE, TLAXCALA, MÉXICO

Uri Omar García-Vázquez¹, Ma. Guadalupe Gutiérrez-Mayén², Carlos Alberto Hernández-Jiménez¹, y Verónica Auriolos-López³

¹Museo de Zoología, Departamento de Biología Evolutiva, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, AP. 70-399, México D.F. 04510 urigarcia@gmail.com

²Laboratorio de Herpetología, Escuela de Biología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, C.U. Boulevard Valsequillo y Av. San Claudio. Edf. 76 CP. 72570, Puebla, Puebla

³Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C. Km 1 carr. a San Juan de la Costa AP. 128, La Paz, BCS, 23097, México

Resumen: En México, la familia Plethodontidae es el grupo de salamandras más diverso, siendo *Pseudoeurycea leprosa* una de las especies más abundantes y ampliamente distribuidas, pero de la cual se desconocen muchos aspectos de su ecología. En este estudio se estimó la densidad poblacional de esta salamandra en dos tipos de vegetación por medio del modelo de Jolly-Seber, obteniendo en promedio un tamaño poblacional anual de 300 ind/ha en el bosque de encino-pino y 398.75 ind/ha en pino-encino. De acuerdo al índice de la razón varianza-media, la población presentó una distribución agrupada. La estructura de edades esta compuesta por un mayor número de crías, seguido por los jóvenes y en menor número los adultos en ambas zonas. Las salamandras utilizaron seis tipos de microhábitats en ambas zonas, siendo la hojarasca y la corteza los más usados. Se analizaron las variables ambientales de temperatura y humedad por medio de un análisis de regresión lineal, indicando que no existe relación entre la temperatura del microhábitat y la temperatura del ambiente, mientras que se observó una relación entre la humedad del microhábitat y la del ambiente.

Abstract: In Mexico, Plethodontidae family is the most diverse group of salamanders. *Pseudoeurycea leprosa* is one of the most abundant and widely distributed species; however, several aspects of its ecology are unknown. In this study the population density of this salamander was estimated in two vegetation types with the Jolly-Seber model, obtaining an annual population size of 300 ind/ha in the oak-pine forest, and 398.75 ind/ha in the pine-oak forest. In agreement with the median-variance index the population showed an aggregated distribution. Ages structure is composed by a higher number of neonates, followed by the juvenile and a low number of adults in the two vegetation types. The salamanders used six microhabitats types in both zones, and the microhabitat types more used by lizards were leaf litter and bark. Temperature and humidity were analyzed by a lineal regression, indicating not relation between the environment and microambient temperature, but a relationship was observed between humidity of microhabitat with the humidity of the environment.

Palabras claves: Malinche, *Pseudoeurycea leprosa*, densidad poblacional, microhábitat

Key words: Malinche *Pseudoeurycea leprosa*, population density, microhabitat.

Dentro de los caudados, la familia Plethodontidae es una de las más diversas, ya que cuenta con más de 300 especies distribuidas en Norteamérica, México y Sudamérica, además de la región norte de Italia (Zug et al. 2001) y sur de Korea (Min et al. 2005). En nuestro país, es la familia con mayor número de especies de salamandras. Dentro de este grupo, *Pseudoeurycea leprosa* es una de las especies más abundantes y ampliamente distribuidas, encontrándose en las montañas de la parte central y este del Eje Neovolcánico, desde el pico de Orizaba hasta la serranía del Ajusco (Vega y Álvarez, 1992). Habita principalmente encontrándose

en áreas cubiertas por bosque de pino, encontrándose preferentemente bajo troncos en descomposición, bajo hojarasca o bajo rocas (Ramírez-Bautista et al., 1991; Uribe-Peña et al., 1999).

En la época de lluvias, suelen encontrarse un mayor número de organismos en un mismo tipo de microhábitat, pero no así en la de secas; mostrando una preferencia a utilizar el espacio que existe entre la madera y corteza de troncos derribados (Vega y Álvarez, 1992). Observaciones acerca de las condiciones ambientales de sus microhábitats han demostrado

demostrado que la humedad de los sitios preferidos por las salamandras comprende un intervalo de 70% a 80% y una temperatura de 10 °C a 18 °C (Elíosa, 1990). Además, se ha observado que no existen diferencias significativas entre las temperaturas de los diferentes microhábitats a lo largo del año (Bille, 2000).

En cuanto a aspectos demográficos o poblacionales no existen trabajos para *Pseudoeurycea leprosa*, sin embargo algunos investigadores se han enfocado en el estudio de otros taxones de la familia Plethodontidae (Vial, 1968; Burton y Likens, 1975; Wake y Lynch, 1976; Poug et al., 1987). Entre ellos destaca el trabajo de Vial (1968), quien determinó por medio de un muestreo de cuadrantes, que existe un fuerte impacto estacional en el número de organismos de *Bolitoglossa subpalmata*, ya que estos tienden a refugiarse en lugares húmedos en las épocas mas secas del año. También comenta que existe una estrecha relación entre la altitud y la densidad de la especie, por lo que, a mayor altitud existe un mayor número de organismos.

En años recientes se ha registrado un fuerte decline en las poblaciones de anfibios debido principalmente a la destrucción del hábitat (Parra-Olea et al., 1999), ante esto, es necesario implementar estrategias de conservación y manejo de las poblaciones silvestres, por lo que es necesario conocer diversos aspectos de la distribución y ecología de las especies en su hábitat natural. Por esta razón, es importante conocer la historia natural de *P. leprosa* para entender de manera general la dinámica de su población, ya que es una especie que habita en un ambiente con una alta presión de tala y quema.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio.— El Parque Nacional La Malinche constituye un Área Natural Protegida desde 1938, geográficamente se ubica en la zona centro-oriente de México, formando parte del Eje Neovolcánico en las inmediaciones de los estados de Puebla y Tlaxcala (Fig. 1). Atolala

Forma parte de la cuenca Hidrológica del Río Atoyac-Zahuapan y cuenta con una corriente permanente y cinco temporales. Presenta tres tipos de climas: Templado, Templado Semifrío y Frío, con temperatura media anual de -2°C a 5°C. El suelo que predomina es el cambisol Crómico. En cuanto a la vegetación, predomina el bosque de pino, zacatonal, bosque de oyamel y bosque de encino (INEGI, 2002).

Se realizaron diez muestreos de campo, de diciembre de 2001 a noviembre de 2002 (excluyendo junio y septiembre del 2002). Para realizar los muestreos se eligieron al azar dos zonas de acuerdo al tipo de vegetación dominante, la zona A con vegetación de encino-pino y la zona B con vegetación de pino-encino. En cada zona se delimitaron cuatro cuadrantes de 10 X 10 metros cada uno y una separación de 300 metros entre cada cuadrante. En cada muestreo y en cada cuadrante se revisaron todos los tipos de microhábitats donde se encontraron las salamandras. Una vez localizado algún organismo se tomó con ayuda de un termo-higrómetro (Thermo-Hygro) la temperatura y humedad del microhábitat y del ambiente (a los 10 cm. y a 1 m de altura). De cada organismo encontrado se registró la longitud hocico-cloaca (LHC) con un vernier de 0.01 mm de precisión, posteriormente se marcaron permanentemente siguiendo el método de ectomización de falanges de Sutherland (1996). Al finalizar el marcaje, el organismo fue liberado en el mismo lugar en el que se encontró. Las recapturas fueron tratadas de igual manera, se registró el número de individuo y sus datos morfológicos y se liberó en el mismo lugar en que se colectó. Para estimar la densidad poblacional se utilizó el modelo de Jolly-Seber, por ser el que mejor se ajustó al tipo de muestreo que consistió en varias sesiones de captura/recaptura, en una población abierta, con probabilidades de captura uniformes y marcaje individual (Sutherland, 1996). El patrón de distribución espacial de la población se determinó a partir de la razón varianza-media de los valores de densidad de organismos de acuerdo a Ludwig y Reynolds (1988). La estructura por edades se delimitó siguiendo el criterio de Lynch (1977; citado en Elíosa, 1990), en el que considera a los comoeee lala

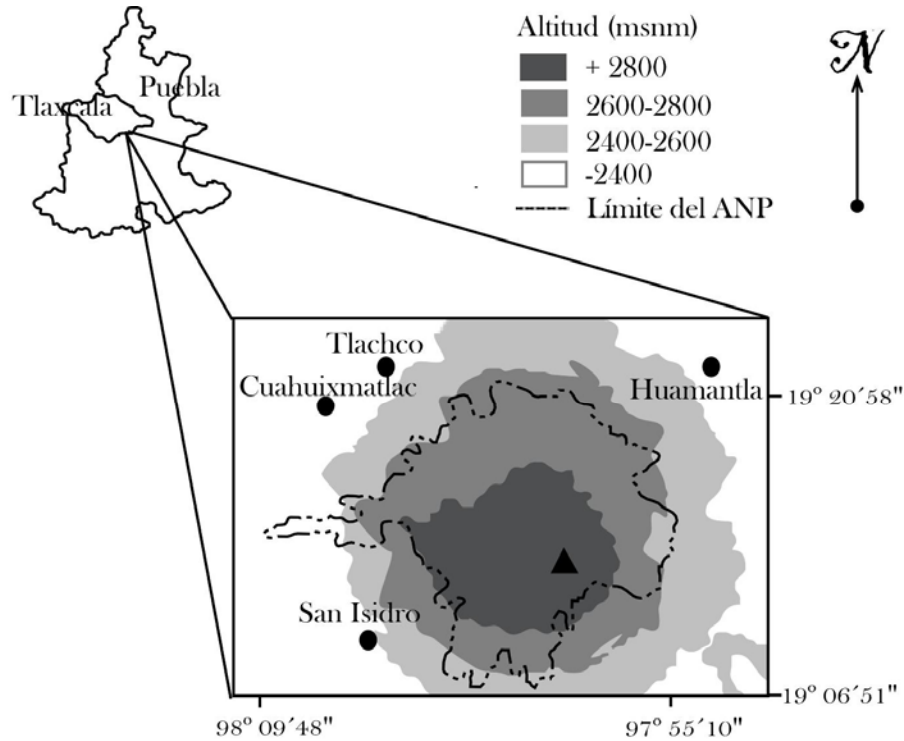


Figura 1.- Localización del área de estudio. El triángulo corresponde a la zona de muestreo. Escala 1:161 617 39

organismos con una LHC de 15.0-29.0 mm como crías, de 30.0-40.0 mm como jóvenes y mayores de 41.0 mm como adultos. Para estimar los microhábitats más usados, se consideró el número de organismos que fueron registrados en cada microhábitat, considerando como los más utilizados aquéllos en los que se registró un mayor número de individuos.

Para determinar si existieron diferencias significativas entre las variables ambientales de temperatura y humedad en los diferentes microhábitats utilizados por las salamandras, se realizaron análisis de varianza y pruebas de Tukey después de comprobar la normalidad de los datos (Bille, 2000). Para establecer la relación entre la temperatura y humedad del microhábitat con respecto a las del ambiente, se realizó un análisis de regresión lineal (Daniel, 1997). Todas las pruebas se asumieron significativas con $P < 0.05$.

RESULTADOS

Densidad Poblacional.— En promedio, los valores de densidad por año arrojaron un valor mayor para la zona B (398.75 ind/Ha), a diferencia de la zona A (300 ind/Ha). En la Figura 2, se observa que en la zona A, los valores más altos de la densidad se presentaron entre abril y mayo, con 600 y 480 ind/ha respectivamente, mientras que para la zona B, la mayor concentración de organismos se presentó en el mes de mayo, con 1000 ind/ha. Por lo tanto, analizando conjuntamente ambas poblaciones, los meses en los que se encontró un mayor número de individuos fueron abril y mayo. Por otra parte, los valores más bajos de la densidad se presentaron en enero en ambas zonas, con valores por debajo de los 100 ind/ha.

Distribución Poblacional.— La distribución espacial de acuerdo a la razón varianza- media

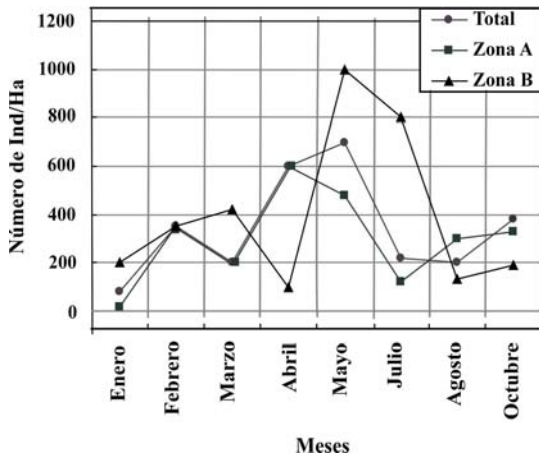


Figura 2.- Densidades de *Pseudoeurycea leprosa* (individuos por hectárea) calculadas para cada zona y cada mes.

(ID: Zona A = 63.07; Zona B = 54.56) mostró que la distribución de la población estuvo agrupada en ambas zonas.

Estructura de edades.— En la Figura 3, se muestra la estructura por edades del total de salamandras registradas durante el año de estudio. En ambas zonas existió un mayor número de crías, seguido de los jóvenes y por último, están los adultos. El análisis mensual para ambas zonas reveló que de noviembre a marzo existió un dominio de las crías, mientras que de abril a julio, se registró un mayor número de jóvenes y en agosto dominaron los adultos (Fig. 4).

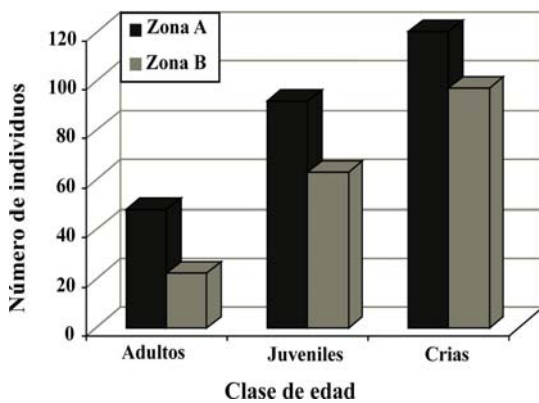


Figura 3.- Número de individuos de *Pseudoeurycea leprosa* por clase de edad observados a lo largo del año.

Uso de microhábitat.— El análisis del uso de microhábitat mostró que en ambas zonas, las salamandras usaron seis tipos de microhábitats: bajo corteza (Corteza), bajo ó entre tronco (Tronco), bajo ó entre hojarasca (Hojarasca), dentro de un hoyo en el suelo (Hoyo), asociada a raíz (Raíz) y dentro de una zanja (Zanja). Los microhábitats mas utilizados fueron zanja y hojarasca (Fig. 5).

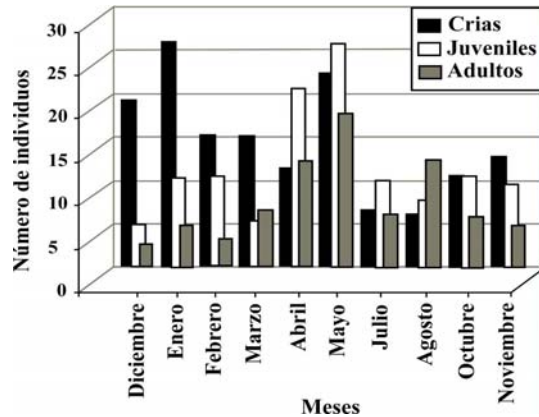


Figura 4.- Número de individuos de *Pseudoeurycea leprosa* por clase de edad observados en cada mes

Existieron notables diferencias entre ambas zonas con respecto al número de organismos que usaron cada tipo de microhábitat. En la zona A, el microhábitat más usado fue la corteza, pero fue el menos usado en la zona B. Los troncos, fue el segundo tipo de microhábitat más usado en la zona B y el menos usado por *P. leprosa* en la zona A (Fig. 5).

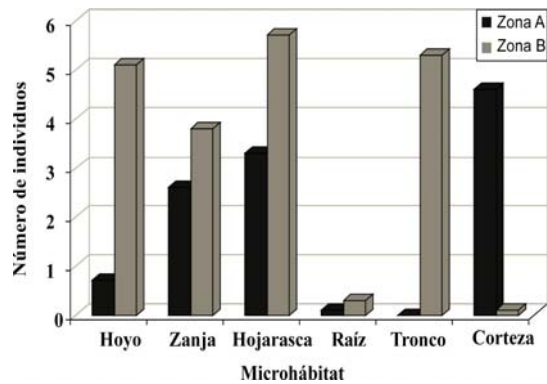


Figura 5.- Número de individuos de *Pseudoeurycea leprosa* observados para cada microhábitat usado en cada zona.

Con base en la distribución de los organismos en ambas zonas y a los resultados obtenidos en este trabajo, se observó que *P. leprosa* se encuentra principalmente en microhábitats con humedades entre 50% y 70% en bosque de encino-pino y con 40% y 60% en pino-encino en un intervalo de temperatura entre 13°C y 17°C en ambas zonas.

El análisis de la temperatura de los diferentes tipos de microhábitats, mostró que en la zona A no existieron diferencias significativas entre ellos ($F = 1.52$, $P > 0.05$), mientras que en la zona B si se observaron diferencias ($F = 8.43$, $P < 0.05$), siendo el tipo de microhábitat zanja el que presentó la temperatura más alta ($\bar{x} = 23^\circ\text{C}$) y la corteza la más baja ($\bar{x} = 13^\circ\text{C}$; Fig. 6).

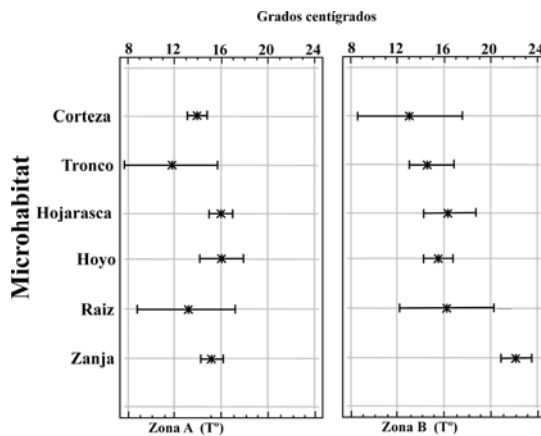


Figura 6.- Temperaturas registradas en los diferentes microhábitats usados por *Pseudoeurycea leprosa* de cada zona. El asterisco representa la media y la línea vertical la desviación estándar.

Se registraron diferencias significativas en la humedad de los diferentes tipos de microhábitats en ambas zonas. En la zona A, los troncos presentaron la mayor humedad ($\bar{x} = 86\%$) y la corteza, la menor ($\bar{x} = 62\%$; $F = 10.03$, $P < 0.05$), mientras que en la zona B, la corteza presentó la mayor humedad ($\bar{x} = 86\%$) y el hoyo la menor ($\bar{x} = 41\%$; $F = 18.65$, $P < 0.05$, Fig. 7).

De acuerdo a los valores de regresión entre la temperatura y humedad del microhábitat con las del ambiente, se observó una fuerte relación entre

entre las humedades respectivas ($r^2 = 9.49$; $F = 29.87$; $P < 0.05$) mientras que la temperatura del ambiente tuvo una menor influencia en la temperatura del microhábitat ($r^2 = 0.77$; $F = 13.30$;

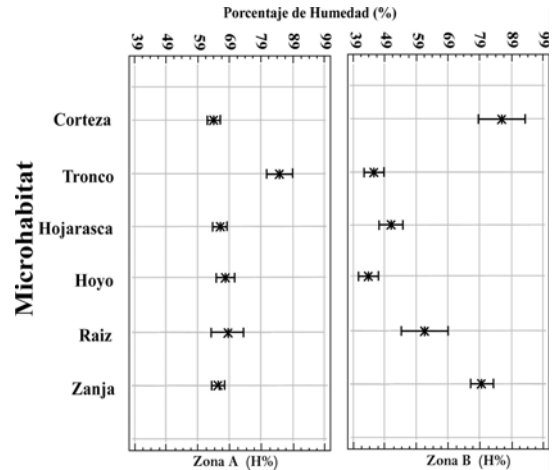


Figura 7.- Humedades registradas en los diferentes microhábitats usados por *Pseudoeurycea leprosa* de cada zona. El asterisco representa la media y la línea vertical la desviación estándar.

DISCUSIÓN

Los resultados de la densidad poblacional de *P. leprosa* en el Parque La Malinche son similares a las obtenidas en estudios de otras poblaciones de salamandras (Klein, 1960; Vial, 1968; Burton y Likens, 1975; Wake, 1987; Wake y Lynch, 1976; Petranka y Murray, 2001; Dodd y Dorazio, 2004). Con base en estos resultados, encontramos que la población de *P. leprosa* en el Parque Nacional la Malinche presenta una densidad alta, por lo que representa una población importante para la conservación de esta especie.

La presencia de un número mayor de organismos de *P. leprosa* en el bosque de pino-encino, se explica si consideramos que la mayor parte de registros que se tienen de esta especie para el Eje Neovolcánico, indican que es más abundante en este tipo de vegetación (Ramírez-Bautista et al., 1991; Vega y Álvarez, 1992; Uribe-Peña et al., 1999; Zug et. al 2001). Probablemente esto se deba a los rangos de humedad en estos bosques, los cuales permiten que

que un mayor número de microhábitats presentan condiciones favorables para la presencia de *P. leprosa* (Elíosa, 1990).

En ambas zonas, los meses en los que se registró un mayor número de individuos fueron abril y mayo, lo cual puede deberse a que estos meses comprenden la época más seca del año en la zona. Debido a esto, las salamandras tienden a concentrarse en los puntos más húmedos que generalmente son los lugares protegidos de la luz directa del sol y que por su estructura, reducen la pérdida de agua. Estos sitios (como troncos caídos y hoyos en el suelo que retienen la humedad) hace más fácil la localización y captura de los ejemplares (Bille, 2000). Además, en estos lugares suele haber más alimento disponible para las salamandras (Wake y Lynch, 1976).

El notable dominio de las crías durante la mayor parte del año indica un considerable traslape entre las clases de edad, posiblemente debido al lento desarrollo de las crías para alcanzar la etapa adulta ó la presencia de varias puestas a lo largo del año. Uribe-Peña et al. (1999) sugieren que el ciclo reproductivo de *P. leprosa* se suspende en invierno para que el nacimiento de las crías ocurra en primavera. De acuerdo con la presencia de neonatos en los meses de invierno, se considera que durante el invierno, sí se producen nacimientos de *P. leprosa* en la población de la Malinche, y que éstas presentan mayor desarrollo durante los meses de alta precipitación (abril-agosto [INEGI, 2002]), periodo de mayor disponibilidad de alimento (Burton y Likens, 1975).

En general, la diferencia en el uso de los tipos de microhábitats en ambas zonas, se puede deber tanto a las diferencias micro ambientales en los microhábitats como a la disponibilidad de los mismos (Wake et al., 1992). Al considerar ambas zonas, encontramos que los microhábitats en donde se registraron más individuos fueron zanja y hojarasca, resultados que no concuerdan con lo mencionado por algunos autores que han estudiado aspectos ecológicos de *P. leprosa* (Ramírez-Bautista et al., 1991; Vega y Álvarez, 1992; Elíosa, 1990).

Estos autores mencionan a los troncos como el microhábitat más abundante, sin embargo, en la zona de estudio, la influencia humana representada principalmente por dos actividades, ha modificado la disponibilidad de los microhábitats. Por una parte, la recolección frecuente de madera reduce el número de troncos disponibles como microhábitat para las salamandras, y por otra, la apertura de un número considerable de brechas cortafuego (zanjas) en las que se acumula la hojarasca crean nuevos microhábitats para estos organismos.

Wake y Lynch (1976) categorizaron cuatro modelos de utilización de microhábitat para salamandras tropicales. La mayor parte de los organismos de *P. leprosa* en este estudio puede ser incluida dentro de la categoría que estos autores denominaron suelo-vivienda (bajo tronco y hojarasca). A pesar de que en este estudio, la mayoría de los organismos se encontraron en zanjás, estas suelen contener una gran cantidad de hojarasca como ocurre en otros estudios (Blatchey, 1893; Taylor, 1938; Wake, 1987; Wake et al., 1992; Bille, 2000).

Los valores obtenidos del análisis de regresión entre los factores ambientales de temperatura y humedad de los diferentes microhábitats con respecto al ambiente, indican que la temperatura del ambiente no es un factor determinante que limite la presencia de *P. leprosa* en un microhábitat determinado. A diferencia de esto, la humedad del ambiente sí puede influir en la presencia de esta especie en microhábitats específicos. Resultados similares fueron obtenidos por Elíosa (1990) y Bille (2000), quienes mencionan que la humedad es un factor determinante para la presencia de esta especie en un microhábitat determinado. En el parque Nacional la Malinche, los organismos de *P. leprosa* se encuentran en microhábitats con intervalos de humedad menores y temperaturas similares a los mencionados en la literatura (Elíosa, 1990), donde el tipo de vegetación es similar a la de la zona de estudio.

Con base en estos resultados, consideramos que la presencia *P. leprosa* también puede estar delimit

delimitada por la disponibilidad del microhábitat, la altitud de la zona (Bille, 2000) o por algún otro factor que no fue considerado en este estudio como la disponibilidad de alimento (Wake y Lynch, 1976) o el pH del suelo (Bille, 2000).

CONCLUSIONES

Los valores de densidad obtenidos indican que *P. leprosa* es una especie bien representada en el Parque Nacional La Malinche y es más abundante en los bosques de pino. Esta población presenta durante todo el año las tres clases de edad consideradas por Lynch (1977; citado en Eliosa, 1990), lo que puede sugerir la presencia de varias puestas a lo largo del año ó un lento desarrollo de las crías hasta alcanzar la madurez.

En cuanto al uso del microhábitat, esta especie utiliza un total de seis microhábitats de los cuales la hojarasca y las zanjas son los más utilizados, por lo que pertenece al modelo tipo "suelo-vivienda" propuesto por Wake y Lynch (1976).

De las variables ambientales analizadas, la humedad ambiental ejerce una mayor influencia sobre la humedad del microhábitat, determinando en cierto grado la utilización de los diferentes microhábitats por las salamandras.

Agradecimientos.— Los autores agradecen a J. A. Márquez, N. E. López, J. L. Sánchez, R. León, F. J. C. Flores, T. V. Fací, C. Vázquez, J. Maceda y D. Solís por su ayuda en el trabajo de campo. A Gamaliel Castañeda, Itzel Durán Fuentes y dos revisores anónimos que mejoraron de manera notable el manuscrito. A Georgina Santos por la revisión del resumen en inglés. A Luis Canseco, por la consulta de información y el apoyo brindado en la determinación de las salamandras.

LITERATURA CITADA

Bille, T. 2000. Microhábitat utilization of the Mexican salamander *Pseudoeurycea tatatatata-*

leprosa. Journal of Herpetology 34:588-590

Blatchey, W. S. 1893. On a collection of batrachians and reptiles from Mount Orizaba, Mexico, with descriptions of two new species. Proceeding U. S. Natural Museum 16:37-42.

Burton, T. M. y G. E. Likens. 1975. Salamanders populations and biomass. In the Hubbard brook experimental forest New Hampshire. Copeia 1975:541-546.

Daniel, W. W. 1997. Bioestadística, base para el análisis de las ciencias de la salud. Tercera edición. Ed. Limusa:585-588.

Dodd, C. K. y R. M. Dorazio. 2004. Using counts to simultaneously estimate abundance and detection probabilities in a salamander community. Herpetologica 60: 468-478.

Eliosa, L. H. 1990. Distribución de tres salamandras terrestres (Amphibia: Plethodontidae), en el Parque Nacional Zoquiapan. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.

INEGI. 2002. Carta de vegetación y uso de suelo. Escala; 1:10000, Tlaxcala, Tlax.

Klein, H. G. 1960. Population estimate of the red-backed salamander. Herpetologica 16: 52-54.

Ludwing, J. A. y J. F. Reynolds. 1988. Statistical Ecology: A primer on methods and computing. Wiley, New York.

Min M. S., S. Y. Yang, R. M. Bonett, D. R. Vieites, R. A. Brandon y D. B. Wake. 2005. Discovery of the first Asian plethodontid salamander. Nature 435: 87-90.

Parra-Olea, G., García-Paris, M. y D. B. Wake. 1999. Status of some populations of Mexican salamanders (Amphibia: Plethodontidae). Revista de Biología Tropical 47: 217-223.

- Petranka, J. W. y S. K. Murray. 2001. Effectiveness of removal sampling for determining salamander density and biomass: a case study in an Appalachian stream community. *Journal of Herpetology* 35: 36-44.
- Poug, F. H., E. M. Smith, D. H. Rhodes y A. Collazo. 1987. The abundance of salamanders in forest stands with different histories of disturbance. *Forest Ecology and Management* 20:1-9.
- Shutherland, W. J. 1996. *Ecological census techniques*. Cambridge University Press.
- Taylor, E. H. 1938. Concerning Mexican salamanders. *University of Kansas Science Bulletin* 25:259-313.
- Uribe-Peña, Z., A. Ramírez-Bautista y G. Casas-Andreu. 1999. *Anfibios y Reptiles de las Serranías del Distrito Federal, México*. Cuadernos del Instituto de Biología 32. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Vega, L. A. y S. T. Álvarez. 1992. *Herpetofauna de los volcanes Popocatepetl e Iztaccihualt*. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 15:1-25.
- Vial, J. L. 1968. The Ecology of the tropical salamander, *Bolitoglossa subpalmata*, in Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 15:13-115
- Wake, D. B. 1987. Adaptive radiation of salamanders in Middle American cloud forest. *Annals Missouri Botanical Garden* 74:242-264.
- Wake, D. B. y J. F. Lynch. 1976. The distribution, ecology and evolutionary history of Plethodontid salamanders in tropical America. *Science Bulletin Natural History Museum Los Angeles* 25:1-65.
- Wake, D. B., T. J. Papenfus y J. F. Lynch. 1992. Distribution of salamanders along elevational transects in Mexico and Guatemala. *Tulane Students Zoological Botanical. Supplement. Publish.* 1:303-319
- Zug, G. R., L. J. Vitt y J. P. Caldwell. 2001. *Herpetology. An introductory biology of amphibians and reptiles*. 2a. Edition Academic Press Limited. United Kingdom. 1-630.

EL COMPLEJO *SCELOPORUS GRAMMICUS*, UN GRUPO DE LAGARTIJAS EN ESPECIACIÓN

Adrián Leyte-Manrique¹, Uriel Hernández-Salinas¹, Ernesto Chávez-Calzada¹, María del Carmen Sánchez¹, Jonathon C. Marshall² y Aurelio Ramírez-Bautista¹

¹Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del estado de Hidalgo, A.P. 1-69 Plaza Juárez, C.P. 42001, México

²Department of Ecology and Evolutionary Biology, Yale University,
New Haven, CT, 06520, USA E-mail: leytebi2@yahoo.com.mx

Resumen: El complejo *Sceloporus grammicus* ha sido un sistema modelo en diversas áreas de investigación. Aquí proporcionamos un resumen de los estudios sobre la morfología, ecología, variación cromosómica, y límites de especies dentro del complejo. Concluimos que a pesar de la problemática de la sistemática del complejo, se ha realizado un gran avance en el conocimiento del mismo. Finalmente, es necesario un conocimiento más coordinado entre las distintas áreas de investigación para establecer mejor el *status* taxonómico de las poblaciones de este complejo.

Abstract: The *Sceloporus grammicus* complex has been a model system for diverse areas of research. Here we provide a review of the historical and contemporary studies of morphology, ecology, chromosome variation, and species delimitation within the complex. We conclude that in spite of the taxonomic difficulties of the group much progress has been made. Finally, we encourage a more concordant effort between branches of investigation be made to better understand taxonomic status of populations within this complex.

Palabras clave: *Sceloporus grammicus*, Complejo, Genética, Ecología, Reproducción.

Key words: *Sceloporus grammicus*, Complex, Genetics, Ecology, Reproduction.

Por el número de especies de anfibios y reptiles descritas en los últimos 10 años (aproximadamente 80 especies), se considera a México como un centro de diversificación biológica de varios grupos de vertebrados (Wake y Johnson, 1989; Sites, 1993; Wiens y Reeder, 1997; Reeder et al., 2002). Sin embargo, la alta biodiversidad de México, podría ser subestimada, debido a que los límites de especies aún no han sido delimitados adecuadamente en muchos grupos de reptiles.

El grupo de reptiles que presenta el nivel más alto de complejidad, es el de las lagartijas (Wiens y Reeder, 1997). Otro género complejo es *Aspidoscelis* (familia Teiidae), ya que la mayoría de sus especies de la parte norte de México, presenta problemas taxonómicos. Asimismo, se tiene que varios grupos del género *Sceloporus* presentan problemas taxonómicos, como es el caso de los grupos *grammicus* (*Sceloporus grammicus*), *scalaris* (*S. bicanthalis*, *S. subniger*), *spinus* (*S. spinosus*), *torquatus* (*S. dugesii*, *S. jarrovii*, *S. mu*

mucronatus) y *variabilis* (*S. variabilis*), entre otros (ver Wiens y Reeder, 1997; Wiens et al., 2000). En el grupo *grammicus*, la mayoría de sus especies en México, presentan problemas taxonómicos de tipo morfológico y molecular. El grupo *grammicus* comprende varias especies de montaña (Sites et al., 1992). Por otra parte, *S. grammicus* se distribuye desde el sur de Canadá, oeste de Estados Unidos, México, Centro América y oeste de Panamá (Sites et al., 1992; Wiens y Reeder, 1997). El intervalo de la altitud de la distribución del grupo va de los 300 hasta los 4000 m. Los tipos de vegetación en los que se distribuye la especie, incluyen los bosques de pino, encino y juníperus, y el matorral xerófilo. Es de hábitos saxícolas (rocas o grietas), arbóricolas y terrestres (Sites et al., 1992).

En la actualidad, Lara-Góngora (2004) ha propuesto la existencia de cinco especies distintas dentro del complejo *S. grammicus*: *S. anahuacus*, *S. grammicus*, *S. heterolepsis*, *S. palaciosi* y *S. lemosespinali*, con cuatro subespec

subespecies para *S. grammicus* (*S. g. grammicus*, *S. g. disparilis*, *S. g. microlepidotus* y *S. g. tamaulipensis*), y dos para *S. heterolepis* (*S. h. heterolepis* y *S. h. shannonorum*). Esta clasificación esta basada, en características morfológicas que presentan los miembros del grupo *S. grammicus* (Lara-Góngora, 2004).

Por otra parte, existen estudios dirigidos a investigar la variación genética que existe dentro de las diferentes especies que conforman el complejo *S. grammicus*, los cuales se han enfocado en la variación de aloenzimas y la divergencia genética entre las especies, así como en la estructura genética de las poblaciones y en su fijación de rearrreglos cromosómicos (Sites et al., 1988a, 1988b). Sites y Davis (1989) estudiaron las relaciones filogenéticas y la variabilidad molecular de seis razas cromosómicas para este complejo en la zona centro de México, empleando para ello marcadores nucleares y mitocondriales. La clasificación más actual para el complejo *grammicus*, es la de Arévalo et al. (1991), quienes las agrupan en siete razas cromosómicas (que incluye las variantes LS y HS, que quiere decir "low elevation standard" y "high elevation standard", respectivamente), F6, F5, F5 + 6, FM3, FM1 y FM2 para la zona centro de México, de las cuales seis se encuentran presentes en el estado de Hidalgo, por lo que se considera a este estado como el centro de especiación de este complejo de lagartijas.

Recientemente, Marshall et al. (2006) analizaron un gran número de datos de aloenzimas y cromosomas con métodos basados en distancia genética para identificar los límites de especies dentro del complejo *S. grammicus*. Sin embargo, estos métodos produjeron resultados ligeramente diferentes en cuatro grupos emergidos de razas cromosómicas. Un grupo consistió de la raza cromosómica F6, otro de la raza HS (high elevation standard o P1, por sus siglas en inglés), un tercero de la raza LS (low elevation standard), y un último grupo compuesto de múltiples razas cromosómicas (FM1, FM2, FM3, F5, y F5+6). Los autores también señalaron que *S. anahuacus* ocurre en áreas

áreas relativamente abiertas en bosques de pino de altas elevaciones (generalmente de 3000 m o más; Lara-Góngora, 1983) en las montañas que rodean el Valle de México, distribución que corresponde a la mencionada por Hall (1973) para la raza cromosómica estándar o "P1" de altas elevaciones (HS). Adicionalmente, *S. palaciosi* fue descrita para bosque de abetos que se encuentran por debajo de los 3000 m, en un intervalo altitudinal adyacente al de la raza HS, una distribución que coincide con la de las poblaciones de la raza cromosómica F6. Este punto ilustra la complicada naturaleza de este complejo y algunos de sus problemas taxonómicos.

El objetivo de este trabajo es dar a conocer las evidencias a nivel genético, morfológico, ecológico y reproductivo que sugieren que el "complejo *grammicus*" se encuentra en proceso de especiación. Esta idea está basada en la teoría de razas cromosómicas propuestas por numerosos estudiosos de la taxonomía de este complejo (Arévalo et al., 1991). Dicha propuesta está apoyada por los estudios de morfología, ecología y reproducción que se han estado realizando en diversas poblaciones del estado de Hidalgo, México.

Evidencias del complejo *Sceloporus grammicus*

Genéticas

Después de que Hall (1973) describiera siete razas cromosómicas distribuidas parapátricamente en el taxón nominal de *Sceloporus grammicus*, Sites y Davis (1989) hipotetizaron la ocurrencia de especiación cromosómica en cascada en este grupo. En esta especiación, cada nuevo citotipo que se forma, tiene un papel en la formación de otros adicionales derivados de él. El resultado final es un efecto en cadena o de "cascada" lineal, en el cual los diferentes citotipos difieren solamente en el rearrreglo cromosómico fijo (Goyenechea, 1993; Sites y Davis, 1989). Sin embargo, estudios realizados en la zona central de México basados en análisis morfométricos (Sites, 1982) y citogenéticos (Sites, 1983), además de estudios profundos con datos cartográficos (Porter

(Porter y Sites, 1985, 1986; Sites et al., 1987) arrojan resultados que no son consistentes con las suposiciones de algún modelo cromosómico como los modelos de especiación en cadena (White, 1978) o en cascada (Hall, 1973), ya que algunos citotipos son indistinguibles y no pueden separarse como especies diferentes (Sites, 1982; Sites y Davis, 1989), mientras que en algunas poblaciones de otros citotipos existe una diversidad fenotípica acompañando a la diferenciación cromosómica (Lara-Góngora, 2004).

Sites et al. (1988b) realizaron simulaciones para describir la estructura poblacional de *S. grammicus*, en función de los modelos cromosómicos existentes, y encontraron que los heterocigotos (híbridos) se comportarían normalmente, sin ser seleccionados positiva o negativamente, lo cual hace improbable que ocurra el modelo de especiación en cascada. Arévalo et al. (1991) encontraron nuevas zonas de hibridación así como poblaciones altamente polimórficas y nuevos rearrreglos cromosómicos que parecen producirse por fisión de dos cromosomas de distintos pares. Asimismo, observaron que los heterocigotos no se desvían del equilibrio Hardy-Weinberg. Debido a esto es muy importante investigar las interacciones de los diferentes citotipos descritos para *S. grammicus* en la meseta central de México. Estudios previos (Sites et al., 1988a; Arévalo et al., 1991; Goyenechea et al., 1996) han revelado ocho zonas híbridas diferentes separadas entre seis combinaciones diferentes de citotipos, y han descrito un caso de polimorfismo cromosómico extremo. Sin embargo, Goyenechea et al. (1996) mencionaron la posibilidad de localizar casos adicionales de hibridación en otras poblaciones por la proximidad de varios citotipos divergentes. Los diferentes citotipos encontrados a la fecha son:

- LS y HS (P1) estos citotipos se caracterizan por la fisión del par 1 y un cariotipo $2n = 32-34$; se localizan en el Valle de México (LS) y en bosques templados a más de 3200 m de altura

templados a más de 3200 m de altura (HS).

- F5, con una fisión en el par 5 y $2n = 34$; distribuido a través de la Sierra Madre Oriental en los estados de Chihuahua, Hidalgo y Puebla.
- F6, con fisión del par 6 y $2n = 34$; se encuentra a través del Eje Neovolcánico Transversal y en el norte de la Sierra Madre Oriental.
- F5 + 6, con fisión en los pares 5 y 6 y $2n = 36$; se ubica en la parte sur del Desierto de Chihuahua y planicies cercanas al Río Bravo, además de Hidalgo y Querétaro.
- FM1, con fisión de todos los macrocromosomas con excepción de los pares 1 y 4 y $2n = 40-44$; se distribuye en el oeste de Hidalgo y noreste del Estado de México.
- FM2, con fisión de todos los macrocromosomas excepto el par 4 y con un par adicional de microcromosomas; presenta un cariotipo de $2n = 44-46$; se localiza en la zona centro y sur de Hidalgo y norte del Estado de México.
- FM3, con fisiones en los macrocromosomas 2, 5 y 6 y $2n = 38$; ubicado en la región sur-centro de Hidalgo (Goyenechea, 1993).

Estos citotipos difieren unos de otros por rearrreglos robertsonianos incluyendo fisiones y fusiones céntricas (disociaciones), rearrreglos pericéntricos y algunas veces rearrreglos más complejos como translocaciones (Sites, 1983). En todos los citotipos, los machos poseen un cromosoma menos que las hembras, debido a un mecanismo de determinación del sexo X1X2Y, derivado presumiblemente por la fusión de dos cromosomas acrocéntricos (Sites, 1983).

A pesar de que se han realizado descripciones de especies dentro del complejo de *S. grammicus*

grammicus, éstas se limitan a cuestiones puramente taxonómicas (haciendo uso de la morfología), y aún no se conoce el estatus genético de la especie, ni sus variaciones de niveles de variación genética, ni si existe una determinación de las estructuras genética y poblacional derivada de los distintos tipos de hábitats a los cuales se le asocia. Además, la existencia de zonas híbridas sugiere una interacción reproductiva entre citotipos, con el consecuente intercambio horizontal de genes entre las zonas y la correspondiente introgresión genética hacia los citotipos parentales.

Morfológicas

Se sabe que dentro del área de distribución del complejo *S. grammicus* se presentan diversos morfos o ecomorfos (Sites, 1982, Rubio-Pérez, 2005). Estos presentan diferencias en caracteres morfológicos que ocurren a nivel intra e interespecífico en las distintas poblaciones de este complejo. Estas diferencias se reflejan en las estructuras craneales y extremidades, así como en los patrones de coloración, tanto de la región dorsal del cuerpo como de la ventral. Sites (1982) describió seis morfos distintos, clasificándolos de acuerdo a su variación y atributos morfológicos (incluyendo patrones de coloración) en las regiones dorsal y ventral del cuerpo.

Por otra parte, estudios más recientes llevados a cabo por Lara-Góngora (2004) se han enfocado en una serie de caracteres morfológicos (merísticos, multiestado, morfométricos y de patrones de coloración) para proponer nuevas especies de este complejo de lagartijas; por ejemplo, la especie recientemente descrita (empleando como herramienta la taxonomía clásica o tradicional) *S. lemosespinali*. Rubio-Pérez (2005) realizó un estudio comparativo entre poblaciones del complejo *S. grammicus* basándose en la clasificación cromosómica dada por Sites et al. (1988a) y Arévalo et al. (1991) quienes dividen al complejo en siete razas cromosómicas: S (LS y HS), F6, F5, F5 + 6, FM3, FM1 y FM2, y encontró diferencias morfológicas (talla, forma del cuerpo, tamaño de la cabeza) entre las poblaciones estudiadas. Este autor concluye en su estudio que hay una estrecha

estrecha relación entre el ambiente y los individuos, lo que se ve reflejado consecuentemente en la morfología de éstos.

Ecológicas (uso de hábitats y microhábitats)

El complejo *S. grammicus* se encuentra en una amplia gama de ambientes, tanto de zonas montañosas como de planicies (Arévalo et al., 1991), que proporcionan la disponibilidad y posibilidad de explotación de distintos hábitats y microhábitats, como son: rocas, arbustos, etc. Los distintos hábitats y microhábitats que explotan los individuos de las diferentes poblaciones del complejo indican dos cosas: 1) que se trata de un grupo generalista y oportunista que hace uso de los microhábitats disponibles, ya sean estos de origen natural o proporcionados por el hombre, como bardas, cercas de rocas, etc. (Hernández-Ramos, 2005), y 2) *S. grammicus* está respondiendo a los factores ambientales, y que las diferencias morfológicas son adaptaciones a los diferentes tipos de ambientes y microambientes que usan las diferentes poblaciones de este complejo.

Reproductivas

La variación entre poblaciones del complejo *grammicus* en las características reproductivas tales como la longitud hocico-cloaca mínima a la madurez sexual, tamaño de la camada, desarrollo folicular, tamaño de la cría al nacer, y periodo reproductivo son evidencias de que *S. grammicus* es un grupo complejo. Las poblaciones de montaña denominadas como HS (raza de montaña; Arévalo et al., 1991; Sites, 1993) varían en su actividad reproductiva (vitelogénesis, tiempo de gestación) y en la LHC a la madurez sexual, pero no en el tamaño de la camada (ver Ramírez-Bautista et al., 2004). Además, las poblaciones de la Altiplanicie Mexicana denominadas como raza S (estándar), variaron entre sí en estas mismas características (Ramírez-Bautista et al., 2004; Jiménez-Cruz et al., 2005; Hernández-Ramos, 2005 y Ramírez-Bautista et al., 2005). Finalmente, las poblaciones de montaña (HS) presentan un periodo reproductivo más corto, tamaño de camada más pequeño y una LHC más pequeña que las poblaciones del Altiplano Mexicano (S). Estas características son una muestr

muestra de las variaciones que existen entre poblaciones de las mismas razas y entre razas diferentes.

Los estudios de reproducción de varias poblaciones de este complejo continúan dando información sobre las variaciones en las características antes mencionadas. Por ejemplo, poblaciones del estado de Hidalgo como la de Tilcuautla y La Estanzuela presentan diferencias en la LHC mínima a la madurez sexual y en el tamaño de la camada (Hernández-Salinas, datos no publicados); otra población del Municipio de Tepeapulco presenta variaciones en algunas características reproductivas (LHC a la madurez, tamaño de la camada, periodo reproductivo) con respecto a otras poblaciones del estado de Hidalgo; asimismo, las diferentes poblaciones que se están trabajando en el Municipio de Tizayuca también presentan variaciones en estas características.

Futuras investigaciones

Las variaciones en las características reproductivas, morfología y ecología encontradas en algunas de las razas cromosómicas descritas por Sites y Davis (1989) y Arévalo et al. (1991) apoyan la hipótesis de que algunas de las razas cromosómicas podrían ser nuevas especies. Los resultados de Marshall et al. (2006) dan apoyo adicional para el reconocimiento de algunas razas como especies verdaderas (F6, HS, y posiblemente LS) pero, por otra parte, ofrecen poca evidencia para un reconocimiento similar de las otras razas (FM1, FM2, FM3, F5, y F5+6). Aunque esto es, en parte, contrario a algunos de los datos morfológicos (Lara-Góngora, 2004; Rubio-Pérez, 2005); tales patrones de discordancia son vistos frecuentemente durante el proceso de la especiación (Wiens y Penkrot, 2002). El complejo *S. grammicus* es un grupo muy grande de poblaciones que están divergiendo y tiene una historia complicada de hibridación, flujo genético, mantenimiento de algún polimorfismo ancestral, y rearreglos de cromosomas. Esto subraya la gran necesidad de un esfuerzo para recabar datos ecológicos, morfológicos, cromosómicos, proteínicos, y de DNAm, de toda

toda el área de distribución del complejo para resolver su problemática sistemática.

Agradecimientos.— Agradecemos a R. León-Rico por el apoyo logístico brindado a este estudio, así como a dos árbitros anónimos por sus valiosos comentarios a este manuscrito. Este trabajo fue apoyado económicamente por los proyectos SEP-PROMEP-1103.5/03/1130, Programa Institucional (PII), UAE-DIP-ICBI-AAB-020 de la Universidad Autónoma del estado de Hidalgo, y proyecto de Consolidación del Cuerpo Académico de Ecología PROMEP/103.5/04/2751.

LITERATURA CITADA

- Arévalo, E., C. A. Porter, A. González, F. Mendoza, J.L. Camarillo y J. W. Sites Jr. 1991. Population cytogenetic of the *Sceloporus grammicus* complex (Iguanidae) in Central México. Herpetological Monographs 5:79-115.
- Goyenechea, I. 1993. Condición citogenética de *Sceloporus grammicus* (Sauria: Phrynosomatidae) en Santuario Mapethé, Estado de Hidalgo, México. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 83 pp.
- Goyenechea, I., F. Mendoza-Quijano., O. Flores-Villela y K. H. Reed. 1996. Extreme chromosomal polytypy in a population of *Sceloporus grammicus* (Sauria: Phrynosomatidae) at Santuario Mapethé, Hidalgo, México. Journal of Herpetology 30: 39-46.
- Hall, W. P. 1973. Comparative population cytogenetics, speciation and evolution of the iguanid lizards genus *Sceloporus*. Ph. D. Dissertation, Harvard Univ., Cambridge, MASS:1-173.
- Hernández-Ramos, L. D. 2005. Algunas características reproductivas de la lagartija vivípara *Sceloporus grammicus* (Phrynosomatidae) del estado de Hidalgo, México.

- Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México.
- Jiménez-Cruz, E., A. Ramírez-Bautista, J. C. Marshall, M. Lizana-Avia y A. Nieto-Montes de Oca. 2005. Reproductive cycle of *Sceloporus grammicus* (Squamata: Phrynosomatidae) from Teotihuacan, México. The Southwestern Naturalist 50:178-187.
- Lara-Góngora, G. 1983. Two new species of the lizard genus *Sceloporus* (Reptilia, Sauria, Iguanidae) from the Ajusco and Ocuilan Sierras, Mexico. Bulletin of the Maryland Herpetological Society 19: 1-14.
- Lara-Góngora, G., 2004. A New Species of *Sceloporus* (Reptilia, Sauria: Phrynosomatidae) of the *grammicus* complex from Chihuahua and Sonora, México. Bulletin of the Maryland Herpetological Society. 40: 1-45.
- Marshall, J. C., E. Arévalo, E. Benavides, J. L. Sites y J. W. Sites Jr. 2006. Delimiting species: comparing methods for mendellian characters using lizards of the *Sceloporus grammicus* (Squamata: Phrynosomatidae) complex. Evolution (*In press*)
- Porter, C. A. y J. W. Sites Jr. 1985. Normal disjunction in Robertsonian heterozigotes from a highly polymorphic lizard population. Cytogene. Cell Genet 39: 250-257.
- Porter, C. A. y J. W. Sites Jr. 1986. Evolution of *Sceloporus grammicus* complex (Sauria: Iguanidae) in Central México: Population cytogenetics. Syst. Zool. 35: 334-358.
- Ramírez-Bautista, A., E. Jiménez-Cruz y J. C. Marshall. 2004. Comparative life history for populations of the *Sceloporus grammicus* complex (Squamata: Phrynosomatidae). Western North American Naturalist 64:175-183.
- Ramírez-Bautista, A., Maciel-Mata, C. A. y M. A. Martínez-Morales. 2005. Reproductive cycle of the viviparous lizard *Sceloporus grammicus* (Squamata: Phrynosomatidae) from Pachuca, Hidalgo, México. Acta Zoologica Sinica 51:998-1005.
- Reeder, T. W., Ch. J. Cole y H. C. Dessauer. 2002. Phylogenetic relationships of whiptail lizards of the genus *Cnemidophorus* (Squamata: Teiidae): A test of monophyly, reevaluation of karyotypic evolution, and review of hybrid origins. American Museum Novitates 3365:1-61.
- Rubio-Pérez, I. 2005. Análisis comparativo de la morfología, historia de vida y uso del hábitat de distintas poblaciones del complejo *Sceloporus grammicus*: Un enfoque filogenético. Tesis de Maestría. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Sites, J. W., Jr. 1982. Morphological variation and among three chromosome races of *Sceloporus grammicus* (Sauria: Iguanidae) in the north-central part of its range. Copeia 1982:920-941.
- . 1983. Chromosome evolution in the iguanid lizard *Sceloporus grammicus*. I. Chromosome polymorphisms. Evolution 37:38-53.
- . 1993. Chromosomal variation in the *Sceloporus grammicus* complex (Sauria, Phrynosomatidae). Pp. 137-145. En A. T. Summer y A. C. Chandley (eds.) Chromosomes today. Chapman y Hall, London.
- Sites, J. W., Jr. y S. K. Davis. 1989. Phylogenetic relationships and molecular variability within and among six chromosome races of *Sceloporus grammicus* complex (Sauria: Iguanidae) based on nuclear and mitochondrial markers. Evolution 43:296-317.
- Sites, J. W., Jr., R. K. Cheseer y R. J. Baker. 1988a. Population genetic structure and the estr

- fixation of chromosomal rearrangements in *Sceloporus grammicus* (Sauria, Iguanidae): A computer simulation study. *Copeia* 1988:1043-1053.
- Sites, J. W., Jr., C. A. Porter y P. Thompson. 1987. Genetic structure and chromosomal evolution in the *Sceloporus grammicus* complex. *National Geographic Research* 3:343-362.
- Sites, J. W., Jr., J. W. Archie, Ch., J. Cole y O. Flores-Villela. 1992. A review of phylogenetic hypotheses for lizards of the genus *Sceloporus* (Phrynosomatidae): Implications for ecological and evolutionary studies. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 213:1-110.
- Sites, J. W., Jr., J.L. Camarillo., A. González, F. Mendoza, L. Javier, M. Mancilla y G. Lara-Gongóra. 1988b. Allozyme variation and genetic divergence within and between three cytotypes of the *Sceloporus grammicus* complex (Sauria: Iguanidae) in Central Mexico. *Herpetologica* 44:297-307.
- Wake, D. B. y J. D. Johnson. 1989. A new genus and species of plethodontid salamander from Chiapas, Mexico. *Contributions in Science, Natural History Museum of Los Angeles County*. 411:1-10.
- Wiens, J. J. y T. A. Penkrot. 2002. Delimiting species using DNA and morphological variation and discordant species limits in spiny lizards (*Sceloporus*). *Syst. Biol.* 051:69-91.
- Wiens, J. J. y T. W. Reeder. 1997. Phylogeny of the spiny lizards (*Sceloporus*) based on molecular and morphological evidence. *Herpetological Monographs* 11:1-101.
- Wiens, J. J., T. D. Reeder y A. Nieto-Montes de Oca. 2000. Molecular phylogenetics and evolution of sexual dichromatism among populations of the Yarrow's spiny lizard (*Sceloporus jarrovi*). *Evolution* 53:1884-1897.
- White, M. J. D. 1978. *Modes of Speciation*. W.H. Freeman, San Francisco. U.S.A.

***PSEUDOLEPTODEIRA URIBEI* (RAMÍREZ Y SMITH, 1992): ADICIÓN A LA OFIDIOFAUNA DE OAXACA, MÉXICO**

Claudia Siria-Hernández¹, Rodolfo García-Collazo¹, Catalina Chávez Tapia¹ y Frank Mallory².

¹Laboratorio de Zoología, Facultad de Estudios Superiores Iztacala UNAM. Av. de los Barrios No.1. Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Edo. de México, México. CP 54090. AP 314, México.

²Department of Biology, Laurentian University, Sudbury, Ontario, Canada, P3C 2C6
E-mail: collazo@servidor.unam.mx

Palabras clave: *Pseudoleptodeira uribei*, ofidio, Oaxaca.

Key Words: *Pseudoleptodeira uribei*, snake, Oaxaca.

El colúbrido *Pseudoleptodeira uribei* es una especie terrestre, nocturna, poco abundante que se había registrado únicamente para la región costera de Chamela, Jalisco (Ramírez-Bautista y Smith, 1992; García y Ceballos, 1994; Ramírez-Bautista, 1994), sin embargo, durante muestreos sistemáticos para identificar la herpetofauna del Parque Nacional Huatulco, el día 31 de julio del 2000 se encontró un macho de *P. uribei* (IBH 16460; LHC 480 mm, LC 128 mm) atropellado en el asfalto. Esta serpiente fue hallada entre el kilómetro 243 y 244 de la carretera federal 200, entre arroyo Xuchitl y el entronque a Piedra de Moros, Municipio de Santa María Huatulco, Oaxaca (15° 46' 48.6"N, 96° 11' 12.9"O) a 129 m de altitud. Un segundo ejemplar macho, también atropellado de *P. uribei* fue colectado el 11 octubre del 2001 (IBH 16461, LHC 367 mm y LC 67 mm) en la misma área que el primer ejemplar (15°46' 47.1"N, 96°12' 42.1"O) a 131 m de altitud.

Los registros de esta población de la costa de Oaxaca se localizan aproximadamente a 1028 km en línea recta de la localidad tipo: Estación de Biología Chamela, Jalisco (Ramírez-Bautista y Smith, 1992). La vegetación de ambos registros corresponde a la selva baja caducifolia similar a la referida previamente en Jalisco (García y Ceballos, 1994; Ramírez-Bautista, 1994).

El par de ejemplares muestra las características de color y escamas de acuerdo a la descripción de la especie (Ramírez-Bautista y Smith, 1992), asimismo éstos fueron verificados por Aurelio

Ramírez Bautista. Con el registro de *P. uribei* se incrementa a 127 las especies de ofidios y a 246 especies de reptiles en el estado de Oaxaca (Casas-Andreu et al., 2004).

De acuerdo a la NOM- 059-ECOL-2001, la especie está considerada en la categoría de Protección Especial (Diario Oficial de la Federación, 2002).

LITERATURA CITADA

Casas-Andreu, G., F. R. Méndez-de la Cruz y X. Aguilar-Miguel. 2004. Anfibios y reptiles. Pp. 375-390. *En*: A. J. García-Mendoza, M. J. Ordóñez y M. Briones-Salas (eds.), Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Fondo de Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza–World Wildlife Fund, México.

Diario Oficial de la Federación. 2002. NORMA Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres. Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Miércoles 6 de marzo de 2002

García, A. y G. Ceballos. 1994. Guía de campo de los reptiles y anfibios de la costa de Jalisco, México. Fundación Ecológica de Cuixmala, A.C. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.

México, D.F. 184 pp.

Ramírez-Bautista, A. 1994. Manual y claves ilustradas de los Anfibios y Reptiles de la Región de Chamela, Jalisco, México. Cuadernos del Instituto de Biología Número 23, Universidad Nacional Autónoma de México

México. México DF. 127 pp.

Ramírez-Bautista, A. y H. M. Smith. 1992. A new chromospecies of snake (*Pseudoleptodeira*) from Mexico. Bulletin of the Maryland Herpetological Society 28: 83-98.

ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS HISTORIAS DE VIDA Y ALGUNOS ASPECTOS ECOLÓGICOS DE DOS ESPECIES SIMPÁTRICAS (SAURIA:TEIIDAE) EN UN AMBIENTE TROPICAL ESTACIONAL

Diana Pardo De la Rosa

Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México
E-mail: dpardo@ibiologia.unam.mx

Aspidoscelis communis y *Aspidoscelis lineatissima* son dos especies de lagartijas endémicas a México que habitan de manera simpátrica en bosque tropical caducifolio de las costas del Pacífico Mexicano. A pesar de que en los últimos años se han incrementado los estudios del género *Aspidoscelis*, todavía falta mucho por conocer de las historias de vida de estas dos especies de lagartijas de la región de Chamela, Jalisco, México. Los estudios que se han estado realizando sobre la historia natural de la comunidad de lagartijas de esta región, ayudan a entender, aprovechar y conservar los recursos del sistema de la Reserva Ecológica de Chamela-Cuitzmala.

El presente trabajo es un estudio comparativo del ciclo reproductor, morfología y hábitos alimentarios de estas dos especies lagartijas. El estudio se realizó entre los años 1993, 1994 y 1998 en la Estación de Investigación, Difusión y Experimentación de Biología de Chamela. Ambas especies son diurnas, forrajeras activas, de talla media, ovíparas y de forma fusiforme. *Aspidoscelis communis* es más grande en longitud hocico-cloaca (LHC mm) que *A. lineatissima* (hembras de 100 mm y machos de 117 mm contra hembras de 88 mm y machos de 101 mm, respectivamente). En ambas especies se encontró dimorfismo sexual, y ciclos reproductores asincrónicos. En *A. communis* las hembras maduran sexualmente a una talla mínima de 65 mm (mayo), y los machos a los 75 mm (abril). Mientras en *A. lineatissima*, las hembras alcanzan la talla reproductiva a los 42 mm (julio) y los machos a los 51 mm (mayo).

En ambas especies el aumento en la actividad reproductora en las hembras comienza en la temporada de lluvias, mientras que en los machos comienza a mediados de la temporada de

de secas. El tamaño del hígado disminuye inmediatamente antes del inicio de la actividad reproductora en ambos sexos en las dos especies, recuperándose una vez avanzada la actividad reproductora. Por otro lado, la actividad de los cuerpos grasos en *A. communis* no presenta un patrón definido a través del año. En *A. lineatissima* el incremento de los cuerpos grasos ocurre al inicio de la temporada de secas y el decremento se da al inicio de la actividad reproductora. Así, el ciclo reproductor no depende totalmente de la energía almacenada, sino que gran parte es obtenida directamente del recurso alimento del medio ambiente. En las dos especies el tamaño de puesta, tamaño del huevo y masa relativa de la nidada son pequeñas como ocurre en las especies con estrategia de forrajeo activo. *Aspidoscelis communis* presenta un tamaño de puesta promedio mayor (5 huevos) que *A. lineatissima* (3 huevos). Esta última tiene una relación proporcional del tamaño de la puesta con la talla del cuerpo. La masa relativa de la nidada es más pequeño para las hembras de *A. communis* (0.131) que en *A. lineatissima* (0.170).

La dieta de las lagartijas en la región de Chamela está compuesta de 36 tipos de presa diferentes, y en promedio consumen 4 de estos tipos de presa. La mayor diversidad de la dieta se encontró en la temporada de lluvias, salvo para las hembras de *A. lineatissima* que fue en la temporada de secas. *Aspidoscelis lineatissima* consume más tipos de presa que *A. communis*. Esta última tiene un intervalo de menor variación respecto al número de presas y masa ingerida. En la dieta de las lagartijas, los grupos de presa más consumidos son adultos y larvas de Coleoptera, larvas de Lepidoptera, y adultos de Orthoptera, Isoptera y Araneae. Las lagartijas consumen más presas en la temporada de secas, excepto

de secas, excepto para las hembras de *A. lineatissima*, las cuales consumieron más individuos en la temporada de lluvias. Por sexos, las hembras son las que consumen más individuos, y por especie es *A. communis*. El mayor consumo de biomasa ocurre en la temporada de lluvias en ambos sexos y especies. La relación existente entre la morfología de la lagartija y su dieta no queda resuelta

Las dimensiones de la cabeza son las que más parecen reflejar estas relaciones. En *A. communis* se encontró la tendencia de una relación inversa entre las dimensiones de la cabeza y el número y volumen de presas consumidas, mientras que, en *A. lineatissima* conforme aumenta la estructura de la cabeza, aumenta la masa del contenido estomacal.

BIODIVERSIDAD DE LA HERPETOFAUNA DEL MUNICIPIO DE GUADALCÁZAR, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

Xochitl Hernández-Ibarra

CIB, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, A. P. 1-69 Plaza Juárez, C. P. 42001, Pachuca, Hidalgo.
email: crotalusx@yahoo.com.mx

El Municipio de Guadalcázar, es un área que está ubicada al noreste del Estado de San Luis Potosí y pertenece al Desierto de Chihuahua de México. Esta región ha sido poco valorada si se considera que existe una gran problemática en ella, ya que ha sido sometida al tráfico ilegal de especies, principalmente de serpientes del género *Crotalus*. Además, esta zona es considerada por la CONABIO como región terrestre prioritaria, y fue declarada como una zona de reserva estatal en el año de 1997. Sin embargo, la situación descrita anteriormente prevalece en el Municipio.

Debido a lo anterior, se realizó un inventario herpetofaunístico de la región, se analizó la diversidad alfa (diversidad de especies de una comunidad o área en particular) en los tipos de vegetación que tiene, por pisos altitudinales, por temporada de lluvias y de secas, y por regiones desérticas y no desérticas que conforman este municipio. También se analizó la diversidad beta (reemplazo de especies entre comunidades o entre hábitats) entre cada uno de las comunidades mencionadas, evaluado mediante el valor de similitud entre comunidades. Finalmente, se elaboró la monografía de cada especie de la región.

Como resultado de este trabajo, se encontró que la herpetofauna del Municipio de Guadalcázar está compuesta por un total de 54 especies, nueve especies de anfibios y 45 de reptiles. Las especies más abundantes fueron *Sceloporus minor* y *Aspidoscelis gularis*, mientras que las menos abundantes fueron *Crotalus aquilus*, *Lampropeltis mexicana*, *Lampropeltis triangulum*, *Micrurus tener*, *Scincella silvicola*, y *Senticolis triaspis*.

La mayor diversidad alfa se encontró en el ma-

matorral xerófilo micrófilo (39 especies), y la menor en el bosque de *Juniperus* con siete especies. Los valores de diversidad de acuerdo al índice de Shannon-Wiener (H') fueron de 2.8 para el matorral xerófilo micrófilo y 1.8 para el mezquital y las áreas de cultivo. Los tipos de vegetación con menor porcentaje de similitud, y por lo tanto, con mayor diversidad beta fueron el matorral xerófilo micrófilo y el bosque de *Juniperus* (2.9). Aquellos que presentaron mayor similitud en cuanto a composición herpetofaunística, fueron el chaparral y el pastizal (67.8 %). La porción desértica del municipio presentó una mayor diversidad alfa (40 especies) y la menor en la región no desértica con 38 especies, con un valor de diversidad de $H' = 2.8$ y 2.5, respectivamente.

Los intervalos altitudinales intermedios (1301-1600 m) presentaron valores más altos de diversidad alfa, con 41 especies, mientras que los intervalos de mayor (1901-2350) y menor altitud (1000-1300) tuvieron un menor número de especies, ambos con 31. Los valores más altos de H' se presentaron entre los intervalos con menor altitud (2.8 y 2.7). Los intervalos altitudinales mayores tuvieron valores de similitud herpetofaunística mayor, es decir, la mayor diversidad beta se presentó entre el intervalo más alto y más bajo (19.9 %). En la temporada de lluvias se presentó una mayor diversidad alfa (48 especies) que en la de secas (41 especies), con valores de H' de 3.05 y 2.9, respectivamente.

Durante el estudio, se observó que los anfibios y reptiles de Guadalcázar prefieren los tipos de microhábitats terrestres y acuáticos, ya que se observó una mayor frecuencia de uso en éstos. Por ejemplo, las especies del género *Rana* (= *Lithobates*) son más acuáticas que especies

del género *Bufo* (= *Cranopsis*).

Con base en la consulta de Colecciones Científicas y de la literatura, se encontró que es muy probable que habiten siete especies más en la región. Sin embargo, como composición de la herpetofauna de esta área, se consideraron únicamente las especies recolectadas en este estudio, ya que esto representa el número real de los anfibios y reptiles de la región.

La región de Guadalcázar es importante, no sólo por su diversidad herpetofaunística, en general, sino también por su riqueza biológica, y como ejemplo de ello se tiene una gran diversidad de especies de cactáceas, así como de otros vertebrados además de los anfibios y reptiles.

El 46.3 % de la herpetofauna de esta área se encuentra enlistada en alguna categoría de ries-

go en la NOM-059-ECOL-2001, y el 25.9 % son endémicas a México.

Con este trabajo se adiciona *Ficimia hardyi* a la herpetofauna de San Luis Potosí y al Desierto de Chihuahua, ya que anteriormente esta especie sólo se registraba para el Estado de Hidalgo. También se incluyen nuevos datos de la conducta de *Anelytropsis papillosus*. La comunidad herpetofaunística del municipio presentó una tendencia de pocas especies abundantes y muchas especies raras.

La región de Guadalcázar debe ser considerada como prioritaria para la conservación, pero además deben realizarse estudios de divulgación científica a las comunidades, con el fin de evitar la disminución excesiva de la herpetofauna a causa de la caza e impulsar el aprovechamiento racional de los recursos.

INSTRUCCIONES PARA AUTORES

El Boletín de la Sociedad Herpetológica Mexicana es el principal órgano de difusión de la sociedad. Su objetivo es servir como medio de comunicación para los interesados en el estudio de los anfibios y reptiles de América Latina en diferentes áreas como taxonomía biogeografía, faunística, morfología, reproducción, ecología, historia natural, etc. El boletín consta de cinco secciones: artículos científicos notas científicas, resúmenes de tesis, reseñas y noticias de interés general.

Los autores interesados en publicar sus trabajos en el boletín no necesitan ser miembros de la sociedad. Sin embargo, es importante señalar que los costos de publicación (excepto los generados por cualquier manejo especial de ilustraciones, que deberán ser pagados por los autores) son cubiertos con las cuotas de membresías y suscripciones.

Los manuscritos deberán ser enviados por triplicado al Editor, quien los asignará a los Editores Asociados apropiados. Éstos, a su vez, buscarán dos o tres revisores para cada manuscrito. Los manuscritos serán evaluados con base a sus méritos científicos. Los autores deberán retener el manuscrito y figuras originales hasta que el manuscrito sea aceptado para su publicación.

Los manuscritos deben ser enviados a: Aurelio Ramírez Bautista, Centro de Investigaciones Biológicas (CIB), Universidad Autónoma del estado de Hidalgo, A.P. 1-69 Plaza Juárez, C.P. 42001, Pachuca, Hidalgo, México. Email: aurelior@uaeh.edu.mx

El Manuscrito

Artículos científicos

Los manuscritos de artículos científicos deberán estar escritos en castellano ó en inglés; en ambos casos, deberán incluir un resumen en castellano y otro en inglés (abstract). Se deberá usar la voz activa. Los manuscritos deberán estar impresos por un solo lado en papel bond de tamaño carta (21.5 x 28.0 cm). Todo el manuscrito, incluyendo la literatura citada, cuadros y pies de figuras, deberá estar escrito a doble espacio y tener márgenes de 2.5 cm por los cuatro lados. De preferencia, se deberá usar el procesador de palabras Word y la fuente Times (12 puntos). Las palabras no deberán dividirse en el margen derecho. Los manuscritos deberán estar arreglados en el siguiente orden: título, nombres de los autores, direcciones de los autores, resumen, abstract, palabras clave, key words, texto, agradecimientos, literatura citada, apéndices, cuadros, pies de figuras y figuras. Todas las páginas, incluyendo los cuadros, deberán estar numeradas y marcadas con los nombres de los autores en la esquina superior derecha.

Título.—El título deberá ser corto e informativo y estar escrito sólo con letras mayúsculas, centrado en la parte superior de la página 1.

Nombres y direcciones de los autores.—Los nombres de los autores deberán aparecer en la página 1 en seguida del título, centrados y escritos con letras mayúsculas y minúsculas. En seguida deberán aparecer las direcciones de los autores, centradas y escritas con letras itálicas. Deberán usarse números (superíndices) para indicar la dirección o direcciones correspondientes a cada nombre. Por ejemplo,

Salvador Santana Rivera¹ y Paul R. Smith²

¹ *Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, México 04510, D. F., México*

² *Department of Biology, University of Texas at Austin, Austin, TX 78712, USA*
E-mail: prsmith@uta.edu

Resumen y abstract.—El resumen y el abstract deberán señalar los puntos principales del manuscrito de forma tan clara y concisa como sea posible (150 palabras como máximo), sin necesidad de referencias al texto y sin citas de literatura. Las palabras "Resumen" y "Abstract" deberán aparecer indentadas, escritas con letras mayúsculas y minúsculas y seguidas por dos puntos. El resumen deberá comenzar en la página 1 después de las direcciones de los autores, y el abstract deberá aparecer en seguida del resumen.

Palabras clave.—Las palabras clave en castellano e inglés (key words) deberán separar el abstract de la introducción. Los términos "Palabras clave" y "Key words" deberán aparecer indentados y escritos con letras itálicas, seguidas por dos puntos y las palabras (en letras romanas) que identifican los aspectos principales del manuscrito (cinco como máximo). Las palabras clave en inglés deberán aparecer en seguida de aquéllas en castellano.

Texto.—El texto deberá comenzar después de las palabras clave en inglés. La mayoría de los manuscritos pueden arreglarse correctamente en el orden de introducción (sin encabezado), métodos, resultados y discusión; sin embargo, algunos manuscritos pueden requerir otro arreglo de tópicos (p. ej., condiciones experimentales). Las letras itálicas sólo deberán usarse para los nombres de especies, palabras iniciales en casos adecuados (p. ej., *Palabras clave*) y encabezados (ver abajo). Las palabras extranjeras comunes no deberán ser escritas con letras itálicas (p. ej., et al., no *et al.*) El texto termina con los agradecimientos, que deberán ser concisos.

Encabezados.—Se podrán usar tres conjuntos de encabezados: (1) El encabezado principal, centrado, escrito con letras mayúsculas normales y mayúsculas pequeñas. (2) El subencabezado, centrado, escrito con letras itálicas y la letra inicial de cada palabra principal mayúscula. (3) El sub-subencabezado, indentado, escrito con letras itálicas (sólo la letra inicial de la primera palabra mayúscula) y seguido por un punto y un guión largo (em dash). En los encabezados de segundo y tercer niveles, las palabras que se escriben normalmente con letras itálicas deberán escribirse con letras romanas. Por ejemplo,

MATERIALES Y MÉTODOS

Condición Experimental 1: Bufo americanus

Monitoreo de patrones de conducta.—La descripción comienza aquí.

Referencias.—En el texto, las referencias a artículos escritos por uno o dos autores deberán incluir sus apellidos; los artículos escritos por más de dos autores deberán ser citados por el apellido del primer autor seguido por "et al." Las series de referencias deberán ser arregladas en orden cronológico. Por ejemplo, "Brodie y Campbell (1993) y Tinkle et al. (1995) demostraron que..." Todas las referencias mencionadas en el texto deberán estar también en la Literatura Citada y viceversa. Dos o más referencias del mismo autor y año de publicación deberán designarse con letras minúsculas itálicas; por ejemplo, "Best (1978a, b)."

La sección de Literatura Citada deberá seguir a los agradecimientos. **Se deberán escribir los nombres completos de todas las publicaciones periódicas y editoriales de libros.** Las referencias en la Literatura Citada deberán estar a doble espacio y enlistadas de acuerdo a los apellidos de los autores en orden alfabético. Cuando haya varios artículos escritos por el mismo autor principal con varios coautores, se deberán enlistar de acuerdo a los apellidos del segundo y subsecuentes autores en orden alfabético, sin importar el número de autores. Las referencias deberán estar en el siguiente formato (notar espaciamiento entre iniciales y guión mediano o em dash para separar los números de las páginas).

Fraser, D. F. 1976a. Coexistence of salamanders of the genus *Plethodon*: a variation of the Santa Rosalia theme. *Ecology* 57:238-251.

- . 1976b. Empirical evaluation of the hypothesis of food competition in salamanders of the genus *Plethodon*. *Ecology* 57:459-471.
- Gergits, W. F. y R. G. Jaeger. 1982. Interference Competition and Territoriality between the Terrestrial Salamanders *Plethodon cinereus* and *Plethodon shenandoah*. M. S. Thesis, State University of New York, Albany, New York, U.S.A.
- Krebs, J. R. 1978. Optimal foraging: decision rules for predators. Pp. 23-63. *In* J. R. Krebs y N. B. Davies (Eds.), *Behavioural Ecology: An Evolutionary Approach*. Sinauer, Sunderland, Massachusetts, U.S.A.
- Siegel, S. 1956. *Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences*. McGraw-Hill, New York, New York, U.S.A.

Para referencias que están en curso de publicación, se deberá citar "En prensa" en lugar de los números de las páginas, y deberá darse el nombre completo de la revista. Los manuscritos que no están "en prensa" ni publicados no deberán citarse ni en el texto ni en la Literatura Citada.

Anexos.—La información detallada no esencial en el texto (p. ej., la lista de ejemplares examinados) puede ubicarse en apéndices. Estos deberán aparecer después de la Literatura Citada y llevar encabezados: Apéndice I, II, etc.

Cuadros.—Cada cuadro deberá estar impreso a doble espacio en una hoja separada. Su posición apropiada en el texto deberá indicarse en el margen izquierdo (usualmente en el lugar donde se menciona el cuadro por primera vez). El número y pie de cada cuadro deberán aparecer en la misma página que el cuadro. Dentro del cuadro, sólo la letra inicial de la primera palabra será mayúscula (p. ej., "Gran promedio"). Deberán evitarse las líneas dentro de los cuadros excepto cuando den claridad a grupos separados de columnas. Se podrán usar pies de figura (indicados por asteriscos ó superíndices) después del cuadro cuando se necesite dar información detallada (tal como los niveles de significancia estadística).

Figuras.—Se deberá enviar un juego de figuras originales de buena calidad (impresas en impresora láser ó a tinta china) ó sus impresiones fotográficas al Editor con el manuscrito revisado. Las dimensiones de las figuras no deberán exceder 21.5 x 28 cm. Las figuras deberán ser planeadas para una reducción a un ancho final de una o dos columnas en el *Boletín de la Sociedad Herpetológica Mexicana*. Después de la reducción, las letras de las figuras deberán de tener 1.5-2.0 mm de alto, y los decimales deberán ser visibles. Se deberá incluir una escala de tamaño o distancia cuando sea apropiado. Si una figura va a incluir más de una fotografía, las impresiones deberán montarse adyacentes unas a otras en papel ilustración, y cada una deberá marcarse con una letra (A, B, C). La parte trasera de la figura deberá marcarse con el nombre del autor, el número de la figura, y el tamaño final deseado en la impresión (una o dos columnas). Los pies de figura no deberán aparecer en las figuras mismas; deberán ser impresos a doble espacio y agrupados en una hoja separada con tres líneas de espacio entre pies. Deberá indicarse en el margen izquierdo del texto dónde debe imprimirse cada figura (usualmente donde se menciona por primera vez). La palabra "Figura" deberá ser abreviada en el texto (p. ej., Fig. 2) excepto al inicio de una oración. Las abreviaturas en las figuras deberán seguir las convenciones enlistadas abajo. Se deberán marcar todos los ejes de gráficas.

Pies de página.—Los pies de página sólo deberán usarse para aclarar cuadros e indicar la DIRECCIÓN ACTUAL del autor.

Números.—Los números de 10 ó mayores deberán ser escritos con caracteres numéricos arábigos excepto al inicio de una oración. Los números del uno al nueve deberán ser escritos con letra a menos que precedan a unidades de medida (p. ej., 4 mm), sirvan para designar algo (p. ej., experimento 2), o estén

estén separados por un guión (p. ej., 2-3 escamas). Sólo los números con cinco o más dígitos deberán ser separados por una coma (p. ej., 9436 y 38,980). Se deberá usar el reloj de 24 horas para indicar horas del día (p. ej., 22:00 h). Las fechas deberán darse por día, mes y año (p. ej., 15 de septiembre de 2001). Los decimales no deberán estar precedidos sólo por un punto (p. ej., 0.5, no .5).

Abreviaturas.—Para pesos y medidas, se deberán usar las unidades del Sistema Internacional de Unidades. Tales unidades deberán usarse en el texto, cuadros y figuras. Las abreviaturas comunes son:

n (tamaño de muestra), *N* (número de cromosomas), no. (número), LHC (longitud hocico-cloaca, pero definir la primera vez que se use), *P* (probabilidad), gl (grados de libertad), DE y EE (desviación estándar y error estándar, respectivamente), l (litros), g (gramos), m (metros), cm (centímetros), mm (milímetros) y °C (grados centígrados). Notar que *n* y *P* se deberán escribir con letras itálicas, así como todos los símbolos estadísticos de valores (p. ej., prueba de *t*, r^2 , U de Mann-Whitney). Las letras griegas (p. ej., β) no deberán escribirse con itálicas. No se deberán abreviar "comunicación personal," fechas, ni términos no definidos.

Notas científicas

Las notas científicas no deberán exceder de cuatro cuartillas de extensión. No deberán incluir resumen ni abstract, pero sí palabras clave y key words. Su formato deberá ser el mismo que el de los artículos, excepto que sólo deberá usarse encabezado para la Literatura Citada.

Resúmenes de tesis

Los resúmenes de tesis no deberán exceder de tres cuartillas de extensión. Se deberá indicar el nombre del asesor de la tesis, la institución donde se presentó, el grado obtenido y la fecha de defensa de la tesis.

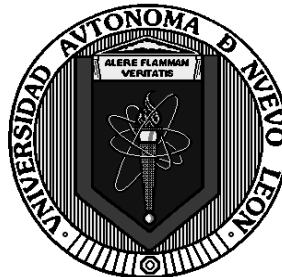
SOBRETUROS

Los sobretiros, en caso de solicitarse, serán con cargo a los autores. La solicitud deberá hacerse al momento de recibir la aceptación del trabajo. El pago de los sobretiros deberá realizarse en un plazo no mayor de un mes después del aviso de su costo.

IX REUNIÓN NACIONAL DE HERPETOLOGÍA



**sociedad herpetológica
mexicana a. c.**



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

CONVOCATORIA

IX Reunión Nacional de Herpetología

NOVIEMBRE 6-9, 2006

Monterrey, Nuevo León

La Sociedad Herpetológica Mexicana A. C. y la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León invitan a toda la comunidad herpetológica nacional e internacional, así como a las personas interesadas en el área, a participar en la IX Reunión Nacional de Herpetología que tendrá lugar en la Ciudad de Monterrey, Nuevo León, los días 6 a 9 de noviembre de 2006.

La Institución Sede es la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad de Nuevo León donde nos reuniremos estudiantes, profesores, investigadores y público en general, en la Biblioteca Raúl Rangel Frías para la presentación de sesiones orales y de cartel, conferencias magistrales y cursos sobre diversos temas acerca del estudio de los anfibios y reptiles de México.

Los trabajos deberán circunscribirse a la siguiente temática:

Ecología
Sistemática y Biogeografía
Conservación, Manejo y Divulgación
Faunística
Reproducción y Desarrollo

Recepción de resúmenes e informes:

M. en C. Luis Canseco Márquez: lcanseco@gmail.com

Tel: (055) 56 22 48 25. México, D. F.

Biol. Uri Omar García Vázquez: urigarca@gmail.com

Tel: (055) 56 22 48 25. México, D. F.

Dr. Carlos Balderas Valdivia: cabalder@aries.universum.unam.mx

Tel: (055) 56 65 34 10. México, D. F.

Fecha límite 5 de Agosto de 2006

Mayores informes en www.sociedadherpetologicamexicana.com

CONTENIDO**ARTÍCULOS CIENTÍFICOS**

SEASONAL REPRODUCTION IN MALES OF THE CUBAN LIZARD *ANOLIS LUCIUS* (POLYCHROTIDAE)
Michel Domínguez, Ana Sanz, Nilda Almaguer y Jutih Chávez.....1

ESTUDIO DE LA DENSIDAD POBLACIONAL Y ALGUNOS ASPECTOS ECOLOGICOS DE *PSEUDOEURYCEA LEPROSA* EN EL PARQUE NACIONAL LA MALINCHE, TLAXCALA, MÉXICO
Uri Omar García-Vázquez, Ma. Guadalupe Gutiérrez-Mayén, Carlos Alberto Hernández-Jiménez y Verónica Auriolos-López 10

EL COMPLEJO *SCELOPORUS GRAMMICUS*, UN GRUPO DE LAGARTIJAS EN ESPECIACIÓN
Adrián Leyte-Manrique, Uriel Hernández-Salinas, Ernesto Chávez-Calzada, María del Carmen Sánchez, Jonathon C. Marshall y Aurelio Ramírez-Bautista.....18

NOTAS CIENTÍFICAS

PSEUDOLEPTODEIRA URIBEI (RAMÍREZ Y SMITH, 1992): ADICIÓN A LA OFIDIOFAUNA DE OAXACA, MÉXICO
Claudia Siria-Hernández, Rodolfo García-Collazo, Catalina Chávez Tapia y Frank Mallo-ry.....25

RESÚMENES DE TESIS

ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS HISTORIAS DE VIDA Y ALGUNOS ASPECTOS ECOLÓGICOS DE DOS ESPECIES SIMPATRICAS (SAURIA: TEIIDAE) EN UN AMBIENTE TROPICAL ESTACIONAL
Diana Pardo de la Rosa27

BIODIVERSIDAD DE LA HERPETOFAUNA DEL MUNICIPIO DE GUADALCÁZAR, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO
Xochilt Hernández-Ibarra.....29

INSTRUCCIONES PARA AUTORES31

NOTICIAS

CONVOCATORIA DE LA IX REUNIÓN NACIONAL DE HERPETOLOGÍA35