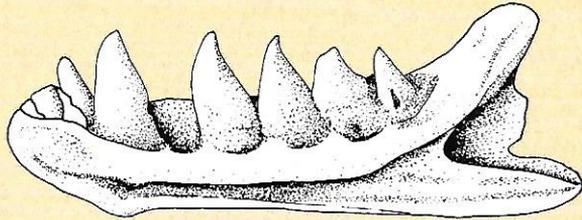
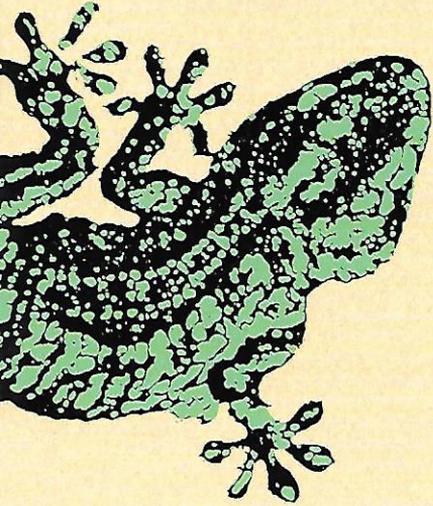


# Revista Española de Herpetología



Asociación Herpetológica Española  
Volumen 16 (2002)  
Barcelona  
2002

# Revista Española de Herpetología



Asociación Herpetológica Española

Volumen 16 (2002)

BARCELONA

2002

## REVISTA ESPAÑOLA DE HERPETOLOGÍA

En cumplimiento del artículo 24.1 de la vigente Ley de Prensa e Imprenta se hace constar que la Junta Directiva de la Asociación Herpetológica Española está integrada por:

**Presidente:** Vicente Roca Velasco

**Vicepresidente:** Juan M. Pleguezuelos Gómez

**Secretario General:** Valentín Pérez-Mellado

**Viceseretario General:** José Antonio Mateo Miras

**Tesorero:** Enrique Ayllón López

**Vocales:** José Antonio Camiñas, Mariano Cuadrado, Ignacio de la Riva de la Viña, Enrique Font Bisier, Pedro Galán Regalado, Miguel Lizana Avia, Luis Felipe López-Jurado y Rafael Márquez Martínez de Orense.

**Boletín de la A.H.E. (Editores):** Miguel Ángel Carretero y Juan Carlos Guix.

### Revista Española de Herpetología

**Editor:** Albert Montori Faura

**Coeditor:** Gustavo A. Llorente Cabrera

Departament de Biologia Animal (Vertebrats).  
Facultat de Biologia. Universitat de Barcelona  
Av. Diagonal 645, 08028 Barcelona. España.

### ASOCIACIÓN HERPETOLÓGICA ESPAÑOLA

Apartado de Correos 191  
28911 Leganés (Madrid)  
<http://www.herpetologica.org>

ISSN 0213 - 6686

Depósito Legal: S.633 - 1988

Fotocomposición: PACMER S.A. Alcolea, 106-108, baixos. 08014 Barcelona.  
Impresión: AGAL S.L. Viladomat, 152. 08015 Barcelona.

# REVISTA ESPAÑOLA DE HERPETOLOGÍA

## ÍNDICE

### Volumen 16

A. MARTÍNEZ SILVESTRE, J. L. SILVA, Y L. SILVEIRA.: Hematología y bioquímica sanguínea del Lagarto gigante de El Hierro ( <i>Gallotia simonyi</i> ) en cautividad .....	5
MANUEL MERCHÁN: Estudio biométrico de juveniles de tortuga "jicotea" ( <i>Trachemys scripta emolli</i> ) en Costa Rica .....	11
JOAN GARCIA-PORTA, JOSEP QUINTAN y SALVADOR BAILON: Primer hallazgo de <i>Blanus</i> sp (Amphisbaenia, Reptilia) en el neógeno balear .....	19
JULIÁN JAVIER MORALES, MIGUEL LIZANA & CARMEN DEL ARCO: Análisis de la distribución altitudinal de la herpetofauna en las sierras de Segovia .....	29
M. GARCÍA-PARÍS, G. PARRA-OLEA, A. H. BRAME JR., II, AND D. B. WAKE: Systematic revision of the <i>Bolitoglossa mexicana</i> species group (Amphibia: Plethodontidae) with description of a new species from México .....	43
RICARDO MARTORI, RICARDO JUÁREZ Y LILIANA AUN: La taxocenosis de lagartos de Achiras, Córdoba, Argentina: parámetros biológicos y estado de conservación .....	73
MARIANA MORAND Y ALEJANDRA HERNANDO: Análisis citogenético de dos especies de <i>Melanophryniscus</i> (Amphibia, Anura, Bufonidae) .....	93
Recensiones bibliográficas .....	103
Normas de publicación de la Revista Española de Herpetología .....	111
Instructions to authors for publication in the Revista Española de Herpetología .....	112

# REVISTA ESPAÑOLA DE HERPETOLOGÍA

## CONTENTS

### Volume 16

A. MARTÍNEZ SILVESTRE, J. L. SILVA, Y L. SILVEIRA.: Hematology and blood chemistry of captive El Hierro Giant Lizard ( <i>Gallotia simonyi</i> ) .....	5
MANUEL MERCHÁN: Biometry of immature "Jicotea" turtle ( <i>Trachemys scripta emolli</i> ) in Costa Rica .....	11
JOAN GARCIA-PORTA, JOSEP QUINTAN Y SALVADOR BAILON: First record of <i>Blanus</i> sp (Amphisbaenia, Reptilia) in the balearic neogene .....	19
JULIÁN JAVIER MORALES, MIGUEL LIZANA & CARMEN DEL ARCO: Analysis of the altitudinal distribution of the herpetofauna in the mountains of Segovia .....	29
M. GARCIA-PARÍS, G. PARRA-OLEA, A. H. BRAME JR., II, and D. B. WAKE: Systematic revision of the <i>Bolitoglossa mexicana</i> species group (Amphibia: Plethodontidae) with description of a new species from México .....	43
RICARDO MARTORI, RICARDO JUÁREZ Y LILIANA AUN: The lizard taxocenose of Achiras, Córdoba Argentina: biological parameters and conservation status .....	73
MARIANA MORAND Y ALEJANDRA HERNANDO: Cytogenetic analysis of two <i>Melanophryniscus</i> species (Amphibia, Anura, Bufonidae) .....	93
BOOK REVIEW .....	103
Normas de publicación de la Revista Española de Herpetología .....	111
Instructions to authors for publication in the Revista Española de Herpetología .....	112

## Hematología y bioquímica sanguínea del lagarto gigante de El Hierro (*Gallotia simonyi*) en cautividad

A. MARTÍNEZ SILVESTRE<sup>1</sup>, J.L. SILVA<sup>2</sup> & L. SILVEIRA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Centro de Recuperación de Anfibios y Reptiles de Cataluña (CRARC)  
08783 Masquefa, Barcelona  
crarc\_comam@hotmail.com

<sup>2</sup>Centro de Recuperación e Investigación del Lagarto Gigante de El Hierro  
38911 Frontera, El Hierro (Islas Canarias)

<sup>3</sup>Laboratorios Taoro  
38410 Los Realejos, Tenerife (Islas Canarias)

**Resumen:** Se presentan los resultados hematológicos obtenidos de 6 ejemplares cuidadosamente seleccionados de Lagarto Gigante de El Hierro (*Gallotia simonyi*) procedentes de cautividad en el Centro de Recuperación del Lagarto Gigante de El Hierro (El Hierro, Islas Canarias). Las muestras se obtuvieron mediante punción de la vena coccígea ventral. Se presentan los valores medios, rango y desviación estándar para Recuento Total de Eritrocitos, Recuento Total de Leucocitos, Hematocrito, Hemoglobina, Volumen Corpuscular Medio, Hemoglobina Corpuscular Media, Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media, Heterófilos, Basófilos, Linfocitos, Monocitos, Azurófilos, Eosinófilos y Trombocitos. Se presentan también las bioquímicas sanguíneas siguientes: Calcio, Fósforo, Cloro, Potasio, Sodio, AST (SGOT), ALT (GPT), CPK, Colesterol, Ácidos biliares, Triglicéridos, Glucosa, Ácido úrico, Urea, Proteínas totales, Albúmina, Prealbúmina, Alfa 1 globulinas, Alfa 2 globulinas, Beta globulinas y Gamma globulinas. Además, se comparan los resultados con otros saurios herbívoros descritos en la bibliografía actual.

**Palabras clave:** Lacertidae, Hematología, Bioquímica sanguínea, *Gallotia simonyi*, Lagarto gigante de El Hierro.

**Abstract: Hematology and blood chemistry of captive El Hierro Giant Lizard (*Gallotia simonyi*).** Haematological results for 6 selected captive animals from EL Hierro Giant Lizard Rehabilitation Centre (*Gallotia simonyi*) (El Hierro, Canary Islands) are presented. Samples were obtained by ventral coccigeal vein phlebotomy. All the results are interpreted by use of descriptive statistical analysis, and Range and Standard Deviation are presented for each value. We present the description of Total Eritrocyte Count, Haemoglobin, Packed Cell Volume, Total White Cells, leukocytes, lymphocytes, monocytes, heterophiles, eosinophiles, azurophiles and basophiles. Also we present the next blood chemical values: Calcium, Phosphorous, Clore, Potassium, Sodium, AST (SGOT), ALT (GPT), CPK, Cholesterol, Bile acids, Triglycerides, Glucose, Uric acid, Urea, Total proteins, Albumin, Prealbumin, Alfa1 and Alfa 2 globulines, Beta globulines and gamma globulines. All the results are compared and discussed with three herbivorous saurians.

**Key Words:** Biochemistry, Haematology, Lacertidae, El Hierro Giant Lizard, *Gallotia simonyi*.

### INTRODUCCIÓN

Si bien el lagarto gigante de El Hierro (*Gallotia simonyi*) empieza a ser una especie bien conocida a nivel reproductivo, nutricional o comportamental (LÓPEZ JURADO & MATEO (Eds.) 1999), es aun una especie muy poco estudiada en referencia a sus parámetros fisiológicos de relevancia clínica. En efecto, tan solo

existe un trabajo que mencione la población parasitaria fisiológica de esta especie (ROCA *et al.*, 1999), y no hay en la actualidad datos sobre sus valores normales en sangre, orina u otros marcadores fisiológicos monitorizables. Por otro lado, la familia lacertidae es una en las que menos valores hematológicos hay publicados (WATSON, 1998) hecho que aumenta el interés de dar a conocer información de este

tipo. Además, el conocimiento de la fisiología hematológica de una especie es fundamental para la prevención, diagnóstico y tratamiento de las futuras patologías que puedan afectarle y, en consecuencia, afectar a su conservación (CAMPBELL, 1998). Fruto del interés en obtener datos que llenen este vacío y sirvan de base para futuras investigaciones, el presente estudio aporta los primeros datos de referencia sobre los valores fisiológicos sanguíneos, tanto hematológicos como bioquímicos en *Gallotia simonyi*.

### MATERIAL Y MÉTODOS

La elaboración de este trabajo se ha realizado mediante el muestreo sanguíneo de animales del Centro de Recuperación del Lagarto Gigante de El Hierro (El Hierro, Islas Canarias). Durante un control clínico realizado en el mes de noviembre de 2000, se realizaron un gran número de intervenciones en todos los lagartos del centro (desparasitaciones experimentales, cirugías para toma de biopsias diagnósticas, fluidoterapia de ejemplares para su posterior suelta, etc.). La población cautiva actual consta de 3 centenares de individuos, en su mayoría subadultos. Todos ellos son procedentes de 12 animales primigenios (7 machos y 5 hembras). Esta consanguinidad debe evitarse en un estudio como el presente a fin de que las posibles variaciones sanguíneas transmisibles verticalmente no pudieran enmascarar los verdaderos resultados. Por tanto, para poder establecer valores fisiológicos fiables en esta especie, sin otras alteraciones fruto de fármacos administrados o terapias iniciadas, se seleccionaron los lagartos en función del siguiente criterio:

- 1) Los animales debían estar sanos y sin ninguna enfermedad conocida en los últimos 5 años.
- 2) Los animales no debían estar en ningún grupo experimental de tratamientos (antiparasitarios externos o internos, cirugías o fluidoterapias).
- 3) Los animales debían ser adultos y del mayor tamaño posible para minimizar el riesgo de lesión en el momento de la extracción y poder aumentar el tamaño de muestra a analizar.
- 4) Se debía mantener la heterogeneidad máxima de los animales, evitando hacer un muestreo a lagartos con un alto índice de consanguinidad.
- 5) El análisis y procesado de las muestras debía realizarse dentro de las 24 horas después de la extracción, para lo cual las muestras debían salir refrigeradas de El Hierro a los laboratorios adecuados para ello, en Tenerife.

De este modo se extrajo sangre de seis lagartos, tres machos y tres hembras, entre ellos el holotipo y los paratipos. La extracción se realizó mediante punción de la vena coccígea ventral, siguiendo directrices ya estandarizadas (ESRA *et al.*, 1975). Se extrajeron 0,5 cc de cada lagarto, que se incluyeron inmediatamente en tubos de heparina de litio. Previo a su inclusión en el anticoagulante, se realizó un frotis sanguíneo y una determinación del valor de glucosa.

Todas las bioquímicas sanguíneas y los recuentos celulares fueron procesadas dentro de las primeras 24 horas post-extracción en los laboratorios Taoro (Tenerife). Para los recuentos totales se utilizó el sistema de recuento estandarizado con solución de Natt y Herrick en cámaras de Neubauer modificadas (FRYE, 1991). Los recuentos diferenciales se realizaron a partir de frotis teñidos con tinciones Wright y Diff Quick.

Las determinaciones bioquímicas se llevaron a cabo utilizando los siguientes métodos:

- Método de la O-Cresolftaleina (espectrofotométrico): Valores de Ca.
- Método Ion electrodo selectivo: Valores de Na, K y Cl.
- Método enzimático: Valores de A. úrico, urea, colesterol, triglicéridos y ácidos biliares.

**Tabla 1:** Nomenclatura: RTE (Recuento Total de Eritrocitos), RTL (Recuento Total de Leucocitos), VCM (Volumen Corpuscular Medio), HCM (Hemoglobina Corpuscular Media), CHCM (Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media), Ca (Calcio), P (Fósforo), Na (Sodio), K (Potasio), Cl (Cloro), AST (Aspartato Amino Transferasa (SGOT)), ALT (Alanino Amino Transferasa (GPT)), CPK (Creatin Fosfo Quinasa), Triglicer. (Triglicéridos totales), Prot. Tot. (Proteínas totales)

**Table 1:** Nomenclature: RTE (Total Count of Erythrocytes), RTL (Total Count of Leukocytes), VCM (Mean Corpuscular Volume), HCM (Mean Corpuscular Haemoglobin), CHCM (Concentration of Mean Corpuscular Haemoglobin), Ca (Calcium), P (Phosphorous), Na (sodium), K (Potassium), Cl (chlorates), AST (Aspartate Amino Transferasa (SGOT)), ALT (Alanine Amino Transferase8 GPT)), CPK (Creatin Kinase (CK)), Triglicer (Total Triglycerides), Prot. Tot. (Total protein).

Determinación	Media	Rango	DS
RTE (10 <sup>12</sup> /L)	0,915	(0,875-0,95)	0,053
RTL (10 <sup>9</sup> /L)	8,5	(8-9)	0,707
Hematocrito (%)	28	(24-32)	5,656
Hemoglobina (mmol/L)	0,94	(0,87-1,0)	0,0986
VCM	305,5	274,2-336,8	44,23
HCM	66,21	64-68,42	3,126
CHCM	21,82	20,31-23,33	2,136
Heterofilos (%)	35,5	(26-45)	6,735
Eosinofilos (%)	4	(2-10)	2,949
Basofilos (%)	39	(32-49)	5,796
Monocitos (%)	1,5	(0-5)	1,861
Linfocitos (%)	10	(5-14)	3,449
Azurofilos (%)	10	(3-20)	7,341
Trombocitos (por 100 leucocitos)	320	100-950	340,274
Ca (mmol/L)	2,6	2,37-2,83	0,181
P(mmo/l)	1,91	1,39-2,13	0,318
Na (mmol/L)	183	176-190	5,890
K (mmol/l)	1,1	0,8-1,6	0,319
Cl (mmol/l)	148	138-177	14,805
Glucosa(mmol/L)	6,68	5,72-10,78	1,809
A. urico (mmol/L)	118,9	101,1-160,6	25,018
Urea(mmol/L)	2,5	2,1-3,2	0,42
AST (UI/l)	43	18-54	16,598
ALT (UI/l)	16	9-28	7,382
CPK (UI/l)	9800	549-13700	5538,58
Colesterol (mmol/L)	5,92	4,5-7,45	1,183
Ac.biliar (umol/L)	35	8-62	27
Triglicer(mmol/L)	1,25	0,51-1,49	1,046
Prot.Tot.(G/L)	61	50,5-65,8	6,08
PreAlbumina (G/L)	7,05	5,4-7,3	0,875
Albumina(G/L)	28,3	25-29,3	1,939
Alfa 1(G/L)	7,05	4,9-8	1,312
Alfa 2(G/L)	5,7	4,1-6	0,861
Betta(G/L)	12,8	11,9-17,5	2,618
Gamma(G/L)	2,15	1,5-3,9	1,158

Método U.V. cinético a 37 °C: Valores de AST, ALT y CPK.

Método Biuret: Proteínas totales.

Método Verde Br-Cresol: Albúmina.

Método de densitometría e integración de electroforesis: Valores de globulinas.

Los valores de glucosa fueron procesados al instante de la extracción utilizando un medidor de glucosa sanguínea tipo Glucotrend (Boehringer Mannheim, Alemania).

Las citologías de frotis fijados y teñidos mediante técnicas de Wright y Diff Quick se realizaron tanto en laboratorios Taoro como en el C.R.A.R.C.

## RESULTADOS

Los resultados se muestran expresados en valores según la nomenclatura internacional (Tabla 1). Para cada resultado se muestra el valor medio (Media), el rango y la desviación estándar (DS).

## DISCUSIÓN

En este estudio, el rápido procesamiento de las muestras permitió minimizar el riesgo de errores consecuentes al almacenamiento y/o la hemólisis ya descritos en sangre de otros saurios (BENSON *et al.*, 1999). Este dato es especialmente importante a tener en cuenta en la recolección sanguínea en lugares que quedan alejados de los laboratorios de referencia.

La presente descripción no solo representa la primera para la especie sino una de las pocas que existen para la familia lacertidae (WATSON, 1998). Aun y así, la mayoría de resultados expuestos coinciden con otras especies de saurios omnívoros u herbívoros ya descritas pertenecientes a otras familias como *Pogona vitticeps* (Agamidae) (ELLMAN, 1997), *Corucia zebrata* (Scincidae) (WRIGHT, 1992) o *Iguana iguana* (Iguanidae) (STEIN, 1996, MARTÍNEZ SILVESTRE, 1999). Solo algunas determinaciones como el RTE, RTL, H% y Hb son significativamente menores que en *Corucia zebrata*

(RTE: 1.45, RTL: 9.58, H%: 35.45, Hb: 1.48) o *Iguana iguana* (RTE: 1.39-1.74, RTL: 1.7-11.6, H%: 35-45, Hb: 1.3-1.81). Este dato puede estar relacionado con una distinta adaptación a la aridez y ausencia de pluviosidad del hábitat de *Gallotia simonyi*. Ya se han escrito anteriormente variaciones hematológicas significativas en saurios en relación a los hábitats donde viven, como en *Liolaemus multiformis* (Enabreston 1976). En coherencia con ello, se han visto valores similares a éstos en reptiles herbívoros de climas desérticos como la tortuga de desierto americana (*Gopherus agassizii*, RTE: 1.2-3, RTL: 3-8, H%: 23-37) (Rosskopf 1982), sugiriéndose como una menor concentración del contenido celular en el volumen sanguíneo. La hemoconcentración es consecuencia de la ausencia de agua y, en consecuencia, a la deshidratación (GILLES-BAILLIEN, 1973). Fisiológicamente, estos animales tienden a aprovechar al máximo los líquidos y por tanto, a mantenerlo en el torrente circulatorio. En condiciones de cautividad, donde no se llega nunca a observar las mismas condiciones adversas que en estado salvaje, los lagartos tenderían a acumular mayor cantidad de líquidos que sus congéneres silvestres. Como resultado de este mecanismo adaptativo fisiológico, los reptiles de zonas húmedas y lluviosas en condiciones de cautividad tendrían unos valores de hematocrito y recuentos celulares mayores que en *G. Simonyi* debido a su mayor hemoconcentración.

El porcentaje de basófilos comparado es superior a *Corucia zebrata* (19%) y a *Iguana iguana*, (5 a 11%) (STEIN, 1996) siendo el de linfocitos menor. Una basofilia y linfopenia fisiológicas pueden estar relacionadas con la estacionalidad anual que sufre *Gallotia simonyi* en comparación con estas otras especies de zonas geográficas mucho menos estacionales (CAMPBELL, 1996). Aunque en este caso no se han encontrado datos que permitan confirmar las causas de este hecho, sería interesante tenerlo en cuenta para realizar futuros muestreos comparativos en distintas épocas del año.

En referencia a las determinaciones bioquímicas, sólo cabe destacar los elevados valores que se observan en la CPK (creatin fosfoquinasa) respecto a las otras especies (210,4 U/L en *C. zebra*; 300 U/L en *I. Iguana*; *P. Vitticeps* no descrito). Valores de dicha magnitud son solo observables en reptiles con lesiones musculares o alteraciones cardíacas y, con menor frecuencia, con problemas neuronales (MADER, 1996). Esta detección en animales sanos y que cumplieran las condiciones expresadas anteriormente puede estar relacionada con el estrés de captura. En efecto, en algunos reptiles sometidos a condiciones de total tranquilidad, la elevación de la CPK tras manipulaciones bruscas o inmovilizaciones provocan una elevada e inmediata respuesta de este enzima, con o sin lesión muscular (AGUILAR, com. pers.). De este modo, se debe interpretar que esta especie tiene un dintel bajo de estrés por captura. Ante esas condiciones, y para la realización de intervenciones mínimamente traumáticas, se deben manipular los lagartos solo cuando es indispensable y con sumo cuidado o utilizando agentes tranquilizantes o anestésicos. Solo de este modo pueden evitarse muertes por captura como se ha visto con otras especies animales (FOWLER, 1986).

Por otro lado, los resultados aquí expuestos corresponden a un grupo reducido de animales. En futuras investigaciones es necesario, por tanto, ampliar el tamaño de muestra para ajustar más las determinaciones y también realizar analíticas en distintas épocas del año así como comparar con ejemplares libres para ver posibles diferencias ligadas a la cautividad.

#### *Agradecimientos*

A Roberto Aguilar (Audubon Institute, USA) por sus consejos y su rápida respuesta a nuestras consultas, a Miguel Angel Rodríguez (Biólogo del Excmo. Cabildo Insular de El Hierro) y Manuel Santana del Centro de Recuperación del Lagarto Gigante de El Hierro por su amplia colaboración durante el muestreo de los anima-

les. A Juan Luis Rodríguez Luengo (Dirección General de Política Ambiental) por el apoyo legal y organizativo. A R. Cuenca y S. Lavín (Facultad de Veterinaria de la universidad Autónoma de Barcelona) por los consejos y experiencias impartidos y a J. Soler (CRARC) por la lectura crítica del manuscrito. Este trabajo se ha realizado gracias a la financiación de la Dirección General de Política Ambiental del Gobierno de Canarias.

#### REFERENCIAS

- BENSON, K.G., PAUL-MURPHY, J., AND MACWILLIAMS, P. (1999): Effects of hemolysis on plasma electrolyte and chemistry values in the common green iguana (*Iguana iguana*). *J.Zoo Wildl.Med.*, 30(3):413-415.
- CAMPBELL, T. (1998): Interpretation of the reptilian blood profile. *Exotic Pet practice*, 3(5):33-36.
- CAMPBELL, T.W. (1996): Clinical pathology. In: *Reptile medicine and surgery*, edited by D.R. Mader, pp. 248-257. Saunders company, Philadelphia.
- ELLMAN, M.M. (1997): Hematology and plasma chemistry of the inland Bearded Dragon, *Pogona vitticeps*. *Bulletin of the Assotiation of Reptilian and Amphibian Veterinarians*, 7(4):10-12.
- ENGBRESTON, G.A., AND HUTCHISON, V.H. (1976): Erythrocyte count, hematocrit and hemoglobin content in the lizard *Liolaemus multiformis*. *Copeia*, 1(12):186.
- ESRA, G.N., BENIRSCHKE, K., AND GRINER, L.A. (1975): Blood collection technique in lizards. *JAVMA*, 167:555-556.
- FOWLER M.E. (1986): Restraint, en: Fowler (ed): *Zoo & Wild Animal Medicine*, W.B. Saunders Company, Philadelphia. Chapter 6, 38-50.
- FRYE, F. (1991): *Reptile care, an atlas of diseases and treatments*. T.F.H. Publications, New Jersey.
- GILLES-BAILLIEN, M. (1973): Seasonal variations and osmoregulation in the red blood cells of the diamondback terrapin *Malaclemys cen-*

- trata centrata (Latreille). *Comp. Biochem. Physiol.*, 46A:505-512.
- LOPEZ JURADO, L.F. & MATEO, J.A.(Ed.): El lagarto gigante de El Hierro. Bases para su conservación. 1999. Monografías de Herpetología, Vol. 4. Asociación Herpetológica Española.
- MARTÍNEZ SILVESTRE, A. (1999): Aplicación de la bioquímica sanguínea en el diagnóstico y seguimiento de la osteodistrofia nutricional (Enfermedad aseo Metabólica) en reptiles. *Medicina Veterinaria*, 16(9):435-440.
- ROCA, V., ORRIT, N., LLORENTE, G.: (1999) Parasitofauna del lagarto gigante de El Hierro. En: Lopez Jurado, L.F. & Mateo J.A. (Ed): El lagarto gigante de El Hierro. Bases para su conservación. Monografías de herpetología, vol. 4: 127- 139.
- ROSSKOPF, W. (1982): Normal hemogram and blood chemistry values for california desert tortoises. *Veterinary medicine/small animal clinician*, january:85-88.
- STEIN, G. (1996): Hematologic and blood chemistry values in reptiles. In: *Reptile medicine and surgery*, edited by D.R. Mader, pp. 473-484. Saunders company, Philadelphia.
- WATSON, J. (1998): Diagnostic procedures: Hematology. In: *The biology, husbandry, and health care of reptiles*, edited by L. Ackerman, pp. 703-713. TFH, New Jersey.
- WRIGHT, K. (1992): Hematology and plasma chemistries of captive Prehensile-Tailed skink, *Corucia zebrata*. In: *J. Zoo. Wild. Med.*, vol. 23(4):429-432.
1. Campbell, T.W. (1996): Clinical pathology. In: *Reptile medicine and surgery*, edited by D.R. Mader, pp. 248-257. Saunders company, Philadelphia.

Recibido: 28/12/00

Aceptado: 07/05/02

## Estudio biométrico de juveniles de tortuga "jicotea" (*Trachemys scripta emolli*) en Costa Rica

MANUEL MERCHÁN FORNELINO

*Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica  
San José, Costa Rica*

*e-mail: manuelmerchan@yahoo.com*

*Dirección permanente: c/ Aristóteles, 3.  
28027 Madrid, España.*

**Resumen:** Se realizó un estudio sobre ejemplares juveniles de tortuga "jicotea" *Trachemys scripta emolli*. Los 48 ejemplares medidos procedían del Refugio Nacional de Vida Silvestre de Caño Negro, en el norte de Costa Rica; se tomaron 23 medidas morfológicas de cada ejemplar. Se encontró una longitud media de espaldar de 39,5 mm (30,3-54,8) y un peso de 15,2 g (9,3-31,0). La fórmula plastral fue  $LSAN > LSAB > LSP > LSG > LSF > LSH$ . Todas las medidas se hallaron correlacionadas con LRE, presentando PESO el coeficiente de alometría (a) más elevado (2,8).

**Palabras clave:** Biometría, *Trachemys scripta emolli*, Juveniles, Emydidae, Costa Rica.

**Summary: Biometry of immature "Jicotea" turtle *Trachemys scripta emolli* Legler, 1990 (Testudines: Emydidae) from Costa Rica.** A biometrical study of the slider turtle "jicotea" *Trachemys scripta emolli* was carried on upon immature ones. The 48 measured turtles were captured in the National Refugee of Wildlife of "Caño Negro", north Costa Rica. Twenty-three morphological measures were taken for each one. A medium shell straight length of 39,5 mm (30,3-54,8) and a medium weight of 15,2 g (9,3-31,0) were found. Plastral formula was as follows:  $LSAN > LSAB > LSP > LSG > LSF > LSH$ . All the variables were correlated with LRE. The variable PESO showed the highest allometry coefficient (2,8).

**Key Words:** Biometry, *Trachemys scripta emolli*, Immature, Emydidae, Costa Rica.

### INTRODUCCIÓN

La tortuga "jicotea" (*Trachemys scripta emolli*) es una subespecie endémica de Nicaragua, Costa Rica y Panamá (LEGLER, 1990), que se caracteriza por su mancha amarilla en forma redondeada a ambos lados de la cabeza y los ocelos de color naranja que se disponen en cada placa de su espaldar. El status de la subespecie fue analizado por el autor anterior, que sitúa la distribución de *T. s. emolli* en la cuenca de los lagos Nicaragua y Managua, zonas adyacentes del norte de Costa Rica, además de Puerto Cortés y Palmar Sur (Costa Rica), y el golfo de Chiriquí (Panamá). En su área de distribución es llamada también "tigre de agua", "icotea fina", "icotea lisa", "jicotea", "tortuga rayada", "morrococoy de agua", "pecho de carey", "chibigüí" y "tortuga pintada" (ACUÑA, 1993).

*T. s. emolli* ha sido fruto de numerosos trabajos en Costa Rica; CABRERA *et al.* (1992) trata sobre la depredación de puestas de la especie, ACUÑA (1992) y ALANIZ (1992), sobre sus posibilidades de explotación en cautividad, MORA & UGALDE (1991) sobre su densidad poblacional en el Refugio de Vida Silvestre de Caño Negro (norte de Costa Rica), CABRERA *et al.* (1996) sobre aspectos de embriología y RUIZ (1995) sobre su ecología de anidación en Caño Negro. Sólo se ha encontrado una referencia sobre morfometría de la subespecie (CABRERA *et al.*, 1997), un estudio realizado sobre neonatos, en el que los autores aportan medidas post-eclosión de los mismos; en el presente trabajo se presentan los resultados de un análisis biométrico llevado a cabo sobre ejemplares juveniles de *T. scripta emolli*, con especial hincapié en las relaciones alométricas entre las medidas corporales consideradas.

### MATERIAL Y MÉTODOS

Se midieron 48 ejemplares juveniles de *T. scripta emolli*, entre el 14-6-00 y el 8-12-00; las mediciones se llevaron a cabo en las instalaciones de la Escuela de Biología de la Universidad Nacional de Costa Rica, Heredia (Costa Rica). Todos los ejemplares procedían del Refugio Nacional de Vida Silvestre de Caño Negro (10° 53' N, 84° 47' W), en el norte de Costa Rica, y fueron colectados por el Dr. Jorge Cabrera y su equipo.

Se usaron todas las medidas propuestas para estudios biométricos en tortugas por PEREZ *et al.* (1979), RAMO (1980) y BRAZA *et al.* (1981), además de la longitud de las suturas entre parejas de escudos (LSG, LSH, LSP, LSAB, LAF, LSAB y LSAN), las anchuras parciales a nivel de los escudos plastrales (AF) ya fue considerada por RAMO, 1980, y la distancia interanal (IA). La abreviatura, descripción y puntos de referencia para su medición de todas las medidas son las siguientes:

- LRE. Longitud recta de espaldar. Longitud recta tomada desde el borde anterior del escudo nuchal hasta el borde posterior del escudo supracaudal, a nivel de la línea media longitudinal del espaldar.
- ARE. Anchura recta máxima de espaldar.
- AR3. Anchura recta en marginal 3. Anchura recta tomada a nivel de la sutura posterior del tercer par de escudos marginales.
- AR9. Anchura recta en marginal 9. Anchura recta tomada a nivel de la sutura posterior del noveno par de escudos marginales.
- LRP. Longitud recta de plastrón. Longitud recta tomada desde el borde anterior de la sutura entre escudos gulares y el borde posterior de la sutura entre escudos anales.
- ARP. Anchura recta máxima de plastrón.
- AG. Anchura gular. Anchura recta a nivel de la sutura entre las parejas de escudos gulares y humerales.
- AH. Anchura humeral. Anchura recta a nivel de la sutura entre las parejas de escudos humerales y pectorales.
- AAB. Anchura abdominal. Anchura recta a nivel de la sutura entre parejas de escudos abdominales y femorales.
- AF. Anchura femoral. Anchura recta a nivel de la sutura entre las parejas de escudos femorales y anales.
- LSG. Longitud sutura gular. Longitud recta de la sutura entre la pareja de escudos gulares.
- LSH. Longitud sutura humeral. Longitud recta de la sutura entre la pareja de escudos humerales.
- LSP. Longitud sutura pectoral. Longitud recta de la sutura entre la pareja de escudos pectorales.
- LSAB. Longitud sutura abdominal. Longitud recta de la sutura entre la pareja de escudos abdominales.
- LSF. Longitud sutura femoral. Longitud recta de la sutura entre la pareja de escudos femorales.
- LSAN. Longitud sutura anal. Longitud de la sutura entre la pareja de escudos anales.
- LCOL. Longitud de la cola.
- DC. Distancia precloacal. Longitud recta de la distancia entre el orificio cloacal y la base de la cola.
- LPI. Longitud del píleo.
- API. Anchura del píleo.
- DEP. Distancia Espaldar-Plastrón. Distancia entre el borde posterior del espaldar (a nivel de la sutura entre escudos supracaudales) y el borde posterior del plastrón (a nivel de la sutura entre escudos anales)
- AM. Altura máxima del caparazón.
- IA. Distancia interanal. Distancia entre los extremos posteriores de los escudos anales del plastrón.
- PESO en gramos.

Las medidas se tomaron con un calibre de precisión 0,1 mm. El peso, que sólo se pudo registrar en 24 ejemplares, se midió con una pesa electrónica de precisión 0,1 g. Para comprobar el ajuste de cada una de las variables a una distribución normal, se usó el test de Shapiro Wilk; debido al bajo tamaño muestral, se

realizó también una aproximación visual a través de una transformación probit de las frecuencias acumuladas frente a los valores de la cada variable (Normal Probability Plot) para corroborar los resultados del test anterior. Asimismo, se calcularon los tamaños medios, mínimos, máximos, desviación típica, e intervalo de confianza a  $p < 0,05$  de todas las variables. Para el estudio alométrico se siguió la fórmula propuesta por HUXLEY (1972):

$$Y = bX^a$$

Y = medida de una parte cualquiera.

X = medida de tamaño global del animal.

Se han realizado los análisis utilizando LRE.

b = parámetro.

a = coeficiente de alometría.

$a > 1$ , alometría positiva.

$a < 1$ , alometría negativa.

$a = 1$ , crecimiento isométrico.

Con el objeto de facilitar los cálculos, convertimos la expresión anterior en un modelo de correlación lineal, calculando los logaritmos de todas las variables, con la siguiente expresión:

$$\text{Log } Y = \text{Log } b + a \text{ Log } X$$

Por último, para determinar el nivel de agrupación entre las variables, se realizó un Análisis de Componentes Principales; se interpretó el análisis según los resultados obtenidos con la muestra sin rotar, y después de efectuar una rotación Varimax normalizada.

## RESULTADOS

### Tamaño de ejemplares

El máximo encontrado para LRE fue de 54,8 mm, y el mínimo de 30,3 mm (media de 39,5 mm), con ARE entre 26,8 y 47,1 mm (media de 34,9). Los valores medios (y sus rangos) para la longitud y anchura del plastrón fueron de 34,4 mm (33,2-35,6) y 27,4 mm (26,4-28,3) respectivamente. La relación entre las longitudes de la suturas entre parejas de escudos plastrales resultó como sigue (entre paréntesis, valor medio en mm): LSAN (7,4) > LSAB (6,9) > LSP (6,3) > LSG (6,1) > LSF

(5,6) > LSH (3,2). El resto de medidas se presenta en la tabla 1.

### Regresión

Los resultados del análisis de correlación entre los logaritmos de las medidas, y los logaritmos de la longitud recta de espaldar, se exponen en la tabla 2. Todas las variables han resultado correlacionadas con LRE, aunque para LSG, LSH, LSF y LPI se han obtenido valores bajos para el coeficiente de correlación ( $r$ ); sólo LCOL presenta un valor de  $r$  menor de 0,5. En cuanto a los coeficientes de alometría ( $a$ ), todos han resultado menores de 1, salvo los correspondientes a las variables AR9, LSAB, DC, DEP, y PESO; en estas medidas, el crecimiento es alométrico positivo, lo cual indica que ya desde las primeras fases del crecimiento de la especie, las partes del cuerpo al que hacen referencia crecen proporcionalmente más que el animal en conjunto.

### Análisis de Componentes Principales

Se realizó teniendo en cuenta todas las medidas salvo el PESO (debido al bajo número de registros); se encontraron sólo 2 factores con eigenvalor mayor a 1 (tabla 3); de éstos, el Factor 1 absorbía el 69,9 % de la varianza total de la muestra (48.332 tras efectuar una rotación Varimax normalizada), con un eigenvalor de 16,8; el Factor 2 absorbía un 5,1 % de la varianza (15.038 tras rotar la muestra), con un eigenvalor de 1,2. Los factores de carga de cada variable en los dos primeros factores se presentan en la tabla 4.

## DISCUSIÓN

Los tamaños de la muestra estudiada (tabla 1) han resultado mayores que los obtenidos en otras subespecies de *T. scripta* sobre ejemplares recién eclosionados; así, MOLL & LEGLER (1971) señalan 34,2 mm para *Trachemys scripta elegans* y 36,5 mm (mínimo de 28,4 y máximo de 40,2) para *T. scripta* (sin subespecificar por el autor, posiblemente *T. s. venusta*)

**Tabla 1:** Valores medios, mínimos, máximos, rango de variación (nivel de significación  $p = 0,05$ ) y desviación estándar de las medidas consideradas;  $n = 48$ , salvo en PESO ( $n = 24$ ). Medidas en mm, PESO en g.

**Table 1:** Mean, minimum, maximum, variation range ( $p = 0,05$ ) and standard deviation of the measures studied;  $n = 48$ , except PESO ( $n = 24$ ). All measures in mm, weight in g.

	Media	Rango	Mínimo	Máximo	Desv. Est.
LRE	39,5	38,0-41,0	30,3	54,8	5,1
ARE	34,9	33,8-36,1	26,8	47,1	4,0
AR3	28,2	27,2-29,1	22,0	36,7	3,2
AR9	24,7	23,6-25,7	18,4	33,4	3,5
LRP	34,4	33,2-35,6	26,5	47,8	4,1
ARP	27,4	26,4-28,3	20,4	37,5	3,3
AG	12,8	12,4-13,1	9,3	15,5	1,2
AH	21,1	20,5-21,7	16,9	28,3	2,0
AP	26,9	26,0-27,9	20,0	37,1	3,2
AAB	18,6	18,0-19,3	14,2	25,7	2,2
AF	13,3	12,8-13,8	9,6	18,2	1,7
LSG	6,1	6,0-6,3	4,8	7,3	0,5
LSH	3,2	3,0-3,4	1,4	4,3	0,6
LSP	6,3	6,0-6,5	4,5	8,5	0,9
LSAB	6,9	6,5-7,4	4,6	11,5	1,7
LSF	5,6	5,4-5,8	4,3	7,4	0,6
LSAN	7,4	7,2-7,7	5,3	9,2	0,8
LCOLA	16,7	16,1-17,3	12,8	22,0	2,1
DC	4,4	4,1-4,7	3,0	7,0	1,0
LPI	12,4	12,1-12,7	10,2	14,6	1,1
API	10,5	10,3-10,7	8,9	12,4	0,8
DEP	7,5	7,1-7,8	5,1	9,9	1,2
AM	17,6	16,9-18,3	13,1	24,8	2,4
PESO	15,2	13,1-17,4	9,3	31,0	5,1
IA	7,1	6,9-7,4	5,0	9,4	0,9

procedentes de Panamá, mientras que MEDEM (1975) indica una longitud de entre 3,0 y 3,9 cm para la subespecie *T. s. callirostris*, y CAGLE (1950), para *T. s. troostii*, una media de 32,46 mm. En trabajos sobre especies similares a *T. scripta*, INCHAUSTEGUI (1973), encontró una longitud media de 35 mm para *T. stejnegeri*, IVERSON (1977) entre 27 y 33 mm para *P. floridana* y JANZEN *et al.* (1992) 34,3 mm (mínimo de 31 y máximo de 38) para ejemplares de *T. scripta* (sin subespecificar) procedentes de Illinois (Estados Unidos). En cuanto al peso, hemos registrado un máximo de 31 g, y un mínimo de 9,3 g (media de 15,2); sobre neonatos de *T. s. callirostris*, MEDEM (1975) encontró un peso de entre 7,1 y 13,3 g.

En su trabajo sobre la subespecie *T. s. emolli*, CABRERA *et al.* (1997) señalan una longitud media de neonatos de 35,8 mm (rango de 32,7-38,9), y un peso de 10,3 g (rango de 12,4-8,2).

Las medidas de longitud entre parejas de suturas plastrales se han utilizado como método de diagnóstico de especies (ERNST & BARBOUR, 1989; MERCHÁN & MARTÍNEZ-SILVESTRE, 1999). La fórmula plastral de *T. scripta* presentada por ERNST & BARBOUR (1989) es la siguiente (utilizando las abreviaturas propuestas en Material y Métodos): LSAB > LSAN > LSF >> LSG >> LSP > LSH. Esta relación difiere considerablemente de la obtenida sobre juveniles en este estudio;

**Tabla 2:** Análisis de regresión de los logaritmos de las diferentes medidas respecto al de la longitud recta de espaldar (LRE).  $n = 48$ , salvo en PESO ( $n = 24$ ),  $r =$  coeficiente de correlación,  $a =$  coeficiente de alometría,  $\log b =$  parámetro.

**Table 2:** Regression analysis of logarithms of the variables, considering LRE as X axis variable.  $n = 48$ , except for PESO ( $n = 24$ ),  $r =$  correlation coefficient,  $a =$  allometry coefficient,  $\log b =$  parameter.

	r	a	Log b
LRE	1,000	1,000	0
ARE	0,979	0,868	0,156
AR3	0,972	0,858	0,804
AR9	0,919	1,010	-0,222
LRP	0,893	0,836	0,198
ARP	0,959	0,887	0,022
AG	0,826	0,631	0,098
AH	0,946	0,676	0,245
AP	0,968	0,890	0,010
AAB	0,950	0,873	-0,124
AF	0,918	0,895	-0,305
LSG	0,507	0,323	0,273
LSH	0,597	0,999	-1,094
LSP	0,802	0,852	-0,565
LSAB	0,880	1,578	-1,684
LSF	0,555	0,492	-0,042
LSAN	0,628	0,552	-0,011
LCOLA	0,470	0,468	0,474
DC	0,749	1,279	-1,403
LPI	0,568	0,380	0,487
API	0,668	0,373	0,426
DEP	0,838	1,120	-0,901
AM	0,919	0,942	-0,258
PESO	0,980	2,821	-3,433
IA	0,751	0,769	-0,376

suponiendo que los ejemplares considerados por los anteriores autores eran o bien adultos, o bien una representación de todas las clases de edad de la especie, las diferencias encontradas entre ambas muestras pueden deberse a cambios ontogénicos en los escudos plastrales. En este sentido, se ha encontrado que el coeficiente de alometría de LSAB es el mayor (1,578) si excluimos el peso, lo cual indica que su crecimiento es proporcionalmente bastante superior al de LRE (y también que el de todas las demás medidas de suturas plas-

trales), por lo que a lo largo del crecimiento debe superar en longitud a la sutura inter-anal (LSAN), de acuerdo con la fórmula de ERNST & BARBOUR (1989). Las diferencias entre el resto de suturas podrían ser debidas a las diferencias entre subespecies, pero no pueden ser estimadas, ya que no se conoce la población sobre la que se elaboró la fórmula plastral propuesta por estos autores. La falta de correlación de la longitud de la cola respecto a la longitud recta del espaldar puede ser consecuencia de que comience a expresarse el dimorfismo sexual, muy acusado en los adultos en este carácter.

Los coeficientes de alometría calculados en el análisis de regresión coinciden bastante fielmente con los encontrados en otras especies de tortugas como *Mauremys leprosa* (PÉREZ *et al.*, 1979), *Podocnemis vogli* (RAMO, 1980) o *Testudo graeca* (BRAZA *et al.*, 1981), obteniéndose siempre el valor de crecimiento parcial mayor en la variable PESO, y predominando los valores alométricos negativos o cercanos a 1 en el resto de variables. La agrupación de variables en Componentes Principales ha resultado, del mismo modo, similar a la obtenida en los trabajos mencionados, en los que el tamaño general de los ejemplares (longitudes de espaldar y plastrón, y altura máxima) resultó la mayor fuente de variabilidad, con elevada carga de varianza en el primer factor; en nuestro estudio, las medidas de la cabeza (LPI y API), y las suturas LSH y LSAN se han correlacionado en el segundo factor (con la muestra rotada). Posteriores estudios serán necesarios para comparar estos resultados con los de ejemplares adultos.

#### Agradecimientos

A Jorge Cabrera y a todo el personal del Laboratorio Húmedo (Universidad Nacional) por su ayuda en éste y otros trabajos, y a la Agencia Española de Cooperación Internacional por financiar mi proyecto sobre tortugas continentales de Costa Rica.

**Tabla 3:** Eigenvalores (netos y acumulados), y porcentaje de varianza de los cinco primeros factores.  
**Table 3:** Eigenvalues (single and cumulated) and variance percentage of PCA factors 1 to 5.

	Eigenvalor	Varianza (%)	Eigenvalor Acumulado	Varianza Acumulada (%)
Factor 1	16,787	69,948	16,787	69,948
Factor 2	1,227	5,111	18,014	75,058
Factor 3	0,998	4,157	19,012	79,215
Factor 4	0,769	3,205	19,781	82,420
Factor 5	0,747	3,112	20,528	85,532

**Tabla 4:** Factores de carga sin rotar y con rotación Varimax normalizada, en los dos primeros factores (eigenvalor > 1).  
**Table 4:** Factor loadings without rotate and rotated (Varimax normalized), in PCA factors 1 and 2 (eigenvalue > 1).

	Sin Rotar		Varimax Normalizada	
	Factor 1	Factor 2	Factor 1	Factor 2
LRE	0,987	0,040	0,845	0,355
ARE	0,979	-0,033	0,797	0,414
AR3	0,969	-0,014	0,827	0,392
AR9	0,920	0,022	0,801	0,329
LRP	0,981	-0,011	0,849	0,386
ARP	0,976	-0,001	0,869	0,336
AG	0,816	0,039	0,583	0,370
AH	0,959	-0,028	0,767	0,383
AP	0,981	-0,017	0,858	0,349
AAB	0,965	0,050	0,858	0,294
AF	0,939	-0,116	0,762	0,424
LSG	0,518	-0,233	0,245	0,140
LSH	0,579	-0,552	0,379	0,704
LSP	0,848	0,131	0,820	0,147
LSAB	0,890	0,064	0,891	0,266
LSF	0,574	0,430	0,435	0,013
LSAN	0,688	-0,520	0,457	0,606
LCOLA	0,482	0,440	0,253	0,014
DC	0,757	0,363	0,720	0,063
LPI	0,592	-0,140	0,321	0,532
API	0,700	-0,117	0,300	0,703
DEP	0,856	0,030	0,690	0,467
AM	0,922	0,103	0,866	0,230
IA	0,805	0,014	0,629	0,301
Varianza	16,787	1,226	11,600	3,609
% del total	69,948	5,111	48,332	15,038

#### REFERENCIAS

- ACUÑA, R. A. (1992): Potential exploitation of captive Slider Turtles (*Trachemys scripta*) in Costa Rica a preliminary study. *Brenesia*, 38: 157-158.
- ACUÑA, R. A. (1993): *Las tortugas continentales de Costa Rica*. I.C.E.R., San José, Costa Rica.

- ALANIZ, G. (1992): *Algunos aspectos del manejo de la tortuga resbaladora Trachemys scripta Agassiz (Testudines, Emydidae)*. Tesis de Maestría, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- BRAZA, F., DELIBES, M. & CASTROVIEJO, J. (1981): Estudio biométrico y biológico de la tortuga mora (*Testudo graeca*) en la Reserva Biológica de Doñana, Huelva. *Doñana, Acta Vertebrata*, 8: 15-41.
- CABRERA, J., AMPIE, C. & GALEANO, G. (1992): Depredación de huevos de *Trachemys scripta* (Reptilia: Emydidae) por *Sonelopsis molesta* (Insecta: Formicidae). *Brenesia*, 38: 167.
- CABRERA, J., ROJAS, J. R., GALEANO, G. & MEZA, V. (1996): Mortalidad embrionaria y éxito de eclosión en huevos de *Trachemys scripta* (Testudines: Emydidae) incubados en un área natural protegida. *Revista de Biología Tropical*, 44: 841-846.
- CABRERA, J., MORALES, R. R. & MUÑOZ, M. (1997): Tamaño post-eclosión de los neonatos de *Trachemys scripta* (Testudines: Emydidae). *Revista de Biología Tropical*, 45: 667-669.
- CAGLE, F. R. (1950): The life history of the slider turtle, *Pseudemys scripta troostii* (Holbrook). *Ecological Monographs*, 20: 31-54.
- ERNST, C. H. & BARBOUR, R. W. (1989): *Turtles of the world*. Smithsonian Inst. Press, Washington D. C. & London.
- HUXLEY, J. S. (1972): *Problems of relative growth*. Dover Inc. London.
- INCHAUSTEGUI, S. J. (1973): Las tortugas dominicanas de agua dulce *Chrysemys decussata vicina* y *Chrysemys decorata* (Testudinata; Emydidae). Tesis, Universidad Autónoma Santo Domingo, República Dominicana.
- IVERSON, J. B. (1977): Reproduction in freshwater and terrestrial turtles in North Florida. *Herpetologica*, 33: 205-212.
- JANZEN, F. J., PAUKSTIS, G. L. & BRODIE, E. D. (1992): Observations on basking behavior of hatchlings turtles in the wild. *Journal of Herpetology*, 26: 217-219.
- LEGLER, J. M. (1990): The Genus *Pseudemys* in Mesoamerica: taxonomy, distribution and origins, pp. 82-105, in: Gibbons, J. W. (ed.), *Life history and ecology of the Slider turtle*. Smithsonian Inst. Press, Washington D.C. & London.
- MEDEM, F. (1975): La reproducción de la Ico tea (*Pseudemys scripta callirostris*), (Testudines, Emydidae). *Caldasia*, 11: 83-106.
- MERCHÁN, M. & MARTÍNEZ-SILVESTRE, A. (1999): *Tortugas de España: biología, patología y conservación de las especies ibéricas, baleares y canarias*. Ed. Antiquaria, Madrid.
- MOLL, E. & LEGLER, J. M. (1971): The life history of a neotropical slider turtle *Pseudemys scripta* (Schoepff) in Panama. *Bulletin of Los Angeles County Museum of Natural History and Science*, 11: 1-102.
- MORA, J. M. & UGALDE, A. N. (1991): A note on the population status and exploitation of *Pseudemys scripta emolli* (Reptilia: Emydidae) in Northern Costa Rica. *Bulletin of the Chicago Herpetological Society*, 26: 111.
- PÉREZ, M., COLLADO, E. & RAMO, C. (1979): Crecimiento de *Mauremys caspica leprosa* (Schweigger) (Reptilia, Testudines) en la reserva Biológica de Doñana. *Doñana, Acta Vertebrata*, 6: 161-178.
- RAMO, C. (1980): *Biología del Galápago (Podocnemis vogli Muller, 1935) en el Hato "El Frío", Llanos de Apure, Venezuela*. Tesis de Doctorado, Universidad de Navarra. Pamplona, España.
- RUIZ, G. A. (1995): *Ecología de anidación de la tortuga Trachemys scripta (Testudines: Emydidae) en la laguna San Sebastián, Caño Negro, Costa Rica*. Tesis de Maestría, Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.

Recibido: 20/05/01

Aceptado: 07/05/02



## Primer hallazgo de *Blanus* sp (Amphisbaenia, Reptilia) en el neógeno balear

JOAN GARCIA-PORTA<sup>1</sup>, JOSEP QUINTANA<sup>2</sup> Y SALVADOR BAILON<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Societat Catalana d'Herpetologia. Museu de Zoologia de Barcelona  
Passeig Picasso s/n, 08003, Barcelona*

<sup>2</sup>*Institut de Paleontologia M. Crusafont*

*c/Escola Industrial, 23, 08201, Sabadell (Barcelona)*

<sup>3</sup>*Laboratoire départemental de Préhistoire du Lazaret, URA 6569 du CNRS, 33bis  
Bvd. Franck Pilatte, F-06300 Nice, France, sbailon@cleo.unice.fr*

**Resumen:** En el presente trabajo se describe el primer hallazgo de anfisbénido (Amphisbaenidae, Reptilia) fósil en las Illes Balears (=Islas Baleares). El material consta de un dentario completo y 7 vértebras troncales colectadas en el yacimiento 12 de Punta Nati (Plioceno s. l.), noroeste de Menorca. La morfología del material corresponde bien al género *Blanus* sin que una atribución específica precisa pueda ser realizada. Hasta el momento, nunca se había indicado la presencia de anfisbénido en el archipiélago balear.

**Palabras clave:** Amphisbaenidae, *Blanus*, Islas Baleares, Menorca, Plioceno.

**Abstract:** First record of *Blanus* sp (Amphisbaenia, Reptilia) in the balearic neogene. In the present work we describe the first fossil record of an amphisbaenian (Amphisbaenidae, Reptilia) in the Balearic Islands. The material preserved consist in one dentary and 7 troncal vertebrae found in outcrop number 12 at Punta Nati (Pliocene, s.l.), Northwest Menorca. The morphology of the material corresponds well to the genus *Blanus* but a specific assignement is not possible. Until the present there has never been recorded an amphisbaenian in the Balearic archipelago.

**Key words:** Amphisbaenidae, *Blanus*, Balearic Islands, Menorca, Pliocene.

**Resum:** En el present treball es descriu el primer registre d'amfispènid (Amphisbaenidae, Reptilia) fòssil a les Illes Balears. El material està format per un dentari complet i 7 vèrtebres troncal collectades en el jaciment 12 de Punta Nati (Pliocè s.l.), noroest de Menorca. La morfologia del material es correspon bé amb el gènere *Blanus*, no obstant, una assignació específica no és possible.

Fins ara mai s'havia indicat la presència d'Amphisbaenidae en l'arxipèlag Balear.

**Paraules clau:** Amphisbaenidae, *Blanus*, Illes Balears, Menorca, Pliocè.

### INTRODUCCIÓN

Los Amphisbaenia constituyen uno de los grupos de reptiles mejor adaptados a la vida fosorial y se caracterizan a grandes rasgos por poseer un cuerpo alargado de aspecto vermiforme casi siempre desprovisto de miembros, cráneo notablemente masivo, oído y olfato bien desarrollados y visión vestigial.

Actualmente se reconocen seis familias, cuatro actuales (Amphisbaenidae, Bipedidae, Rhineuridae y Trogonophidae) distribuidas por las regiones tropicales y templadas de América, Africa, península Ibérica, Arabia y oeste de Asia (Gans, 1978), y otras dos fósiles (Hyporhinidae

y Oligodontosauridae), conocidas del Paleoceno y Oligoceno de America del Norte (Estes, 1983).

Este grupo cuenta con un amplio registro paleontológico europeo, que podría remontar al Cretácico superior de Laño (País Vasco) (posible Amphisbaenia indet., Rage, 1999). No obstante, dada la importante constancia morfológica en la osteología de estos animales, la gran mayoría de los hallazgos referentes a este grupo tan sólo han podido ser atribuidos con seguridad a nivel genérico o a categorías taxonómicas superiores (familia u orden). Actualmente, una sola especie, *Blanus cinereus* (Amphisbaenidae), está presente en Europa occidental.

El género *Blanus* es mencionado en Europa en el Eoceno superior de Inglaterra (*Blanus* sp.?, Milner *et al.*, 1982), en el Mioceno medio de Alemania (*Blanus antiquus*, solo conocido al estado fósil, SCHLEICH, 1985) y de Francia (*Blanus* sp., AUGÉ & RAGE, 2000), en el Mioceno-Plioceno inferior de Gargano, Italia (*Blanus* sp., DELFINO, 1997), en el Plioceno medio de Sète, Francia (*Blanus* cf. *cinereus*, BAILON, 1991), en el Plioceno superior de Illes Medes, España, de Seynes (*Blanus cinereus*, BAILON, 1991) y de Balaruc II, Francia (*Blanus* sp., BAILON 1989 y 1991), en el Plio-Pleistoceno de Granada, España (*Blanus cinereus*, BARBADILLO, 1989), en el Pleistoceno inferior de Cava dell'Erba y de Cava Pirro, Italia (*Blanus* sp., DELFINO, 1997 y DELFINO & BAILON, 2000) y de Murcia (*Blanus* sp., Barbadillo, *In*: MONTOYA *et al.*, 1999), en el Pleistoceno medio y superior de Málaga, España (SANCHIZ, 1991 y *Blanus cinereus*, BARROSO & BAILON, en prensa), en el Neolítico antiguo de Jaén, España (LOPEZ-MARTÍNEZ & SANCHIZ, 1981) y en el Paleolítico medio de Gruta da Figueira Brava, Portugal (CRESPO *et al.*, 2000). Una lista más completa englobando el registro fósil de *Amphisbaenia* en Europa puede ser consultada en Bailon (1991), RAGE & AUGÉ (1993) y DELFINO (1997). Para una revisión de los *Amphisbaenia* del Mioceno ibérico véase GARCIA-PORTA & CASANOVAS-VILAR (2001)

Hasta el presente trabajo, jamás se había indicado un *Amphisbaenia* para el archipiélago Balear.

#### SITUACIÓN GEOGRÁFICA Y GEOLOGÍA DEL YACIMIENTO

El yacimiento (de coordenadas UTM: X: 4433,850; Y: 570,540; Z: 32) se encuentra situado en la isla de Menorca, en una zona conocida como Punta Nati-Cala's Pous (Ciutadella de Menorca, Illes Balears (=Islas Baleares), Figura 1). En esta región del noroeste de la isla, se han descrito y numerado 18

yacimientos correspondiendo, el que nos ocupa, al número 12 (QUINTANA, 1998 y *in prep.*; Seguí *et al.*, en prensa). Este forma parte de un antiguo complejo cárstico formado sobre dolomías del Jurásico y sedimentos marinos del Mioceno.

El yacimiento está formado por limos rojos intercalados por bandas centimétricas formadas casi exclusivamente por restos de microvertebrados que probablemente derivan de la compactación de acumulaciones de egagrópilas. En estas bandas se han determinado numerosos restos de aves (Seguí *et al.*, en prensa), un gran lagomorfo no descrito (QUINTANA *in prep.*) y una variada fauna de reptiles en vías de estudio.

La mayor parte de los restos, sin embargo, pertenecen a una especie de Discoglósido, de notables dimensiones, pendiente de describir.

#### DISCUSIÓN CRONOLÓGICA

Resulta enormemente complicado datar con fiabilidad los yacimientos de Punta Nati-Cala's Pous, debido a que se trata de depósitos cársticos de poca extensión y sin continuidad lateral.

La aportación más antigua procede de Bate (1914) quien data el yacimiento de Cala's Pous como pleistoceno. Sin embargo ello parece descartable atendiendo a que en algunos yacimientos de la zona (yacimiento 11) o de otras zonas de la isla (Cova des Pont, Binibeca, Maó; MERCADAL & PETRUS, 1980) los depósitos se encuentran fosilizados precisamente por sedimentos pleistocénicos (QUINTANA, 1998). Posteriormente PONS *et al.* (1981) y AGUSTÍ & MOYÀ (1990) sitúan el yacimiento en el Mesiniense (Mioceno superior), episodio datado entre hace 5,7 y 5,35 Ma (GAUTIER *et al.*, 1994). Uno de los argumentos utilizados por los últimos autores en favor de la edad miocena de Cala's Pous es su ubicación entre dos arrecifes mesinienses. No obstante éste no es un criterio válido, teniendo en cuenta que los limos rojos de este yacimiento colmatan una

pequeña cavidad excavada en los sedimentos miocenos (QUINTANA, 1998). Otro argumento utilizado para la datación de estos yacimientos se relaciona con el número de regresiones que tuvieron lugar durante la crisis salina del Mediterráneo acontecida durante el Mesiniense. (PONS *et al.*, 1981) consideran que se sucedieron dos episodios regresivos, durante los cuales hubo conexión terrestre entre el continente y las islas, permitiendo la penetración de dos grupos faunísticos distintos. ALCOVER *et al.* (1999), siguiendo los criterios de CLAUZON *et al.* (1996), indican que sólo está documentado un único episodio regresivo, con la entrada de una única fauna en el Mesiniense, la cual habría quedado aislada en Menorca desde el momento en que se formó el Estrecho de Gibraltar, hace 5,35 Ma.

Ambos modelos coinciden en la época en que la fauna de Punta Nati-Cala's Pous entró en la isla (Mesiniense), pero sitúan las edades de los yacimientos en épocas diferentes: intramesiniense para PONS *et al.*, (1981) y plioceno para ALCOVER *et al.* (1999).

Dada la casi total ausencia de pruebas geológicas, ambas dataciones son el resultado de sendos modelos biogeográficos, y no al contrario.

La idea de un episodio regresivo intramesiniense, acotado por una regresión posterior,

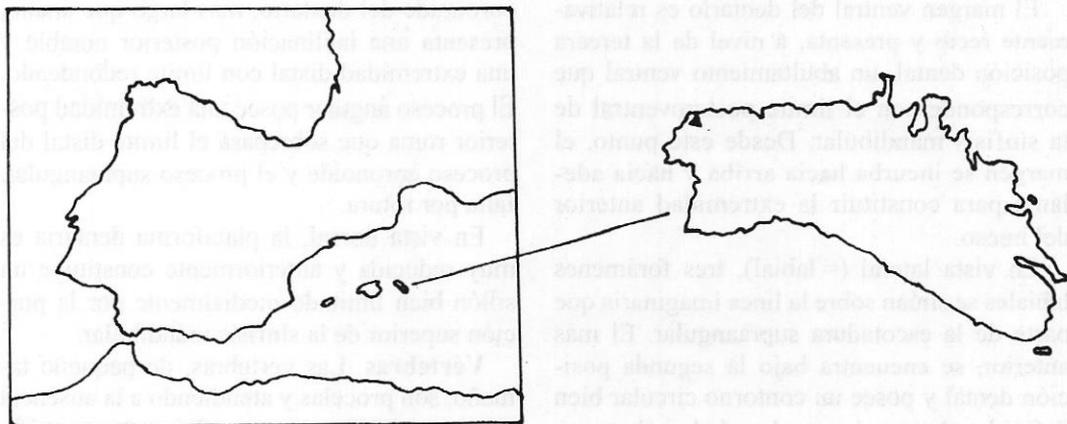
también mesiniense, parece ser temporalmente insuficiente para explicar los procesos diagenéticos de los arrecifes mesinienses, la erosión y carstificación de éstos, así como la formación de los depósitos de fauna vertebrada y los cambios morfológicos sufridos por el lagomorfo de Punta Nati-Cala's Pous (ALCOVER *et al.*, 1999).

Por otro lado, estos yacimientos fosilizan, en ocasiones, sedimentos miocenos datados como mesinienses (ROSELL *et al.*, 1989), o engloban cantos en los que se incluyen algas rodófitas que probablemente proceden de los arrecifes de la zona, igualmente datados como mesinienses (QUINTANA, 1998).

En definitiva, los pocos indicios geológicos de que disponemos parecen indicar que los yacimientos de Punta Nati-Cala's Pous estarían situados temporalmente en un periodo comprendido entre el Mioceno superior y el Pleistoceno, es decir, muy probablemente Plioceno en sentido amplio.

#### DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL

El material consta de un dentario derecho (PN 1306) y siete vértebras (lote 1309: a, b, c, d, e, f y g). Para extraer el material de la matriz de la roca, las muestras fueron tratadas con ácido acético diluido al 10 % y posteriormen-



**Figura 1.** - Localización del yacimiento de Punta-Nati - Cala's Pous (s) en la isla de Menorca (Illes Balears).  
**Figura 1.** - Punta Nati - Cala's Pous (s) localisation in Minorca island (Balearic islands).

te los huesos se consolidaron mediante Paraloid B-67. El material estudiado se encuentra depositado en las colecciones del Instituto Miquel Crusafont de Sabadell.

Familia: Amphisbaenidae Gray, 1865.

Género: *Blanus*. Wagler, 1830.

*Blanus* sp. (Figura 2)

**Dentario.** El dentario es corto, de pequeño tamaño (longitud total = 3,75mm) y posee ocho posiciones dentales. Los dientes, de tipo subpleurodonto, presentan una cierta heterodoncia, los dos primeros tienen una forma cilíndrica y se inclinan hacia adelante, mientras que los siguientes, se hacen más verticales, con una morfología más cónica y con bases ligeramente comprimidas latero-medialmente. Los dientes cinco y seis conservan sus extremidades distales intactas, donde se observa un estrechamiento brusco del diámetro dental finalizando en una punta ligeramente recurvada postero-medialmente. El tercer diente es el más desarrollado y a partir de éste, el tamaño de los demás disminuye progresivamente. El contacto basal entre los dientes es estrecho y sólo entre las posiciones dentales quinta y sexta, por un lado, y séptima y octava, por otro, se observa un pequeño espacio interdentario. En ningún caso los dientes presentan ornamentación superficial.

El margen ventral del dentario es relativamente recto y presenta, a nivel de la tercera posición dental, un abultamiento ventral que corresponde con el límite posteroventral de la sínfisis mandibular. Desde este punto, el margen se incurba hacia arriba y hacia adelante para constituir la extremidad anterior del hueso.

En vista lateral (= labial), tres forámenes labiales se sitúan sobre la línea imaginaria que parte de la escotadura supraangular. El más anterior, se encuentra bajo la segunda posición dental y posee un contorno circular bien definido, el segundo, emplazado bajo la tercera posición dental, posee un contorno oval con un margen posterior bien delimitado, mientras

que el tercer foramen, más estirado longitudinalmente, se ubica bajo las posiciones dentales sexta y séptima.

La cresta dental es recta entre las posiciones dentales cuarta y séptima, existiendo a nivel de la cuarta posición dental un ligero resalte, que se prolonga hasta la extremidad anterior del hueso. Posteriormente, a nivel de la octava posición dental, la cresta dental experimenta una marcada inflexión superior y se prolonga con el proceso coronoide.

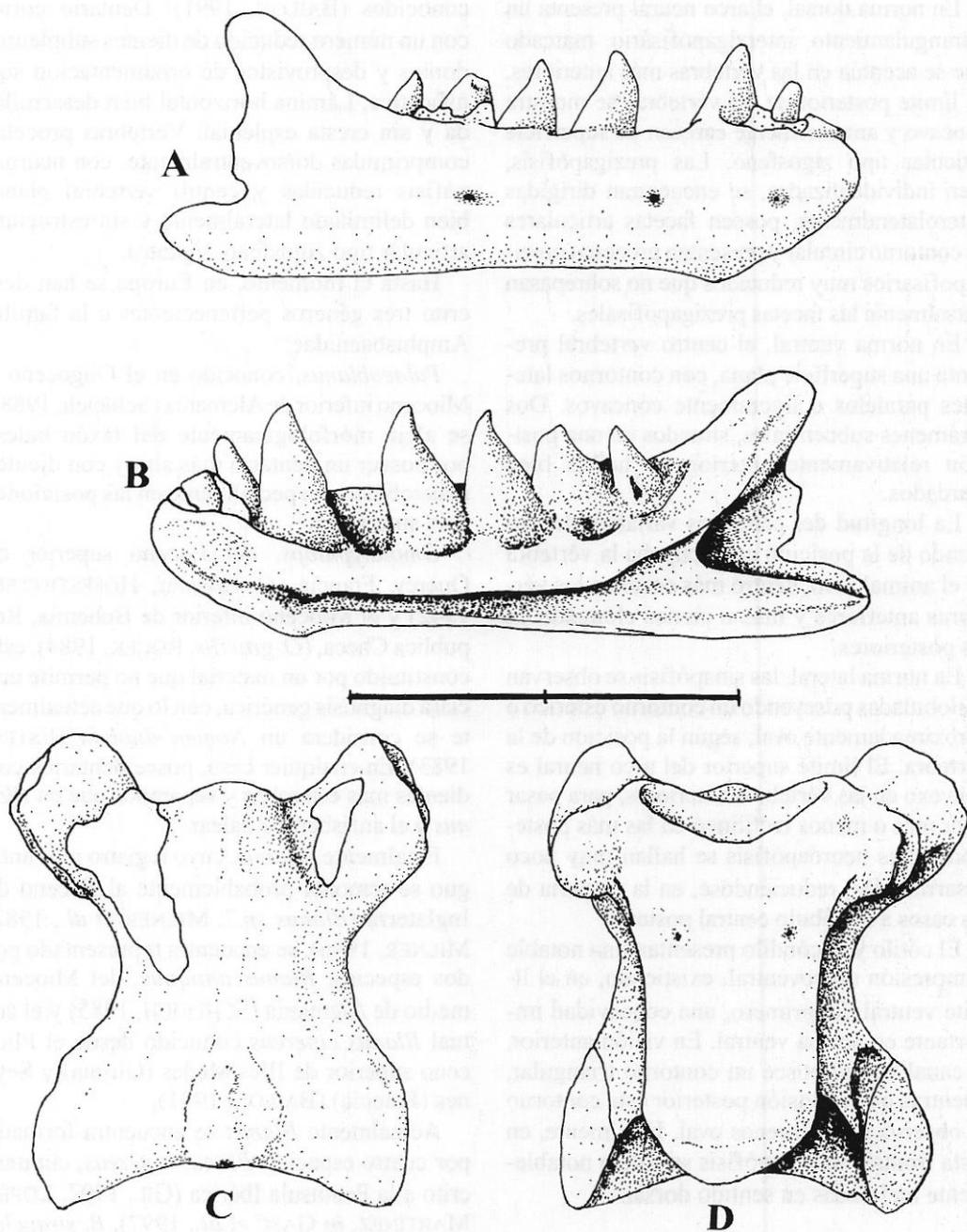
En vista medial (=lingual), la lámina horizontal es alta y recta entre las posiciones dentales tercera y séptima, posteriormente, se estrecha, se curva posterodorsalmente y constituye la cresta interna del coronoide. Anteriormente, a partir de la tercera posición dental, la lámina horizontal se realza y forma parte de la sínfisis mandibular. La cresta esplenial no es visible sobre el ejemplar.

El canal de Meckel se muestra muy abierto posteriormente, para estrecharse progresivamente en sentido anterior y formar, a partir de la tercera posición dental, un surco que se prolonga en la sínfisis mandibular hasta la primera posición dental.

El foramen intramandibular está limitado medialmente por una lámina vertical (= *septum intramandibularis*) bien desarrollada y con una fuerte escotadura central. El proceso coronoide del dentario, más largo que ancho, presenta una inclinación posterior notable y una extremidad distal con límite redondeado. El proceso angular posee una extremidad posterior roma que sobrepasa el límite distal del proceso coronoide y el proceso supraangular, falta por rotura.

En vista dorsal, la plataforma dentaria es muy reducida y anteriormente constituye un sillón bien limitado medialmente por la porción superior de la sínfisis mandibular.

**Vértebrae.** Las vértebras, de pequeño tamaño, son procelas y atendiendo a la ausencia de hipoapófisis, pleuroapófisis y hemoapófisis, todas ellas pueden ser asignadas a la porción troncal de la columna vertebral.



**Figura 2.** - *Blanus* sp. A y B: dentario derecho (PN 1306), normas lateral y medial. C y D: vértebra troncal (PN 1309a), normas dorsal y ventral. Escala = 2 mm.

**Figura 2.** - *Blanus* sp. A and B: right dentary (PN 1306), lateral and medial views. C and D: trunk vertebra (PN 1309a), dorsal and ventral views. Scale = 2 mm.

En norma dorsal, el arco neural presenta un estrangulamiento interzigapofisario marcado que se acentúa en las vértebras más anteriores. El límite posterior de las vértebras se muestra cóncavo y anteriormente carecen de superficie articular tipo zigosfeno. Las prezigapófisis, bien individualizadas, se encuentran dirigidas anterolateralmente, poseen facetas articulares de contorno circular y presentan procesos prezigapofisarios muy reducidos que no sobrepasan dorsalmente las facetas prezigapofisales.

En norma ventral, el centro vertebral presenta una superficie plana, con contornos laterales paralelos o ligeramente cóncavos. Dos forámenes subcentrales, situados en una posición relativamente anterior, se hallan bien marcados.

La longitud del centro es variable, dependiendo de la posición que ocupaba la vértebra en el animal vivo; centro más corto en las vértebras anteriores y más o menos elongado en las posteriores.

En norma lateral, las sinapófisis se observan unilobuladas poseyendo un contorno esférico o aproximadamente oval, según la posición de la vértebra. El límite superior del arco neural es convexo en las vértebras anteriores, para pasar a ser más o menos rectilíneo en las más posteriores. Las neuroapófisis se hallan muy poco desarrolladas, reduciéndose, en la mayoría de los casos a un lóbulo central posterior.

El cótilo y el cóndilo presentan una notable compresión dorsoventral, existiendo, en el límite ventral del primero, una concavidad importante en norma ventral. En visión anterior, el canal neural posee un contorno triangular, mientras que en visión posterior este contorno se observa más o menos oval. Finalmente, en vista frontal, las zigapófisis se hallan notablemente inclinadas en sentido dorsal.

## DISCUSIÓN

Los siguientes caracteres permiten atribuir el material fósil a la familia Amphisbaenidae y diferenciarlo del resto de los Amphisbaenia

conocidos (BAILÓN, 1991): Dentario corto, con un número reducido de dientes subpleurodontos y desprovistos de ornamentación significativa. Lámina horizontal bien desarrollada y sin cresta esplenial. Vértebras procelas comprimidas dorsoventralmente, con neuroapófisis reducidas y centro vertebral plano, bien delimitado lateralmente y sin estructura articular tipo zigosfeno-zigantro.

Hasta el momento, en Europa se han descrito tres géneros pertenecientes a la familia Amphisbaenidae:

*Palaeoblanus*, conocido en el Oligoceno y Mioceno inferior de Alemania (Schleich, 1988), se aleja morfológicamente del taxón balear por poseer un dentario más alto y con dientes más robustos, especialmente en las posiciones más anteriores.

*Omoiotyphlops*, del Eoceno superior de Quercy, Francia (*O. edwarsi*, HOFFSTETTER, 1942) y el Mioceno inferior de Bohemia, República Checa, (*O. gracilis*, ROCEK, 1984), está constituido por un material que no permite una clara diagnosis genérica, con lo que actualmente se considera un *Nomen dubium* (ESTES, 1983). En cualquier caso, posee dentarios con dientes más estrechos y separados que en *Blanus* y el anfisbénido balear.

Finalmente, *Blanus*, cuyo registro más antiguo se remonta probablemente al Eoceno de Inglaterra (*Blanus sp.?*, MILNER *et al.*, 1982, MILNER, 1986), se encuentra representado por dos especies; *Blanus antiquus*, del Mioceno medio de Alemania (SCHLEICH, 1985) y el actual *Blanus cinereus* conocido desde el Plioceno superior de Illes Medes (Girona) y Seynes (Francia) (BAILÓN, 1991).

Actualmente *Blanus* se encuentra formado por cuatro especies, *Blanus cinereus*, circunscrito a la Península Ibérica (GIL, 1997, LÓPEZ MARTÍNEZ, *in* GASC *et al.*, 1997), *B. strauchii*, distribuido por Turquía, las costas libanesas, Israel y este de Irak (GANS, 1967) y mencionado también en algunas islas griegas (ALEXANDER, 1966) y finalmente *B. mettetali* y *B. tingitanus*, conocidos en Marruecos, y donde al menos uno

de ellos podría estar presente en el Plioceno del mismo país (BAILON, 2000).

Atendiendo a las figuras de SCHLEICH (1985, Figuras 1 y 2a), *B. antiquus* se diferencia del taxón balear por poseer un dentario con proceso coronoideo más estirado posteriormente y acabado en punta, además de presentar unos dientes más robustos, en especial el cuarto que se muestra más desarrollado que los de nuestro material.

*B. strauchi*, al igual que *O. gracilis*, posee unos dientes más finos y mayormente espaciados que en nuestro material.

El taxón balear por el momento no puede compararse con *B. mettetali* y *B. tingitatus* por ser especies de osteología desconocida.

En fin, indiquemos que el material fósil no presenta diferencias morfológicas con respecto al actual *B. cinereus*, sin embargo, teniendo en cuenta la poca cantidad de elementos fósiles y las consideraciones paleobiogeográficas aquí debajo expuestas, preferimos atribuir el material a *Blanus* sp.

#### CONSIDERACIONES PALEOBIOGEOGRÁFICAS

La historia paleogeográfica de las islas Baleares es compleja y no parece estar completamente establecida. La separación del bloque balear del continente se produjo muy probablemente en el Oligoceno final, hace unos 25 millones de años. Para este periodo se menciona la presencia en Baleares de varánidos, ánguidos y serpientes (KOTSAKIS, 1981).

Por lo que respecta a Menorca, tres episodios de colonización faunística han sido propuestos a partir del estudio de las faunas fósiles de mamíferos (QUINTANA, 1998).

La primera de estas colonizaciones podría haberse producido durante la regresión del Langhiense-Serravaliense (Mioceno medio, hace unos 14,2 millones de años) y parece encontrarse reflejada en los yacimientos de Santa Margalida y Sant Llorenç (MEIN & ADROVER, 1982 ; ADROVER *et al.*, 1985) y en el

yacimiento 2 de Punta Nati (QUINTANA, 1998). Para este último yacimiento, la posible presencia de un lacértido, de un ánguido y de un vipérido puede ser avanzada con algunas reservas, mientras que la presencia de anfisbénidos no ha sido establecida (Bailon *in prep.*). Una conexión terrestre entre las islas Baleares y la Península Ibérica durante el Mioceno medio (Langhiense) ha sido propuesta por Azzaroli (1981), o bien al final del Serravaliense (RÖGL & STEININGER, 1983) mientras que SMITH *et al.* (1994) no indican ninguno de estos dos tipos de conexiones mesiniense.

Durante la crisis del Mesiniense (Mioceno superior, entre 6,7 y 5,3 millones de años) el nivel del mar descendió unos 1500 m (Clauzon *et al.*, 1996 ; GAUTIER *et al.*, 1994) permitiendo la conexión de las Baleares al continente y la migración de nuevos taxones hacia las "islas". Así, para la herpetofauna de las Baleares, un origen mesiniense ha sido propuesto para el Ferreret (*Alytes muletensis*) y para las lagartijas insulares (*P. lilfordi* y *P. pityusensis*) (KOTSAKIS, 1981; ALCOVER & MAYOL, 1981 y 1982).

El último episodio de colonización faunística de Menorca ajeno a la acción del hombre, debió producirse durante una (o varias) de las bajadas del nivel del mar que tuvieron lugar durante el Pleistoceno (MOYÀ & PONS, 1980 ; Quintana, 1998).

A partir de las consideraciones paleogeográficas aquí expuestas, y teniendo en cuenta la probable edad pliocena del yacimiento 12 de Punta Nati (este trabajo) así como la ausencia de anfisbénidos en los yacimientos de edad Oligoceno y Mioceno medio de las islas Baleares y las afinidades morfológicas del *Blanus* de Menorca con el actual *B. cinereus*, la hipótesis más parsimoniosa respecto al origen de este taxón en Menorca consiste en suponer su llegada a la isla en el Mesiniense (Mioceno superior). Recordemos que este mismo origen ha sido propuesto para otros taxones de anfibios y reptiles de las islas.

Por otro lado, un posible origen premesiniense (Mioceno medio), como ha sido propuesto

para otros complejos faunísticos (Margalida, Sant Lorenç y Punta Nati 2) debe también ser considerado, mientras que un origen oligoceno nos parece muy poco probable.

En cualquiera de los dos casos, origen mioceno medio u origen mesiniense, el *Blanus* de Menorca debería pertenecer al grupo ancestral a partir del cual se diferenciaron posteriormente *B. cinereus* en la Península Ibérica y *B. tingitatus* en el norte de África, tras la abertura del estrecho de Gibraltar al final del Mesiniense.

En cuanto a la extinción de *Blanus* en el archipiélago balear, esta podría haberse producido durante el límite Plio-Pleistoceno, periodo durante el cual la fauna de reptiles ha sufrido un notable empobrecimiento en Europa occidental como consecuencia de los distintos cambios climáticos y medioambientales que caracterizaron este periodo (BAILON, 1991).

Un estudio completo de la herpetofauna de los yacimientos del pre-Pleistoceno de Menorca permitirá, muy probablemente, un mejor conocimiento de la antigua herpetofauna insular, su origen, evolución y relaciones con la fauna continental.

#### Agradecimientos

Agradecemos profundamente la colaboración de Salvador Moyà y Meike Kölher del Instituto de Paleontología M. Crusafont, a Lluís Klorit (Consell Insular de Menorca), a Joan Pons Moyà por su ayuda en la recolección de muestras y el trabajo de campo y a Josep Antoni Alcover por sus comentarios y sugerencias durante la realización de este trabajo. El segundo autor agradece la financiación del Consell Insular de Menorca y la Diputació de Barcelona.

#### REFERENCIAS

- AGUSTI J. & MOYA S. (1990). Neogene-Quaternary mammalian faunas of the Balearics. In: Biogeographical aspects of insularity. *Acc. Naz. Licei*: 459-468.
- ADROVER R., AGUSTI J., MOYA S. & PONS J. (1985). Nueva localidad de micromamíferos insulares del Mioceno medio en las proximidades de San Lorenzo en la isla de Mallorca. *Paleontologia i Evolució*, 18: 121-129.
- ALCOVER J.A. & MAYOL J. (1981). Espècies relíquies d'amfibis i de rèptils a les Balears i Pitiüses. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 25: 151-167.
- ALCOVER J. A. & MAYOL J. (1982). Espècies relictuelles d'amphibiens et de reptiles des Iles Maléares et Pityuses: une extension des résultats. *Bull. Soc. Herpet. France*, 22: 69-73.
- ALCOVER J. A., BOVER P. & SEGI B. (1999). Extinctions and local disappearances of vertebrates in the Western Mediterranean islands. In: R.D.E. Mac Phee (ed.). *Extinctions in the near time: causes, contexts and consequences*. Plenum Press. NYC.
- ALEXANDER A. A. (1966). Taxonomy and variation of *Blanus strauchi* (Amphisbaenia, Reptilia). *Copeia*, 2: 205-224.
- AUGE M. & RAGE J. C. (2000). Les Squamates (Reptilia) du Miocène moyen de Sansan. In: L. Ginsburg (ed.), La faune miocène de Sansan et son environnement. *Mém. Mus. Natn. Hist. Nat.*, 183: 263-313.
- AZZAROLI A. (1981). Cainozoic mammals and the biogeography of the island of Sardinia, western Mediterranean. *Pal. Pal. Pal.*: 107-111.
- BAILON S. (1989). Les Amphibiens et les Reptiles du Pliocène supérieur de Balaruc II (Hérault, France). *Palaeovertebrata*, 19(1): 7-28.
- BAILON S. (1991). Amphibiens et reptiles du Pliocène et du Quaternaire de France et d'Espagne: mise en place et évolution des faunes. *Thèse Univ. Paris VII*, 499p. + 89 fig.
- BAILON S. (2000). Amphibiens et reptiles du Pliocène terminal d'Ahl al Oughlam (Casablanca, Maroc). *Geodiversitas*, 22(4): 539-558.
- BARBADILLO L. J. (1989). Los Reptilia (Sauria y Amphisbaenia) de los yacimientos plio-pleistocénicos de la cuenca de Guadix-Baza

- (sudeste español). In: M.T. Alberdi & F.P. Bonadonna (Ed.), Geología y Paleontología de la cuenca de Guadix-Baza. *Trab. Neogeneo-Quaternario*, 11: 151-165.
- BARROSO C. & BAILON S. (en prensa). Les amphibiens et les reptiles du Pleistocène supérieur de la grotte de Zafarraya (Málaga, Espagne). In: Barroso Ruiz C. Dir.: La grotte du Boquete de Zafarraya.
- BATE D. M. A. (1914). The Pleistocene ossiferous deposits of the Balearics Islands. *Geol. Mag. N. S. Dec.*, 6(1): 347-354.
- CLAUZON G., SUC J. P., GAUTIER F., BERGER A. & LOUTRE M. F. (1996). Alternate interpretation of the Messinian salinity crisis: controversy resolved? *Geology*, 24(4): 363-366.
- CRESPO E. G., PATRICIO G. A. & ANTUNES M. T. (2000). Pleistocene Reptilia and Amphibia from Gruta da Figueira Brava (Arrábida, Portugal). In: M.T. Antunes (ed.), Colóquio "Últimos Neandertais em Portugal". *Mém. Acad. Sci. Lisboa*, XXXVIII: 117-127.
- DELFINO M. (1997). *Blanus* from the Early Pleistocene of Southern Italy: another small tessera from a big mosaic. In: *Herpetologica Bonnensis*, 89-97, Böhme W., Bischoff W. & Ziegler T. (eds.), Bonn, SEH.
- DELFINO M. & BAILON S. (2000). Early Pleistocene herpetofauna from Cava dell'Erba and Cava Pirro (Apulia, Southern Italy). *Herpetological Journal*, 10: 95-110.
- ESTES R. (1983). Sauria terrestria, Amphisbaenia. *Handbuch der Paläoherpetologie*, part. 10A, Wellnhofer P. (ed.), G. Fischer, Stuttgart, xxii + 249p.
- GANS C. (1967). A check list of recent amphisbaenians. *Amer. Mus. Natur. Hist., New York, Bull.*, 135(2): 63-105.
- GANS C. (1978). The characteristics and affinities of the Amphisbaenia. *Tr. Zool. Soc. London*, 34: 347-416.
- GARCIA-PORTA J. & CASANOVAS-VILAR I. (2001). Noves localitats d' Amphisbaenia fòssils i comentaris sobre el grup en el Miocè Peninsular. *Butll. Soc. Cat. Herp.*, 15: 91-97.
- GASC J. P., CABELA A., CRNOBRNJA-ISAILOVIC J., DOLMEN D., GROSSENBACHER K., HAFFNER P., LESCURE J., MARTENS H., MARTÍNEZ RICA J. P., MAURIN H., OLIVEIRA M. E., SOFIANIDOU T. S., VEITH M. & ZUIDERWIJK A. (1997). Atlas of Amphibians and Reptiles in Europe. *Soc. Europ. Herpetol. & Mus. Natn. Hist. Nat. (IEGB/SPN)*, Paris: 496p.
- GAUTIER F., CLAUZON G., SUC J.P., CRAVATTE J. & VIOLANTINI D. (1994). Age et durée de la crise de salinité messiniense. *C.R. Acad. Sci., Paris*, 318(II): 1103-1109.
- GIL M. J. (1997). *Blanus cinereus* (Vandelli, 1797). In: J.M. Pleguezuelos (Dir.), Distribución y Biogeografía de los anfibios y reptiles en España y Portugal. *Mono. T ierras del Sur, Univ. de Granada*: 184-186.
- HOFFSTETTER R. (1942). Sur la présence d' Amphisbaenidae dans les gisements tertiaires français. *C.R. Géol. France*: 24-25.
- KOTSAKIS T. (1981). La lucertole (Lacertidae, Squamata) del Pliocene, Pleistocene e Olocene delle Baleari. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 25: 135-150.
- LÓPEZ-MARTÍNEZ N. & SANCHIZ F. B. (1981). Notas sobre los microvertebrados del yacimiento arqueológico de Pontones (Jaén). *Trab. de Prehist., Madrid*, 38: 134-138.
- MEIN P. & ADROVER R. (1982). Une faunule de mammifères insulaires dans le Miocène moyen de Majorque (Iles Baléares). *Geobios, mem. Spec.*, 6: 451-463.
- MERCADAL B. & PETRUS J. L. (1980). Nuevo yacimiento de *Testudo gymnesicus* Bate, 1914 en la isla de Menorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 24: 15-21.
- MILNER A. C. (1986). Amphibians and Squamates from the Paleocene of England. In: *Studies in Herpetology*, Z. Rocek (ed.), Charles Univ. Prague and Soc. Europ. Herpetol.: 685-688.
- MILNER A. C., MILNER A. R. & ESTES R. (1982). Amphibians and Squamates from the Upper Eocene of Hordle Cliff, Hampshire, - a preliminary report. *Tertiary Res.*, 4(1): 149-154.

- MONTOYA P., ALBERDI M. T., BLÁZQUEZ A. M., BARBADILLO L. J., FUMANAL M. P., DER MADE VAN J., MARÍN M. J., MOLINA A., MORALES J., MURELAGA X., PEÑALVER E., OBLES F., RUIZ BUSTOS A., SÁNCHEZ A., SANCHIZ B., SORIA D. & SZYNDLAR Z. (1999). La fauna del Pleistoceno inferior de la Sierra de Quibas (Abanilla, Murcia). *Estudios Geol.*, 55: 127-161.
- PONS J., MOYA S., AGUSTI J. & ALCOVER J. A. (1981). La fauna de mamíferos de los yacimientos menorquines con *Geochelone gymnesica* (Bate, 1914). Nota preliminar. *Acta Geol. Hisp.*, 16(3): 129-130.
- QUINTANA J. (1995). Fauna malacológica asociada a *Cheirogaster gymnesica* (Bate, 1914). Implicaciones biogeográficas. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 38: 95-119.
- QUINTANA J. (1998). Aproximación a los yacimientos de vertebrados del Mio-Pleistoceno de la isla de Menorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 41: 101-117.
- RAGE J. C. (1999). Squamates (Reptilia) from the Upper Cretaceous of Laño (Basque Country, Spain). *Est. Mus. Cienc. Nat. De Alava*, 14 (Núm. Esp. 1): 121-133.
- RAGE J. C. & AUGE M. (1993). Squamates from the Cainozoic of the Western part of Europa. A review. *Revue de Paléobiologie, Genève*, Vol. spéc., 7: 199-216.
- ROČEK Z. (1984). Lizards (Reptilia, Sauria) from the lower Miocene locality Dolnice (Bohemia, Czechoslovakia). *Rozpr. Českoslov. Akad. Véd., rada mat.*, 94: 3-69.
- RÖGL F. & STEININGER F. F. (1983). Vom Zerfall der Tethys zu Mediterran und Paratethys. *Ann. Naturhist. Mus. Wien*, 85(A): 135-163.
- ROSELL J., GÓMEZ-GRAS D. & ELIAZAGA E. (1989). Mapa geológico escala 1/50000, Plan Magna. Inst. Technol. y Geomin. de España, Madrid.
- SANCHIZ F. B. (1991). Algunas herpetofaunas de yacimientos del Pleistoceno medio ibérico. *Rev. Esp. Herpetol.*: 9-13.
- SCHLEICH H. H. (1985). Neue Reptilienfunde aus dem Tertiär Deutschlands 3. Erstnacheweis von Doppelschleichen (*Blanus antiqus* sp. nov.) aus dem Mittelmiozän Süddeutschlands. *Münchner Geowiss. Abh.*, A(4): 1-16.
- SCHLEICH H. H. (1988). Neue Reptilienfunde aus dem Tertiär Deutschlands 8. *Palaeoblanus tobieni* n. gen., n. sp. - neue Doppelschleichen aus dem Tertiär Deutschlands. *Paläont. Z., Stuttgart*, 62(1/2): 95-105.
- SEGUI B., QUINTANA J., FORNOS J. J. & ALCOVER J. A. (en prensa). A new genus of procellariiforme from the Upper Miocene of Menorca, Western Mediterranean. *Paleontology*.
- SMITH A. G., SMITH D. G. & FUNNELL B. M. (1994). *Atlas of Mesozoic and Cenozoic coastlines*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 99 pp.

Recibido: 02/09/01

Aceptado: 08/05/02

## Análisis de la distribución altitudinal de la herpetofauna en las sierras de Segovia

JULIÁN JAVIER MORALES, MIGUEL LIZANA. & CARMEN DEL ARCO

*Departamento de Biología Animal. Universidad de Salamanca  
Campus Miguel de Unamuno, 37071 Salamanca. e-mail: lizana@usal.es*

**Título resumido:** Distribución altitudinal de herpetos en Segovia

**Resumen:** En las sierras de Segovia se han localizado un total de 33 especies, 14 anfibios y 19 reptiles, lo que supone aproximadamente el 53,8% y 50% respectivamente, de los anfibios y reptiles ibéricos continentales. La ausencia del piso mesomediterráneo en la vertiente segoviana del Sistema Central y el mayor rigor climático causado por la continentalidad de esta zona respecto a las sierras más occidentales del Sistema Central, determinan que no estén presentes diversas especies termófilas, y que tanto para los anfibios como para los reptiles, las cotas máximas a las que se hallan las especies sean más bajas que en otras sierras occidentales del Sistema Central, como Gredos. Por otro lado, la ausencia de lagunas glaciares y charcas en alta montaña en la zona segoviana de Guadarrama, respecto a la vertiente madrileña de la Sierra, es un factor clave para la presencia de anfibios y tiene como resultado que las comunidades de anfibios de alta montaña estén empobrecidas. Las zonas de altitud media, entre 1100 y 1400 m, albergan la mayor riqueza de especies, el 91% de las citadas en la sierra segoviana. Este hecho debería tenerse en cuenta para la gestión de la herpetofauna y espacios protegidos en la zona. La disminución del número de especies con la altitud, tanto para anfibios como para reptiles, se ajusta en la zona de estudio al modelo en campana encontrado en otros vertebrados de ambientes mediterráneos, en el que la riqueza en especies aumenta desde las zonas de menor cota a las de altitudes medias de la sierra para disminuir en las zonas de alta montaña, más bruscamente en el caso de los anfibios y de un modo más paulatino en los reptiles

**Palabras clave:** Altitud, Distribución, Herpetofauna, Anfibios, Reptiles, Segovia, España, Iberia.

**Abstract:** Analysis of the altitudinal distribution of the herpetofauna in the mountains of Segovia. In the mountains of Segovia a total of 33 species has been located, 14 amphibians and 19 reptiles, which represent 50% and 47.5% of the continental Iberian amphibians and reptile species, respectively. The absence of the mesomediterranean stage on the Segovian slopes of the Central System and the greater climatic rigour caused by the continentality of this zone with regard to the more western mountains, determine that diverse thermophile species are not present and that both for the amphibians and the reptiles, the maximum altitudes at which the species are found are lower than in other western ranges of the Central System, such as Gredos. Furthermore, the absence of glacial lagoons and ponds in the high mountain area in the Segovia zone of Guadarrama, with regard to the slopes of Madrid, is a key factor in the presence of amphibians and make the communities of amphibians on the high mountain of Segovia impoverished. The zones of medium altitude, between 1100 and 1400m, harbours the greatest species richness, 91% of the cites in the mountain range in Segovia. This fact should be taken in account in the management plans for amphibians and reptiles and the protected areas. The decrease of the number of species with altitude, for both the amphibians and reptiles, adjusts in the study zone to the bell or normal distribution found in other vertebrates of Mediterranean environments, in which the species richness increases from the zones of lower altitude to the medium altitudes of the range to decrease in the zones of high mountain, more brusquely in the case of the amphibians and more gradually in that of the reptiles.

**Key words:** Altitude, Distribution, Herpetofauna, Amphibians, Reptiles, Segovia, Spain, Iberia.

### INTRODUCCIÓN

La distribución altitudinal y la riqueza de especies en un gradiente de latitud o altitud son parámetros relevantes en el estudio de las comunidades de vertebrados (TERBORGH, 1977;

STEVENS, 1989, 1992; COLWELL & HURTT, 1994; RAHBK, 1995; VARGAS & REAL, 1997). Los gradientes altitudinales en zonas montañosas pueden mostrar a menor escala lo que sucede en gradientes latitudinales de cientos o miles de kilómetros (STEVENS, 1989).

Los anfibios y reptiles de zonas continentales constituyen en principio un grupo ideal para analizar los patrones de distribución altitudinal, dada su escasa movilidad y a la ausencia de migraciones altitudinales estacionales. La Península Ibérica posee condiciones idóneas para estudiar gradientes de distribución altitudinal y/o latitudinal de la herpetofauna, dada su gran superficie, la existencia de un fuerte gradiente en altitud, desde el nivel del mar hasta 3500 m (Mulhacén, Sierras Béticas), el poseer cadenas montañosas situadas a diversa latitud y en distintas regiones y pisos bioclimáticos (RIVAS-MARTÍNEZ, 1992), y una alta riqueza de especies comparada con otras zonas de Europa Occidental (más de 24 anfibios y 41 de reptiles autóctonos) (VARGAS & REAL, 1997; PLEGUEZUELOS & VILLAFRANCA, 1997).

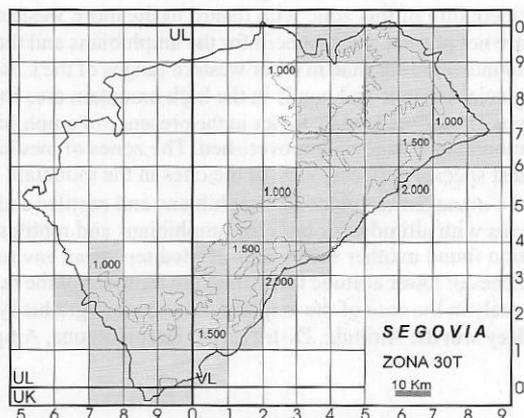
Los estudios sobre la distribución altitudinal de la herpetofauna no han sido abundantes en la Península Ibérica, siendo uno de los pioneros en el Alto Aragón MARTÍNEZ-RICA (1979 a,b, 1983). Posteriormente se han desarrollado otros en diversas zonas geográficas peninsulares (ver resumen en PLEGUEZUELOS & VILLAFRANCA, 1997). Estos autores realizan el único estudio que analiza las tendencias en la distribución altitudinal de la herpetofauna en la península. Respecto al Sistema Central, diversos trabajos recogen datos sobre la distribución altitudinal de los herpetos en este sistema montañoso, tanto en la zona de Salamanca (PÉREZ-MELLADO, 1983), Sierras de Segovia y Madrid (GARCÍA-PARÍS & MARTÍN, 1987; GARCÍA-PARÍS *et al.*, 1989 a,b) y Guadalajara (ASTUDILLO *et al.*, 1993) o realizan un análisis de la abundancia de las especies en cada segmento altitudinal de 100 m en base al número de citas encontradas y al esfuerzo de muestreo en la Sierra de Gredos (LIZANA *et al.*, 1988).

En un estudio previo presentamos datos sobre la distribución geográfica de la herpetofauna en las Sierras de la provincia de Segovia: Guadarrama, Somosierra y Ayllón (LIZANA *et al.*, 1995), aunque en él no se abordó el análisis de la distribución altitudinal. Dicho análisis es sin

duda interesante debido a las diferencias bioclimáticas de estas sierras con la vecina Sierra de Gredos y otras sierras abulenses, más continentales, diferencias que condicionan la presencia de algunos herpetos así como su distribución altitudinal.

## ÁREA DE ESTUDIO

La provincia de Segovia, con una superficie aproximada de 7000 Km<sup>2</sup>, ocupa una posición central en la Península Ibérica (Figura 1). En ella pueden distinguirse dos zonas naturales bien diferenciadas: las llanuras de la cuenca del Duero, situadas entre 800 y 1000 m de altitud, y el límite sureste de la provincia, donde se hallan las sierras más orientales del Sistema Central, con una altura máxima de 2430 m en el pico de Peñalara. En estas sierras nacen los principales ríos segovianos, de este a oeste: Riaza, Duratón, Cega, Pirón, Eresma, Moros y Voltoya. Desde las cumbres más elevadas del Sistema Central a la cuenca sedimentaria del Duero, se observa un sistema escalonado de bloques de altitudes intermedias (TEJERO, 1988; PEDRAZA, 1992).



**Figura 1.-** Localización geográfica del área de estudio (cuadrículas UTM 10 x 10 Km sombreadas) en la provincia de Segovia.

**Figure 1.-** Geographical location of the study area (shaded UTM 10 x 10 Km squares) in the province of Segovia.

La zona de estudio tiene como límites la vertiente segoviana del Sistema Central (Malagón, Guadarrama, Somosierra y Ayllón), desde su zona basal (900 m) hasta las cumbres de la Sierra que separan en su mayor parte las provincias de Segovia y Madrid, teniendo como límite occidental la Sierra de Malagón en el límite provincial de Segovia con Ávila; y en el oriental las Sierras de Ayllón y Pela, en el límite provincial con Soria y Guadalajara. Se ha incluido buena parte del noreste provincial hasta el límite con la provincia de Burgos (bloque de transición de Sepúlveda y valle de Riaza), por presentar una altitud media ligeramente superior al resto de la cuenca, en torno a los 1000 m.

La provincia de Segovia se encuentra enmarcada en su totalidad en un clima mediterráneo templado, caracterizado por inviernos muy fríos y veranos cálidos y secos, existiendo una elevada amplitud térmica a lo largo del año (TEJERO, 1988). Bajo este marco climático general, el aumento de altitud conlleva variaciones climáticas zonales, como son el descenso térmico y el aumento de precipitaciones. En todo el Sistema Central las precipitaciones se encuentran fuertemente condicionadas por la dirección y frecuencia de los vientos ábregos, que con unas componentes dominantes NE y SW determinan que las precipitaciones sean máximas en las sierras que ocupan los extremos del Sistema Central; por otro lado la intensidad de la aridez estival está determinada por el anticiclón de las Azores, cuya influencia aumenta a medida que nos desplazamos hacia el oeste, siendo su influencia mínima en las zonas del Sistema Central situadas más al este (RIVAS-MARTÍNEZ *et al.*, 1987 a,b; RIVAS-MARTÍNEZ, 1992).

Los dos hechos señalados anteriormente determinan que la Sierra de Guadarrama, junto con las sierras abulenses de Parameras y Serrota, presenten una precipitación media anual inferior al resto del Sistema Central, comprendida entre 600 y 1000 mm. En la Sierra de Ayllón los valores totales de precipitación son simila-

res a Guadarrama, pero la menor influencia que en esta zona tiene el anticiclón de las Azores conlleva frecuentes tormentas estivales y, por tanto, un reparto de precipitaciones más equilibrado a lo largo de todo el año (GONZÁLEZ-BERNÁLDEZ, 1992).

Desde el punto de vista biogeográfico las sierras segovianas se incluyen en la región Mediterránea; sector Guadarrámico de la provincia Carpetano-Ibérico-Leonesa (RIVAS-MARTÍNEZ *et al.*, 1987 a,b; RIVAS-MARTÍNEZ, 1992). Dentro del sector Guadarrámico se diferencian a su vez dos subsectores: Guadarramense y Ayllonense, con distintos matices climáticos, litológicos y de vegetación. Guadarrama, a pesar de conservar algunos elementos eurosiberianos, presenta por su mayor continentalidad y escasez de precipitaciones, mayores afinidades florísticas con las sierras abulenses de las Parameras, Serrota y Villafranca. La Sierra de Ayllón, con un clima más húmedo y menor aridez estival, conserva elevadas influencias florísticas eurosiberianas e incluso subatlánticas; prueba de ello es la existencia relicta de hayedos.

En la vertiente septentrional de Guadarrama y Ayllón se encuentran representados tres de los cinco pisos bioclimáticos característicos de la Región Mediterránea (RIVAS-MARTÍNEZ *et al.*, 1987 a,b): crioromediterráneo, oromediterráneo y supramediterráneo; a diferencia de la vertiente sur del Sistema Central, no existe el piso mesomediterráneo, ni en el ámbito serrano ni en el resto de la provincia.

## MATERIAL Y MÉTODOS

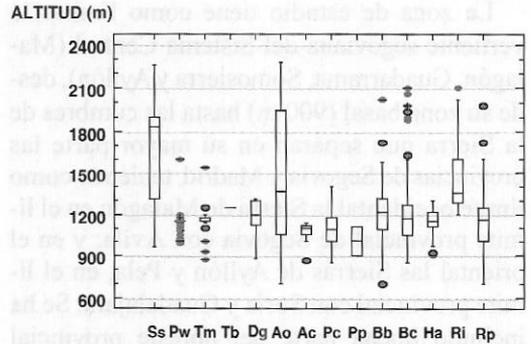
El área de estudio abarca un total de 53 cuadrículas UTM de 10 × 10 Km ubicadas total o parcialmente en la provincia de Segovia e incluidas en la designación 30T (Figura 1). En un trabajo anterior (LIZANA *et al.*, 1995) presentamos la distribución geográfica de los anfibios y reptiles citados en las sierras segovianas y donde se puede obtener más detalles sobre la metodología de muestreo y origen de las citas.

Se consideraron cuatro intervalos altitudinales que se corresponden aproximadamente con los pisos bioclimáticos definidos en el Sistema Central (RIVAS-MARTÍNEZ *et al.*, 1987), pero que pueden variar ligeramente entre los sectores de Guadarrama, Somosierra y Ayllón. Aquellas localidades que presentan una altitud menor o igual a 1100 m forman un grupo de 109 localidades situadas en el piso supramediterráneo basal más termófilo; entre 1100 y 1650 m encontramos la mayoría de las localidades prospectadas (112 localidades) situadas en el piso supramediterráneo superior o del roble melojo (*Quercus pyrenaica*), en muchas zonas del área de estudio sustituido por el pino albar (*Pinus sylvestris*); entre 1650 y 2100 m de altitud se hallan 25 localidades situadas en el piso oromediterráneo o del piorno serrano (*Cytisus oromediterraneus*). Las localidades situadas por encima de 2100 m son el 4 % del total (10 localidades), correspondiéndose con el piso croromediterráneo o del pastizal de alta montaña, propio de la alta montaña mediterránea y formado por cespedales densos, llamados cervunos (*Nardus stricta* y otras especies).

## RESULTADOS

Se han citado 33 especies de anfibios y reptiles, 14 anfibios y 19 reptiles, en el área de estudio (LIZANA *et al.*, 1995). No se han separado en este estudio, al no poseer datos fiables sobre su distribución geográfica, las poblaciones correspondientes a *Triturus marmoratus* y *T. pygmaeus*, recientemente diferenciado como especie (GARCÍA-PARÍS *et al.*, 1993; BOSCH *et al.*, 2001); si bien existen indicios de que *T. pygmaeus* pudiera hallarse en algunas zonas del Este de la provincia de Segovia (SALVADOR & GARCÍA-PARÍS, 2001).

Los anfibios, en su conjunto, presentan rangos altitudinales más amplios que los reptiles (Figura 2). Dos especies alcanzan la máxima altitud, 2300 m (*Salamandra salamandra* y *Alytes obstetricans*), mientras que otras tres alcanzan 2100 m (*Rana iberica*, *Bufo bufo* y *Bufo*



**Figura 2.-** Distribución altitudinal y rango intercuartílico para las especies de anfibios localizados en el área de estudio. (n = Número de localidades citadas para cada especie). **Ss:** *Salamandra salamandra* (n=63); **Pw:** *Pleurodeles waltl* (n=66); **Tm:** *Triturus marmoratus* (n=54); **Tb:** *T. boscai* (n=4); **Dg:** *Discoglossus galganoi* (n=48); **Ao:** *Alytes obstetricans* (n=56); **Ac:** *A. cisternasii* (n=8); **Pc:** *Pelobates cultripes* (n=54); **Pp:** *Pelodytes punctatus* (n=2); **Bb:** *Bufo bufo* (n=69); **Bc:** *B. calamita* (n=120); **Ha:** *Hyla arborea* (n=64); **Ri:** *Rana iberica* (n=52); **Rp:** *R. perezii* (n=136).

**Figura 2.-** Altitudinal distribution and interquartile range for the amphibian species located in the study area. (n= number of localities cited for each species).

*calamita*). *Rana perezii* se aproxima a esta cota (1980 m). Tres de estas especies son claramente eurihipsas: el sapo común, el sapo partero común y la rana común, ya que presentan el rango altitudinal más amplio de los anfibios (700-2000 m). A pesar de alcanzar cota elevada, todas estas especies tienen su 50 percentil (Figura 2) por debajo de 1400 m, excepto para *S. salamandra*, que se sitúa en torno a 1800 m, lo que le convierte en el anfibio que se localiza a mayor altitud media.

De acuerdo al percentil altitudinal del 50 % (Figura 2) podemos establecer tres grupos de especies dentro de los anfibios:

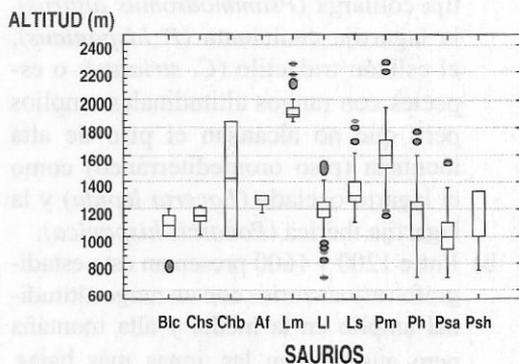
- a) Aquellos con el 50 percentil en torno o por debajo de 1200 m y su 75 percentil no supera 1400 m. Podemos distinguir entre los estenohipsos de baja altitud, que presentan un rango altitudinal estrecho si-

tuado en las cotas más bajas, tales como *Pleurodeles waltl*, *Triturus marmoratus*, *Alytes cisternasii* y *Pelobates cultripes*, y en menor medida *Discoglossus galganoi*, con una mayor presencia en los pisos medios de la Sierra. Otros anfibios como *Rana perezi* e *Hyla arborea* poseen un rango altitudinal mayor, pero son más frecuentes en el piedemonte y la media montaña. *B. calamita* y *B. bufo* son escasos en las zonas más altas, de acuerdo a las citas recogidas, aunque quizá exista un defecto de muestreo de las zonas más elevadas, más difíciles en su acceso, ya que son especies abundantes en las praderas de alta montaña en otras zonas del Sistema Central (LIZANA *et al.*, 1988).

- b) Especies que presentan su 50 percentil entre 1200 y 1600 m. En este grupo se encuentran especies con un rango intercuartílico estrecho, entre 1300 y 1700 m, como es el caso de *Rana iberica*; y otras con un recorrido intercuartílico amplio desde 1100 a 1850 m y una distribución altitudinal continua, como en el caso de *A. obstetricans*. Recordemos que la orografía de la Sierra, con el límite provincial entre Segovia y Madrid recorriendo las cumbres, hace que las poblaciones donde *A. obstetricans* es abundante, como la laguna glaciar de Peñalara, a 2100 m y otras praderas, lagunas y charcas, queden fuera del área de estudio comprendida en este trabajo.

- c) Sólo se incluye a *S. salamandra*, el único anfibio que sitúa su 50 percentil por encima de los 1600 m. Resulta más escasa en las zonas bajas, con un recorrido intercuartílico amplio pero desplazado hacia la media y alta montaña, entre 1300 y 1900 m, confirmando que en esta zona del Sistema Central habita los arroyos de media y alta montaña, generalmente en zonas forestales, donde la humedad ambiental es mayor.

En cuanto a los reptiles (Figuras 3 y 4), sólo dos saurios, *Lacerta monticola* y *Podarcis muralis*, tienen citas por encima de 2000 m en el área de estudio. Los dos lacértidos presentan su 50 percentil y recorrido intercuartílico a distinta altitud (Figura 3). *L. monticola* posee su mediana en torno a 1900 m y presenta un rango intercuartílico estrecho entre 1900 y 2000 m, sin encontrarse citas por debajo de 1800 m lo que la convierte en la especie más estenohipsa de alta montaña en la zona, propia únicamente del piso bioclimático crioromediterráneo. En ello se diferencia claramente de su distribución altitudinal en Gredos, donde en determinados puertos y portillas con fuertes vientos, puede descender hasta 1300-1400 m (LIZANA *et al.*, 1988). La lagartija roquera (*P. muralis*) presenta la mediana de altitud a 1600 m, con un rango intercuartílico más amplio que la lagartija serrana, entre 1500 y 1700 m. Aunque de forma escasa y localiza-



**Figura 3.-** Distribución altitudinal y rango intercuartílico para *Blanus cinereus* y las especies de saurios localizados en el área de estudio. (n = Número de localidades citadas para cada especie). **Bc:** *Blanus cinereus* (n=6); **Chs.:** *Chalcides striatus* (n=8); **Chb:** *C. bedriagai* (n=2); **Af:** *Anguis fragilis* (n=4); **Lm:** *Lacerta monticola* (n=74); **Ll:** *L. lepida* (n=92); **Ls:** *L. schreiberi* (n=96); **Pm:** *Podarcis muralis* (n=225); **Ph:** *P. hispanica* (n=129); **Psa:** *Psammodromus algirus* (n=38); **Psh:** *P. hispanicus* (n=30).

**Figura 3.-** Altitudinal distribution and interquartile range for *Blanus cinereus* and the saurian species located in the study area. (n = Number of localities cited for each species).

da, está presente en algunas zonas bajas de la sierra recogiendo citas desde 1150 m de altitud.

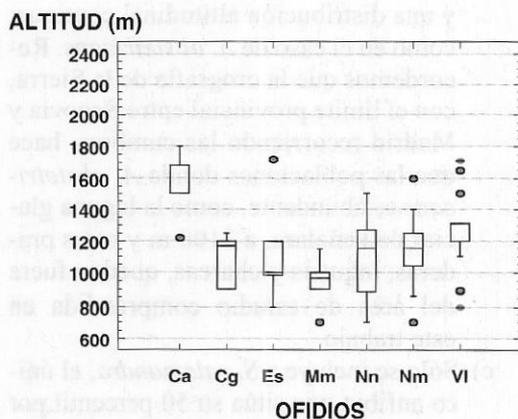
Dos saurios, *Lacerta schreiberi* y *Chalcides bedriagai*, y un ofidio, *Coronella austriaca*, se aproximan a la cota de 2000 m, superando 1800 m. Entre 1600 y 1900 m presenta su 50 percentil el eslizón ibérico, *C. bedriagai*, pero el bajo número de citas recogidas para esta especie no nos permite sacar conclusiones. El resto de los reptiles citados en el estudio tienen su mediana por debajo de 1400 m (Figura 3).

Al igual que para los anfibios, atendiendo al 50 percentil, podemos establecer tres grupos de saurios (Figura 3):

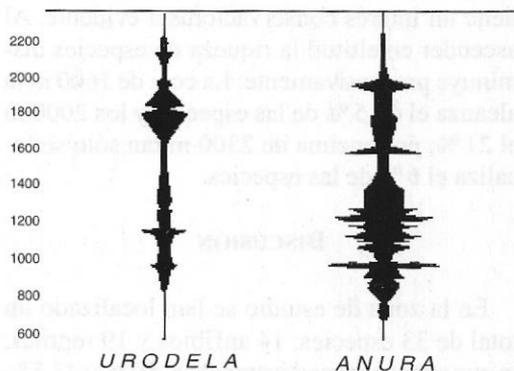
- a) Por debajo de 1200 m tienen este percentil las especies estenohipsas de baja altitud, con rangos altitudinales estrechos y situados en las cotas más bajas del área de estudio, correspondientes al piso supramediterráneo basal: la lagartija colilarga (*Psammodromus algirus*), la lagartija cenicienta (*P. hispanicus*), el eslizón tridáctilo (*C. striatus*); o especies con rangos altitudinales amplios pero que no alcanzan el piso de alta montaña (piso oromediterráneo) como el lagarto ocelado (*Lacerta lepida*) y la lagartija ibérica (*Podarcis hispanica*).
- b) Entre 1200 y 1600 presentan este estadígrafo varios saurios con un rango altitudinal amplio en la media y alta montaña pero ausentes en las zonas más bajas, como el lagarto verdinegro (*L. schreiberi*) y la lagartija roquera (*P. muralis*). Ambos necesitan claramente de una humedad ambiental proporcionada por la presencia cercana de arroyos por la altitud respectivamente. En este intervalo altitudinal se localizan las escasas citas recogidas para el lución (*A. fragilis*), la culebrilla ciega (*Blanus cinereus*) y el eslizón ibérico *C. bedriagai*.
- c) No hemos recogido ninguna cita de ofidio que alcance la cota altitudinal de

2000 m en el Sistema Central segoviano (Figura 4), sólo la culebra lisa europea (*C. austriaca*) y la víbora hocicuda (*Vipera latasti*) alcanzan o se aproximan a los 1800 m, probablemente debido a la escasez de muestreo, al menos en el caso de *C. austriaca*. Éste es el único ofidio que presenta su recorrido intercuartílico por encima de 1500 m, recogiendo una cita en Segovia a 1220 m. Esta cita concreta es dudosa, dado que en la Sierra de Gredos *C. austriaca* se segrega siempre en altitud con *C. girondica*, encontrándose siempre *C. austriaca* por encima de 1600-1700 m, mientras que *C. girondica* se halla por debajo de esa altitud (LIZANA *et al.*, 1988).

*Vipera latasti* parece más abundante en las zonas de media montaña, entre 1200 y 1300 m, aunque también está presente en el piso basal de la Sierra, siendo la menor altitud citada



**Figura 4.-** Distribución altitudinal y rango intercuartílico para las especies de ofidios localizados en el área de estudio (n = Número de localidades citadas para cada especie). **Ca:** *Coronella austriaca* (n= 11); **Cg:** *C. girondica* (n= 9); **Es:** *Elaphe scalaris* (n=13); **Mm:** *Malpolon monspessulanus* (n= 13); **Nn:** *Natrix natrix* (n= 7); **Nm:** *N. maura* (n= 25); **VI:** *Vipera latasti* (n= 30). Figure 4. Altitudinal distribution and interquartile range for the ophidian species located in the study area. (n= Number of localities cited for each species).

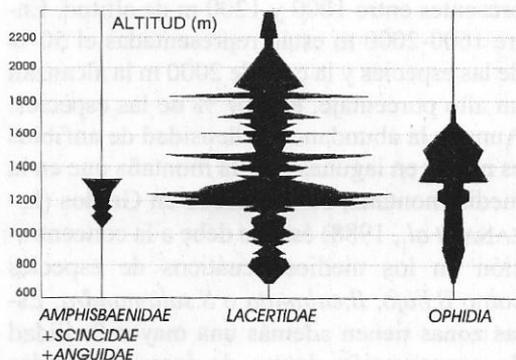


**Figura 5.-** Distribución altitudinal de las citas de anfibios en el área de estudio.

**Figure 5.-** Altitudinal distribution of the amphibian observations in the study area.

para la provincia de 800 m. El resto de ofidios citados en las sierras segovianas presentan su mediana por debajo de 1200 m. *M.monspessulanus* y *E.scalaris* presentan su mediana a menor altitud en el área de estudio, situándose ésta por debajo de 1000 m. *C.girondica* presenta también un rango altitudinal estrecho situado en las cotas más bajas. Para las dos especies del genero *Natrix* no se han recogido citas por encima de 1600 m de altitud. En Gredos, sin embargo, ambas especies alcanzan la alta montaña, 2000 m (*N.maura*) y 2100 m (*N.natrix*). Quizá sea de nuevo un efecto de la menor intensidad de muestreo.

Si analizamos la distribución altitudinal de las citas por grupos taxonómicos (Figuras 5 y 6) tales como urodelos, anuros y saurios, todos ellos presentan una distribución continua desde las zonas bajas hasta 2200 m. En los ofidios se observa una distribución altitudinal más limitada, no habiéndose recogido citas en nuestro área de estudio por encima de 1800 m. Para los urodelos (Figura 5), la mayor concentración de citas se localiza alrededor de 1200 m y entre 1600 y 1800 m. Los anuros presentan el mayor número de citas entre 1000 y 1400 m de altitud observándose otros dos picos menores alrededor de 1600 m y 2000 m. En los lacértidos se observan tres zonas de

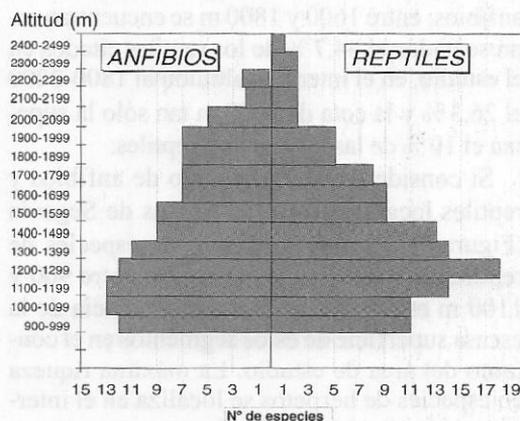


**Figura 6.-** Distribución altitudinal de las citas de reptiles en el área de estudio.

**Figure 6.-** Altitudinal distribution of the reptile observations in the study area.

máxima concentración de citas a lo largo de su distribución altitudinal (Figura 6): entre 1200 y 1300 m, de 1400 a 1500 m y alrededor de 1800 m de altitud. El máximo número de citas para ofidios se localizan entre 1300 y 1500 m. Resultan muy escasos los datos recogidos para anfisbénidos, escíncidos y ánguidos en conjunto (Figura 6).

En la Figura 7 representamos la riqueza de especies de anfibios y reptiles en cada segmento altitudinal de 100 m. El 92 % de las especies de anfibios citados en Segovia están



**Figura 7.-** Riqueza específica según altitud en el área de estudio.

**Figure 7.-** Species richness according to altitude.

presentes entre 1000 y 1200 m de altitud. Entre 1600-2000 m están representadas el 50 % de las especies y la cota de 2000 m la alcanzan un alto porcentaje, el 35,7 % de las especies. Aunque la abundancia o densidad de anfibios es mayor en lagunas de alta montaña que en la media montaña, como sucede en Gredos (LIZANA *et al.*, 1988) ésto se debe a la concentración en los medios acuáticos de especies como *B.bufo*, *B.calamita* o *S.salamandra*. Estas zonas tienen además una mayor facilidad de conservación dentro de áreas protegidas que la multitud de medios acuáticos de zonas bajas y medias.

Respecto a los reptiles se observa un máximo en la riqueza de especies en una cota ligeramente mayor a la obtenida para anfibios y situada entre 1200-1300 m de altitud. En este estrecho rango altitudinal se encuentran representadas el 95 % de las especies de reptiles citadas en el área de estudio. Por debajo del intervalo de 1100-1300 m, se produce una disminución progresiva en la abundancia de especies aunque la proporción que aparece en el segmento altitudinal más bajo debe tomarse como orientativa pues por debajo de la cota de 1000 m la prospección e intensidad de muestreo ha sido menor. A medida que ascendemos en altitud disminuye la riqueza de especies, aunque para los reptiles esta disminución parece ser más acentuada que para los anfibios; entre 1600 y 1800 m se encuentran representados el 44,7 % de los reptiles citados en el estudio, en el intervalo altitudinal 1800-2000 el 26,3 % y la cota de 2000 m tan sólo la superan el 10 % de las especies de reptiles.

Si consideramos el conjunto de anfibios y reptiles localizados en las Sierras de Segovia (Figura 7), El menor número de especies de reptiles en los segmentos basales, entre 900 y 1100 m es probablemente consecuencia de la escasa superficie de estos segmentos en el conjunto del área de estudio. La máxima riqueza en especies de herpetos se localiza en el intervalo de 1100-1300 m. donde se encuentran representados el 91 % de los herpetos citados para la provincia de Segovia, lo que sin duda

tiene un interés conservacionista evidente. Al ascender en altitud la riqueza de especies disminuye progresivamente. La cota de 1600 m la alcanza el 48,5 % de las especies y los 2000 m el 21 %; por encima de 2300 m tan sólo se localiza el 6 % de las especies.

## DISCUSIÓN

En la zona de estudio se han localizado un total de 33 especies, 14 anfibios y 19 reptiles, lo que supone respectivamente el 50 % y 47,5 % de los anfibios y reptiles ibéricos continentales. El 24 % de las especies encontradas son endemismos ibéricos. Al igual que en otras zonas del Sistema Central (GISBERT *et al.*, 1986; LIZANA *et al.*, 1988, 1991; GARCÍA-PARÍS & MARTÍN, 1987; GARCÍA-PARÍS *et al.*, 1989 a,b), en la zona de estudio se encuentran representadas tanto especies de origen eurosiberiano como otras propias de la región mediterránea, endemismos ibéricos y probables relictos glaciares. La ausencia del piso mesomediterráneo en la vertiente segoviana del Sistema Central y el mayor rigor climático causado por la continentalidad de esta zona respecto a las sierras más occidentales del Sistema Central, determinan que no estén presentes o resulten muy escasas especies más termófilas como *Alytes cisternasii*, *Hyla meridionalis*, *Emys orbicularis*, *Tarentola mauritanica*, *Acanthodactylus erythrurus*, *Coluber hippocrepis* y *Macroprotodon cucullatus*; citadas en el piso mesomediterráneo de la vertiente meridional del Sistema Central, tanto en las Sierras de Béjar, Gredos y Guadarrama, en la provincia de Madrid. (GARCÍA-PARÍS *et al.*, 1989 a,b ; LIZANA *et al.*, 1991; BUENO, 1996).

El Sistema Central segoviano presenta un elevado interés zoogeográfico pues en él se localiza el límite de distribución occidental, en el centro peninsular, de ciertas especies de amplia distribución en el noroeste de la Península Ibérica. Es el caso de endemismos ibéricos como *T.boscai*, *R.iberica*, *L.schreiberi* o *L.monticola*. Por otro lado, en todas las sierras

segovianas se encuentra a *Pmuralis*, al igual que en el vecino Sistema Ibérico y en el norte peninsular, y que presenta su límite de distribución suroriental en la vertiente abulense de la Sierra de Malagón (PÉREZ-MELLADO & GALINDO, 1986; LIZANA *et al.*, 1995; PÉREZ-MELLADO, 1997), no alcanzando la vecina Sierra de Gredos. *Pelodytes punctatus*, considerada una especie de dispersión reciente (BARBADILLO *et al.*, 1999), alcanza el extremo noreste del área de estudio, y se ha citado en el piedemonte calcáreo de la vertiente norte de Somosierra (GARCÍA-PARÍS, 1989a; LIZANA *et al.*, 1995). Las poblaciones del recientemente descrito *Pelodytes ibericus* no parecen alcanzar la zona de estudio (SALVADOR & GARCÍA-PARÍS, 2001).

*Lacerta bilineata*, *Triturus helveticus* y *Vipera aspis*, especies de amplia distribución europea, presentes en la Iberia húmeda y el Sistema Ibérico soriano, no alcanzan tampoco desde el norte el extremo nororiental del Sistema Central, la Sierra de Ayllón (MEIJIDE *et al.*, 1994). Asimismo, al igual que en otras provincias limítrofes (ASTUDILLO *et al.*, 1993; MEIJIDE *et al.*, 1994), en esta zona se han recogido muy pocas citas de *S.salamandra*, indicando tal vez una posible regresión de la especie en las sierras orientales del Sistema Central, ya señalada para el Sistema Ibérico (BARBADILLO & GARCÍA-PARÍS, 1991; BARBADILLO *et al.*, 1999). Todo ello parece indicar que la Sierra de Ayllón posee una comunidad herpetológica más empobrecida que la de las sierras más occidentales del área de estudio (MEIJIDE *et al.*, 1994) y otras sierras del Sistema Central (LIZANA *et al.*, 1988, 1991; GARCÍA-PARÍS *et al.*, 1989 a,b; ASTUDILLO *et al.*, 1993).

Respecto a los dos saurios presentes en las cotas superiores del Sistema Central segoviano, *Lacerta monticola* y *Podarcis muralis*, no se conocen claramente los factores históricos o ecológicos que han condicionado, o condicionan, los límites de su distribución en esta zona del Sistema Central (LIZANA *et al.*, 1993).

Aparentemente no existe ninguna limitación ecológica para que *L.monticola* no esté presente en las zonas altas de la Sierra de Ayllón o para que *P.muralis* no alcance la Sierra de Gredos. En esta zona segoviana se han estudiado las relaciones entre las dos especies presentes del género *Podarcis* (*P.muralis* y *P.hispanica*) en el rango altitudinal en que se hallan en simpatria, ocupando *P.muralis* una distribución marginal respecto a *P.hispanica* (MARTÍN-VALLEJO *et al.*, 1995).

Como sucede en la Sierra de Gredos (LIZANA *et al.*, 1988), en las zonas de altitud media entre 1100 y 1400 m se concentra el 91 % de la herpetofauna de la Sierra de Segovia. Tanto al aumentar como al descender en altitud desde esta "zona media" se produce un progresivo empobrecimiento en el número de especies, especialmente para los reptiles. Estos resultados tienen un interés conservacionista evidente, ya que en las montañas, las áreas de mayor altitud, especialmente lagunas o valles glaciares son las más vigiladas o protegidas por las autoridades. En el caso de Gredos o Peñalara, las lagunas glaciares reciben mayor número de visitas y tienen problemas de conservación por contaminación (LIZANA & BARBADILLO, 1997), pero también poseen más guardería y vigilancia. Poseen además una notable densidad de algunas especies como *B.bufo*, *B.calamita* o *S.salamandra* que deben sin duda ser conservadas (LIZANA *et al.*, 1988; GARCÍA-PARÍS *et al.*, 1989 a,b). Las zonas de altitud media, poseen una mayor variedad de medios acuáticos y además mayor riqueza de especies de anfibios, pero su conservación es sin duda más problemática.

Con la mayor altitud aumenta la proporción de especies de origen eurosiberiano frente a las más termófilas. Las condiciones climáticas extremas de las zonas altas del Sistema Central segoviano son soportadas por mayor número de especies de anfibios que de reptiles. Cinco especies de anfibios (*S.salamandra*, *Rana iberica*, *Alytes obstetricans*, *B.bufo* y *B.calamita*) superan los 2000 m de altitud. A diferencia de los

reptiles característicos de la alta montaña, estos anfibios presentan en general rangos altitudinales más amplios y los tres últimos resultan frecuentes también en la zona basal de la Sierra.

Al igual que en Gredos (LIZANA *et al.*, 1988; 1991) la presencia de anfibios en las cotas más elevadas podría estar limitada, más que por las condiciones climáticas, por la presencia de medios acuáticos adecuados para su reproducción. La mayor altitud que en Guadarrama alcanzan ciertos anfibios como *A.obstetricans* y *T.marmoratus*, éste último citado en la vertiente madrileña hasta 2100 m (GARCÍA-PARÍS *et al.*, 1989 a,b), frente a las cotas máximas dadas para Gredos, alrededor de 1600 m (LIZANA *et al.*, 1988, 1991) quizá sea debida a su situación orientada hacia el Sur (GARCÍA-PARÍS & MARTÍN, 1987). Una de las diferencias fundamentales de la vertiente segoviana con la madrileña de la Sierra de Guadarrama, es la ausencia de *Triturus alpestris*, introducido y abundante en esta zona (BARBADILLO *et al.*, 1999). La ausencia de lagunas y charcas en la alta montaña segoviana, lo que la diferencia de la vertiente madrileña (SANZ, 1999; GRANADOS & TORO, 2000; BOSCH *et al.*, 2001), es si duda un factor clave en estas diferencias en la presencia de anfibios.

Asociadas a las zonas bajas del área de estudio encontramos especies que parecen requerir condiciones ambientales más térmicas y son capaces de aguantar periodos secos prolongados. Son característicos de estas zonas bajas anfibios como *P.waltl*, *P.cultripes* y grandes ofidios como *M.monspessulanus*, *E.scalaris*, o las dos lagartijas del género *Psammodromus*. Con el descenso en altitud se produce un empobrecimiento de especies más acentuado para los anfibios que para los reptiles, posiblemente debido a un mayor porcentaje en nuestra zona de estudio de reptiles de carácter mediterráneo frente a eurosiberianos (Figura 7), y quizá también a la menor presencia en el piedemonte segoviano, respecto otras zonas del Sistema Central, de medios acuáticos para la reproducción de los anfibios; hecho que pode-

mos atribuir tanto al tipo de uso que el hombre hace del territorio como al sustrato calcáreo de buena parte de las zonas bajas de Segovia (TEJERO, 1988).

La mayor parte de los reptiles citados han sido localizados en Segovia a cotas máximas inferiores a las registradas en Gredos (LIZANA *et al.*, 1988, 1991), lo cual puede deberse a una conjunción de factores: menor muestreo de las zonas más altas respecto a Gredos; que las zonas de alta montaña tienen proporcionalmente menos superficie en las sierras segovianas que en la vertiente sur (provincia de Madrid, no incluida en este trabajo); y al carácter más continental de las Sierras Segovianas. Los reptiles que alcanzan las cotas más elevadas presentan rangos altitudinales muy reducidos y su presencia es escasa, o inexistente, en las zonas medias y bajas del área de estudio; es el caso de: *L. monticola*, *L.schreiberi*, *P.muralis* o *C.austriaca*. Ningún ofidio alcanza en el área de estudio los 2000 m; sólo se aproximan a esta cota *C.austriaca* y *Vlatasti*, a 1800 y 1710 m (Figura 4); si bien probablemente se deba a defecto de muestreo pues en otras sierras del Sistema Central estos ofidios, al igual que la culebra de collar (*N.natrix*), superan esta cota altitudinal (LIZANA *et al.*, 1988, 1991; GARCÍA-PARÍS *et al.*, 1989 a,b).

De acuerdo a SAINT-GIRONS (1982), y analizando el grupo de los reptiles mediterráneos, la altitud máxima alcanzada por las especies es mejor discriminante que la altitud media para agrupar a las especies en un análisis biogeográfico. Este modelo también puede aplicarse al presente estudio. PLEGUEZUELOS & VILLAFRANCA (1997) analizan la distribución altitudinal de los herpetos en Iberia, encontrando que la gran mayoría de especies de anfibios son eurihipsas, con poca renovación y por tanto "especialización" en altitud, señalando como "montañas" exclusivas sólo a tres especies no presentes en el Sistema Central (*Chioglossa lusitanica*, *Euproctus asper* y *Rana pyrenaica*). Esta categorización sería discutible pues al menos las dos primeras son especies que se encuentran también abundantemente

en zonas bajas. Otras especies que se encuentran en zonas de montaña, se hallan sin embargo también al nivel del mar en el norte y oeste peninsular (*T. alpestris*, *S. salamandra*). PLEGUEZUELOS & VILLAFRANCA (1997) encuentran una correlación negativa entre la riqueza de anfibios con la altitud, como es propio de las comunidades herpetológicas de zonas templadas o tropicales (DUELLMAN & TRUEB, 1994; CORTESOGNO & BALLETO, 1989, MARTÍNEZ-RICA & RECODER, 1990).

La disminución del número de especies con la altitud encontrada, tanto para anfibios como para reptiles, se ajusta al modelo en joroba o campana definido por RAHBEK (1995) para otras comunidades de seres vivos (plantas, invertebrados y vertebrados) y en particular encontrado en reptiles o aves de ambientes mediterráneos (PEGUEZUELOS, 1986, 1992; PLEGUEZUELOS & VILLAFRANCA, 1997). En este modelo (Figura 7), la riqueza en especies aumenta desde las zonas de menor cota a las de altitudes medias para disminuir, más bruscamente en el caso de los anfibios y de modo más paulatino en los reptiles (Figura 7). Nuestros datos para los reptiles no coinciden con los de PLEGUEZUELOS & VILLAFRANCA (1997) que encuentran en los reptiles Ibéricos un patrón de disminución de especies con la altitud ajustado a una curva sigmoidal, en el que en las zonas más bajas se halla la mayor riqueza de especies, que disminuye suavemente con la altitud. Un análisis más detallado por macizos montañosos muestra que existen diferencias entre ellos (Sistema Central, Sierras Béticas y Pirineos), como sucede también en otros sistemas montañosos europeos dependiendo de su latitud (PEGUEZUELOS & VILLAFRANCA, 1997). Nuestros datos para Segovia, como era de esperar, coinciden con los análisis de estos autores para el conjunto del Sistema Central.

Respecto a las causas ambientales que condicionan la distribución altitudinal de las especies, en las montañas mediterráneas existe una fuerte correlación entre altitud y otras variables climáticas (RIVAS-MARTÍNEZ *et al.*,

1987b) haciendo difícil concluir cual de ellas tiene mayor incidencia. La explicación más empleada para la correlación negativa entre la riqueza de especies y la altitud se basa en la disminución de la temperatura (aproximadamente 1 °C menos de temperatura media por cada 200 metros de altitud), lo que supondría una disminución de la energía que entra en el ecosistema. La precipitación aumenta con la altitud, pero no sigue exactamente el patrón de la temperatura, ya que a partir de una determinada altitud en lugar de aumentar. En un estudio anterior (DEL ARCO, 1996) y mediante un análisis de la varianza, encontramos que en las Sierras de Segovia la precipitación media anual y la temperatura media anual eran las variables ambientales que explicaban mejor la distribución altitudinal de un mayor número de herpetos, como también encontró PÉREZ-MELLADO (1983) en las sierras de Salamanca. PLEGUEZUELOS (1992) y FAHD (1993), citado por PLEGUEZUELOS & VILLAFRANCA (1997), destacan sin embargo la importancia de la precipitación al ser el factor que covaría más estrechamente con la altitud en la distribución de reptiles y aves en la región Mediterránea. GRANT & DUNHAN (1990) mostraron por ejemplo la estrecha covariación entre la altitud y las variables ambientales con las características biológicas de poblaciones de un lagarto del desierto.

Temperatura y pluviosidad covarían inversamente en una buena parte del rango altitudinal de las montañas, pero existen otras variables (COLWELL & HURTT, 1994) como la disminución de la heterogeneidad espacial y la cobertura vegetal con la altitud, la menor disponibilidad de medios de reproducción adecuados para los anfibios, la menor disponibilidad de presas (LIZANA *et al.*, 1990) e incluso los problemas de termorregulación que conllevan las condiciones climáticas más rigurosas de la alta montaña para las especies de reptiles, especialmente los grandes ofidios (LIVET & BONS, 1981; LIZANA *et al.*, 1988). Últimamente se ha señalado al mayor nivel de radiación ultravioleta en las montañas como un posible factor condicionante para la

presencia de algunos anfibios muy sensibles a la misma, como algunos tritones (LIZANA & PEDRAZA, 1998; MARCO *et al.*, 2001).

Como señalan PLEGUEZUELOS & VILLAFRANCA (1997) la altitud no es un factor ecológico que explique por sí mismo la distribución de los seres vivos, ya que a la misma altitud pueden, en función de la latitud, orientación geográfica, continentalidad, tener valores muy diferentes las variables abióticas y bióticas (temperatura, pluviosidad, humedad, cobertura vegetal, etc.). El estudio de la variable altitud en la composición de las comunidades herpetológicas puede tener un interés en la gestión ambiental para la conservación de las mismas, ya que permitiría centrar los esfuerzos de protección o la gestión del hábitat (creación o recuperación de medios acuáticos, matorral, etc.) en las zonas de mayor diversidad y/o abundancia de especies. Anfibios y reptiles siguen patrones similares, pero no idénticos, en su distribución altitudinal y riqueza de especies. Puede deberse a la heterogeneidad ambiental, a la duración de los periodos de actividad en la alta montaña. En los anfibios un factor fundamental puede ser la disponibilidad de los medios acuáticos, que en las montañas suelen ser más abundantes en las zonas basales, pero también en los valles y lagunas glaciares, cuando están disponibles, lo que no es el caso de las Sierras segovianas. Estas serán declaradas próximamente Parque Nacional, con lo que la gestión será compartida entre el estado y las autonomías castellano-leonesas y madrileña.

#### *Agradecimientos*

Este estudio ha sido financiado parcialmente por el proyecto CICYT-FEDER IFD97-1468. Nuestro agradecimiento a todos los que ayudaron en diversas fases de este trabajo (Javier López González, Javier Gutiérrez y Roberto Martín Sánchez, entre otros). Gracias también a Juan Carlos Guix y Juan Manuel Pleguezuelos por los valiosos comentarios al manuscrito original.

#### REFERENCIAS

- ANTÚNEZ, A. & MENDOZA, M. (1992): Factores que determinan el área de distribución geográfica de las especies: conceptos, modelos y métodos de análisis. En *Objetivos y métodos biogeográficos. Aplicaciones en Herpetología*; Vargas, Real y Antúnez (Eds.), *Monogr. Herpetol. AHE*, 2: 51-72.
- BARBADILLO, L. J.; LACOMBA, J. I.; PÉREZ-MELLADO, V.; SANCHE, V. & LÓPEZ JURADO, L. F. (1999): *Anfibios y reptiles de la Península Ibérica, Islas Baleares y Canarias*. Ed. Geoplaneta, Barcelona.
- BOSCH, J. MARTÍNEZ-SOLANO, I. & GARCÍA-PARÍS, M. (2001): Evidence of a Chytrid fungus infection involved in the near disappearance of the common midwife toad in protected areas of Central Spain. *Biol. Conserv.*, 97: 331-337.
- BUENO, R. (1996): Contribución al conocimiento de la herpetofauna de la Sierra de Béjar (Sistema Central). *Bol. Asoc. Herp. Esp.*, 7: 12.
- COLWELL, R. K. & HURTT, C. G. (1994): Non biological gradients in species richness and a spurious Rapoport effect. *Am. Nat.*, 144: 570-595.
- CORTESOGNO, L. & BALLETO, E. (1989): Lineamenti dell'ecologia dei rettili e degli anfibii dell'Alpe di Rezzo (Imperia) e considerazione sulla erpetofauna delle faggete italiane. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Gen.*, 53: 123-140.
- DEL ARCO, C. (1996): Análisis multivariante de la distribución de la herpetofauna en el Sistema Central Segoviano. Tesis de Grado. Universidad de Salamanca.
- DUELLMAN, W. E. & TRUEB, L. (1994): *Biology of Amphibians*. Baltimore. John Hopkins University Press.
- GARCÍA-PARÍS, M. & MARTÍN, C. (1987): Amphibians of Sierra de Guadarrama. *Proc. 4th O.G.M. of the S.E.H.* J. J. VAN GELDER, H. STRIJBOSCH, P & J. M. BERGERS (eds.): 135-138.
- GARCÍA-PARÍS, M.; MARTÍN, C.; DORDA, J. & ESTEBAN, M. (1989a): Atlas provisional de

- los anfibios y reptiles de Madrid. *Rev. Esp. Herp.*, 3 (2): 237-257.
- GARCÍA-PARÍS, M.; MARTÍN, C.; DORDA, J. & ESTEBAN, M. (1989b): *Los anfibios y reptiles de Madrid*. Agencia de Medio Ambiente, Madrid. 243 págs.
- GARCÍA-PARÍS, M.; HERRERO, P.; MARTÍN, C.; DORDA, J.; ESTEBAN, M. & ARANO, B. (1993): Morphological characterization, cytogenetic analysis and geographical distribution of the Pygmy marbled newt *Triturus marmoratus pygmaeus* (Wolt., 1905) (Caudata, Salamandridae). *Bijdragen tot de Dierkunde*, 63: 3-14.
- GÓNZALEZ-BERNÁLDEZ, F. (1992): *Introducción a la Ecología del Guadarrama*, en "La Sierra de Guadarrama. Naturaleza, Paisaje y Aire de Madrid". Saenz de Miera, A. (Coord.): 95-108.
- GRANADOS, I. & TORO, M. (2000): Limnología en el Parque Natural de Peñalara: nuevas aportaciones y perspectivas de futuro. *Segunda Jornadas Científicas del Parque Natural de Peñalara y del Valle del Paular*, Consejería de Medio Ambiente, Comunidad de Madrid, Madrid, págs: 55-72.
- GRANT, B. W. & DUNHAN, A. E. (1990): Elevational covariation in environmental constraints and life histories of the desert lizard *Sceloporus merriani*. *Ecology*, 71: 1765-1778.
- LIVET, F. & BONS, J. (1981): Le peuplement herpétologique du massif du Haut Languedoc. I. Inventaire et répartition altitudinale des espèces. *La Terre et la Vie*, 35: 131-148.
- LIZANA, M. & PEDRAZA, E. M. (1998). The effects of UV-B radiation on toad mortality in mountainous areas of central Spain. *Conservation Biology*, 12(3): 703-707.
- LIZANA, M.; CIUDAD, M. J. & PÉREZ-MELLADO, V. (1988): Distribución altitudinal de la Herpetofauna en el Macizo Central de la Sierra de Gredos. *Rev. Esp. Herp.*, 3 (1): 55-67.
- LIZANA, M., PÉREZ-MELLADO, V. & CIUDAD, M. J. (1990): Analysis of the structure of an Amphibian Community in the Sistema Central of Spain. *Herpetological Journal*, 1: 435-446.
- LIZANA, M.; CIUDAD, M. J. GIL, M. J.; GUERRERO, F. PÉREZ-MELLADO, V. & MARTÍN-SÁNCHEZ, R. (1991): Nuevos datos sobre la distribución de la herpetofauna en el Macizo central de la Sierra de Gredos. *Rev. Esp. Herp.*, 6: 61-80.
- LIZANA, M. MARTÍN-SÁNCHEZ, J. MORALES, J. J. LÓPEZ-GONZÁLEZ, J. & GUTIÉRREZ, J. (1993): Nuevas poblaciones de la lagartija serrana (*Lacerta monticola cyreni*) en las sierras de Ávila. *Bol. Asoc. Esp. Herp.*, 4: 5-6.
- LIZANA, M.; DEL ARCO, C.; MORALES, J. J.; BOSCH, J.; CEJUDO, D.; LÓPEZ-GONZÁLEZ, F. J.; GUTIÉRREZ, J. & MARTÍN SÁNCHEZ, R. (1995): Atlas provisional de la herpetofauna en el Sistema Central segoviano. *Rev. Esp. Herp.*, 9: 113-132.
- MARCO, A., M. LIZANA, A. ÁLVAREZ & A. R. BLAUSTEIN. (2001): Egg-wrapping behaviour protects newt embryos from UV radiation. *Animal Behavior*. 61: 639-644
- MARTÍNEZ-RICA, J. P. (1979 a): Los Anfibios del Alto Aragón. *Pub. C. Pir. Biol. Exp.*, 10: 7-47.
- MARTÍNEZ-RICA, J. P. (1979 b): Los Reptiles del Alto Aragón. *Pub. C. Pir. Biol. Exp.*, 10: 49-102.
- MARTÍNEZ-RICA, J. P. (1983): Atlas herpetológico del Pirineo. *Munibe*, 35: 51-80.
- MARTÍNEZ-RICA, J. P. & RECODER, P. M. (1990): Biogeographic features of the Pyrenean range. *Mountain Research and Development*, 10 (3): 235-240.
- MARTÍN-VALLEJO, J.; GARCÍA-FERNÁNDEZ, J.; PÉREZ-MELLADO, V. & VICENTE-VILLARDÓN, J.L. (1995): Habitat selection and thermal ecology of the sympatric lizards *Podarcis muralis* and *Podarcis hispanica* in a mountain range of central Spain. *Herpetol. Journal*, 5 (1): 181-188.
- MEIJIDE, M.; MEIJIDE-FUENTES, F. & ARRIBAS, O. (1994): Atlas herpetológico de la provincia de Soria. *Rev. Esp. Herp.*, 8: 45-58.
- PEDRAZA, J. (1992): "La naturaleza del Guadarrama", En *La Sierra de Guadarrama. Naturaleza, Paisaje y Aire de Madrid*. Sáenz de Miera, A. (Coord.): 109-126.

- PÉREZ-MELLADO, V. (1983): La herpetofauna de Salamanca: un análisis biogeográfico y ecológico. *Salamanca, Rev. Prov. Est.*, (9-10): 9-78.
- PÉREZ-MELLADO, V. (1997): *Podarcis muralis*; En PLEGUEZUELOS, J. M. (ed.) *Distribución y biogeografía de los anfibios y reptiles en España y Portugal*; Universidad de Granada-Asociación Herpetológica Española, págs: 243-245.
- PÉREZ MELLADO, V. & GALINDO M. P. (1986): *Sistemática de Podarcis (Sauria Lacertidae) Ibéricas y Norteafricanas mediante técnicas multidimensionales*. Ser. Manuales Universitarios. Univ. Salamanca.
- PLEGUEZUELOS, J. M. (1986): Distribución altitudinal de los Reptiles en las Sierras Béticas Orientales. *Rev. Esp. Herp.*, 1: 65-83.
- PLEGUEZUELOS, J. M. (1992): *Avifauna nidificante de las Sierras Béticas Orientales y depresiones de Guadix, Baza y Granada*. Univ. de Granada, Granada, 365 pp.
- PLEGUEZUELOS, J. M. (ed.) (1997): *Distribución y biogeografía de los anfibios y reptiles en España y Portugal*; Universidad de Granada-Asociación Herpetológica Española, Granada, 542 pp.
- PLEGUEZUELOS, J. M. & VILLAFRANCA, C. (1997): Distribución altitudinal de la herpetofauna ibérica. En *Distribución y biogeografía de los anfibios y reptiles en España y Portugal*; PLEGUEZUELOS, J. M. (ed.) Universidad de Granada-Asociación Herpetológica Española, Granada, Cap. 7: 321-333.
- RAHBEK, C. (1995): The elevational gradient of richness species. A uniform pattern? *Ecography*, 18: 200-205.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S.; FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F. & SÁNCHEZ-MATA, D. (1987): El Sistema Central Español. De la Sierra de Ayllón a Serra da Estrela. En *La Vegetación de España*, PEINADO, M. & RIVAS-MARTÍNEZ, S (eds.). Univ. de Alcalá de Henares.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S.; FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F. & SÁNCHEZ-MATA, D. (1987): La Vegetación de la Sierra de Guadarrama; En *La Sierra de Guadarrama. Naturaleza, Paisaje y Aire de Madrid*. SÁENZ DE MIERA, A. (coord.): 167-196.
- SAINT-GIRONS, H. (1992): Influence des climats de type méditerranéen sur l'écophysiologie et la répartition des reptiles. *Ecol. Médit.*, 8(1/2): 245-251.
- SALVADOR, A. & GARCÍA-PARÍS, M. (2001): *Anfibios españoles*. Col. Esfagnos. Canseco Ed. Talavera de la Reina, 269 pp.
- SANZ-HERRÁIZ, C. (1999): Geomorfología glacial del Parque Natural de Peñalara. *Primeros Encuentros Científicos del Parque Natural de Peñalara y del Valle del Paular*, Consejería de Medio Ambiente, Comunidad de Madrid, Madrid, págs: 121-126.
- STEVENS, G. C. (1989): The latitudinal gradient in geographical range: how so many species coexist in the tropics. *Am. Nat.* 133: 240-256.
- STEVENS, G. C. (1992): The elevational gradient in altitudinal range. An extension of Rapoport's latitudinal rule to altitude. *Am. Nat.*, 140: 893-911.
- TEJERO DE LA CUESTA, J. M. (Coord.) (1988): *Análisis del Medio Físico. Delimitación de unidades y estructura territorial*. Segovia. Junta de Castilla y León. Valladolid, 85 págs.
- TERBORGH, J. (1977): Bird species diversity on an elevational gradient. *Ecology*, 58: 1007-1019.
- TORO, M. & GRANADOS, I. (1999): *Primeros Encuentros Científicos del Parque Natural de Peñalara y del Valle del Paular*, Consejería de Medio Ambiente, Comunidad de Madrid, Madrid, págs: 127-139.
- VARGAS, J. M. & REAL, R. (1997): Biogeografía de los anfibios y reptiles de la Península Ibérica. En *Distribución y biogeografía de los anfibios y reptiles en España y Portugal*; PLEGUEZUELOS, J. M. (ed.) Universidad de Granada-Asociación Herpetológica Española., 6: 309-320.

Recibido: 15/10/01

Aceptado: 08/05/02

## Systematic revision of the *Bolitoglossa mexicana* species group (Amphibia: Plethodontidae) with description of a new species from México

M. GARCÍA-PARÍS<sup>1</sup>, G. PARRA-OLEA<sup>2,3</sup>, A. H. BRAME JR., II<sup>4</sup>, & D. B. WAKE<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC.

José Gutiérrez Abascal, 2. 28006 Madrid. Spain.

<sup>2</sup>Museum of Vertebrate Zoology, University of California, Berkeley, CA 94720-3160, USA.

<sup>3</sup>Present address: Instituto de Biología, UNAM. AP 70-153.

México DF 04510, México.

<sup>4</sup>9545 East Guess St. Rosemead, CA 91770-2104, USA

**Resumen:** Revisión sistemática del grupo de especies de *Bolitoglossa mexicana* (Amphibia: Plethodontidae) con la descripción de una especie nueva de México. - En este trabajo se revisa la taxonomía y sistemática de las salamandras del grupo de *Bolitoglossa mexicana*. La revisión se basa en el análisis filogenético de secuencias de ADN mitocondrial, morfología, y en el examen de series típicas de la mayor parte de las especies. El grupo de *Bolitoglossa mexicana* es un conjunto monofilético de salamandras de gran tamaño, con cola larga, extremidades grandes, casi completamente palmeadas y que generalmente presentan coloraciones llamativas, con manchas o bandas amarillas, anaranjadas o rojas sobre fondo oscuro. Las especies de este grupo se distribuyen en zonas tropicales de baja altitud, desde San Luis Potosí en el noreste de México, hasta Panamá. En el grupo se incluyen *Bolitoglossa flaviventris*, *Bolitoglossa jacksoni*, *Bolitoglossa lignicolor*, *Bolitoglossa mexicana*, *Bolitoglossa mulleri*, *Bolitoglossa odonnelli*, *Bolitoglossa platydactyla*, *Bolitoglossa salvinii*, *Bolitoglossa striatula*, y *Bolitoglossa yucatanana*, a las que hay que añadir *Bolitoglossa mombachoensis*, descrita recientemente, y una especie nueva, *Bolitoglossa alberchi*, que se describe en este trabajo. El nombre *B. mexicana* debe aplicarse en un sentido más restrictivo, ya que algunas poblaciones incluidas con anterioridad en este taxon no forman parte del mismo; mientras que el nombre *B. odonnelli* se aplica en sentido amplio, al incluir bajo esa denominación poblaciones morfológicamente indistinguibles de *B. mexicana*. El análisis filogenético pone de manifiesto la existencia de un problema biológico complicado, ya que los grupos monofiléticos correspondientes a *B. mexicana* y a *B. odonnelli* respectivamente, no constituyen un grupo hermano a pesar de ser morfológicamente indistinguibles entre sí. Este problema no puede resolverse con el análisis exclusivo de marcadores mitocondriales.

**Palabras clave:** Sistemática, Filogenia, ADN Mitocondrial, Caudata, Plethodontidae, *Bolitoglossa*, grupo *B. mexicana*, Región Neotropical.

**Abstract:** We revise the systematics and taxonomy of the *Bolitoglossa mexicana* species group, based on analysis of mitochondrial DNA sequences, morphology, and study of typical specimens. The group is a monophyletic assemblage of large-bodied, long-tailed species with large, nearly fully-webbed hands and feet, usually having striking color patterns of tan to bright yellow, orange, or reddish spots, bands and stripes on a dark black background. The species of the group occur mainly in the lowlands, from San Luis Potosí in northeastern México to Panamá. To the taxa previously included in the group, *Bolitoglossa flaviventris*, *Bolitoglossa jacksoni*, *Bolitoglossa lignicolor*, *Bolitoglossa mexicana*, *Bolitoglossa mulleri*, *Bolitoglossa odonnelli*, *Bolitoglossa platydactyla*, *Bolitoglossa salvinii*, *Bolitoglossa striatula*, and *Bolitoglossa yucatanana*, we add the recently described *Bolitoglossa mombachoensis*, and a new species described herein, *Bolitoglossa alberchi*. The name *B. mexicana* is applied in a more restrictive sense than formerly, while the name *B. odonnelli* is now used broadly to designate specimens previously assigned to *B. mexicana* on morphological criteria. Well-defined, non-sister, mitochondrial clades corresponding to the morphologically indistinguishable *B. mexicana* and *B. odonnelli* clades pose a complicated biological problem which cannot be solved with the exclusive use of mitochondrial markers.

**Key words:** Systematics, Phylogeny, Mitochondrial DNA, Caudata, Plethodontidae, *Bolitoglossa*, *B. mexicana* group, Neotropics.

## INTRODUCTION

*Bolitoglossa* is the largest and most widely distributed genus in the Order Caudata and includes about 20% of the recognized salamander species. The genus is currently subdivided in two large informal "alpha" and "beta" sections (WAKE & LYNCH, 1976), each containing a number of species groups (WAKE & ELIAS, 1983). Although discerning phylogenetic structure within the genus has proven to be difficult, because of the extensive homoplasy that characterizes tropical salamanders (WAKE, 1991; WAKE & ELIAS, 1983), a recent study of sequences of two mitochondrial DNA (mtDNA) genes (GARCÍA-PARÍS *et al.*, 2000), provided support for the recognition of a well-defined monophyletic clade corresponding closely to the *Bolitoglossa mexicana* group (*sensu* TAYLOR, 1952; BRAME AND WAKE, 1963; WAKE AND ELIAS, 1983; GARCÍA-PARÍS *et al.*, 2000).

The *Bolitoglossa mexicana* group is an assemblage of large-bodied, long-tailed species with large, nearly fully-webbed hands and feet, often having striking color patterns of tan to bright yellow, orange, or reddish spots, bands and stripes on a dark background color. The species of the group occur mainly in the lowlands from San Luis Potosí in northeastern México to Panamá, except in Chiapas, México where they reach relatively high elevations (approximately 1500 m). They are not commonly encountered (although they were abundant at one time; TAYLOR & SMITH, 1945), and their populations occur usually in low densities; accordingly samples for either detailed morphological or allozyme studies are difficult to obtain. Taxa included in the group are: *Bolitoglossa flaviventris* (Schmidt, 1936), *Bolitoglossa jacksoni* Elias, 1984, *Bolitoglossa lignicolor* (Peters, 1873), *Bolitoglossa mexicana* Duméril, Bibron and Duméril 1854, *Bolitoglossa mulleri* (Brocchi, 1883), *Bolitoglossa odonnelli* (Stuart, 1943), *Bolitoglossa platyactyla* (Gray, 1831), *Bolitoglossa salvi-*

*nii* (Gray 1868), *Bolitoglossa striatula* (Noble, 1918) and *Bolitoglossa yucatanica* (Peters, 1882) (WAKE & ELIAS, 1983; FROST, 1985; GARCÍA-PARÍS *et al.*, 2000), plus the recently described Nicaraguan species *Bolitoglossa mombachoensis* Köhler & McCranie 1999.

Previous phylogenetic studies based on mtDNA sequences (GARCÍA-PARÍS *et al.*, 2000) challenged the monophyly and taxonomic status of the species *B. mexicana* and *B. odonnelli* and proposed that: 1) *B. mexicana* is a non-monophyletic assemblage composed of two or three species, and 2) the morphological distinctiveness of *B. odonnelli* with respect to *B. mexicana* is not correlated with its genetic divergence. Mitochondrial DNA sequences of the *Bolitoglossa mexicana* species complex are phylogenetically placed in three monophyletic clades, some of them more closely related to other species of the group than to each other. Although the overall monophyly of *B. mexicana* plus *B. odonnelli* was not rejected using signed-rank tests (TEMPLETON, 1983), *B. mexicana* remains paraphyletic since *B. odonnelli* is deeply nested within it. These problems added even more confusion to the already complicated taxonomic status of the taxon (SMITH, 1945; MITTLEMAN & SMITH, 1948; THIREAU, 1986).

In this paper we revise the taxonomy and nomenclature of the *B. mexicana* group, including the description of a new species from México. An examination of most of the type material available for the group forces us to introduce some additional nomenclatural changes. We re-analyze the mtDNA data of GARCÍA-PARÍS *et al.* (2000) with the addition of new sequences of the cytochrome b (cyt b) and 16S mtDNA genes for *B. mombachoensis*.

## MATERIALS AND METHODS

Phylogenetic analyses of relationships within the *B. mexicana* group and support for its monophyly on molecular grounds have been

presented previously (GARCÍA-PARÍS *et al.*, 2000). Tail tips from two individuals of *B. mombachoensis* and one additional individual of *B. platydactyla* were used to obtain genomic DNA following a protocol modified from MILLER *et al.* (1988). Fragments of 647 base pairs, corresponding to codons 7 (part)-223 (part) of the *Xenopus* cyt b gene (ROE *et al.*, 1985), and of approximately 520 bp of the 16S rDNA corresponding to positions 2510-3059 in the human mitochondrial genome (ANDERSON *et al.*, 1981), were amplified via the polymerase chain reaction (SAIKI *et al.*, 1988) using the primers MVZ 15 and MVZ 18 (MORITZ *et al.*, 1992) for cyt b, and 16Sar and 16Sbr (PALUMBI *et al.*, 1991) for 16S. PCR reactions, DNA sequencing, and sequence alignment were performed as described earlier (GARCÍA-PARÍS *et al.*, 2000).

Phylogenetic inference was based on parsimony (MP) analyses (SWOFFORD, 1997) in combination with various weighting schemes, and on maximum likelihood (ML) analyses (FELSENSTEIN, 1981). Each base position was treated as an unordered character with four alternative states. Positions with gaps were excluded from the analyses or, alternatively, gaps were treated as missing data. Trees were rooted by outgroup comparisons with sequences of *Bolitoglossa adspersa*. Maximum parsimony phylogenies were estimated using the branch and bound algorithm. We searched for the most parsimonious trees with the program PAUP 4.0b5 (D. Swofford, Smithsonian Institution) by using two weighting schemes: assuming equal weights for every codon position, and using a differential transition/transversion weighting scheme ( $ts/tv = 1/3$ ) and differential weighting of codon positions (3:9:1 for 1st, 2nd and 3rd respectively). We report decay indices (decay) and bootstrap (bs) values in excess of 50% (1000 replicates). Maximum likelihood analyses were performed on the combined (cyt b and 16S) data set. GenBank accession numbers for the sequences of *B. mombachoensis* and *B. platydactyla* as well as

previous accession numbers for sequences of this Clade are reported in Table 1. A list of specimens used for the mtDNA study and their complete locality data are shown in Appendix 1.

External morphology and coloration were examined in members of the three mitochondrial clades involving samples of the *B. mexicana* complex (GARCÍA-PARÍS *et al.*, 2000). These specimens represent most of the geographic range of the complex from the Atlantic coast of México (Veracruz) to central Honduras. We chose 15 adult specimens from near Palenque (Chiapas, México), part of the type series of *B. moreleti* (Smith, 1945), to represent "Clade 1" of GARCÍA-PARÍS *et al.* (2000), 22 specimens from Playa Escondida near Catemaco (Veracruz, México) to represent "Clade 2", and a series of 12 specimens from Finca El Volcán (Alta Verapaz, Guatemala), the type locality of *B. odonnelli*, to represent "Clade 3" for the morphometric analysis (Appendix 2). We measured 12 highly repeatable dimensions which reflect size and proportional shape of the salamanders (snout-vent length, tail length, snout to gular fold length, head width, axilla-groin length, forelimb length, hind limb length, shoulder width, foot width, head depth, interorbital width and internarial width). Measurements were taken to the nearest 0.01, using vernier calipers. Statistical analyses were run with the program Statistica v. 4.1. We used stepwise discriminant function analyses to ascertain the power of morphological characters to define groups. All measurements were log transformed to meet the assumptions of multivariate normality.

## RESULTS

### Mitochondrial DNA

We re-analyzed previously published sequences of cyt b and 16S mtDNA genes of samples from the *B. mexicana* group, with the addition of sequences of *B. mombachoensis*

**Table 1:** Samples used for the DNA analyses, locality, voucher specimen number (or field collector number, where voucher not yet available), and GenBank accession numbers. Cytb accession numbers were inadvertently omitted from Table 1 of García-París *et al.* (2000).

**Tabla 1:** Muestras usadas en los análisis de ADN, localidades, número de catálogo del ejemplar (o número de campo, cuando no se posee número de catálogo), y número de entrada de las secuencias en el GenBank ("accession numbers"). Los números de entrada para las secuencias del citocromo-b se omitieron de forma inadvertida de la Tabla 1 de García-París *et al.* (2000).

Sample n.º	Species	Previous designation	Locality and population n.º	Museum # no.	Cyt b	16S
1	<i>B. mexicana</i>	<i>B. mexicana</i>	Belize: Toledo (1)	MVZ 191635	AF212099	AF177588
2	<i>B. mexicana</i>	<i>B. mexicana</i>	Belize: Toledo (1)	MVZ 191631	—	AF177589
3	<i>B. mexicana</i>	<i>B. mexicana</i>	Belize: Toledo (1)	MVZ 191632	—	AF218467
4	<i>B. mexicana</i>	<i>B. mexicana</i>	Honduras: Atlántida (2)	USNM 343451	AF212975	AF218468
5	<i>B. mexicana</i>	<i>B. mexicana</i>	Honduras: El Paraíso (3)	UTA (ENS 8675)	—	AF218469
6	<i>B. mexicana</i>	<i>B. mexicana</i>	México: Chiapas (4)	(photo voucher)	AF212976	AF218470
7	<i>B. odonnelli</i>	<i>B. mexicana</i>	Honduras: Cortés (5)	MVZ 163794	—	AF218471
8	<i>B. odonnelli</i>	<i>B. mexicana</i>	Honduras: Cortés (5)	MVZ 163795	—	AF218472
9	<i>B. odonnelli</i>	<i>B. mexicana</i>	Honduras: Cortés (5)	MVZ 163793	—	AF218473
10	<i>B. odonnelli</i>	<i>B. mexicana</i>	Guatemala: Izabal (6)	UTA (MEA 446)	—	AF218474
11	<i>B. odonnelli</i>	<i>B. mexicana</i>	Guatemala: Izabal (6)	UTA (ENS7862)	—	AF218475
12	<i>B. odonnelli</i>	<i>B. mexicana</i>	Honduras: Olanchito (7)	MVZ 229068	AF212977	AF218476
13	<i>B. odonnelli</i>	<i>B. mexicana</i>	Honduras: Copán (8)	MVZ 163797	—	AF218477
14	<i>B. alberchi</i>	<i>B. mexicana</i>	México: Veracruz (9)	MVZ 163959	AF212978	AF218478
15	<i>B. alberchi</i>	<i>B. mexicana</i>	México: Veracruz (9)	MVZ 172667	—	AF218479
16	<i>B. alberchi</i>	<i>B. mexicana</i>	México: Chiapas (10)	MVZ 194293	AF212979	AF218480
17	<i>B. alberchi</i>	<i>B. mexicana</i>	México: Chiapas (11)	MVZ 138658	—	AF218481
18	<i>B. odonnelli</i>	<i>B. mexicana</i>	Guatemala: Alta Verapaz (12)	MVZ 161046	—	AF218482
19	<i>B. odonnelli</i>	<i>B. odonnelli</i>	Guatemala: Alta Verapaz (12)	MVZ 161039	—	AF218483
20	<i>B. ligicolor</i>	—	Costa Rica: Puntarenas	MVZ (S11132)	—	AF218484
21	<i>B. yucatanana</i>	—	México: Quintana Roo	MVZ 197507	AF212980	AF218485
22	<i>B. yucatanana</i>	—	México: Quintana Roo	MVZ 197508	—	AF218486
23	<i>B. platydactyla</i>	—	México: Veracruz	MVZ (GP108)	—	AF218487
24	<i>B. platydactyla</i>	—	México: Veracruz	MNCN (GP587)	AY133484	AY133487
25	<i>B. striatula</i>	—	Costa Rica: Cartago	MVZ 181280	AF212982	AF218488
26	<i>B. mombachoensis</i>	—	Nicaragua: Granada	SMF 78718	AY133485	AY133488
27	<i>B. mombachoensis</i>	—	Nicaragua: Granada	SMF 78725	AY133486	AY133489
28	<i>B. flaviventris</i>	—	Nicaragua: Granada	MVZ 194288	AF212983	AF218489
29	<i>B. flaviventris</i>	—	México: Chiapas	MVZ 194287	—	AF218490
30	<i>B. flaviventris</i>	—	México: Chiapas	MVZ 163963	—	AF218491
31	<i>B. adpersa</i>	—	Colombia: Cundinamarca	MVZ 158485	AF212984	AF218492

and *B. platydactyla* (Table 1). The polytypic *Bolitoglossa mexicana* complex is represented by 19 samples in the analyses. The specimen from Veracruz, México, corresponding to sample 14, was sequenced again for both genes in order to replace the incomplete sequences used in a previous study (GARCÍA-PARÍS *et al.*, 2000). Sequence divergence among taxa is shown in Tables 2 and 3.

Parsimony analysis of the 16S data set produced 60 equally parsimonious trees. We treated gaps as missing data and used the branch and bound algorithm and equal weights for all positions ( $L = 137$  steps; 51 characters were parsimony informative;  $CI = 0.679$ ;  $RI = 0.728$ ) (Fig. 1). Samples formerly included in the taxon *B. mexicana* are represented in three clades (samples 1 to 17). A subset of samples from Honduras, Belize, and southern Chiapas (samples 1 to 6) form a clade ("Clade 1") (bs 73%, decay 2). Samples from east-central Veracruz and from western Chiapas form another clade ("Clade 2") (bs 68%, decay 1). Samples from Honduras and Guatemala (samples 7 to 13), including typical *B. odonelli* (samples 18 and 19), form a third clade ("Clade 3") (bs 95%, decay 4). Relationships among these clades are not resolved (Fig. 1), but they collectively do not form a monophyletic group. Analysis of the *cyt b* data set produced two equally parsimonious trees using the branch and bound algorithm and equal weights for all positions (not shown) in which samples formerly included in *B. mexicana*, are again arranged in three clades.

The combined analysis of the *cyt b* and 16S data sets produced two equally parsimonious trees using the branch and bound algorithm and equal weights for all positions and treating gaps as missing data ( $L = 533$  steps; 174 characters were parsimony informative;  $CI = 0.675$ ;  $RI = 0.591$ ) (Fig. 2). The two trees differ in the position of *B. flaviventris* relative to *B. platydactyla*. The topology of the tree is identical to the topology generated using the *cyt b* equally weighted data set. Samples for-

merly included in *B. mexicana* are represented in the same three clades discussed above. A subset of samples from Honduras, Belize, and southern Chiapas form a clade ("Clade 1") (bs 92%, decay 4), with *B. striatula* plus *B. mombachoensis*, forming a basal clade sister to "Clade 1" (bs 84%, decay 3). Samples from east-central Veracruz and western Chiapas form a clade ("Clade 2") (bs 100%, decay 15). The sample from Honduras is basal ("Clade 3") to these two subclades within the large, main clade (bs 94%, decay 7). Relationships among these clades are resolved although the support for a sister taxon relationship between Clade 2 and the remainder of the terminal clade is low (bs 69%, decay 4) (Fig. 2). Analysis of the combined data set using ML resulted in a tree ( $-\ln L = 4016.957$ ) with a topology identical to the MP tree except in that *B. platydactyla* and *B. flaviventris* form a monophyletic group.

All analyses of the *cyt b* and 16S data sets, independent and combined, support the inclusion of *B. mombachoensis* within the *B. mexicana* species group. In all analyses it is the sister taxon of *B. striatula* (bs 88 to 100%), with which it shares a similar general morphology (KÖHLER & MCCRANIE, 1999). Genetic divergence between *B. mombachoensis* and *B. striatula* is low ( $K2p$  2.9% for *cyt b*, and 0.6% for 16S; KIMURA, 1980), ranging within the level of intraspecific variation generally found within species of this clade (Tables 2 and 3).

What has been called *B. mexicana* (samples 1 to 17) is consistently paraphyletic in the mtDNA analyses. All analyses recognize three well supported clades that include *B. mexicana* samples (Figs. 1 and 2): Clade 1 includes samples from eastern Chiapas, Honduras, and Belize (samples 1 to 6); Clade 2 includes all samples from east-central Veracruz and western Chiapas (samples 14 to 17); and Clade 3 includes samples from eastern Guatemala and Honduras (7 to 13), among which typical *B. odonelli* is nested (samples 18 and 19). Ex-

**Table 2:** Matrix of corrected K2P distances for cyt b (above diagonal) and 16S (below diagonal) between samples of the *Bolitoglossa mexicana* species-complex.

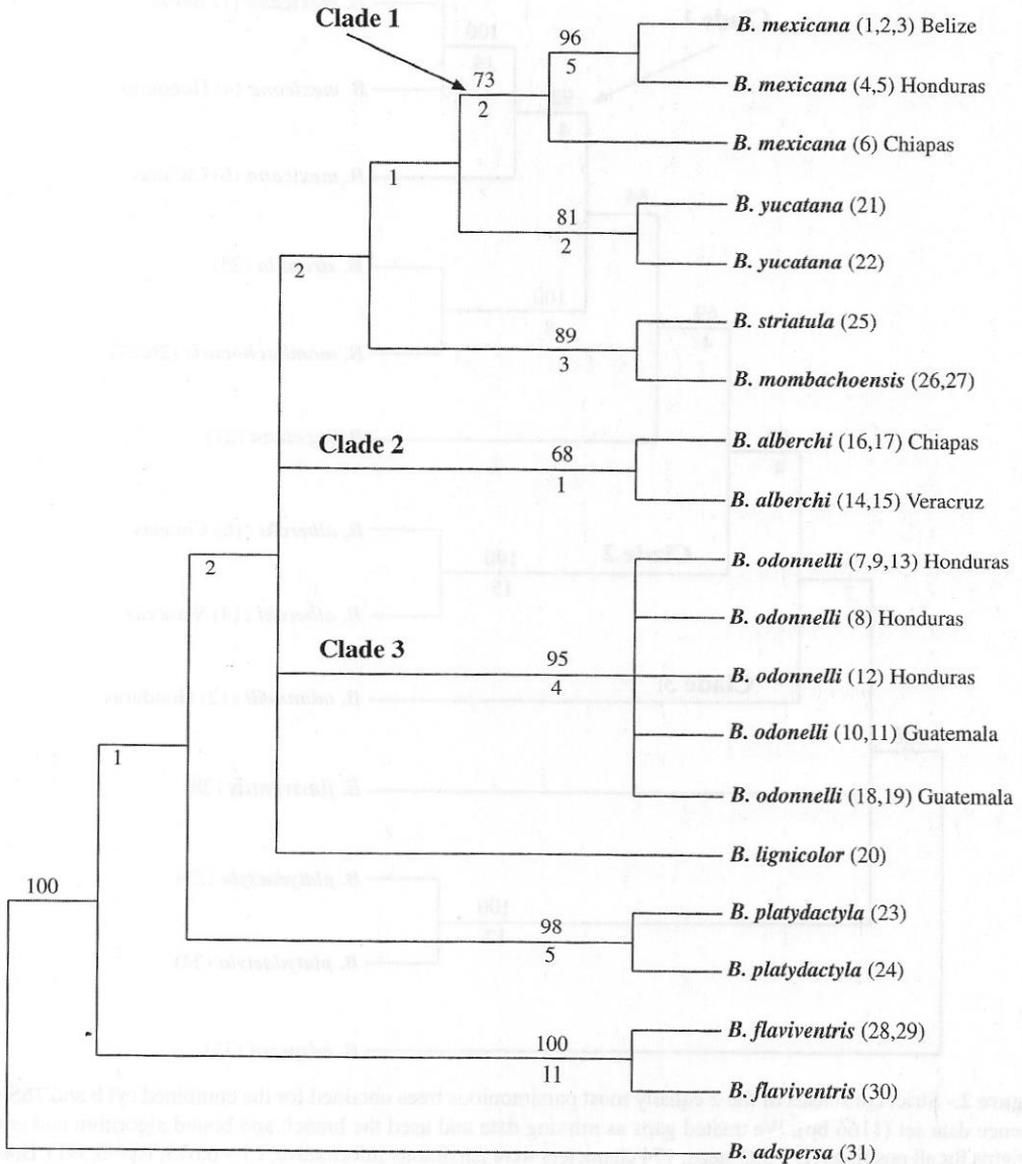
**Tabla 2:** Matriz de distancias corregidas ("K2P") entre secuencias de citocromo b (encima de la diagonal) y de 16S (por debajo de la diagonal) de muestras correspondientes a ejemplares del complejo de *Bolitoglossa mexicana*.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 <i>B. mexicana</i>	—	0,0094	0,0553	0,1055	0,0999	—	—	0,1126	—	—
2 <i>B. mexicana</i>	—	—	0,0515	0,1135	0,1039	—	—	0,1167	—	—
3 <i>B. mexicana</i>	—	0,0179	—	0,1180	0,1094	—	—	0,1175	—	—
4 <i>B. alberchi</i>	—	0,0261	0,0240	—	0,0286	—	—	0,1105	—	—
5 <i>B. alberchi</i>	—	0,0220	0,0240	0,0039	—	—	—	0,1171	—	—
6 <i>B. odonnelli</i>	—	0,0386	0,0365	0,0200	0,0200	—	—	—	—	—
7 <i>B. odonnelli</i>	—	0,0365	0,0345	0,0220	0,0220	0,0019	—	—	—	—
8 <i>B. odonnelli</i>	—	0,0365	0,0343	0,0179	0,0179	0,0039	0,0059	—	—	—
9 <i>B. odonnelli</i>	—	0,0407	0,0387	0,0179	0,0179	0,0019	0,0039	0,0059	—	—
10 <i>B. odonnelli</i>	—	0,0407	0,0387	0,0220	0,0220	0,0019	0,0039	0,0059	0,0039	—

**Table 3:** Corrected sequence divergence (K2P distances) for cyt b (above diagonal) and 16S (below diagonal) between species of the *Bolitoglossa mexicana* species-group.

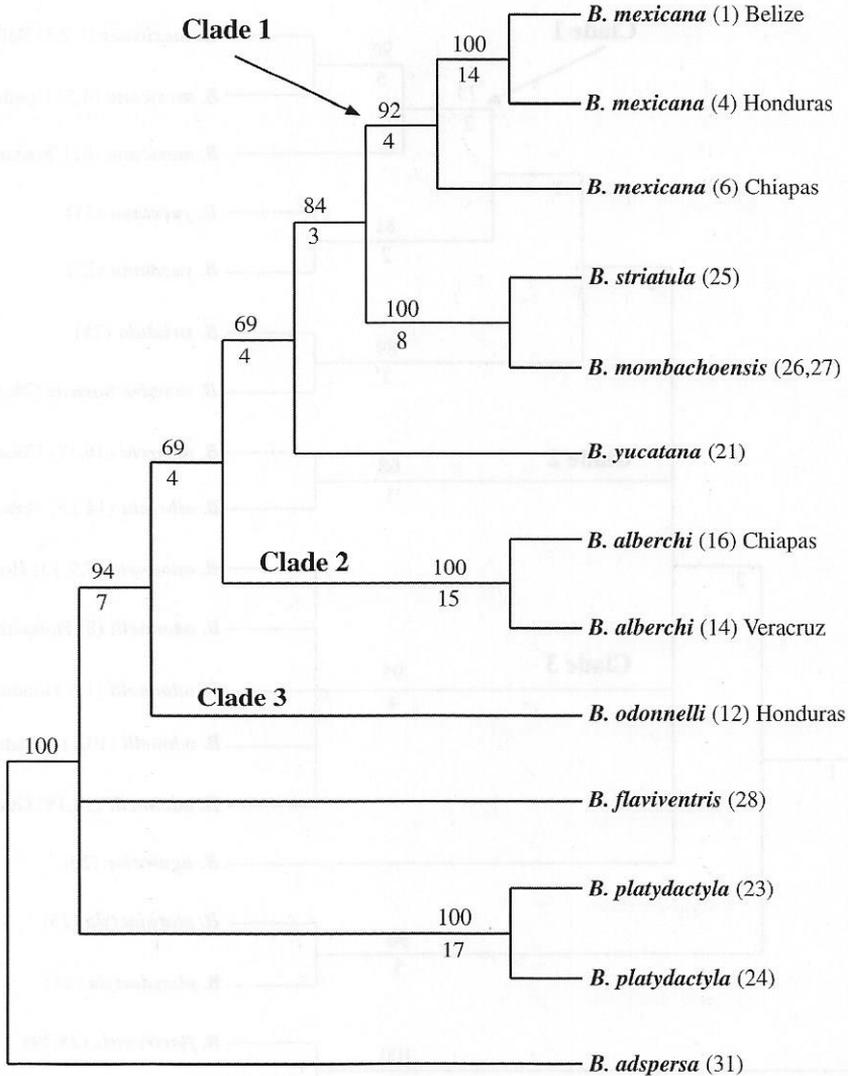
**Tabla 3:** Divergencia corregida entre secuencias ("K2P") del citocromo b (encima de la diagonal) y del 16S (por debajo de la diagonal) de muestras de especies del grupo de *Bolitoglossa mexicana*.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 <i>B. mexicana</i>	—	0,1039	0,1167	—	0,0957	0,1339	0,1336	0,1007	0,0743	0,1577
2 <i>B. alberchi</i>	—	—	0,1171	—	0,1229	0,1344	0,1262	0,1417	0,1126	0,1506
3 <i>B. odonnelli</i>	—	0,0179	—	—	0,1136	0,1463	0,1350	0,1216	0,1212	0,1506
4 <i>B. lignicolor</i>	—	0,0280	0,0300	—	—	—	—	—	—	—
5 <i>B. yucatanana</i>	—	0,0386	0,0365	0,0384	—	0,1392	0,1312	0,1122	0,1027	0,1480
6 <i>B. platydactyla</i>	—	0,0553	0,0403	0,0382	0,0363	—	0,0299	0,1904	0,1568	0,1296
7 <i>B. platydactyla</i>	—	0,0552	0,0446	0,0423	0,0404	0,0098	—	0,1712	0,1449	0,1288
8 <i>B. sriatula</i>	—	0,0302	0,0281	0,0343	0,0282	0,0468	0,0510	—	0,0293	0,1716
9 <i>B. mombachoensis</i>	—	0,0323	0,0343	0,0280	0,0302	0,0446	0,0489	0,0059	—	0,1717
10 <i>B. flaviventris</i>	—	0,0667	0,0512	0,0618	0,0492	0,0531	0,0533	0,0579	0,0622	—



**Figure 1.-** Strict consensus of the 60 equally most parsimonious trees found for sequences of the 16S ribosomal mtDNA. We treated gaps as missing data and used the branch and bound algorithm and equal weights for all positions ( $L = 137$  steps; 51 characters were parsimony informative;  $CI = 0,679$ ;  $RI = 0,728$ ). Bootstrap values in excess of 50% are shown above branches. Decay indices are shown below branches. Sample numbers correspond to Table 1.

**Figura 1.-** Consenso (estricto) de los 60 árboles con número mínimo de pasos generados usando métodos de parsimonia con secuencias de la subunidad 16S del ADN ribosómico mitocondrial. Las posiciones afectadas por inserciones-delecciones se trataron como falta de datos. Se usó el algoritmo "branch and bound" y pesos iguales para todas las posiciones ( $L = 137$  pasos; 51 caracteres informativos;  $CI = 0,679$ ;  $RI = 0,728$ ). Se muestran los valores de "bootstrap" superiores al 50%. Los índices de robustez ("decay") se muestran bajo las ramas. Los números de las muestras corresponden a los de la Tabla 1.



**Figure 2.-** Strict consensus of the 2 equally most parsimonious trees obtained for the combined *cyt b* and 16S sequence data set (1166 bp). We treated gaps as missing data and used the branch and bound algorithm and equal weights for all positions ( $L = 533$  steps; 174 characters were parsimony informative;  $CI = 0,675$ ;  $RI = 0,591$ ). Bootstrap values in excess of 50% are shown above branches. Decay indices are shown below branches. Maximum likelihood analyses differ in the presence of a monophyletic *B. platydactyla* - *B. flaviventris* assemblage ( $-\ln L = 4016,957$ ). Sample numbers correspond to Table 1.

**Figura 2.-** Consenso (estricto) de los 2 árboles con número mínimo de pasos generados usando métodos de parsimonia con una combinación de secuencias mitocondriales de la subunidad 16S del ADN ribosómico y del gen del citocromo b (1166 bp). Las posiciones afectadas por inserciones-delecciones se trataron como falta de datos. Se usó el algoritmo "branch and bound" y pesos iguales para todas las posiciones ( $L = 533$  pasos; 174 caracteres informativos;  $CI = 0,675$ ;  $RI = 0,591$ ). Se muestran los valores de "bootstrap" superiores al 50%. Los índices de robustez ("decay") se muestran bajo las ramas. Los análisis basados en "maximum likelihood" difieren en que *B. platydactyla* y *B. flaviventris* forman un grupo monofilético ( $-\ln L = 4016,957$ ). Los números de las muestras corresponden a los de la Tabla 1.

cept for the basal split within Clade 1, samples from Clades 1 and 3 are apparently not structured geographically, but include representatives from both coastal and inland Honduras. Clade 2 is restricted to the northern and eastern range of the complex in México. By contrast with comparisons between currently recognized species, K2p distances between the three clades are relatively large (Tables 2 and 3). These distances range from 10,0-11,8 % for cyt b and 1,8-4,7 % for 16S.

### External morphology

#### *Morphometrics*

Mean and standard deviation of all measurements for members of each mtDNA clade are shown in Table 4. A stepwise discriminant function analysis was conducted on a series of adults using 11 log transformed external measurements (tail length was excluded). The resulting classification matrix, including classification probabilities proportional to group size, placed 93,7% of the specimens in their correct populations (Table 5). All 21 specimens of Clade 2 were correctly classified. One of 15 specimens from Palenque (Clade 1) was classified as belonging to Clade 3, and two of 12 specimens from Finca El Volcán, Guatemala, (Clade 3) were classified as belonging to Clade 1 (Fig. 3). Variables that contribute the most to the discrimination of groups are head width, snout-vent length, fore limb length, snout-gular fold length, shoulder width and head depth (Table 5). To remove the effect of size, a second stepwise discriminant analysis was performed using the residuals of the regression of each variable versus snout-vent length. The percentage of correct group classification was lower (81,2%), but variables contributing the most to discrimination were also head width, shoulder width, snout-gular fold length and fore limb length.

#### *Coloration*

The color pattern of specimens sequenced included in Clade 1 is heterogeneous. Most in-

dividuals are characterized by a dorsal pattern that we informally designate as "three banded" and which corresponds to the following description, based on MVZ 191632 from Belize. The dorsum has a general chocolate-brown continuous background, which extends to most of the ventral region, the dorsal region of the tail and limbs, the sides of the head, and the flanks. This background coloration is broken along the dorsal region of the head and trunk by two series of cream-yellow irregular spots, more or less fused from one to the next, which run from the anterior edge of the eyes to the base of the tail (including the upper eyelid), forming two irregular broken lines. These irregular series are separated on the head by an irregular broad zone of dark background coloration, in the form of an inverted triangle, often with yellow spots that are denser anteriorly. This dark zone is abruptly replaced at the posterior end of the head by a broad and continuous, mid-dorsal yellow band. This band fades and terminates at the base of the tail, and it is not in contact with the thin light lateral irregular broken series of light marks except at the posterior end of the head.

This generalized "three banded" coloration pattern occurs, in addition to the individuals for which sequences are available, in most specimens examined from Belize, northern Guatemala, and north-eastern Chiapas (Figs. 4 A-B and Fig. 5 B), and corresponds to what is generally considered to be the typical *B. mexicana* coloration pattern. A large series of specimens examined from Honduras and Guatemala show the following variants of this pattern: a) dark areas between the yellow bands more or less linear and continuous from the posterior end of the head to the base of the tail, where they are broken: Sierra de Caral, Guatemala: UTAVC A45509; Sierra de las Minas, Guatemala: UTAVC A29689; Peña Blanca, Honduras: MVZ 163792, MVZ 163794-95, MVZ 163799-800. b) dark lateral bands continuous only on the anterior half of the body; the upper side of the tail is almost



**Table 5: A.-** Classification matrix (observed vs predicted classifications) obtained using stepwise discriminant function analysis. A priori classification probabilities are proportional to group size. **B.-** List of variables retained in the stepwise analyses. F-remove, p-level and tolerance are indicated for each variable. Snout-vent length (SVL), snout to gular fold length (SGFL), head width (HW), forelimb length (FL), shoulder width (SW), head depth (HD) were retained.

**Table 5: A.-** Matriz de clasificación (clasificación de los casos observados frente a los asignados) obtenida utilizando la función discriminante generada en el análisis por pasos "stepwise discriminant analysis". Las probabilidades de clasificación "a priori" son proporcionales al tamaño muestral del grupo. **B.-** Lista de las variables mantenidas en el análisis por pasos. Se indica la F de eliminación, la probabilidad y la tolerancia para cada variable. Se mantuvieron en los análisis: Longitud hocico-cloaca (SVL), longitud hocico-plegue gular (SGFL), anchura de la cabeza (HW), longitud de la pata anterior (FL), anchura a nivel escapular (SW) y altura de la cabeza (HD).

## A

		<i>B. alberchi</i>	<i>B. mexicana</i>	<i>B. odonnelli</i>
		p = 0,437	p = 0,312	p = 0,250
<i>B. alberchi</i>	100%	21	0	0
<i>B. mexicana</i>	93,3%	0	14	1
<i>B. odonnelli</i>	83,3%	0	2	10

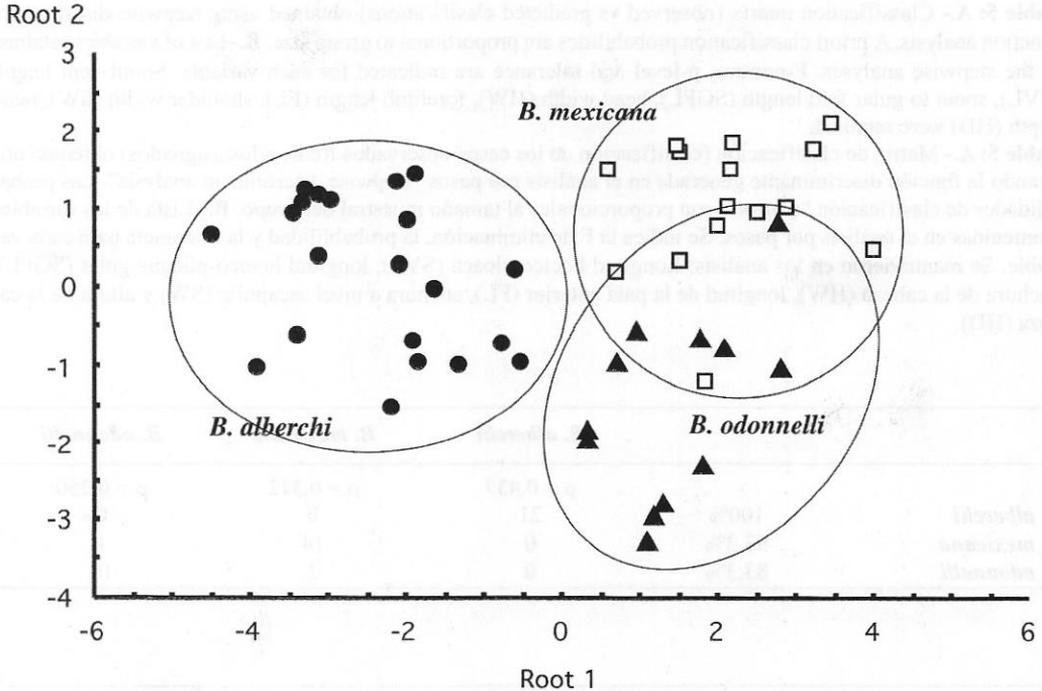
## B

	F-remove	p-level	tolerance
HW	29,504	0,0000	0,0656
SVL	31,542	0,0000	0,0323
FL	17,603	0,0000	0,1149
SGFL	8,677	0,0007	0,1047
SW	5,947	0,0055	0,1848
HD	3,545	0,0413	0,3131

yellow except for a few dots: Sierra de Caral: UTAVC A48593; Sierra de las Minas: UTAVC A29684; Santa Rosa de Copán, Honduras: MVZ 163797, MVZ 171077. c) dark lateral bands discontinuous but still distinctive. The dorsum is almost entirely yellow. Sierra de Caral: UTAVC A48198; Izabal: UTAVC A21442; Peña Blanca: MVZ 187203-04; El Paraíso, Honduras: MVZ 128579-80. An example of this pattern from Guatemala is presented by Stuart (1948, pl. 2, Fig. 2). An extreme case is represented by a juvenile specimen from Las Marías, Honduras (MVZ 229069), in which the dark bands are reduced to a narrow strip of dark spots, so reduced that contact among the central and lateral light

bands is discernible based on the difference in coloration among them. d) a heterogeneous assemblage of three banded animals, with yellow bands almost always bordered by white, that are either continuous or interrupted (Montañas del Mico, Guatemala): UTAVC A42824, UTAVC A42828).

Individuals from Chiapas show the typical dorsal coloration described as "three banded", although the band pattern tends to be more obscured with dark dots that are not clearly aligned (Fig. 4 A). A few specimens (MVZ 118994-96) are characterized by large size and the presence of a marked ventral speckling similar to that shown by specimens of Clade 2 (see below).



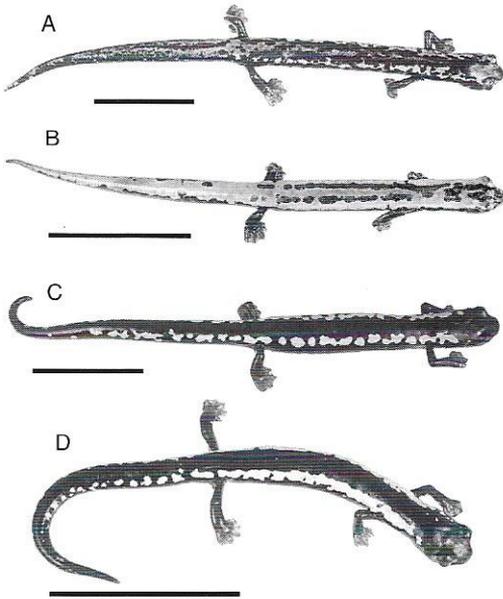
**Figure 3.-** Scatterplot of canonical scores (root 1 vs root 2) resulting from the discriminant function analysis. Open squares correspond to *Bolitoglossa mexicana*, circles to *B. alberchi* sp. nov. and triangles to *B. odonnelli*. The classification matrix is shown in Table 5. See text for details and measurements included. Specimens used are listed in Appendix 2.

**Figura 3.-** Diagrama con los valores canónicos ("root 1 vs root 2") resultantes del análisis discriminante. Los cuadrados vacíos corresponden a *Bolitoglossa mexicana*, los círculos a *B. alberchi* sp. nov. y los triángulos a *B. odonnelli*. La matriz de clasificación se muestra en la Tabla 5. En el texto se especifican detalles del análisis y la lista de variables incluidas. Los ejemplares utilizados se reseñan en el Apéndice 2.

Clade 2 is represented by populations of large, strikingly colored salamanders that are black, with two broad dorsal series of grayish-green to yellow chevrons aligned in two stripes, occasionally joined across the midline in a complicated pattern (Figs. 5 C, 6 and 7). They also differ from specimens from the other clades in having broad heads and long limbs; we describe this clade as a new species later in this paper.

Coloration patterns of the individuals assigned to Clade 3 can be grouped in two main categories, one that corresponds to typical *B. odonnelli*, and a second basically indistinguishable from the "three banded" pattern of specimens from Clade 1. The coloration pattern of *B. odonnelli* is relatively homogeneous

(Fig. 4 C-D), consisting of a general chocolate-brown continuous ground color which includes most of the ventral region, the dorso-lateral region of the trunk, tail and limbs, the sides of the head, and the flanks. This background coloration is broken along the dorso-lateral region of the trunk by two series of cream-yellow irregular spots, more or less fused from one to the next. These partially fused spots form two irregular broken lines, extending from the posterior edge of the head to the second third of the length of the tail. These lines continue onto the dorso-lateral region of the head as series of small spots or dots that are sometimes joined in a thin line. Spots occasionally appear on the upper eyelids, and



**Figure 4. A-B.-** Dorsal pattern of *Bolitoglossa mexicana* from Chiapas, México: a) Lagos de Montebello, MVZ uncatologued; b) Amparo Agua Tinta, MVZ161071. **C-D.** Habitus of typical *Bolitoglossa odonnelli* from Finca El Volcán, in Alta Verapaz, Guatemala: c) MVZ 161034; d) MVZ 161041.

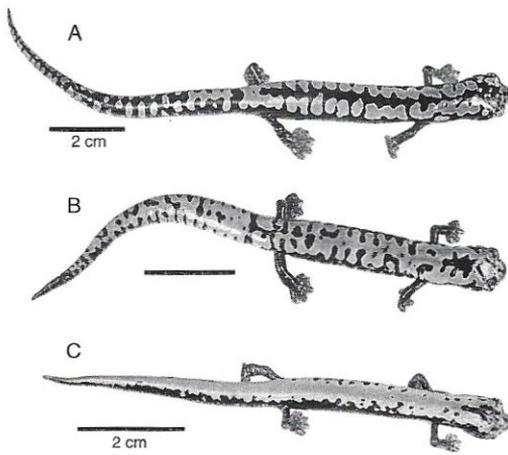
**Figura 4. A-B.-** Diseño dorsal de ejemplares de *Bolitoglossa mexicana* de Chiapas, México: a) Lagos de Montebello, MVZ sin catalogar; b) Amparo Agua Tinta, MVZ161071. **C-D.** Aspecto dorsal de ejemplares típicos de *Bolitoglossa odonnelli* procedentes de Finca El Volcán, en Alta Verapaz, Guatemala: c) MVZ 161034; d) MVZ 161041.

along the complete length of the tail. These two lines are broadly separated by the dorsal dark background coloration. In some specimens the light lines tend to be confluent at the posterior end of the head or along the tail, and some other individuals display a few isolated mid-dorsal yellow spots, but there is never either a mid-dorsal band or a dense reticulate pattern as shown in Clade 2, except on the anterior third of the tail (MVZ 161084). Juveniles show the same pattern as the adults. This coloration pattern is constant in the area of Finca El Volcán, Alta Verapaz, Guatemala (MVZ 161029-46, 161081-90, 200426-27) (Fig. 4 C-D), the type



**Figure 5.-** Representative specimens of the *B. mexicana* species group: a) *Bolitoglossa alberchi*, from near Los Tuxtlas - Monte Pío (Veracruz, México); b) *Bolitoglossa mexicana*, from Lagos de Montebello (Chiapas, México) (mtDNA sequences from this specimen are included in Clade 1, see Figs. 1 and 2); c) *Bolitoglossa platydactyla*, from near Cautlapan (Veracruz, México) (GP108).

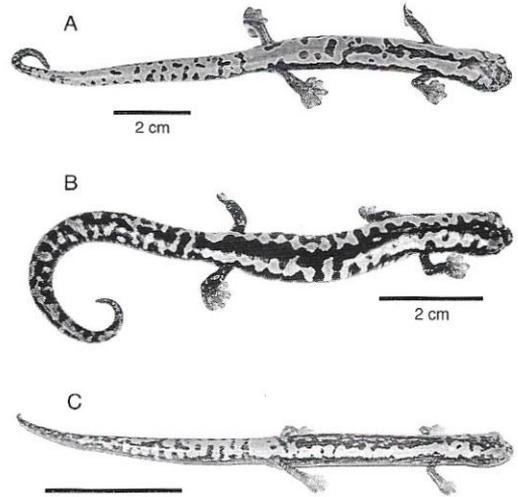
**Figura 5.-** Especímenes representativos del grupo de especies de *B. mexicana*: a) *Bolitoglossa alberchi*, de los alrededores de Los Tuxtlas - Monte Pío (Veracruz, México); b) *Bolitoglossa mexicana*, de los Lagos de Montebello (Chiapas, México) (las secuencias de ADN mitocondrial de este ejemplar se incluyen en el Clado 1, ver Figs. 1 y 2); c) *Bolitoglossa platydactyla*, de los alrededores de Cautlapan (Veracruz, México) (GP108).



**Fig. 6.- A-C.-** Habitus of *Bolitoglossa alberchi* from Veracruz, México a) Playa Escondida, 14 km (road) NE Sontecomapan, MVZ163961, paratype; b) Playa Escondida, 14 km (road) NE Sontecomapan, MVZ 138658; c) Juvenile, Coyame, MVZ uncatologued.

**Fig. 6.A-C.-** Aspecto dorsal de ejemplares de *Bolitoglossa alberchi* procedentes de Veracruz, México: a) Playa Escondida, 14 km (por carretera) al NE de Sontecomapan, MVZ163961, paratipo; b) Playa Escondida, 14 km (por carretera) al NE de Sontecomapan, MVZ 138658; c) Ejemplar juvenil, Coyame, MVZ sin catalogar.

locality of *B. odonnelli*. We have examined some specimens from Honduras and Guatemala with a color pattern little differentiated from typical *B. odonnelli*; their general ground color is dark brown, including most of the dorsal portions of the head. There are two broad dorso-lateral yellow bands that are longitudinally continuous. These bands extend from the level of the anterior margin of the eye to the base of the tail, where they become discontinuous. The tail has two discontinuous dorso-lateral bands formed by yellow blotches that are more or less fused; these light bands tend to be broken until reduced to a series of thin comma-shaped marks, more or less fused together (Sierra de Caral: UTAVC A45496, UTAVC A45506; Montañas del Mico: UTAVC A32880; Peña Blanca: MVZ 163793). Specimens are found from Honduras that are inter-



**Figure 7. A-C.-** Dorsal pattern of *Bolitoglossa alberchi* from Chiapas, México: a) 26,5 km N Ocozucua, MVZ194293; b) Belisario Domínguez, near Palenque, MVZ 176838; c) 4,0 mi N Tapilula, MVZ 171338.

**Figura 7. A-C.-** Diseño dorsal de *Bolitoglossa alberchi* de Chiapas, México: a) 26,5 km al N de Ocozucua, MVZ194293; b) Belisario Domínguez, cerca de Palenque, MVZ 176838; c) 4,0 mi al N de Tapilula, MVZ 171338.

mediate between this pattern and that described from Clade 1. These individuals are characterized by a broad central dark band that is split medially by a yellow series of blotches that become fused, forming a narrow band near the posterior end of the trunk (MVZ 163798).

The only specimens from Honduras that we can attribute with certainty to Clade 1 or 3 are those for which molecular data exist. An example of the dilemma is a specimen from Río Catacamas, near Catacamas, Olancho (MVZ 229068) that is a member of Clade 3. The color pattern is three banded, similar to that described for Clade 1, but the width of the yellow bands is greater. The two dorso-lateral bands are continuous and are lighter in coloration than the mid-dorsal region. The dorsolateral bands fuse at the base of the tail and the posterior end of the head. Scattered yellow

marks are present on the upper surface of the limbs, and a few on the under surface.

We examined large series of specimens from various localities in Honduras and Guatemala which cannot be sorted into any of the main color morphs described. Often these specimens have yellow dorsolateral bands irregularly drawn, usually broken and thin. Three modal patterns are distinguishable, but there are intermediates:

- a) mid-dorsal yellow line well developed and uninterrupted, but laterals are thin and often broken (Izabal, Guatemala: UTAVC A21444-45; San Francisco: MVZ 194028).
- b) mid-dorsal yellow line reduced to a thin line that is often broken by the broad dark lateral bands (Montañas del Mico: UTAVC A51494, UTAVC A33630).
- c) mid dorsal yellow line is obliterated or non-distinct, because broken lateral bands disrupt the pattern (Montañas del Mico: UTAVC A33629, UTAVC A33633).

Some individuals from Honduras have intermediate combinations of traits and defy categorization (Montañas del Mico: UTAVC A42829, UTAVC A21430, UTAVC A32882, UTAVC A33634; Sierra de Caral UTAVC A455505; Olancho: UTAVC A19826).

## DISCUSSION

### Phylogenetic relationships of the *B. mexicana* complex

In agreement with previous analyses (GARCÍA-PARÍS *et al.*, 2000), genetic divergence among the three clades previously included in *B. mexicana* is great, and the clades do not form a monophyletic group (Figs. 1 and 2). Clade 1 is the sister of *B. striatula* plus *B. mombachoensis*, and *B. yucatanana*. Clades 2 and 3 are sister to each other, but they differ markedly on the basis of morphology. Clade 3 includes representatives of *B. odonnelli* nested

among samples of putative *B. mexicana*. As we have shown, analyses of coloration and external morphology only partly resolves identification problems.

The possibility of reticulation among clades 1 and 3 cannot be disregarded considering our limited sampling. The biological problem posed by these clades is still far from resolution and the addition of nuclear markers (protein or DNA) will be necessary to clarify the taxonomic and morphological puzzle that they represent. It is conceivable that clade 1 and 3 are conspecific and that we recovered a paraphyletic gene tree. However, genetic distances among Clades are great (Tables 2 and 3) and based on the relative level of intra- and inter-clade divergence in mtDNA, reciprocal monophyly is expected also for nuclear markers. Additionally, given the conservative nature of evolution in the 16S gene, we think it is unlikely that Clade 1 and 3 represent a single taxonomic unit, and therefore we favor the assignation of an operational name for each of these Clades.

Providing a name for each of these three clades is not a trivial matter given the apparent lack of congruence between coloration and mitochondrial DNA sequence data. The problem is further complicated by the taxonomy of the group, which has been subjected to multiple interpretations and changes through time, and is far from stable. Only the taxon represented by Clade 2 is clearly diagnosable on both morphological and genetic grounds, and there is no available name that can be applied to it. Its description is presented in the following paragraphs. The availability of names for Clades 1 and 3 depends on the taxonomic criteria followed and requires a discussion on type specimen assignation and associated nomenclatural problems discussed later in this paper.

### Description of a new species from México

#### *Bolitoglossa alberchi* New Species

**Holotype:** MVZ 163962, an adult male collected near Playa Escondida, approximately 14

km (road) NE Sontecomapan, Veracruz, México, 18° 56' N, 95° 05' W, at ca. 50 m elevation on 17-20 July, 1979, by T. J. Papenfuss, S. K. Sessions, D. B. Wake, and T. A. Wake.

**Paratypes:** MVZ 163959-163961, 163783-163791, same data as holotype (Fig. 6 A). UTAVC 7788, 7804, 7811, 7852, 7854-55, 7857, 7901, 7903, 7909, 7.7 mi (by road) NW Sontecomapan, 18°53' N, 95°07' W, Veracruz, México

**Referred Specimens:** MVZ 183658, 9.5 mi N Berriozábal, Chiapas, México; MVZ 194293, cafetal 26,5 km N Ocozocoautla, on road to Apic Pac, Chiapas, México (775 m) (Fig. 7 A); MVZ 172665-172667, 193155, 200568, 208378, Playa Escondida, Veracruz, México; UTAVC 2048, W slope Volcán Santa Marta, Veracruz, México; UTAVC 2154, 2156, 2210, Los Tuxtlas, 5,6 mi ESE Tebanca, Veracruz, México; UTAVC 2212-2219, 2234, 2236-40, 2243 (2.1 mi NW Sontecomapan); UTAVC 2212-19, 2234, 2236-40, 2243, 2.3 mi NW Sontecomapan, 18° 53' N, 95° 05' W, Veracruz, México; UTAVC 7778-87, 7789-7803, 7805-10, 7812-51, 7853, 7856, 7858-60, 7873, 7875, 7877-78, 7880-85, 7887, 7892, 7894-7900; 7902, 7904-08, 7910-11, 7.7 mi (by road) NW Sontecomapan, 18° 53' N, 95° 07' W, Veracruz, México; UTAVC 7797-7799, 1,8 miles S Juan Diaz Covarrubias, Veracruz, México.

**Diagnosis:** A large (adults to about 100 mm svl), long tailed member of the *Bolitoglossa mexicana* complex with broad, fully webbed hands and feet distinguished from other members of the complex by its broad head, long limbs, and differences in mitochondrial DNA sequences (cyt b, 16S).

**Description:** *Bolitoglossa alberchi* is a large, robust species (SVL 59,4-69,6,  $\bar{x}$  = 65,9 [SD 3,4] in 12 males; 45,1-97,1,  $\bar{x}$  = 71,0 [SD 15,5] in 10 females) with a broad, relatively flat head that is well demarcated from the body (Fig. 6). The eyes are large and moderately protuberant. Nostrils are small, and there are small nasolabial protuberances that are

most evident in males. Mental glands in males are large and oval, broader than long. Grooving patterns of the head and neck region are typical of the genus. Vomerine teeth are in long rows, or patched rows, and are relatively numerous (17-32,  $\bar{x}$  = 23,5 in 11 males; 19-35,  $\bar{x}$  = 31,2 in 11 females). Small maxillary teeth are present, usually in long series, but occasional nearly toothless individuals are encountered (4-55,  $\bar{x}$  = 27,2 in 11 males; 1-66,  $\bar{x}$  = 37,2 in 11 females). Premaxillary teeth are frequently absent and when present are small and inconspicuous, even in males, where they are advanced in position and protrude through the upper lip (0-5,  $\bar{x}$  = 3,0 in 11 males; 0-2,  $\bar{x}$  = 0,5 in 11 females). Limbs are long, and may nearly overlap in males (limb interval 0-2,  $\bar{x}$  = 1,3 in 12 males; 1,5-3,  $\bar{x}$  = 2,3 in 11 females).

**Measurements of the Holotype** (in millimeters): Head width 10,1; snout to gular fold (head length) 15,8; head depth at posterior angle of jaw 5,9; eyelid length 4,2; eyelid width 2,4; anterior rim of orbit to snout 4,1; horizontal orbital diameter 2,6; interorbital distance 5,1; distance between vomerine teeth and parasphenoid teeth 1,6; snout to forelimb 20,6; distance separating internal nares 1,2; distance separating external nares 3,4; nostril diameter 0,33; snout projection beyond mandible 1,3; snout to posterior angle of vent (SL) 68,0; snout to anterior angle of vent 61,0; axilla to groin 37,1; tail length 69,9; tail width at base 4,6; tail depth at base 5,2; forelimb length (to tip of longest digit) 14,8; hind limb length 15,9; width of right hand 5,1; width of right foot 7,7.

**Tooth Counts:** premaxillary teeth 2, maxillary teeth 31, vomerine teeth 23.

**Coloration:** This is a strikingly patterned species. The type series was black in life, generally with two dorsal series of grayish-green to yellow chevrons aligned in two stripes occasionally joined across the midline in a complicated pattern (Figs. 5 C, 6 and 7). The dorsal stripes frequently nearly fuse to form a band that is interrupted by black spots and

blotches. The holotype has a band that starts on the back of the head as a series of two broken stripes, but on the body the broken fragments join across the midline to form a series of irregular bars separated by black ground color and small spots of light color in two series. In several specimens the two dorsal stripes are broken into a long series of chevrons, while in another there is a broken dorsal band with the two stripes evident only on the head and neck. In some large adults the dorsal marks are reduced to a series of thin transverse bands which give a barred appearance to the animal. The flanks are marked by large, longitudinally-oriented patches (marks) of a soft yellowish color. There are also greenish-yellow spots and marks on the limbs, hands and feet. The snout and nostril region is covered by a dense speckling of yellowish green fine dots and flecks, similar to those on the throat. The tail is boldly marked with the same color as the stripes, and frequently the tail appears to be ringed. The regenerated tail is dark with a fine speckling dispersed over its entire surface, very different from the typical color of non-regenerated tails. In some individuals the dorsal color is less greenish, being sandy-tan to yellow. When present, the greenish-yellow color is most prominent on the head and anterior trunk. The dorsum of the head is boldly marked with contrasting light and black color. The iris is tan to grayish-tan. Ventral coloration is dark-brown with white-yellowish flecks, dispersed over the entire ventral surface. Density and size of this flecks is largely variable. One specimen from Belisario Domínguez, near Palenque (MVZ 1768359), and another from near Tapilula (MVZ 171338, Fig. 7 C), both in Chiapas, show a slightly divergent color pattern characterized by the presence of a distinct series of isolated mid-dorsal light spots which tend to form a dorsal line, placed between the typical *B. alberchi* chevron-like marks.

Juvenile specimens show a less contrasting pattern, with a broader extension of the yellow

dorsal marks that appear almost completely fused in almost all the specimens studied (Fig. 6 C). A few juveniles have the yellow marks restricted to the sides. The yellowish flecks of the ventral coloration are usually extended and cover most of the ventral region in the juveniles.

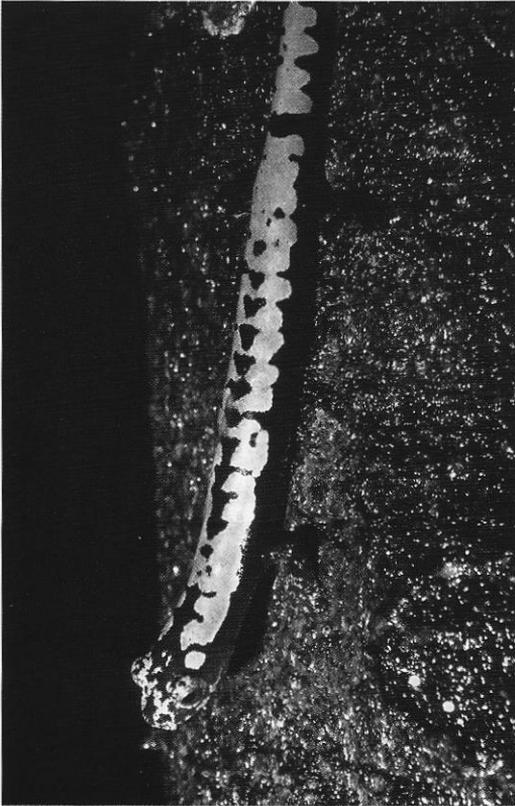
**Behavior:** The type series consists of adults and juveniles that were found on vegetation shortly after nightfall. They are lively, active animals with long tails that coil and twitch. Several specimens were found on vegetation in the late afternoon, active during daylight hours on vegetation from a few cm to a m above ground. These individuals had very warm body temperatures (28- 28,4 C) (FEDER *et al.*, 1982). At night salamanders moved easily through a kind of leaf "canopy" between 20 cm and 1 m above ground (air temperature 28,2 C, D. B. Wake field notes). During the rainy season individuals are frequently found on vertical tree trunks, head down, with their body parallel to the main axis of the tree, presumably ambushing prey (Fig. 8; and M. A. López-Luna com. pers.).

**Habitat:** The type series was collected in a rain forest remnant just above the beach along the Gulf of México.

**Range:** The species is known from two disjunct regions, along the ocean-facing slopes of the mountain range known as Los Tuxtlas, north-east of Catemaco in east-central Veracruz, México, and in the mesic low mountains (as high as 1080 m) of western Chiapas, México.

**Etymology:** The species is named in memory of Pere Alberch, who conducted outstanding morphological studies of members of this species complex and whose early death deprived us of a brilliant contributor to salamander biology.

**Comparisons:** For morphological comparisons with members of the *B. mexicana* complex we selected adult specimens from the type series of *B. moreleti* to represent "Clade 1", and from a series of *B. odonnelli* from Finca El Volcán, Alta Verapaz, Guatemala, to represent "Clade 3". Members of the three clades

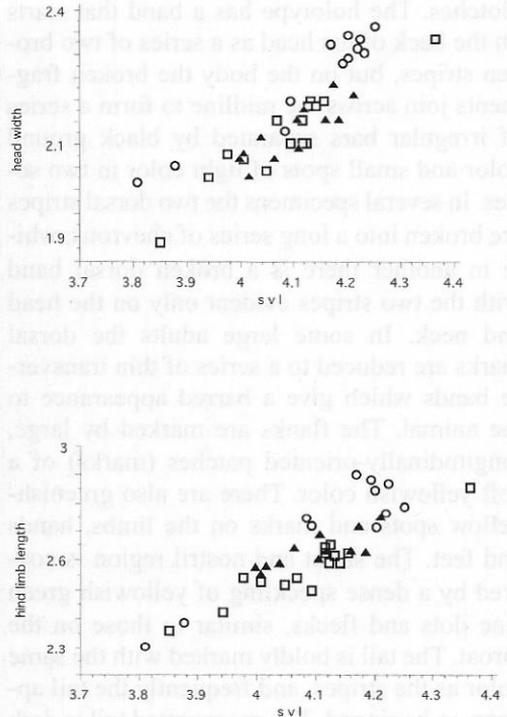


**Figure 8.-** Nocturnal behaviour of *Bolitoglossa alberchi* near Los Tuxtlas - Monte Pío (Veracruz, México).

**Figura 8.-** Comportamiento nocturno de *Bolitoglossa alberchi* cerca de Los Tuxtlas - Monte Pío (Veracruz, México).

are apparently similar in size and in degree of webbing of the hands and feet as well as in many proportions, but *B. alberchi* has a much broader head and longer limbs (Fig. 9) than the other two, and has slightly larger hands and feet.

A discriminant function analysis was conducted on a series of adults using external measurements. The resulting classification matrix indicates that all 21 specimens of *B. alberchi* were correctly classified (Table 5). The characters that contribute the most to the discrimination of groups are head width and shoulder width.



**Figure 9.-** Scattergrams showing relationship of head width to snout - posterior angle of vent length (svl) (top), and of hind limb length to svl (bottom) for three samples representing *Bolitoglossa alberchi* (open circles), *B. odonnelli* (triangles), and *B. mexicana* (open squares).

**Figura 9.-** Diagramas que muestran la relación entre la anchura de la cabeza y la longitud hocico - margen posterior de la cloaca ("svl") (parte superior), y entre la longitud de la pata posterior y "svl" (parte inferior) en tres muestras representativas de *Bolitoglossa alberchi* (círculos), *B. odonnelli* (triángulos), y *B. mexicana* (cuadrados).

**Comments:** *Bolitoglossa alberchi* was illustrated in GUNTHER (1885-1902: Tab. 75c) (BMNH 1857.7.31.31, identified as *Oedipus variegatus*) and in the frontispiece of WAKE & LYNCH (1976) (MVZ 138658, identified as *B. mexicana*). MUÑOZ-ALONSO & LAZCANO-BARRERO (1992) reported that *B. mexicana* and *B. platydactyla* occur in sympatry in Reserva Ecológica el Ocote, extreme western Chiapas. Through their courtesy we have exa-

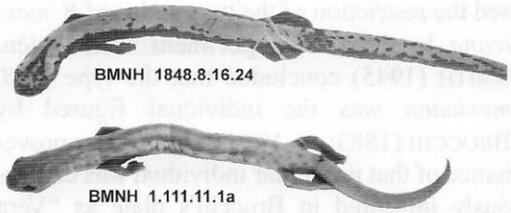
mined the specimens assigned to *B. mexicana*, and on morphological grounds we assign them to *B. alberchi*.

### Taxonomy and nomenclature of the *B. mexicana* complex

The genus *Bolitoglossa* was created by DUMÉRIL, BIBRON & DUMÉRIL (1854), with *Bolitoglossa mexicana* as its type species (TAYLOR, 1944). The taxon known as *B. mexicana* is considered a taxonomic nightmare (SMITH, 1945; MITTLEMAN & SMITH, 1948; THIREAU, 1986). Most of the taxonomic and nomenclatural problems within the group are derived from the fact that the type series of several species often contained individuals from more than a single species. Subsequent determinations led to errors in the identification and designation of lectotypes and restrictions of type localities. We summarize here the information available and when necessary we designate lectotypes for the taxa involved, with the aim of preserving as far as possible the current names for the species involved.

GRAY (1831) described *Salamandra variegata* Gray 1831 (nec Bory 1828) on the basis of two individuals, currently BMNH 1848.8.16.24 and BMNH 1.111.11.1a (Fig. 10). The study of these specimens reveals that the specimen BMNH 1.111.11.1a fits Gray's description (Wake in THIREAU, 1986), which corresponds to the usual conception of *B. mexicana*. The first specimen (BMNH 1848.8.16.24) corresponds to our generalized understanding of *B. platydactyla* (Wake in THIREAU, 1986).

*Salamandra variegata* Gray, 1831 is a homonym of *Salamandra variegata* Bory, 1828 (a junior synonym of *Triturus marmoratus*), for which subsequently GRAY (1831) applied the substitute name: *Salamandra platydactylus* Gray, 1831. The type series of *S. platydactylus* consists of the type series of *S. variegata* Gray, 1831. No formal lectotype designation has been proposed, and in order to stabilize the name *B. platydactyla* for taxono-



**Figure 10.**— Type series of *Salamandra variegata* Gray, 1831 (nec Bory, 1828), and of *Salamandra platydactyla* Gray, 1831. Lectotype: BMNH 1848.8.16.24 (above), and paralectotype BMNH 1.111.11.1a (below). The paralectotype is an individual of *Bolitoglossa mexicana*.

**Figura 10.**— Serie típica de *Salamandra variegata* Gray, 1831 (nec Bory, 1828), y de *Salamandra platydactyla* Gray, 1831. Lectotipo: BMNH 1848.8.16.24 (parte superior), y paralectotipo BMNH 1.111.11.1a (parte inferior). El paralectotipo es un ejemplar de *Bolitoglossa mexicana*.

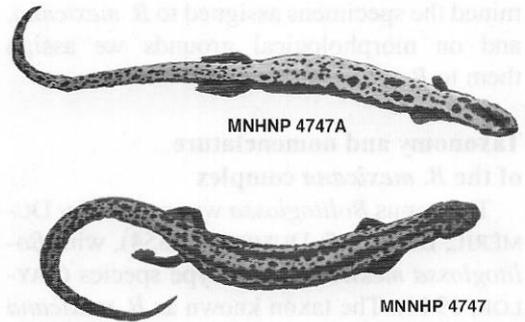
mic purposes we designate here specimen BMNH 1848.8.16.24 as the lectotype of *Salamandra variegata* (Fig. 10). The type locality of *S. variegata* is "México" (GRAY, 1831). We designate the specimen BMNH 1.111.11.1a paralectotype of *Salamandra variegata*. Therefore the type series of *S. platydactylus* consists of: the above designated lectotype (BMNH 1848.8.16.24) corresponding to *B. platydactyla*, and the paralectotype (BMNH 1.111.11.1a), which is assignable to *B. mexicana*. COPE (1860) described *Oedipus carbonarius* from specimens from Jalapa (Veracruz, México). This name was subsequently synonymized with *Salamandra variegata* by FOWLER & DUNN (1917). Cope's description fits the lectotype of *S. variegata*, and since the name *B. platydactyla* replaces *S. variegata*, the name *O. carbonarius* should be treated as a junior synonym of *B. platydactyla*.

DUMÉRIL *et al.* (1854) proposed the name *Bolitoglossa mexicana* for a heterogeneous series of salamanders, including among others two specimens collected by Morelet in "Dolorès peten (Guatemala)" (sic) (Fig. 11). BOULENGER (1882), and later MITTLEMAN & SMITH (1948), and THIREAU (1986), discus-

sed the restriction of the type series of *B. mexicana* to those two specimens from Petén. SMITH (1945) concluded that the type of *B. mexicana* was the individual figured by BROCCHI (1883: pl. 18 bis, fig. 3). The provenance of that particular individual was erroneously indicated in Brocchi's plate as "Vera Cruz" (see below), and that drove SMITH (1945) to consider *B. mexicana* to be a synonym of *B. platydactyla*. MITTLEMAN & SMITH (1948) rectified the origin of the specimen illustrated by BROCCHI (*op. cit.*), based on Brocchi's own text, and concluded that the specimen was one of the individuals collected by Morelet in Petén. This restriction is in agreement with SCHMIDT (1936), who used the name *B. mexicana* exclusively for the Petén salamanders. Later, SMITH (1966) designated as "lectoholotype" for *B. mexicana* the specimen figured by BROCCHI (1883: pl. 18 bis, fig. 3). This specimen was identified as MNHP 4747A by SMITH (1966), when in fact the correct number is MNHP 4747 (THIREAU, 1986). THIREAU (1986) considered the action of SMITH (1966) invalid and treated MNHP 4747 and 4747A as syntypes. However, a lectotype designation is not necessary since SMITH (1966) already designated as lectotype of *B. mexicana* the specimen figured by BROCCHI (1883: pl. 18 bis, fig. 3), which is MNHP 4747 (Fig. 11). The type locality of *B. mexicana* is therefore Dolores in Petén (Guatemala)(THIREAU, 1986), which stabilizes the name *B. mexicana*, solving most of the problems concerning that name.

The lectotype of *B. mexicana* from Petén is a "three banded" specimen (Fig. 11). Our mtDNA data set indicates the existence of two well defined clades (Clade 1 and Clade 3), either of which on grounds of color pattern could bear the name *B. mexicana*.

We were unable to obtain specimens from the type locality of *B. mexicana* (Dolores, Petén) for the molecular studies, and therefore the name *B. mexicana* might be attributed to either Clade 1 or 3. It is not possible to reject



**Figure 11.-** Lectotype, MNHP 4747 (below) and paralectotype, MNHP 4747A (above) of *Bolitoglossa mexicana* Duméril, Bibron and Duméril, 1854.

**Figura 11.-** Lectotipo, MNHP 4747 (parte inferior) and paralectotipo, MNHP 4747A (parte superior) de *Bolitoglossa mexicana* Duméril, Bibron and Duméril, 1854.

its inclusion in Clade 1 or 3 based solely on geographical proximity since both clades seem to be widely distributed. In order to preserve the name *B. odonnelli*, we apply the name *B. mexicana* for the specimens included in the mtDNA Clade 1. However if subsequent molecular studies based on nuclear genes demonstrate the identity at the species level of the specimens from Guatemala, Honduras, and Belize from Clades 1 and 3, the name *B. odonnelli* will lack biological meaning and will then be considered a junior synonym of *B. mexicana*, a name that will apply to both clades. Specimens from Clade 3, with the exception of the Alta Verapaz individuals (see comments about *B. odonnelli* below), are indistinguishable from the type specimens of *B. mexicana*.

SMITH (1945) described *Bolitoglossa moreleti* because he considered *B. mexicana* to be a synonym of *B. platydactyla*. SMITH's (1945) proposal of synonymizing *B. mexicana* with *B. platydactyla* was based on the problems concerning the restriction of the type series of *B. mexicana* already discussed. Accordingly, SMITH (*op. cit.*) proposed a new name for what was then considered to be *B. mexicana*. However, SMITH (1945) did not propose a simple name replacement, but ra-

ther described a new species, *B. moreleti* Smith, 1945, using material collected near Palenque (Chiapas, México), relatively far from the type locality of *B. mexicana* (Petén, Guatemala). The type series of *B. moreleti* is astonishingly heterogeneous in coloration (TAYLOR AND SMITH, 1945), and it includes specimens which can be attributed to either Clades 1, 2 and 3 based in color pattern. The series, from near Palenque (Chiapas), likely includes a possible contact zone among clades in Chiapas. However, the holotype of *B. moreleti* (USNM116079) is figured in TAYLOR & SMITH (1945: fig. 58 c), and it shows a coloration pattern similar to the lectotype of *B. mexicana* (Fig. 11). We lack samples for the molecular study from the area of Palenque, the type locality of *B. moreleti*, but specimens of Clade 1 from southeastern Chiapas (which are geographically close to Palenque) are genetically divergent from other populations included in either Clades 1 or 3 of the *B. mexicana* complex (Table 2). There are also some minor differences in color pattern between the samples of Chiapas and the remaining samples of Clade 1, although they are not sufficient to allow for a consistent identification of these specimens (Figs. 4 A-B and 5 B). Based on the genetic divergence of the representatives of Clade 1 from Chiapas with respect to the remaining samples of the *B. mexicana* complex, it is conceivable that they represent a differentiated taxon, which should take the name *B. moreleti*. However, given that the molecular sampling is limited in Chiapas, and that in practical terms, the samples of Clade 1 from Chiapas cannot be distinguished morphologically from other samples of either Clade 1 or 3, we follow a more conservative taxonomic approach, and consider *B. moreleti* as a junior synonym of *B. mexicana*.

*Bolitoglossa odonnelli* Stuart, 1943, was described from Finca El Volcán, in the Departamento de Alta Verapaz in Guatemala. The coloration of *B. odonnelli* is constant around the type locality (see above) (Fig. 4 C-D). How-

ever, mtDNA from topotypic material of *B. odonnelli* is basically identical to mtDNA from other populations of Clade 3 from Guatemala and Honduras (Table 2), which show a markedly different habitus, typical of *B. mexicana* (similar to the specimen shown in Fig. 4 B). The diagnosis of *B. odonnelli* is perfectly valid (STUART, 1948), and the name could be retained for the entire Clade 3, losing however, its diagnosability on morphological grounds, since individuals with typical *B. mexicana* habitus are also present in Clade 3. Individuals with a color pattern similar to that of typical *B. odonnelli* have been found scattered among specimens with typical *B. mexicana* coloration in other localities, and therefore the color pattern of typical *B. odonnelli* can be considered a simple local variation. Both Clades 1 and 3, representing *B. mexicana* and *B. odonnelli*, occur in Honduras and we cannot separate them either by coloration or morphology. For the present time, following GARCÍA-PARÍS *et al.* (2000), we recommend that populations from Honduras be referred as the *B. mexicana* complex.

BROCCHI (1883) described three additional species assignable to this complex: *Spelerpes mulleri*, *Spelerpes punctatum* and *Spelerpes atltanensis*. The holotype of *Spelerpes punctatum*, MNHP 6392 (Fig. 12), corresponds to *B. lignicolor* and thus *S. punctatum* is a junior synonym of *B. lignicolor* (Wake in THIREAU, 1986).

The type series of *Spelerpes mulleri* consists of at least four individuals, MNHNP 6395, 6395A, 6395B and 6395C, collected from three possible localities "les bords du Rio Polochie", "Rio de la Pasion" and "Les montagnes qui dominant Coban". STUART (1943) restricted the type locality of *S. mulleri* to "Les montagnes qui dominant Coban" without lectotype designation, but the specimens illustrated by Brocchi correspond to two species. BROCCHI's (1883) pl. 20, figs. 4 and 5, correspond to our current understanding of *B. mulleri*, while the individual figured in BROCCHI's (1883) pl. 20, fig. 3, which corresponds to Brocchi's descrip-



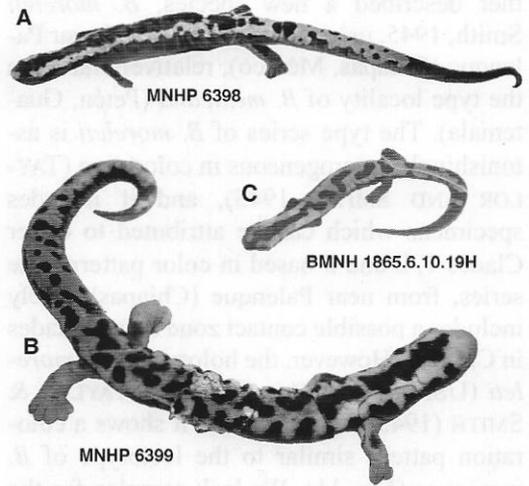
**Figure 12.-** Holotype of *Spelerpes punctatum* Brocchi, 1883 (MNHP 6392), a specimen of *Bolitoglossa lignicolor*.

**Figura 12.-** Holotipo de *Spelerpes punctatum* Brocchi, 1883 (MNHP 6392), que corresponde a un ejemplar de *Bolitoglossa lignicolor*.

tion of specimens from "les bords du Rio Polochie", is according to STUART (1943), an intergrade between *B. mexicana* and *B. odonnelli*. In order to preserve the name *B. mulleri* for taxonomic purposes, we designate here as lectotype of *Spelerpes mulleri* the specimen MNHNP 6395, which might correspond either to Brocchi's pl. 20, fig. 4, or fig. 5, from the locality "Les montagnes qui dominant Coban". The specimens of the type series are in bad condition and cannot be exactly attributed to the figure of Brocchi (THIREAU, 1986).

The coloration pattern in alcohol of *B. mulleri* from Alta Verapaz and Huehuetenango varies substantially among individuals from a single population. Some individuals completely lack a dorsal yellow stripe, in some others it is reduced to a thin line, and others show a distinct mid-dorsal thin line over a dark dorsal band, which is flanked by a paler band (MVZ 149331). This latter pattern might correspond to the pattern of the individual figured by BROCCHI (1883: pl. 20, fig. 3), if the flanking bands of the drawing were over-represented by the artist. Unfortunately the poor condition of the type series does not allow us to confirm this assumption. In a few specimens the yellow band extends onto the head, where it bifurcates and breaks into small spots that reach the posterior end of the eyelids. Occasional yellow spots, more or less joined, are evident on the tail of some specimens.

The type series of *Spelerpes attitlanensis* Brocchi, 1883, consists of the holotype and one paratype (THIREAU, 1986). The holotype (MNHNP 6398) (Fig. 13 A) is actually an in-



**Figure 13.-** Type specimens associated to *Bolitoglossa salvinii*. **A:** Holotype of *Spelerpes attitlanensis* Brocchi, 1883 (MNHP 6398), which corresponds to *B. salvinii* (Gray, 1868). **B:** Paratype of *Spelerpes attitlanensis* Brocchi, 1883 (MNHP 6399), which corresponds to *Bolitoglossa flaviventris* (Schmidt, 1936). **C:** Holotype of *Oedipus salvinii* Gray, 1868 (BMNH 1865.6.10.19H).

**Figura 13.-** Ejemplares tipo asociados a *Bolitoglossa salvinii*. **A:** Holotipo de *Spelerpes attitlanensis* Brocchi, 1883 (MNHP 6398), que corresponde a *B. salvinii* (Gray, 1868). **B:** Paratipo de *Spelerpes attitlanensis* Brocchi, 1883 (MNHP 6399), que corresponde a *Bolitoglossa flaviventris* (Schmidt, 1936). **C:** Holotipo de *Oedipus salvinii* Gray, 1868 (BMNH 1865.6.10.19H).

dividual corresponding to *B. salvinii*, and the paratype (MNHNP 6399) (Fig. 13 B) corresponds to *B. flaviventris* (Schmidt, 1936). *Spelerpes attitlanensis* is therefore a junior synonym of *B. salvinii* (SCHMIDT, 1936; Wake in THIREAU, 1986). The holotype of *Oedipus salvinii* Gray, 1868 (BMNH 1865.6.10.19H) is shown in Fig. 13 C.

#### Taxonomic catalogue of the *Bolitoglossa mexicana* group

The nomenclatural status of the species of the *B. mexicana* group is summarized in the following catalogue. We are not including obvious misidentifications, misapplications of a name to a different species, nor first citations

for a published name in the following list of synonyms. Differences in spelling of names corresponding to gender changes (“-a” vs “-us” and “-um”), some proper name modifications (“u” vs “ue” and “ü”; “y” vs “j”), and “-i” vs “-ii” endings are not included.

*Bolitoglossa alberchi* García-París, Parra-Olea, Brame and Wake, h.o.

*Bolitoglossa alberchi* García-París, Parra-Olea, Brame and Wake, (this paper). Type locality: Playa Escondida, approximately 14 km (road) NE Sontecomapan, Veracruz, México, at ca. 50 m of elevation, 18° 56' N, 95° 05' W.

*Bolitoglossa flaviventris* (Schmidt, 1936)

*Oedipus flaviventris* Schmidt, 1936: 148. Type locality: “Chicharras, Chiapas”.

*Bolitoglossa flaviventris* (Schmidt, 1936): Taylor and Smith, 1945: 547.

*Bolitoglossa jacksoni* Elias, 1984

*Bolitoglossa jacksoni* Elias, 1984: 7. Type locality: “Las Nubes sector of Finca Chiblac, approximately 12 km NNE of Santa Cruz Barillas, Depto. Huehuetenango, Guatemala, at about 1,400 m elevation”

*Bolitoglossa lignicolor* (Peters, 1873)

*Spelerpes (Oedipus) lignicolor* Peters, 1873: 617. Type locality: “Chiriqui”; the label on the jar accompanying the type indicates “Camaron, Provinz Chiriqui” (Bauer *et al.*, 1993).

*Spelerpes punctatum* Brocchi, 1883: 115. Type Locality: “Mexique”; corrected to “Veragua (Panama)” by Thireau (1986).

*Oedipus ahli* Unterstein, 1930: 272. Type locality: “Val del Pilatan, Cordilleren”.

*Oedipus lignicolor* (Peters, 1873): Dunn, 1924: 99.

*Bolitoglossa lignicolor* (Peters, 1873): Taylor, 1944: 219.

*Bolitoglossa ahli* (Unterstein, 1930): Taylor, 1944: 219.

*Bolitoglossa palustris* Taylor, 1949: 283. Type Locality: “San Isidro el General”.

*Bolitoglossa mexicana* Duméril, Bibron and Duméril, 1854

*Bolitoglossa mexicana* Duméril, Bibron and Duméril, 1854: 93. Type locality: “Dolorès, peten (Guatemala)”.

*Salamandra togata* Valenciennes In Duméril, Bibron, and Duméril, 1854: 94. *Nomen nudum*.

*Salamandra mexicana* Cuvier In Duméril, Bibron, and Duméril, 1854: 94. *Nomen nudum*.

*Spelerpes mexicana* (Duméril, Bibron, and Duméril, 1854): Hallowell, 1856: 11.

*Geotriton mexicana* (Duméril, Bibron, and Duméril, 1854): Garman, 1884: 40.

*Oedipus mexicanus* (Duméril, Bibron, and Duméril, 1854): Schmidt, 1936: 146.

*Bolitoglossa moreleti* Smith, 1945: 17. Type locality: “vicinity of Palenque, Chiapas”.

*Bolitoglossa mombachoensis* Köhler and McCranie, 1999

*Bolitoglossa mombachoensis* Köhler and McCranie, 1999: 90. Type locality: “Volcán Mombacho (11° 49.99' N, 85° 58.77' W), 1100 m elevation, Departamento de Granada, Nicaragua”.

*Bolitoglossa mulleri* (Brocchi, 1883)

*Spelerpes mulleri* Brocchi, 1883: 116. Type locality: “haute Vera Paz: Les montagnes qui dominant Coban”.

*Spelerpes copei* Brocchi, 1883: 113. *Nomen nudum*.

*Oedipus mülleri* (Brocchi, 1883): Schmidt, 1936: 150.

*Bolitoglossa mulleri* (Brocchi, 1883): Taylor, 1944: 219.

*Oedipus mexicanus mulleri* (Brocchi, 1883): Stuart, 1948: 19.

*Bolitoglossa moreleti muelleri* (Brocchi, 1883): Duellman, 1963: 220.

*Bolitoglossa mexicana mulleri* (Brocchi, 1883): Wake and Brame, 1963: 386.

*Bolitoglossa odonnelli* (Stuart, 1943)

*Oedipus odonnelli* Stuart, 1943: 10. Type locality: “Cafetal just east of the hacienda at Finca Volcán, Alta Verapaz, Guatemala. Altitude, 1200 meters”

*Oedipus mexicanus odonnelli* Stuart, 1943: Stuart, 1948: 19.

*Bolitoglossa mexicana odonnelli* (Stuart, 1943): Wake and Brame, 1963: 386.

*Bolitoglossa odonnelli* (Stuart, 1943): Wake and Elias, 1983: 10.

*Bolitoglossa platydactyla* (Gray, 1831)

*Salamandra variegata* Gray, 1831 (nec Bory, 1828), In Griffith and Pidgeon: 107. Type locality: “México”.

- Salamandra platydactylus* Gray, 1831, In Griffith and Pidgeon: 107. Replacement name for *S. variegata* Gray, 1831.
- Oedipus platydactylus* (Gray, 1831): Tschudi, 1838: 58.
- Oedipus variegatus* (Gray, 1831): Gray, 1850: 48.
- Geotriton carbonarius* Cope, 1860: 373. Type Locality: Not stated in the original publication. The types are from "Jalapa, Mexico" (Fowler and Dunn, 1917; Dunn, 1926).
- Oedipus carbonarius* (Cope, 1860): Cope, 1869: 103.
- Spelerpes variegatus* (Gray, 1831): Strauch, 1870: 84.
- Geotriton variegata* (Gray, 1831): Garman, 1884: 39.
- Bolitoglossa platydactyla* (Gray, 1831): Taylor, 1944: 219.
- Bolitoglossa salvinii* (Gray, 1868)
- Oedipus salvinii* Gray, 1868: 297. Type locality: Guatemala, Pacific Coast.
- Spelerpes attitlanensis* Brocchi, 1883: 115. Type Locality: "volcan d'Attitlan".
- Spelerpes salvinii* (Gray, 1868): Müller, 1878: 579.
- Oedipus carbonarius salvinii* Gray, 1868: Cope, 1879: 267.
- Oedipus variegatus salvinii* Gray, 1868: Cope, 1887: 8.
- Oedipus attitlanensis* (Brocchi, 1883): Dunn, 1924: 99.
- Bolitoglossa salvinii* (Gray, 1868): Taylor, 1944: 219.
- Bolitoglossa striatula* (Noble, 1918)
- Oedipus striatulus* Noble, 1918: 344. Type locality: "Cukra, Eastern Nicaragua".
- Oedipus striatulus* (Noble, 1918): Dunn, 1926: 416.
- Bolitoglossa striatula* (Noble, 1918): Taylor, 1944: 219.
- Bolitoglossa yucatanana* (Peters, 1882)
- Spelerpes (Oedipus) yucatanus* Peters, 1882: 137. Type locality: "Yucatan"
- Spelerpes yucatanicus* Boulenger, 1882: 72. Type Locality: "Yucatan".
- Oedipus yucatanicus* (Boulenger, 1882): Cope, 1887: 8.
- Oedipus yucatanus* (Peters, 1882): Dunn, 1924: 99.

*Bolitoglossa yucatanana* (Peters, 1882): Taylor, 1944: 219.

### Acknowledgments

We thank the following individuals and institutions for providing valuable tissue samples for this study: J. A. Campbell and other collectors associated with the University of Texas at Arlington for specimens from Guatemala, I. Doadrio for specimens from Veracruz, G. Köhler for specimens from Nicaragua, J. R. McCranie and L. D. Wilson for specimens from Honduras, W. Van Devender for specimens from Belize, and the Colegio de la Frontera Sur in Chiapas for providing tissue of a sample of *B. mexicana*. We thank SEMARNAP for providing collecting permits. We thank the Muséum National d'Histoire Naturelle of Paris, and the British Museum of Natural History of London for allowing AHB to take photographs of type specimens. We also thank M. A. López Luna for field companionship during a field trip to México, M. Mahoney and E. Recuero for comments on the manuscript, and M. A. Zarazaga for comments on the nomenclatural aspects. Studies in México were financed in part by grants from the US National Science Foundation and National Geographic Society. During part of this research MG-P and GP-O were respectively sponsored by fellowships from the Ministerio de Educación y Ciencia of Spain, and from CONACyT, México. This work has also benefited of the resources provided by the project REN2000-1541/GLO (Ministerio de Ciencia y Tecnología, Spain).

### REFERENCES

- ANDERSON, S.; BUNKIER, A. T.; BARRELL, B. G.; DEBRUIJN, M. H. L.; COULSON, A. R.; DROUIN, J.; ÉPERON, I. C.; NIERLICH, D. P.; ROE, B. A.; SANGER, F.; SCHREIER, P. H.; SMITH, A. J. H.; STADEN, R. & I. G. YOUNG (1981): Sequence and organization of the

- human mitochondrial genome. *Nature*, 290: 457-465.
- BAUER, A.; GOOD, D. A. & R. GÜNTHER (1993): An annotated type catalogue of the caecilians and salamanders (Amphibia: Gymnophiona and Caudata) in the Zoological Museum, Berlin. *Mitt. Zool. Mus. Berlin*, 69: 285-306.
- BOULENGER, G. A. (1882): *Catalogue of the Batrachia Gradientia S. Caudata and Batrachia Apoda in the collection of the British Museum*. 2nd ed.. Taylor and Francis, London.
- BRAME, A. H., JR. & D. B. WAKE (1963): Re-description of the plethodontid salamander *Bolitoglossa lignicolor* (Peters), with remarks on the status of *B. palustris* Taylor. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 76: 289-296.
- BROCCHI, P. (1883 [1882]): *Étude des batraciens de l'Amérique Centrale. Mission scientifique au Mexique et dans l'Amérique Centrale: Recherches zoologiques pour servir à l'Histoire de la faune de l'Amérique Centrale et du Mexique; Troisième Partie; section 2: 1-122*. Imprimerie Nationale, Paris, France.
- COPE, E. D. (1860): Descriptions of reptiles from tropical America and Asia. *Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia*, 12: 368-374.
- COPE, E. D. (1869): A review of the species of Plethodontidae and Desmognathidae. *Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia*, 21: 93-118.
- COPE, E. D. (1879): Eleventh contribution to the Herpetology of Tropical America. *Proc. Amer. Philos. Soc.*, 28: 261-277.
- COPE, E. D. (1887): Catalogue of the batrachians and reptiles of Central America and Mexico. *Bull. U.S. Natl. Mus.*, 32: 1-96.
- DUELLMAN, W. E. (1963): Amphibians and reptiles of the rainforests of southern El Petén, Guatemala. *Publ. Mus. Nat. Hist. Univ. Kansas*, 15: 205-249.
- DUMÉRIL, A. M. C.; BIBRON, G. & A. H. DUMÉRIL (1854): *Erpétologie générale ou Histoire naturelle complète des reptiles*. 9: 1-440; atlas: 1-24; pls. 1-108. Roret, Paris.
- DUNN, E. R. (1924): New salamanders of the genus *Oedipus* with a synoptical key. *Field Mus. Nat. Hist. Publ. Zool.*, Ser., 12: 95-100.
- DUNN, E. R. (1926): *The Salamanders of the Family Plethodontidae*. Smith College 50th Anniversary Publications, Northampton, Mass., U.S.A.
- ELIAS, P. (1984): Salamanders of the northwestern highlands of Guatemala. *Contrib. Sci. Nat. Hist. Mus. Los Angeles Co.*, 348: 1-20.
- FEDER, M. E.; LYNCH, J. F.; SHAFFER, H. B. & D. B. WAKE (1982): *Field body temperatures of tropical and temperate zone salamanders*. Smithsonian Herpetological Information Service Publication 52, Smithsonian Institution, Washington, D. C., USA.
- FELSENSTEIN, J. (1981): Evolutionary trees from DNA sequences: a maximum likelihood approach. *Journal of Molecular Evolution*, 17: 368-376.
- FOWLER, H. W. & E. R. DUNN (1917): Notes on salamanders. *Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia*, 69: 7-28, pl. 3-4.
- FROST, D. (Ed.) (1985): *Amphibian Species of the World*. Allen Press, Lawrence, Kansas, U.S.A.
- GARCÍA-PARÍS, M.; PARRA-OLEA, G. & D. B. WAKE (2000): Phylogenetic relationships within the lowland tropical salamanders of the *Bolitoglossa mexicana* complex (Amphibia: Plethodontidae), pp. 199-214, in: BRUCE, R.C. (ed.), *The Biology of Plethodontid Salamanders*. Plenum Press.
- GARMAN, S. (1884): The North American reptiles and batrachians. A list of the species occurring north of the Isthmus of Tehuantepec, with references. *Bull. Essex Inst.*, 16: 40.
- GRAY, J. E. (1831): A synopsis of the species of the class Reptilia. In Griffith and Pidgeon's "The Animal kingdom arranged in conformity with its organization by the Baron Cuvier with additional descriptions of all the species hitherto named, and of many others". 9: 1-481, pl. 1-55.

- GRAY, J. E. (1850): *Catalogue of the specimens of Amphibia in the collection of the British Museum*. Part II. Batrachia Gradientia, etc. Spottiswoodes and Shaw, London.
- GRAY, J. E. (1868): Notice of two species of *Salamandra* from Central America. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, ser. 4, 2: 297-298.
- GÜNTHER, A. C. L. G. (1885-1902): *Reptilia and Batrachia. Biologia Centralia-Americana*. Taylor and Francis, London. 326 pp., 76 pls.
- HALLOWELL, E. (1856): Description of several species of Urodela, with remarks on the geographical distribution of the Caduibranchiate division of these animals and their classification. *Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia*, 8: 6-11.
- KIMURA, M. (1980): A simple method for estimating evolutionary rate of base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences. *Journal of Molecular Evolution*, 2: 87-90.
- KÖHLER, G. & J. R. MCCRANIE (1999): A new species of salamander from Volcán Mombachó, Nicaragua, formerly referred to *Bolitoglossa striatula* (Amphibia, Caudata, Plethodontidae). *Senckenbergiana biologica*, 79: 89-93.
- MILLER, S. A.; DYKES, D. D. & H. F. POLESKY (1988): A simple salting procedure for extracting DNA from human nucleated cells. *Nucleic Acids Research*, 16: 215.
- MITTLEMAN, M. B. & H. M. SMITH (1948): American Caudata IV: Allocation of the name *Bolitoglossa mexicana*. *Journal of the Washington Academy of Sciences*, 38: 318-320.
- MORITZ, C.; SCHNEIDER, C. J. & D. B. WAKE (1992): Evolutionary relationships within the *Ensatina eschscholtzii* complex confirm the ring species interpretations. *Systematic Biology*, 41: 273-291.
- MÜLLER, F. (1878): Katalog der in Museum und Universitätskabinet zu Basel aufgestellten Amphibien und Reptilien nebst Anmerkungen. *Verh. Naturforsch. Ges. Basel*, 6: 560-709.
- MUÑOZ-ALONSO, A. & M. A. LAZCANO-BARRERO (1992): Primer registro de *Bolitoglossa platydactyla* (Caudata: Plethodontidae) para Chiapas. *Boletín de la Sociedad Herpetológica Mexicana*, 4: 13-15.
- NOBLE, G. K. (1918): The amphibians collected by the American Museum expedition to Nicaragua in 1916. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.*, 38: 311-347.
- PALUMBI, S. R.; MARTIN, A. P.; ROMANO, S.; McMILLAN, W. O.; STICE, L. & G. GRABOWSKI (1991): *The Simple Fool's Guide to PCR*. Special Publication, Department of Zoology, University of Hawaii, Honolulu, Hawaii, U.S.A.
- PETERS, W. (1873): Über eine neue Schildkrötenart, *Cinosternum Effeldtii* und einige andere neue oder weniger bekannte Amphibien. *Monatsber. Preuss. Akad. Wiss. Berlin*, 1873: 610-618.
- PETERS, W. (1882): Eine neue Art der urodelen Batrachier, *Oedipus yucatanus*, aus Yucatan (Centralamerika). *Sitzungsber. Ges. Naturforsch. Freunde Berlin*, 1882: 137-138.
- ROE, B. A.; MA, D. P.; WILSON, R. K. & J. F. WONG (1985): The complete nucleotide sequence of the *Xenopus laevis* mitochondrial DNA genome. *Journal of Biological Chemistry*, 260: 9759-9774.
- SAIKI, R. K.; Delfand, D. H.; STOFFEL, S.; SCHARF, S. J.; HIGUCHI, R.; HORN, G. T.; MULLIS, K. B. & H. A. ERLICH (1988): Primer-directed enzymatic amplification of DNA with a thermostable DNA polymerase. *Science*, 239: 487-491.
- SCHMIDT, K. P. (1936): Guatemalan salamanders of the genus *Oedipus*. *Zoological series of Field Museum of Natural History*, 20: 135-166.
- SMITH, H. M. (1945): The salamander name *Bolitoglossa mexicana* Dumeril, Bibron and Dumeril. *Herpetologica*, 3: 14-19.
- SMITH, H. M. (1966): Preface to the reprint. pp. 3-29, in SMITH, H. M. & E. H. TAY-

- LOR, *Herpetology of Mexico, Annotated Checklists and Keys to the Amphibians and Reptiles, a Reprint of Bulletins 187, 194 and 199 of the U. S. National Museum with a List of Subsequent Taxonomic Innovations*. Eric Lundberg, Ashton, Maryland, U.S.A.
- STRAUCH, A. (1870): Revision der Salamandriden-Gattungen nebst Beschreibung einiger neuen oder weniger bekannten Arten dieser Familie. *Mém. Acad. Imp. Sci. St. Pétersbourg*, 16(7): 1-119.
- STUART, L. C. (1943): Taxonomic and geographic comments on Guatemalan salamanders of the genus *Oedipus*. *Miscellaneous Publications of the Museum of Zoology of the University of Michigan*, 56: 1-33.
- STUART, L. C. (1948): The amphibians and reptiles of Alta Verapaz, Guatemala. *Miscellaneous Publications of the Museum of Zoology of the University of Michigan*, 69: 1-109.
- SWOFFORD, D. (1997): *Phylogenetic analysis using parsimony (PAUP)*. Smithsonian Institution, Washington, D. C., U.S.A.
- TAYLOR, E. H. (1944): The genera of plethodontid salamanders in Mexico, Pt. I. *University of Kansas Science Bulletin*, 30(12):189-232.
- TAYLOR, E. H. (1949): New salamanders from Costa Rica. *University of Kansas Science Bulletin*, 33(6): 279-288.
- TAYLOR, E. H. (1952): The salamanders and caecilians of Costa Rica. *University of Kansas Science Bulletin*, 34 (12): 695-791.
- TAYLOR, E. H. & H. M. SMITH (1945): Summary of the collections of amphibians made in México under the Walter Rathbone Bacon Traveling Scholarship. *Proceedings of the U. S. National Museum*, 95: 521-613.
- TEMPLETON, A. (1983): Phylogenetic inference from restriction endonuclease cleavage site maps with particular reference to the evolution of humans and the apes. *Evolution*, 37: 221-244.
- THIREAU, M. (1986): *Catalogue des types d'urodeles du Muséum national d'Histoire naturelle: Revue critique*. Laboratoire des Zoologie (Reptiles et Amphibiens) du Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, France.
- TSCHUDI, J. J. (1838): *Classification der Batrachier, mit Berücksichtigung der fossilen Thiere dieser Abtheilung der Reptilien*. 102 pp. Neuchâtel. Reprinted in *Mém. Soc. Sci. nat. Neuchâtel*, 2 [1839]: 1-100.
- UNTERSTEIN, W. (1930): Beschreibung zweier neue Molche der Gattung *Oedipus*. *Zool. Anz.*, 87: 270-272.
- WAKE, D. B. (1992): An integrated approach to evolutionary studies of salamanders. pp. 163-177, in ADLER, K. (ed.), 1991, *Herpetology: Current Research on Amphibians and Reptiles*. Proceedings of the First World Congress of Herpetology. Society for the Study of Amphibians and Reptiles. Oxford, Ohio, U.S.A.
- WAKE, D.B. & A.H. BRAME, JR. (1963): The status of the plethodontid genera *Bolitoglossa* and *Magnadigita*. *Copeia*, 1963: 382-387.
- WAKE, D. B. & P. ELIAS (1983): New genera and a new species of Central American salamanders, with a review of the tropical genera (Amphibia, Caudata, Plethodontidae). *Contributions in Science of the Natural History Museum of Los Angeles County*, 345: 1-19.
- WAKE, D. B. & J. F. LYNCH (1976): The distribution, ecology, and evolutionary history of plethodontid salamanders in tropical America. *Science Bulletin of the Natural History Museum of Los Angeles County*, 25: 1-65.

Recibido: 01/03/02

Aceptado: 08/05/02

## Appendix I

List of material included in the DNA study (MVZ: Museum of Vertebrate Zoology, University of California at Berkeley; SMF: Senckenberg Museum und Forschungsinstitut; UTAVC: University of Texas at Arlington; GP: G. Parra-Olea field number; LDW: L. D. Wilson field number; MGP: M. García-París photographic collection):

***B. adpersa*: Colombia:** Cundinamarca: Ubate, MVZ 158485.

***B. alberchi*: México:** Chiapas: Cafetal, 26.5 km N Ocozocauatla on road to Apic Pac, MVZ 194293; 7.5 mi N of Berriozabal, MVZ 138658; Veracruz: Playa Escondida, E of Catemaco (30 km NNE), MVZ 163959; Playa Escondida, N of Catemaco, MVZ 172667.

***B. flaviventris*: México:** Chiapas: 2.0 - 6.5 mi N Tapachula on road to Nueva Alemania, MVZ 194287-194288; Finca La Esperanza, 5 km (by road) E Acocoyagua, MVZ 163963.

***B. lignicolor*: Costa Rica:** Puntarenas: Finca La Dibujada, Buenos Aires - Osa, MVZ (s 11132).

***B. mexicana*: Belize:** Toledo: vicinity of Indian Village of Blue Creek, MVZ 191631, 191632, 191635. **Honduras:** El Paraíso: Las Manos, 13° 48' N - 86° 34' W, UTA (ENS 8675); Atlántida: Quebrada de Oro, 15 38 N 86 47 W, 600 m elev., USNM 343451. **México:** Chiapas: Lagos de Montebello, (MGP photographic voucher).

***B. mombachoensis*: Nicaragua:** Granada: Volcán Mombacho, near lower antenna (11°49.99'N, 85°58.77'W), 1100 m, SMF 78718, SMF 78725.

***B. odonnelli*: Guatemala:** Alta Verapaz: Finca El Volcán, 875m, 25 km (road) NW Senahú, MVZ 161039, 161046; Izabal: Morales: Sierra de Caral: Finca la Firmeza, UTA (MEA 446); Morales: Sierra de Caral: Camino Finca Quebradas - Cerro Pozo de Agua, UTA (ENS 7862). **Honduras:** Copán: 2 km N Santa Rosa de Copán, MVZ 163797; Cortés: Cafetal, 8 km (road) W Peña Blanca, MVZ 163794, 163795; 3.1 km (by road) S Peña Blanca, MVZ 163793; Olancho: Río Catacamas, near Catacamas, 480 m elev., MVZ 229068.

***B. platydactyla*: México:** Veracruz: vic. of Cuautlapan, GP 108; Hotel Playa Azul vic. of Catemaco, GP 587.

***B. striatula*: Costa Rica:** Cartago: I.I.C.A., 4.5 km ESE Turrialba, MVZ 181280.

***B. yucatanana*: México:** Quintana Roo: 13-19 km (road) Cobá, MVZ 197507, 197508.

## Appendix II

List of material included in the morphometric study (MVZ: Museum of Vertebrate Zoology, University of California at Berkeley; UTAVC: University of Texas at Arlington):

***Bolitoglossa alberchi***: México: Veracruz: Playa Escondida, approximately 14 km (road) NE Sontecomapan (n = 22) (MVZ 163959-62, MVZ 172665-67, MVZ 163782, MVZ 163791, MVZ 193155, MVZ 200568, MVZ 208378, UTAVC 7788, UTAVC 7803-04, UTAVC 7811, UTAVC 7852, UTAVC 7854-55, UTAVC 7857, UTAVC 7901, UTAVC 7909)

***Bolitoglossa mexicana***: México: Chiapas: San Juanito, near Palenque (n = 15) (USNM 116071-79, USNM 116090-91, USNM 116095-98).

***Bolitoglossa odonnelli***: Guatemala: Alta Verapaz: Finca El Volcán (n = 12) (MVZ 161030-36, MVZ 161038, MVZ 161040, MVZ 161045-46, MVZ 161081).

## Appendix II

List of material included in the morphometric study (MVX: Museum of Vertebrate Zoology, University of California at Berkeley; UTAVC: University of Texas at Arlington).

<p><i>Bottegella albicincta</i> Mexican: Chiapas San Juanito, near Palenque (n = 13) (USNM 116071-79, USNM 116080-81, USNM 116092-98).</p> <p><i>Bottegella obscura</i> Guatemala: Alta Verapaz: Finca El Volcan (n = 12) (MVX 161030-38, MVX 161038, MVX 161040, MVX 161042-46, MVX 161081).</p>	<p><i>Bottegella albicincta</i> Mexican: Veracruz: Playa Escobedo, approximately 14 km (road) NE Poemocoyan (n = 22) (MVX 161059-62, MVX 173662-67, MVX 163782, MVX 163791, MVX 163152, MVX 200568, MVX 208378, UTAVC 7882, UTAVC 7803-04, UTAVC 7811, UTAVC 7852, UTAVC 7854- 55, UTAVC 7857, UTAVC 7901, UTAVC 7905).</p>
---	---

## La taxocenosis de lagartos de Achiras, Córdoba, Argentina: parámetros biológicos y estado de conservación

### *The lizard Taxocenose of Achiras, Córdoba Argentina: Biological parameters and conservation status.*

RICARDO MARTORI<sup>1</sup>, RICARDO JUÁREZ<sup>1</sup> Y LILIANA AUN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Río Cuarto,  
Agencia postal N° 3. 5800  
Río Cuarto, Argentina.  
Rmartori@exa.unrc.edu.ar

**Resumen:** La puesta en marcha de estrategias para la conservación de la fauna silvestre, requiere del conocimiento global de como funcionan los ecosistemas naturales.

Entre las características mas relevantes de las comunidades se destacan la utilización diferencial de los recursos tróficos, temporales y espaciales y los eventos reproductores de cada una de las especies que la constituyen.

Se realizó un muestreo quincenal realizando un transecto de 3000 m, la especie mas frecuente en la localidad de Achiras (33°10'S y 64°5'W), fue *Homonota fasciata*, (38,2 %) seguida por *Liolaemus saxatilis* y *Cnemidophorus lacertoides* (17,19 % y 15,25 %) por último, *Homonota whitii*, *Anops kingi* y *Teius oculatus*. (9,2; 6,77 y 5,58 %) el resto del ensamble representó el 7,5 %. De las especies antes citadas se analizó la dieta y se evaluó el ciclo reproductivo. El ciclo reproductivo y de cuerpos grasos fue similar en todas las especies estudiadas, el tamaño de la puesta se correlacionó con el tamaño del individuo a excepción de los gekos que tienen un tamaño de la puesta fijo de un huevo.

La dieta de *L. saxatilis* fue la mas generalista presentando 7 presas importantes, le sigue *H. whitii* con tres presas importantes. *C. lacertoides* y *H. fasciata* son especialistas, en el consumo de arañas y *T. oculatus* tiene una posición intermedia.

**Palabras clave:** comunidad, lagartos, alimentación, reproducción, frecuencia relativa, Chaco serrano, Argentina.

**Abstract:** **The lizard Taxocenose of Achiras, Córdoba Argentina: Biological parameters and conservation.** The implementation of strategies for the conservation of wildlife, requires the global knowledge of the ecosystems function. Among the relevant characteristics of communities, the differential utilization of trophic, temporary and spatial resources and the reproductive events are of great importance to understand the status of each species that constitute it. The study site was visited during two seasons, traveling a 3000m transect every two weeks, the most frequent species in the locality of Achiras (33°10'S and 64°5'W), was *Homonota fasciata* (38,2 %) followed by *Liolaemus saxatilis* and *Cnemidophorus lacertoides* (17,19 % and 15,25 %) finally, *Homonota whitii*, *Anops kingi* and *Teius oculatus*. (9,2, 6,77 and 5,8 %). The other species represented the 7,5 %. With these species we accomplished an analysis of the diet and also determined the reproductive cycle and the fat bodies state. The reproductive cycle and The fat body volume were similar in all the cases considered, and the number it of eggs were correlated with the size of the individual except for the gekos that have fixed posture of one egg. The diet of *L. saxatilis* was the most generalist presenting seven important preys, followed by *H. whitii* with three important preys. *C. lacertoides* and *H. fasciata* are specialists, in spiders and *T. oculatus* has an intermediate position

**Key words:** Community, lizards, feeding, reproduction, relative frequencies, Chaco serrano, Argentina.

## INTRODUCCIÓN

El estudio de las comunidades o de ensambles de especies, permite la obtención de información adecuada para tomar decisiones para la protección y conservación de la fauna.

En este trabajo seguimos la sugerencia de POUGH *et al.* (2001) donde propone la utilización del termino «ensamble» para referirse a un sub-conjunto de animales tratados de una comunidad que abarca la totalidad de especies.

Existen numerosos estudios realizados en comunidades de reptiles de zonas desérticas y tropicales del mundo, los más relevantes están resumidos en trabajos de VITT (1991) y de PIANKA (1973). En Argentina, en cambio, los trabajos son mas escasos, se destacan los de VIDELA & PUIG (1994), MARTORI & AUN (1994), CRUZ *et al.* (1992), VEGA & BELLAGAMBA (1990), LAVILLA *et al.* (1995) y LAVILLA & SCROCCHI (1991). Esta escasez de trabajos sobre grandes grupos de especies puede responder a dos causas principales, al tiempo que se requiere para llevarlos a cabo y a los recursos que se necesitan para tal fin.

A través de un estudio comparativo de los ciclos de actividad de varias especies de lagartos simpátricas, se puede obtener información no solo de la biología de cada especie, sino también de la organización de la comunidad, y de la modalidad de distribución del recurso en escalas temporales (MAURY, 1981).

Los factores históricos tales como el grado de aislamiento y la disponibilidad de reservas bióticas (particularmente en especies potencialmente competidoras y predadores) han modelado profundamente las comunidades de lagartos (PIANKA, 1973). También los factores abióticos, como las precipitaciones, las temperaturas máximas y mínimas, y los factores bióticos como la variación en la disponibilidad de las presas a lo largo del día y de la temporada, las limitaciones fisiológicas propias de cada especie, el uso de un hábitat particular, y la variación de los nichos espaciales, son factores a tener en cuenta,

ya que estos modifican día a día las relaciones existentes entre dichas especies.

Según PAULISSEN (1988) el uso de los microhábitats por los lagartos difiere frecuentemente entre los miembros de las distintas clases de edad dentro de una población. Tales diferencias pueden ser atribuidas a la agresión, territorialidad, selección de alimentos y selección de los distintos sitios de caza por las diferentes clases de edad.

Conocer la distribución geográfica es importante porque permite detectar los endemismos, extensión y variedad de los hábitats ocupados por las especies .

El análisis de parámetros poblacionales, como el ciclo biológico, la potencialidad de reclutamiento, las preferencias alimentarias y las estrategias en el uso del hábitat, son factores que estarían indicando la vulnerabilidad de la especie (CHRISTIE, 1984).

En el extremo sur de la Sierra de Comechingones, en cercanías de la localidad de Achiras (Provincia de Córdoba), se presenta un ensamble herpetológico de interés por su riqueza de especies, por el tamaño de sus poblaciones y por la presencia de endemismos (MARTORI & AUN, 1994).

Existen antecedentes de estudios similares, sobre especies presentes en la localidad de Achiras (AUN & MARTORI, 1996) (MARTORI & AUN, 1994) y (AUN & MARTORI, 1998) y para las mismas especies en otras zonas (CRUZ & RAMIREZ PINILLA, 1996) (AUN & MARTORI, 1994) (BLANCO & ACOSTA, 1998) y (AUN & MARTORI, 1996).

Como la implementación de programas de conservación de la fauna, implican el conocimiento y la evaluación de toda la riqueza faunística a proteger nos propusimos los siguientes objetivos en este trabajo:

- 1) Realizar una categorización de las especies presentes en la localidad de Achiras, Córdoba (Argentina).
- 2) Conocer su distribución espacial, temporal y frecuencia de grupos de edad.

- 3) Determinar para las especies mas abundantes, los ciclos biológicos y la composición de la dieta.
- 4) Proponer un método sencillo de gestión de estado de conservación de herpetofauna.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Area de estudio

La localidad de Achiras esta ubicada a  $33^{\circ} 10'S$  y  $64^{\circ} 5'W$  (Figura 1) entre los 700 y 1000 msnm.

Está situada dentro del Área Pedemontana, esta área es una estrecha faja de 3 a 5 km que bordea al cordón serrano, con una superficie aproximada de 84.000 ha. Está formada por conos aluviales coalescentes con distinta cobertura eólica, pendientes cortas y medias de 3 a más del 15%. Los suelos están poco desarrollados en crestas de lomas y afloramientos (BIANCO *et al.*, 1987).

La vegetación natural se ha reducido notablemente debido al desmonte y al laboreo, pero responde fundamentalmente al tipo fisonómico descrito para la parte basal de las sierras, o sea un «bosque serrano», desde el punta de vista de la vegetación esta área es un ecotono entre el «Distrito Chaqueño Serrano» y el «Distrito Chaqueño Occidental», con un empobrecimiento florístico notable debido a la latitud y al manejo hecho por el hombre. (BIANCO *et al.*, 1987).

Las precipitaciones anuales variaron entre 1974 a 1993 entre los 400 mm y los 1200 mm anuales, con una precipitación media de 800 mm, éstas se concentran en los meses cálidos (octubre a marzo) siendo el invierno muy seco. Las temperaturas medias mensuales para el mismo período oscilaron entre los  $10^{\circ}C$  y los  $22^{\circ}C$ , con máximas de  $40^{\circ}C$  y mínimas de  $-10^{\circ}C$  (SEILER *et al.*, 1995).

El área de estudio es un campo privado ubicado en las cercanías del balneario municipal, utilizado para la cría de caballos, donde no se realizan en él tareas de laboreo.



Figura 1.- Mapa de la República Argentina, la ubicación de la localidad de Achiras está resaltada.

Figure 1.- Study area.

### Descripcion de los microhabitat principales

Se realizó una categorización de los ambientes y una descripción del microhabitat ocupado por el individuo, siguiendo la metodología empleada por VITT (1995) Y VITT & ZANI (1996).

Con respecto a la utilización del espacio y a la distribución espacial de las especies, se distinguen cuatro hábitats principales: El primero de estos son los islotes rocosos, formados por el craton granítico no colonizado, se puede distinguir este hábitat, en el área central del islote donde no existe ningún tipo de cobertura edáfica ni vegetal, sobre el craton se encuentran dispersas rocas delgadas y planas (lajas) donde se refugian los *Gekkonidae*. El

segundo corresponde a la zona marginal de estas formaciones, caracterizado por una escasa cobertura de suelo, algunas matas de gramináceas y arbustos dispersos, sobre todo espinillo (*Acacia caven*) y chacay (*Colletia espinosissima*) este ambiente es frecuentado por los *Liolaemus*. El tercer ambiente se ubica en áreas protegidas en los valles, presenta una buena cobertura de pastos, numerosos arbustos y rocas de mediano tamaño, debajo de estas rocas se encuentran *Cnemidophorus*, *Teius* y *Anops*. El cuarto ambiente es el romerillal que se encuentra en las zonas más altas, está cubierto por un arbustal denso, con un piso de gramináceas en las áreas abiertas, en este ambiente la fauna es escasa

Se realizaron muestreos quincenales, desde agosto de 1997 hasta marzo de 1998, fuera de este período no se detectó actividad en el sitio que fue visitado fuera de la temporada para verificar el comienzo de la actividad.

Se realizaron transectos lineales de aproximadamente 3000 m de longitud que se recorrían en aproximadamente tres horas. Se registraban todos los individuos que se veían y se capturaban cuando era posible. Se levantaron rocas cuidadosamente, para registrar la presencia de individuos inactivos e individuos de especies con hábitos nocturnos como las dos especies de *Homonota*, se registraba el avistamiento y capturaba si era posible para medirlo y luego se lo dejaba en libertad. También se asignaba a cada ejemplar a una clase de edad aproximada (juvenil o adulto), y se determinaba el sexo.

En un sector cercano pero independiente del transecto se colectaron ejemplares para ser utilizados para los estudios de reproducción y alimentación.

Para cada individuo capturado, se midió el largo canto rostral cloaca (LCC) con regla milimetrada, con precisión de 0.5mm. Luego estos valores fueron agrupados en grupos de edad de 5mm cada uno y se calcularon las frecuencias relativas de cada grupo de tamaño.

Para comparar los meses relevados se calculó por medio de tablas de contingencia la

frecuencia de cada especie formulando como hipótesis nula que la frecuencia esperada de cada especie es igual a la media anual de dicha especie, luego se transformaron los valores obtenidos a una escala de +1;-1 para su transformación gráfica. FITZGERALD *et al.* (1999).

### Métodos de análisis de los ciclos reproductores

Para llevar a cabo ciertos estudios de estrategias reproductoras y tróficas, es necesario extraer especímenes del ambiente.

Los ambientes estudiados son muy frágiles y representan pequeñas porciones del área de pie de monte, donde se encuentran isletas de alta diversidad. Al realizar las colectas no consideramos prudente, en muchos casos, satisfacer los requerimientos de muestras mínimas con vistas a no alterar apreciablemente la población. En algunos casos la muestra fue completada con especímenes de colección procedentes de la misma localidad (Ver tabla 1).

El análisis de ciclos reproductores se realizó siguiendo la metodología utilizada por (DUNHAM, 1981). Para cada individuo macho se extrajeron ambos testículos, se midió el izquierdo (siempre que no estuviera deteriorado), se registró el largo y el ancho, para determinar su volumen, según la fórmula  $V = 4/3 \pi (a/2) (b/2)^2$ .

En las hembras se extrajeron y contaron los folículos maduros y huevos oviductales. Las hembras fueron clasificadas en cuatro estados reproductores: 0) Hembras adultas no reproductoras, que no presentaron huevos ni folículos maduros. 1) Hembras reproductoras con folículos maduros. 2) Hembras reproductoras con oviductales. 3) Hembras reproductoras con huevos y folículos maduros, lo que indica más de una puesta por temporada.

Se calculó la moda del estado reproductivo de las hembras por mes de muestreo y se relacionó con el ciclo testicular de los machos para determinar el periodo reproductivo de la especie en esta área, se optó por un análisis cualitativo por la características de los datos

**Tabla 1:** Fauna considerada en el estudio. En la columna de avistados la totalidad de individuos contados en el transecto. En la columna colectados la cantidad de ejemplares colectados en el sitio de estudio. Columna colección la cantidad de ejemplares del sitio obtenidos en préstamo de la colección de la UNRC.

**Table 1:** Species of reptilia studied (observed, collected and Museum specimens).

### Fauna Considerada

Familias	Especies	Avistados	Colectados	Colección UNRC
<i>Tropiduridae:</i>	<i>Liolaemus saxatilis</i>	53	71	14
<i>Teiidae:</i>	<i>Teius oculatus,</i>	24	7	28
	<i>Tupinambis merianae,</i>	2	0	0
	<i>Cnemidophorus</i>	62	26	8
	<i>lacertoides</i>			
<i>Gymnophthalmidae:</i>	<i>Pantodactylus schreibersi</i>	0	0	1
<i>Scincidae:</i>	<i>Mabuya dorsovittata</i>	3	0	3
<i>Gekkonidae:</i>	<i>Homonota fasciata</i>	140	53	0
	<i>Homonota whitti</i>	38		
<i>Amphisbaenidae</i>	<i>Anops kingi</i>	30	0	0
<i>Colubridae</i>	<i>Pseudotomodon trigonatus</i>	4	0	2
<i>Elapidae</i>	<i>Micrurus pyrrhocryptus</i>	2	0	1
<i>Crotalidae</i>	<i>Bothrops neuwiedi</i>	2	0	1
<i>Leptotiphlopidae</i>	<i>Leptotiphlops sp.</i>	18	0	3

que por el número de ejemplares colectados no eran aptos para un tratamiento estadístico formal.

Se registró la presencia de cuerpos grasos tanto en machos como en hembras y se determinaron tres categorías 1) ausentes, 2) reducidos, cuando ocupaban menos de la cuarta parte de la cavidad abdominal 3) desarrollados, cuando ocupaban más de la cuarta parte de la cavidad abdominal.

### Métodos para el Análisis de la dieta

Para el análisis de la dieta se consideró solamente el contenido estomacal.

Para la clasificación de las presas se utilizó bibliografía especializada (KASTON, 1980; ARNETT JR. *et al.*, 1980; BLAND *et al.*, 1978; AUN, *et al.*, 1999) y se determinaron las presas hasta el nivel taxonómico que el estado del material lo permitiera.

Las presas se agruparon siguiendo el criterio de la unidad taxonómica operacional (UTO, SNEATH & SOKAL 1973). Se definieron

22 UTO, se trabajó generalmente a nivel de familia, con algunas excepciones se utilizaron categorías superiores cuando el número de individuos o dificultad en la determinación lo aconsejaban. (Ver tabla 2) (CARRETERO & LLORENTE, 1991)

Se midió el largo y el ancho de cada presa mediante una cuadrícula de papel milimetrado y se calculó el volumen de las mismas mediante la fórmula del esferoide (DUNHAM, 1981):  $V=4/3\pi (a/2).(b/2)^2$ , donde a = largo de la presa y b = ancho de la presa.

Los cálculos de diversidad trófica acumulada se realizaron según lo propuesto por HITTURBIA (1973) y PASCUAL & PEREZ MELLADO (1978)

Para conocer la importancia relativa de cada componente en la dieta se analizaron en forma conjunta los porcentajes de volumen, frecuencia y número. Con esta información se confeccionó una matriz para detectar cuales fueron los ítems más importantes en estos tres aspectos.

**Tabla 2:** Resumen de los valores porcentuales de número, frecuencia, volumen y  $\lambda^2$  jerarquizada de las cinco especies seleccionadas. Los valores resaltados son los principales.

**Table 2:** Diet analysis.

Categoría alimentaria	T. ocellatus			C. lacteoides			H. whitii			H. fasciata			L. saxatilis									
	N%	F%	$\lambda^2$	N%	F%	$\lambda^2$	N%	F%	$\lambda^2$	N%	F%	$\lambda^2$	N%	F%	$\lambda^2$							
Larva de Coleoptera	4,7	22,2	15,3	8	0	0	0	0	0	4,8	12,5	6,3	4	4,2	7,4	6,7	2	0,2	1,5	0,1	5	
Larva de Díptera	2,5	11,1	1,3	10	0	0	0	0	0	1,6	4,2	2,6	1	2,5	5,5	4	2	0,2	1,5	0,8	0	
Otras larvas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,8	4,2	3,3	14	0,8	1,8	0,2	1	7,1	41,2	7	42	
Pupas de Lepidoptera	1,1	11,1	7	8	0	0	0	0	0	4,8	12,5	16,2	94	0	0	0	0	0,2	1,5	0,1	0	
Pupas de Coleoptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,3	4,2	1,7	13	4,2	9,2	3,7	6	0	0	0	0	
Otras pupas	1,1	11,1	4,7	6	0	0	0	0	0	1,6	4,2	0,2	1	4,2	9,2	12	6	0,2	1,5	0,1	0	
Ninfas de Acrididae	0,7	3,7	0,5	1	0	0	0	0	0	4,8	8,3	3,5	10	4,2	7,6	5	1	0,2	1,5	0,3	0	
Acrididae	3	18,5	10,7	8	8,3	9,1	44,5	1	3,2	8,3	3,4	0	0	5	2,7	4	8	12,2	35,3	24,6	100	
Isóptera	65,1	18,5	3,5	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,6	1,8	0,2	1	0	0	0	0
Reduvidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8	1,8	1,1	0	4,6	23,5	5,7	20	
Otros Hemiptera	0	0	0	0	0	0	0	0	8	16,7	9,8	47	3,4	7,4	7,4	0,6	4	6,4	25	2,8	6	
Cicadellidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1,6	4,2	1	0	1,7	3,7	6,7	1	5	8,3	29,4	5,3	60	
Muscidae	4	3,7	0,7	0	8,3	9,1	1,4	3	17,5	25	6,4	100	3,4	7,4	7,4	2,1	5	6,4	25	2,8	52	
Otros Díptera	0,3	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8,4	14,8	3,7	11	0,2	1,5	0,1	2	
Lepidoptera	3,2	7,4	1,4	0	0	0	0	0	8	16,7	15,5	27	2,5	5,5	2,3	1	12	10,8	32,3	1,9	80	
Formicidae	0,7	7,4	1	0	0	0	0	0	4,8	12,5	0,4	25	13,5	25,9	0,9	12	0	4,1	20,5	1,8	20	
Vespidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,1	20,5	1,8	20	
Chrysomelidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0,8	1,8	0,4	0	8,3	27,9	6,8	60	
Carabidae	7,2	48,1	31,2	100	0	0	0	0	1,6	4,2	3	5	5	11,1	2,1	52	5,5	23,5	4,6	4,6	20	
Curculionidae	3,2	22,2	8,7	23	0	0	0	0	1,6	4,2	0,8	0	1,7	3,7	0,4	1	4,8	19,1	4	16	16	
Scarabeidae	2	3,7	7,5	0	0	0	0	0	6,3	12,5	19,2	26	2,5	5,5	15	1	3,4	17,6	5	16	16	
Araneae	7,2	37	4,3	29	75	7,2	52	100	6,3	16,7	6,7	10	19,3	35,2	23,5	100	8,1	36,8	12,6	90	90	

Se calculó además el índice de preferencia Lambda 2 ( $\lambda''$ ), para detectar diferencias en la selección de las presas entre las especies:  $\lambda = \sum p_i^2$  (donde p es el porcentaje de importancia de una presa en el estómago i),  $\lambda' = \lambda/n$  (donde n es el número de estómagos),  $\lambda'' = (\lambda'/\sum \lambda') * 100$ .

Este índice evidencia el grado de dominancia de una presa (MONTORI, 1991), es un índice muy sensible para detectar preferencias, porque combina la importancia numérica de las presas y la diversidad de la composición de cada estómago (AUN & MARTORI, 1998). Las presas se categorizaron de la siguiente manera: Entre el 100% y el 75% fundamental, entre el 75% y el 50% secundaria, entre el 50% y el 25% accesoria, menos del 25% accidental (MONTORI, 1991).

Se calculó la cantidad total de presas consumidas por especie y por individuo y el solapamiento de dietas mediante el índice de PIANKA (1973).

## RESULTADOS

### Avistamientos

Durante el periodo de actividad, Desde el mes de Septiembre de 1997 hasta Marzo de 1999 se realizaron muestreos quincenales (Tabla 1) con un total de 396 avistamientos.

La especie mas frecuentemente observada fue *Homonota fasciata*, con 140, seguidos por *Cnemidophorus lacertoides* con 62, *Liolaemus saxatilis* con 53, *Homonota whitii* con 38, *Anops kingi* con 30, *Teius oculatus* con 24 y *Leptotyphlops sp.* con 18. El resto de las especies obtuvieron valores inferiores a 4.

Para el cálculo de las frecuencias relativas por mes, se consideraron a las 6 especies más frecuentes, y a las esporádicas se las agrupó como "otros" (Figura 2).

*H. fasciata* y *L. saxatilis* son las especies mas frecuentes en todos los meses, en cambio *C. lacertoides* y *A. kingi* son mas comunes a principio de temporada y mas escasos en el verano, posiblemente a causa de los hábitos cazadores de *A. kingi* y cambios de uso de hábi-

tat de *C. lacertoides*. *A. kingi* se localiza bajo rocas pequeñas que se encuentran sobre suelo húmedo. Aparentemente, durante una parte de su ciclo frecuenta la tierra que se acumula debajo de las rocas, pero cuando avanza la temporada se retira a niveles mas profundos del suelo. En el caso de *C. lacertoides* es casi imposible verlo activo, a diferencia de los demás especies del género que son muy conspicuas. A principio de temporada, cuando la temperatura del ambiente todavía es baja, se los suele encontrar al levantar rocas pequeñas donde han construido madrigueras. Siempre se los encuentra aletargados. Mas adelante, cuando la temperatura es más elevada se encuentran las madrigueras vacías, indicando que han cambiado de refugios o de microhabitat.

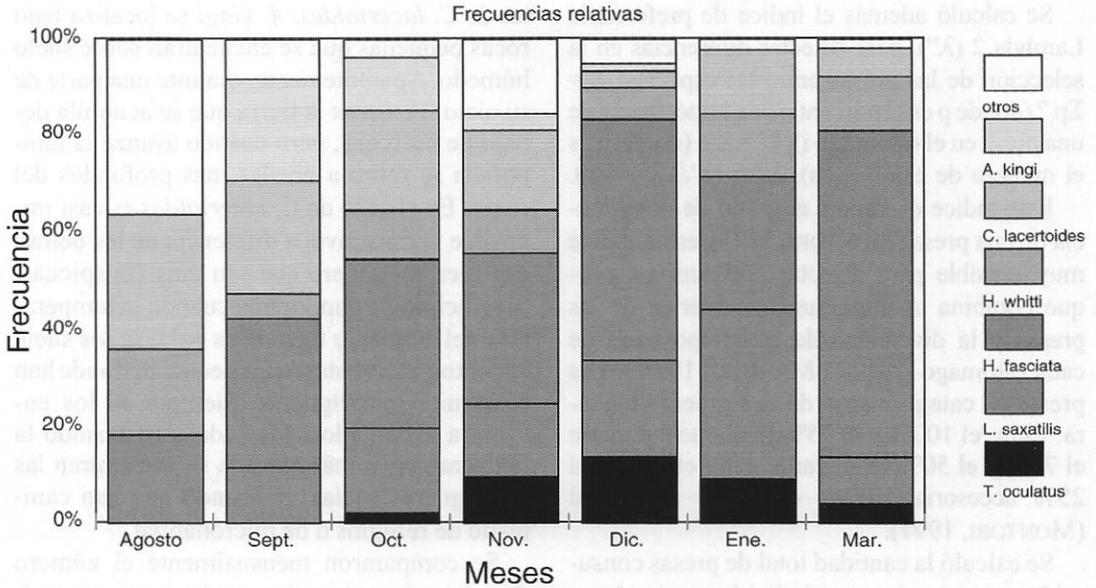
Se compararon mensualmente el número de avistamientos totales con la riqueza específica, ambos valores tienen su expresión mínima en agosto, 5 especies y 11 avistamientos, estos valores se incrementan en noviembre con 104 avistamientos y 10 especies y se reducen gradualmente ambos valores durante el verano, presentando en marzo 50 avistamientos y 6 especies.

En la figura 3 se exponen los resultados de los análisis de frecuencias. En todos los casos las frecuencias observadas fueron significativamente diferentes a las que predecía la hipótesis nula.

*L. saxatilis* (n=53) presentó de agosto y marzo la mayor desviación negativa de la frecuencia esperada, en cambio concentró su actividad en los meses de octubre a enero. *A. kingi* (n=30) también concentró su presencia de octubre a enero.

*T. oculatus* (n=24) concentró su actividad de noviembre y diciembre, en cambio *C. lacertoides* (n=62) concentró su actividad en septiembre y octubre. Ambas especies tuvieron valores negativos durante el resto del año.

Las dos especies del género *Homonota* presentaron patrones similares concentrando su actividad de octubre a enero, *H. whitii* (n=38),



**Figura 2.-** Frecuencias relativas de observaciones de las seis especies más frecuentes a lo largo de la temporada de actividad, cada trama corresponde a una especie y el tamaño del sector sobre del eje de ordenadas indica la frecuencia porcentual para cada mes en el que pudieron ser observados

**Figure 2.-** Relative frequency of observed species during the activity period.

fue mucho más escaso que *H. fasciata* ( $n=140$ ).

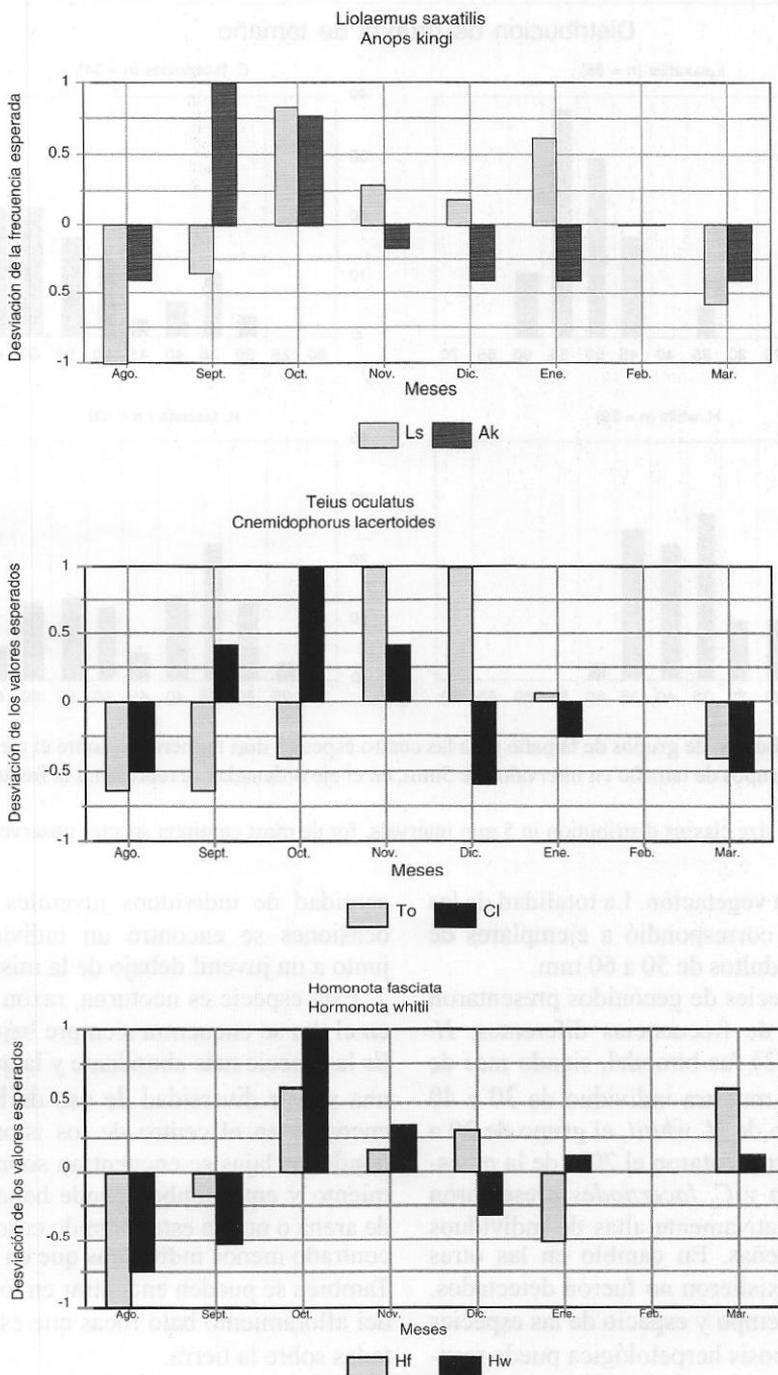
Los valores obtenidos para los  $X^2$  entre los valores esperados y los observados por mes fueron: para *T. ocellatus*  $X^2 = 15.47$ ; *L. saxatilis*  $X^2 = 22.12$ ; *H. fasciata*  $X^2 = 39.99$ ; *H. whitii*  $X^2 = 8.06$ ; *C. lacertoides*  $X^2 = 36$ ; *A. kingi*  $X^2 = 37.49$ ; otros  $X^2 = 22.55$  en todos los casos los grados de libertad fueron 7 y  $p < 0.0001$ . Se destaca que *H. whitii* fue el lagarto más constante durante el estudio.

Los tamaños corporales de los individuos (LCC) de las cinco especies abundantes dieron los siguientes valores: *T. ocellatus*  $x = 88.3\text{mm}$  ( $ds = 15.1$ , rango: 40-108mm). *C. lacertoides*  $x = 53\text{mm}$  ( $sd = 7.3$ , rango: 34-70mm). *L. saxatilis*  $x = 47.1\text{mm}$  ( $sd = 5.1$ , rango 31-55mm). *H. whitii*  $x = 36\text{mm}$  ( $sd = 7.1$ , rango 22-43mm) y *H. fasciata*  $x = 46.2\text{mm}$  ( $sd = 10.5$  rango 24-62). *T. ocellatus* es la especie de mayor tamaño, el resto de las especies tienen tamaños semejantes.

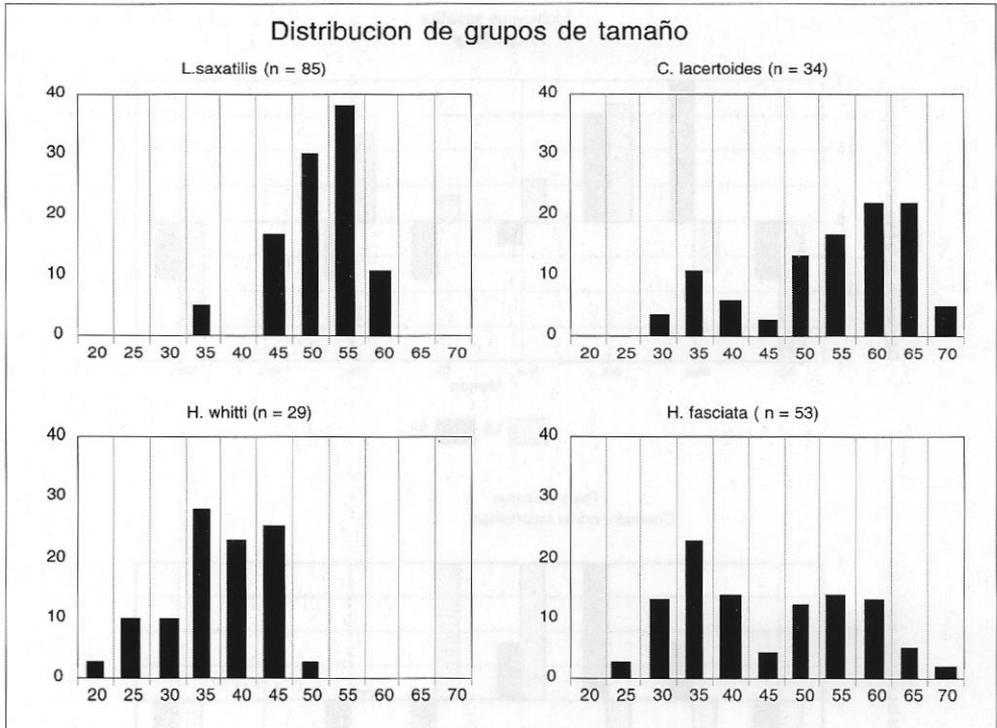
Con *C. lacertoides*, *L. saxatilis*, *H. whitii* y *H. fasciata* se realizó un análisis de frecuencias de grupos de tamaño (Figura 4), con la finalidad de estimar cual era el reclutamiento en cada una de las poblaciones consideradas. Con este fin se subdividió cada especie en rangos de talla de 5 mm cada uno. Para este fin se utilizaron tanto los individuos capturados y liberados como los colectados para las muestras de actividad reproductiva.

La distribución de rangos de tamaño para *C. lacertoides* ( $n = 34$ ) fue bimodal siendo abundantes las clases de 30 a 40 mm y las clases de individuos mayores de 50mm.

En el caso de *L. saxatilis* ( $n = 85$ ) se observaron muy pocos individuos de pequeña talla. Tal vez por lo complejo del hábitat que utilizan, los individuos más pequeños no fueron observados. Los adultos de esta especie se desplazan sobre las rocas generalmente en parejas y realizan comportamientos agonísticos bastante conspicuos, en cambio los jóvenes se



**Figura 3.-** Análisis de tablas de contingencia, el eje 0 representa la frecuencia esperada (hipótesis nula) y el valor +1 o -1 la mayor desviación del valor esperado para cada especie, el resto de las observaciones se relativizan a partir de este valor extremo.  
**Figure 3.-** Contingence table analysis.



**Figura 4.-** Distribución de grupos de tamaño para las cuatro especies más numerosas, sobre el eje de abscisas se representan los grupos de tamaño en intervalos de 5mm, en el eje ordenadas se representa la frecuencia relativa para cada período.

**Figura 4.-** Body size classes distribution in 5 mm intervals, for the most common species observed.

ocultan entre la vegetación. La totalidad de las observaciones correspondió a ejemplares de los rangos de adultos de 50 a 60 mm.

Las dos especies de geconidos presentaron distribuciones de frecuencias diferentes. *H. fasciata* (n = 53) fue bimodal, siendo más de la mitad de la muestra individuo de 30 a 40 mm. En el caso de *H. whitii*, el grupo de 20 a 30 mm solo representaron el 20% de la muestra. *H. fasciata* y *C. lacertoides* presentaron frecuencias relativamente altas de individuos de tallas pequeñas. En cambio en las otras dos, éstos, si existieron no fueron detectados.

El uso del tiempo y espacio de las especies de esta taxocenosis herpetológica puede resumirse de la siguiente forma: *Homonota fasciata*, fue observada en numerosas ocasiones, siendo el lagarto más común. Se encontraron muchos individuos adultos y también gran

cantidad de individuos juveniles. En varias ocasiones se encontró un individuo adulto junto a un juvenil debajo de la misma roca.

Esta especie es nocturna, razón por la cual en el día se encuentra siempre bajo las rocas. Es la especie más abundante y la que presentó una mayor diversidad de uso de hábitats. Se encontró en el centro de los islotes rocosos donde las lajas se encuentran sobre el afloramiento y entre ambos puede haber una capa de arena o no, en este segundo caso se han encontrado menos individuos que en el primero. También se pueden encontrar en los márgenes del afloramiento bajo rocas que están depositadas sobre la tierra.

*Liolaemus saxatilis*: Es la especie diurna más abundante en la zona. Se observó un número importante de individuos activos durante el período de estudio (Tabla 1). Se encon-

traron principalmente en los márgenes de las extrusiones rocosas, también en los otros ambientes, generalmente cerca o sobre grandes rocas que les sirven de refugio. Estos lugares también presentan arbustos a su alrededor donde suelen refugiarse cuando se ven amenazados. En la época reproductora se les puede observar frecuentemente en parejas insolando en grandes grietas.

*Cnemidophorus lacertoides*: Presentó frecuencias medias, similares a los de *L. saxatilis*, pero la mayoría de los individuos contabilizados se encontraron debajo de las rocas en estado de inactividad. Han sido observados activos en muy pocas oportunidades, generalmente se encontraron en cuevas excavadas bajo rocas de tamaño mediano a pequeño. Se los observó activos en las horas de mayor calor desplazándose sobre los islotes rocosos.

*Homonota whitti*: Esta especie nocturna también fue encontrada siempre bajo rocas durante el día. La cantidad de individuos observados fue importante si se tiene en cuenta que esta es una especie endémica de las sierras de Córdoba y poco abundante en las colecciones herpetológicas. Este geco utiliza un hábitat marginal, restringido a las extrusiones rocosas, bajo rocas sueltas, en arena o directamente sobre la roca. Se encontró siempre a baja altitud. La mayoría de los individuos tanto adultos como juveniles fueron hallados en un islote rocoso en el centro del área de estudio. Esta especie también es nocturna razón por la cual nunca fue observada fuera de sus refugios.

*Anops kingi*: Se localizaron un buen número de ejemplares siempre bajo rocas. Cabe destacar que esta especie presenta una actividad subterránea y solo se observa debajo de las rocas a principio de temporada.

*Teius oculatus*: Fue la especie conspicua que presentó menores registros. Los individuos observados fueron muy pocos. A pesar de ello se logró caracterizar el hábitat en donde desarrolla su actividad. Generalmente se desplaza sobre la tierra y es muy raro verlo moviéndose sobre las rocas. Ha sido observado en los bordes

de caminos y arroyos y también en la zona del romerillal. Sus refugios son cuevas excavadas debajo de rocas en la tierra húmeda (similares a las de *Cnemidophorus*, esta especie, como la mayoría de las especies de la familia *Teiidae*, recorren grandes distancias durante las horas de mayores temperaturas en busca de alimento (VITT & BREINTENBACH, 1993).

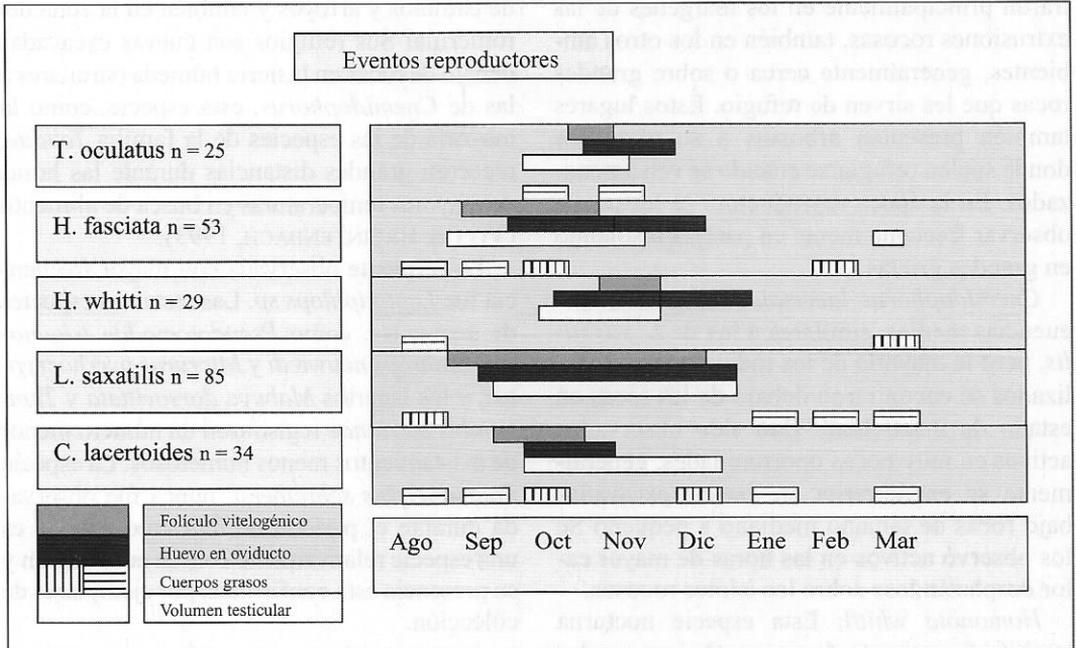
La serpiente observada con mayor frecuencia fue *Leptotiphlops sp.* Las restantes especies de serpientes, como *Pseudotomodon trigonatus*, *Bothrops neuwiedi* y *Micrurus pyrrochryptus*, y los lagartos *Mabuya dorsovittata* y *Tupinambis merianae* registraron un número menor de avistamientos menos numerosos. La especie *Pantodactylus schreibersi*, nunca fue observada durante el período de muestreo aunque es una especie relativamente común en la región y su presencia esta confirmada por ejemplares de colección.

#### Análisis de los ciclos reproductores

*Liolaemus saxatilis* (Figura 5). En los machos (n=39), el crecimiento testicular ya se ha iniciado en septiembre, y alcanza su máximo desarrollo en diciembre. Decae abruptamente en enero. En las hembras (n= 46) la evidencia de actividad reproductora comienza en septiembre con la presencia de folículos maduros y continúa durante octubre y noviembre, con la presencia de folículos maduros y huevos en oviducto. El tamaño de la puesta en esta especie varía entre cuatro y siete huevos por temporada. ( $X = 4.36$  ds = 1.34). Estos datos indicarían que el periodo reproductor de esta población comienza a finales de agosto y termina en el mes de diciembre.

Los machos presentan cuerpos grasos en septiembre, éstos desaparecen en octubre y reaparecen en enero. En las hembras los cuerpos grasos aparecen a partir de enero.

*Teius oculatus*: En los machos (n=18), se observa que el crecimiento testicular comienza a finales de septiembre (Figura 5), alcanza un máximo en noviembre y decae abruptamente en diciembre. Para el caso de las hem-



**Figura 5.-** Eventos reproductores de las cinco especies mejor representadas, en el eje de abcisas se representan los meses estudiados, las barras negras indican la presencia de huevos en oviducto, las barras grises la presencia de folículos vitelogénicos, y las barras blancas representan el incremento del volumen testicular. La presencia de cuerpos grasos grandes se representan con líneas horizontales y los medianos con líneas verticales.

**Figure 5.-** Reproductive cycle for the fire common species observed.

bras (n=17) no se pudieron recolectar antes de octubre, por no estar activas. La reproducción se concentra en noviembre, con la presencia de huevos en oviducto y folículos vitelogénicos. El tamaño de la puesta en esta especie varía entre tres y ocho huevos ( $X = 4.6$   $ds = 1.9$ ).

Los machos presentan cuerpos grasos en octubre, luego desaparecen y se vuelven a aparecer en diciembre, para las hembras sólo se observa la presencia de los cuerpos grasos en noviembre.

*Cnemidophorus lacertoides*: En los machos (n=18), el tamaño del testículo comienza a aumentar a fines del invierno (Figura 5) y alcanza su máximo volumen entre los meses de octubre y diciembre decayendo bruscamente durante enero.

Para el caso de las hembras (n=16), la actividad reproductora comienza en octubre con

la presencia de folículos maduros. En noviembre ya se encuentran huevos oviductales. El tamaño de la puesta se encuentra entre los tres y los cuatro huevos ( $X = 3.2$   $ds = 0.5$ ). El periodo reproductor de esta especie estaría comprendido entre octubre y diciembre.

Los cuerpos grasos en los machos se encuentran bien desarrollados en agosto y septiembre, luego desaparecen, y reaparecen en diciembre; alcanzando un desarrollo importante a partir de enero. En el caso de las hembras los cuerpos grasos están bien desarrollados en septiembre, y comienzan a disminuir de tamaño en octubre.

*Homonota fasciata*: En los machos (n=29), se observa un importante desarrollo testicular en agosto y alcanza su máximo en octubre (Figura 5). Disminuye luego bruscamente a partir de noviembre. Incrementa de nuevo su vo-

lumen a partir de marzo. La evidencia de actividad reproductora en las hembras (n=24), comienza en septiembre con la presencia de folículos maduros. En octubre ya se encuentran huevos oviductales y en noviembre se encuentran folículos maduros y huevos oviductales simultáneamente. El tamaño de la puesta es un huevo y por lo menos dos puestas por temporada como lo indica la presencia simultánea de folículos maduros y huevos en oviducto en el 65% de las hembras reproductoras. El ciclo reproductor de esta especie se extiende durante septiembre, octubre y noviembre.

Los cuerpos grasos en los machos se encuentran desarrollados en agosto, posteriormente desaparecen y vuelven a aparecer en abril. En el caso de las hembras se encuentran cuerpos grasos en septiembre y octubre.

*Homonota whitti*: En los machos (n=9), se observa que el crecimiento testicular comienza en septiembre (Figura 5), alcanzando el máximo volumen durante octubre y noviembre decayendo en diciembre. Las hembras (n=20) presentan evidencia de actividad reproductiva en octubre, noviembre y diciembre, con la presencia de huevos en oviducto, se observaron muy pocos individuos con folículos maduros y solo dos casos con ambos. El tamaño de la puesta en esta especie es de un huevo por puesta y probablemente más de una puesta por temporada.

Los cuerpos grasos no se encontraron en los machos analizados, mientras que en las hembras son importantes en agosto, desaparecen luego para volver a aparecer en marzo.

### Análisis de la dieta

Se analizó el contenido estomacal de las cinco especies más abundantes, encontrando 898 presas en un total de 229 estómagos analizados.

Con la finalidad de determinar la muestra mínima de ejemplares requeridos para el análisis de la dieta, se calculó la diversidad trófica acumulada, ordenando los contenidos de menor a mayor diversidad (Hurtubia, 1973). Las

curvas se estabilizaron para todas las especies menos para *C. lacertoides* (n = 34), 0.35 presas por estómago y *T. oculatus* (n = 25), 9.85 presas por estómago. La muestra de *C. lacertoides* no fue demasiado pequeña pero la mayoría de los estómagos estaban vacíos. La estabilización de la curva permite aseverar que el número de estómagos analizados es suficiente para caracterizar la dieta de una especie.

Para *L. saxatilis* (n = 85) 5.08 presas por estómago, la curva se estabilizó a partir de la observación 30, en *H. fasciata* (n = 53) 2.2 presas por estómago, la curva se estabilizó a partir del estómago 39 y en *H. whitti* (n = 29) con una media de 2.1 presas se estabilizó a partir de la observación 21.

Se calculó el volumen, el número relativo, la frecuencia relativa y  $\lambda'$  de los contenidos estomacales de las 5 especies seleccionadas. (Tabla 2).

*Teius oculatus*: Los insectos más abundantes fueron los *Isoptera* con un 65.1%, en cambio para el volumen y frecuencia la presa más destacada fue *Carabidae* con un 31.2% y 48.1% respectivamente.

*Cnemidophorus lacertoides*: la presa más importante en cuanto a número y frecuencia fue *Araneae* con 75% y 71.7% respectivamente, en volumen, *Araneae* compartió su importancia con *Acrididae*, 52% y 44.5% respectivamente (n= 32 estómagos, 10 presentaron contenido y 22 se encontraron vacíos).

*Homonota whitti*: Presentó una dieta muy diversa. En número, la presa más importante fue *Muscidae* con un 17.5%, la frecuencia más importante fue compartida por *Muscidae* con un 25%, *Hemiptera* con un 16.7%, *Lepidoptera* con un 16.7% y *Araneae* con un 16.7%. En lo que respecta a volumen, las presas más importantes que se encontraron fueron, *Scarabaeidae* con 19.2%, pupas de *Lepidoptera* con un 16.2% y *Lepidoptera* con 15.5%.

*Homonota fasciata*: Las presas más abundantes fueron *Araneae* con 19.3% y *Formicidae* con un 10.1%. Los valores de frecuencia y

volumen más altos estuvieron en la presa *Araneae* con un 35.2% y 23.5%, respectivamente.

*Liolaemus saxatilis*: Los insectos más representados fueron los *Formicidae* con un 10.8% y *Acrididae* con un 12.2%. La frecuencia relativa más importante fueron larvas con un 41.2%, *Formicidae* con 32.3%, *Acrididae* con 35.3% y *Araneae* con 36.8%. En cuanto a volumen el mayor fue el de *Acrididae* con 24.6%.

Los resultados arrojados por el Índice ("permiten categorizar las preferencias alimentarias por parte de cada especie (Tabla 2).

*Liolaemus saxatilis*: Muestra tres presas fundamentales (entre el 100% y el 75%) fueron *Araneae*, *Formicidae* y *Acrididae*. Las cuatro presas secundarias (entre el 75% y el 50%) fueron *Muscidae*, *Cicadellidae*, *Carabidae* y *Chrysomelidae*. Las larvas se presentaron como la presas accesoria (entre el 50% y el 25%).

*Cnemidophorus lacertoides*: Presentó una presa fundamental, *Araneae*, el resto de las presas fueron accidentales (Menores al 25%).

*Teius oculatus*: Presentó como presa fundamental en sus preferencias a *Carabidae*, no registran presas secundarias, y como accesorios aparecen *Araneae* e *Isoptera*.

*Homonota fasciata*: Presentó como presa fundamental a *Araneae* el resto de las presas se encuentran por debajo del 25% por lo que son considerados como accidentales.

*Homonota whitti*: Presentó dos presas fundamentales, pupas de *Lepidoptera* y *Muscidae*, no registró presas secundarias, y como presas accesorias *Lepidoptera*, *Hemiptera* y *Scarabaeidae*, el resto de las presas son consideradas accidentales. Los restos vegetales fueron considerables.

Según el índice de solapamiento (Pianka 1973), se destaca que la dieta de *L. saxatilis*, se solapa con la de *H. whitti* (0.63) y *H. fasciata* (0.62), estas dos especies se solapan entre sí en un (0.52). *T. oculatus* se solapa con *L. saxatilis* en (0.09), *H. fasciata* (0.41) y *H. whitti* (0.10). *C. lacertoides* no fue considerado por las deficiencias de la muestra.

En la figura 6 se muestran los valores obtenidos para el índice  $\lambda'$  pero se representaron solamente las presas que obtuvieron un índice ("mayor a 50 (fundamentales y secundarias). Destaca *L. saxatilis* con siete tipos de presas que superaron ese valor, *H. whitti* con dos y el resto con solo un tipo de presa.

## CONCLUSIONES

El análisis espacio-temporal, permite tener una idea acerca de la estructura de la taxocenosis y de la distribución de las especies, también permite reconocer los hábitats más utilizados para actividades fundamentales como la reproducción, la alimentación, y la protección ante los predadores.

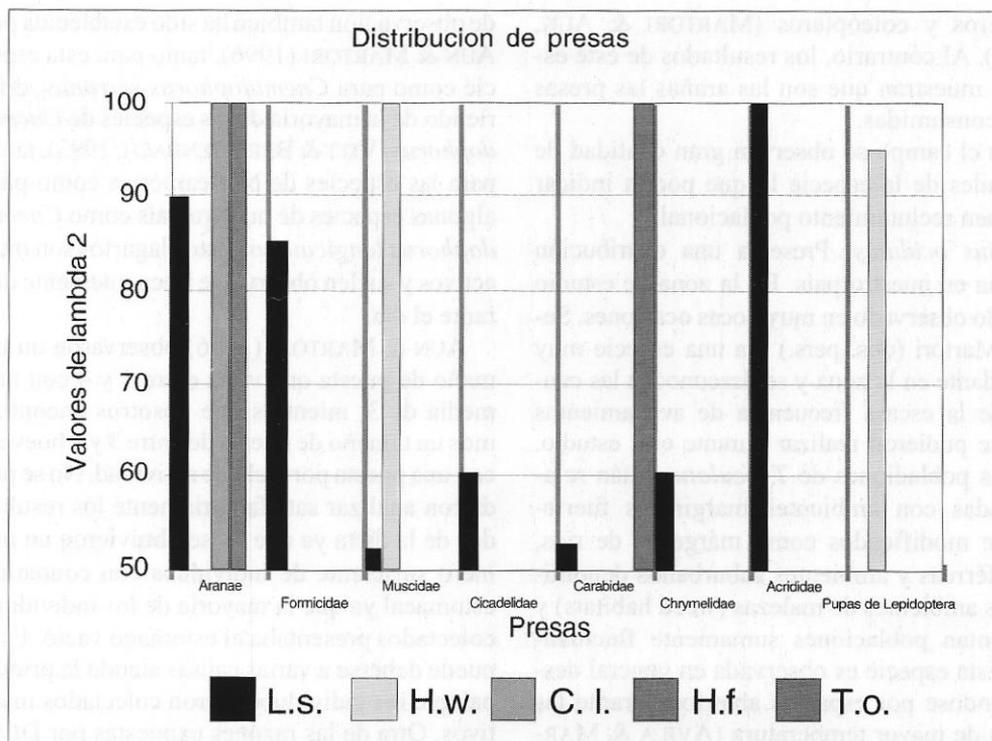
En la toma de decisiones para la conservación se deben tener en cuenta parámetros de tipo ambiental, de distribución, de abundancia y biológicos. Las especies endémicas, las desconocidas y las especies que sufren algún tipo de presión de caza, ya sea para su comercialización o por aversión, son las que presentan mayores problemas de conservación.

A continuación se resumen las principales características de cada especie que deben ser tomadas en cuenta desde el punto de vista de la conservación:

*Homonota whitti*: Es una especie casi endémica de las Sierras de Córdoba. Sólo presenta dos localidades fuera de la provincia, una en San Luis y otra en Santiago del Estero. Su presencia en otras provincias es dudosa por la posible confusión con otras especies. Es una especie que se observa con poca frecuencia, y se encontró en un microhabitat muy restringido en la zona de estudio.

El tamaño de su puesta es de 1 huevo y posiblemente presenta dos puestas por temporadas a diferencia de lo expresado por VITT (1986) para el resto de esta subfamilia con 2 huevos por puesta.

Sus espectro alimentario es amplio. Su estrategia de caza sería la de un cazador al acecho (DUNHAM *et al.*, 1988; HUEY & PIANKA,



**Figura 6.-** Distribución de presas según el índice  $\lambda''$ , en el eje de ordenadas se representan los valores del índice, en el eje de abscisas los tipos de presa con valores superiores a 50, cada columna representa el valor  $\lambda''$  de un tipo de presa en cada especie.

**Figure 6.-**  $\lambda''$  Prey distribution.

1981; PIANKA, 1986), aunque esto debería ser confirmado con el análisis de un mayor número de ejemplares. El número de juveniles encontrados es bajo, lo que podría indicar un dato más de su fragilidad ecológica. Debido a estas características biológicas particulares, esta especie debería ser considerada como vulnerable y se deberían llevar a cabo acciones para su protección.

*Homonota fasciata*: Es la especie que puede ser observada con más frecuencia en esta zona. Presenta una distribución amplia en Argentina y países limítrofes. Ocupa prácticamente todos los microhábitats en la zona de estudio. Al igual que *Homonota whitti* tiene un tamaño de la puesta de un huevo y dos puestas por año, diferenciándose también del resto de la subfamilia Gekkoninae, según lo

expresado por VITT (1986). Existen trabajos anteriores sobre la biología de esta especie, MARTORI & AUN (1994) encontraron 1 huevo por puesta y una puesta por año; mientras que en este trabajo se presenta evidencia de dos puestas por año. Esto coincide con los resultados obtenidos por CRUZ (1994). En cuanto a la dieta el análisis de los estómagos revela una marcada preferencia por las arañas. Según HUEY & PIANKA (1981) los predadores pasivos ingieren presas muy móviles y por el contrario los predadores activos ingieren presas sedentarias y agrupadas, por lo que coincidiendo con MARTORI & AUN (1994), *Homonota fasciata* sería un predador activo, contradiciendo lo expresado por (PIANKA, 1973, 1986) para la familia Gekkonidae. Las presas principales de la dieta son isópteros, larvas de lepi-

dópteros y coleópteros (MARTORI & AUN, 1994). Al contrario, los resultados de este estudio muestran que son las arañas las presas más consumidas.

En el campo se observan gran cantidad de juveniles de la especie lo que podría indicar un buen reclutamiento poblacional.

*Teius oculatus*: Presenta una distribución amplia en nuestro país. En la zona de estudio ha sido observado en muy pocas ocasiones. Según Martori (obs. pers.) era una especie muy abundante en la zona y se desconocen las causas de la escasa frecuencia de avistamientos que se pudieron realizar durante este estudio.

Las poblaciones de *T. oculatus* están relacionadas con ambientes marginales fuertemente modificados como márgenes de ríos, vías férreas y ambientes suburbanos denominados ambientes de malezas (weed habitats) y presentan poblaciones sumamente fluctuantes. Esta especie es observada en general desplazándose por espacios abiertos durante las horas de mayor temperatura (AVILA & MARTORI, 1991).

El tamaño de la puesta variaría entre los 3 y 8 huevos con sola una puesta anual. Nunca se encontraron huevos y folículos maduros al mismo tiempo. Estos datos coinciden con lo expresado por BLANCO & ACOSTA (1998). Es un cazador activo y presenta una dieta en la que predominan los coleópteros (larvas y adultos), isópteros y ortópteros. Aparentemente su periodo de actividad sería muy corto, comenzando a fines de octubre y finalizando en el mes de marzo. Según BLANCO & ACOSTA (1998), los machos emergerían ya con un gran desarrollo testicular y las hembras con óvulos en vitelogénesis.

*Cnemidophorus lacertoides*: Presenta una distribución bastante restringida en las Sierras de Córdoba y en el sur de la provincia de Buenos Aires. En la zona estudiada se pudieron observar activos en muy pocas ocasiones, generalmente en enero. La mayoría de los individuos fueron observados y colectados bajo rocas, en cuevas y en estado de inactividad. La dificultad

de observación también ha sido establecida por AUN & MARTORI (1996), tanto para esta especie como para *Cnemidophorus serranus*, difiriendo de la mayoría de las especies de *Cnemidophorus* (VITT & BREINTENBACH, 1993), tanto para las especies de Norteamérica como para algunas especies de nuestro país como *Cnemidophorus longicaudus*. Estos lagartos son muy activos y suelen observarse frecuentemente durante el día.

AUN & MARTORI (1996) observaron un tamaño de puesta que varía entre 1 y 4 con una media de 3, mientras que nosotros encontramos un tamaño de puesta de entre 3 y 4 huevos, con una puesta por ciclo de actividad. No se pudieron analizar satisfactoriamente los resultados de la dieta ya que no se obtuvieron un número suficiente de individuos con contenido estomacal ya que la mayoría de los individuos colectados presentaba el estómago vacío. Esto puede deberse a varias causas siendo la principal que los individuos fueron colectados inactivos. Otra de las razones expuestas por DUNHAM (1981) podría ser que las hembras que se encuentran con huevos oviductales, no se alimentan, y no salen de sus refugios, ya que el tamaño de la puesta les impediría un escape rápido de los predadores. Por otra parte, los huevos ocupan demasiado espacio en la cavidad abdominal comprimiendo al estómago. De todas maneras, existiría cierta tendencia a alimentarse de arañas lo que lo colocaría en la categoría de cazador activo. Posiblemente el periodo de actividad de los individuos de esta especie sea muy corto, como lo es para la mayoría de los teidos de climas templados (VITT & BREINTENBACH, 1993).

El número de juveniles encontrados fue muy bajo, por lo que el reclutamiento poblacional podría ser bajo.

*Liolaemus saxatilis*: En la localidad de Achiras es común observarlos en las cercanías de las grietas de los bloques de rocas. El tamaño de la puesta en esta especie se encuentra entre 4 y 7 huevos con una sola puesta por año. Estos datos son similares a los obtenidos

para las otras dos especies de *Liolaemus* que se encuentran geográficamente cercanas a esta especie (*L. chacoensis* que fue estudiado por CRUZ & RAMIREZ PINILLA (1996) y *L. wiegmanni* cuya biología reproductiva fue analizada por MARTORI & AUN en 1997).

Con respecto a la dieta *L. saxatilis* es un generalista. Consume presas tanto poco móviles como muy móviles, por lo que la especie podría presentar las dos estrategias, la de cazador al acecho y la de cazador activo. El número de juveniles encontrados fue muy bajo.

En referencia a las restantes especies, la falta de datos no permite inferir conclusiones sobre su estado de conservación, necesitando-se un mayor conocimiento sobre su biología.

En el estudio realizado por AVILA & ACOSTA (1996) acerca del estado de conservación de la herpetofauna de la Provincia de Córdoba, cuatro de las especies citadas en este trabajo, aparecen categorizadas como «especies que deben ser tratadas con especial atención». Estas son *Liolaemus saxatilis*, *Homonota whitti*, *Cnemidophorus lacertoides* y *Anops kingi*.

La metodología de prospección utilizada en este trabajo es relativamente sencilla de aplicar, no requiere de metodologías muy elaboradas ni de material costoso. Además, el tiempo empleado es corto si se tiene en cuenta la información que proporciona. Conociendo los parámetros reproductores, tróficos y el hábitat utilizado por las distintas especies, es posible realizar un análisis de los distintos factores tanto extrínsecos como intrínsecos que afectan a las especies en un medio determinado. Por otra parte con la información sobre diversidad obtenida en los transectos se puede generar un perfil de diversidad media, que luego puede ser utilizada como base de referencia del estado de una comunidad y compararla con transectos sucesivos para detectar cambios en la situación de las diferentes taxocenosis.

Esta información puede luego transferirse a los gestores de fauna y Organismos Gubernamentales para que tomen decisiones acerca de la protección y la gestión de los recursos naturales.

La conservación de las poblaciones de reptiles de la zona presenta impactos indirectos y directos que las afectan. Por impacto indirecto sufren el problema de los incendios que se desatan en la zona, periódicamente y destruyen gran parte de la vegetación utilizada como refugio por parte de los reptiles siendo, además el hábitat y el refugio de muchas especies de insectos de los que se alimentan. Durante el período de muestreo no se produjo ningún incendio, pero los primeros meses de muestreo del año 1997 se pudieron detectar rastros de un incendio ocurrido el año anterior.

En cuanto a los impactos directos uno es la caza por aversión, esta acción recae principalmente sobre los ofidios, sin distinción de su grado de peligrosidad. Otro impacto directo sobre este grupo de fauna, es más grave. Los mercaderes de mascotas realizan una destrucción total del hábitat. Las rocas son removidas y desplazadas, haciendo que pierdan tanto su ubicación original como la fina capa de sedimento que acumulan bajo ellas, donde generalmente se encuentran los lagartos. Se pudo comprobar que estas rocas desplazadas no habían vuelto a ser recolonizadas por individuos de ninguna de las especies. Esta acción se realiza, principalmente, cuando los recolectores buscan ejemplares adultos de *Homonota fasciata*. También debe considerarse la recolecta de ejemplares juveniles de *Tupinambis merianae*. Este impacto afecta a todos las especies de la taxocenosis.

#### Agradecimientos

Deseamos agradecer a la Secretaría de Ciencia y Técnica de la UNRC y a CONICET por haber apoyado económicamente la realización de este proyecto.

#### REFERENCIAS

- ARNET JR., R. H., DOWNIE N. M. & JAUQUES H. E. (1980): *How to know the beetles?*. Brown Comp. Pub. Dubuque. EE.UU., pp: 416.

- AUN, L. & MARTORI, R. (1996): Características de la biología de *Cnemidophorus serranus* y *Cnemidophorus lacertoides*. *Cuadernos de Herpetología*, 9 (2): 95-99.
- AUN, L. & MARTORI, R. (1998): Reproducción y dieta de *Liolaemus koslowskyi* (Etheridge, 1993). *Cuadernos de Herpetología*, 12 (1): 1.
- AUN, L. & MARTORI, R. (1994): Biología de una población de *Homonota horrida*. *Cuadernos de Herpetología*, 8 (1): 90-96.
- AUN, L., MARTORI, R. & ROCHA, C. (1999): Variación estacional de la dieta de *Liolaemus wiegmanni* (Squamata: Tropicuridae) en un agroecosistema del sur de Córdoba, Argentina. *Cuadernos de Herpetología*, 13: 69-80.
- ÁVILA, L. J. & ACOSTA, J. C. (1996): Evaluación del estado de conservación de la fauna de Saurios, Anfisbenidos y Anfibios de la Provincia de Córdoba (Argentina). *Facena*, 12: 77-92.
- ÁVILA, L. & MARTORI, R. (1991). A unisexual species of *Teius*, Merrem 1820 (Sauria Teiidae) from central Argentina. *Tropical Zoology* 4: 193-201.
- BIANCO, C. A., KRAUS, T. A., ANDERSON D. L. & CANTERO, J. J. (1987): Formaciones vegetales del suroeste de la provincia de Córdoba (Rep. Arg.). *Revista U.N.R.C.*, 7 (1): 5-66.
- BLANCO, G.M. & ACOSTA, J.C. (1998): Ecología reproductiva de *Teius oculatus* (Squamata, Teiidae) en la provincia de Córdoba, Argentina. *Bol. Soc. Concepción*, 67: 33-38.
- BLAND, R.G. (1978): *How to know the insects?*. Brown Comp. Pub. Dubuque. EE.UU., pp: 409.
- CARRETERO, M.A. & LLORENTE, G.A. (1991): Alimentación de *Psammotromus hispanicus* en un arenal costero del noroeste Ibérico. *Revista Española de Herpetología* 6: 31-44.
- CRUZ, F. B., PEROTTI M. G. & FITZGERALD L. A. (1992): Lista de anfibios y reptiles colectados en una localidad del Chaco Salteño. *Acta Zoológica Lilloana* 42 (1): 101-107.
- CRUZ, F. B. & RAMIREZ PINILLA, M. (1996): Actividad reproductiva en el lagarto *Liolaemus chacoensis* (Sauria: Tropicuridae), del Chaco occidental, Salta, Argentina. *Rev. Esp. de Herp.* 10: 33-39.
- CRUZ, F.B. (1994): Actividad reproductiva en *Homonota horrida* (Sauria: Gekkonidae) del Chaco occidental en Argentina. *Cuadernos de Herpetología*, 8 (1): 119-125.
- DUNHAM, A. E. (1981): Populations in a fluctuating environment: The comparative population ecology of the Iguanid Lizards *Sceloporus merriani* and *Urosaurus ornatus*. *Miscellaneous publications* Museum of Zoology. University of Michigan 158: pp: 61.
- DUNHAM, A. E., MILES, D. B. & REZNICK, D. N. (1988): Life History Patterns in Squamate Reptiles. *Biology of Reptilia* (Volumen 16, Capítulo 7, Ecology B). Editor: Carl Gangs, pp: 441-522.
- FRITZGERALD, L.A., CRUZ, F.B. & PEROTTI G. (1999). Phenology of a lizard assemblage in the dry Chaco of Argentina. *J. Herpetol.* 33: 526-535.
- HUEY, R. B. & PIANKA, E. R. (1981): Ecological consequences of foraging mode. *Ecology*, 62 (4): 991-999.
- KASTON, B. J. (1980): *How to know the spiders*. Brown Comp. Pub. Dubuque. EE.UU., pp: 272.
- LAVILLA, E. O. & SCROCCHI, G. J. (1991): Aportes a la Herpetología del Chaco Argentino. 1) Lista comentada de los taxa colectados por la Expedición PRHERP 1985. *Acta Zoológica Lilloana* 40 (1): 21-32.
- LAVILLA, E. O., CRUZ F. B. & SCROCCHI, G. J. (1995): Amphibiens et reptiles de la Station Biologique «Los Colorados» dans la province de Salta, Argentine. *Revue fr. Aquariol.* 22 (1-2): 51-58.
- MARTORI, R. & AUN, L. (1994): Análisis comparativo de la composición de tres comunidades de Squamata de la Sierra Grande de Córdoba, Argentina. *Cuadernos de Herpetología*, 8 (1): 97-103.

- MARTORI, R. & AUN, L. (1997): Reproductive and fat body cycle of *Liolaemus wiegmannii* in Central Argentina. *Journal of Herpetology*, 31 (1): 578-581.
- MAURY, M. E. (1981): Variability of activity cycles in some species of lizards in the Bolson de Mapimí (Chihuahuan Desert, México). *Ecology of the Chihuahuan Desert*. Editores: R. Barbault y G. Halffter. Instituto de Ecología. México. pp: 167.
- MONTORI, A. (1991): Alimentación de los adultos de *Euproctus asper* (Dugés 1852) en la montaña media del Pirineo catalán (España). *Rev. Esp. de Herp.* 5: 23-36.
- PASCUAL, J.A. & PÉREZ MELLADO, V. (1987) Alimentación de *Psammmodromus hispanicus*, Fitzinger 1826 (Sauria Lacertidae) en un medio adhesado del centro-oeste de la península Ibérica. *Revista Española de Herpetología* 2. 165-182.
- PAULISSEN, M. A. (1988): Ontogenetic and seasonal shifts in microhabitat use by the lizard *Cnemidophorus sexlineatus*. *Copeia* 4: 1021-1029.
- PIANKA, E. (1973): The structure of lizard communities. *Annual review of Ecology and Systematics* 4: 53-73.
- PIANKA, E. (1986): Modes of foraging and trophic relationships. *Ecology and Natural History of Desert Lizard*. Princenton University Press, Princenton New Jersey. Capítulo 4, pp: 48-59.
- POUGH, F.H., CADLE, R.M. J.E. ANDREUS, M.L. CRUMP, A.H. SAVITZKY, & K.D. WELLS. (2001). *Herpetology*, second edition Chapter 14. Printece Hall, New Jersey. pp: 612.
- SEILER, R.A., FABRICIUS, R.A., ROTONDO, V.H. & VINOCUR, M.G. (1995): Agroclimatología de Río Cuarto - 1974/1993 UNRC. Facultad de Agronomía y Veterinaria.
- SNEATH, P. H. Y R. R. SOKAL. (1973): *Numerical taxonomy*. W. H. Freeman and Co. San Francisco
- VEGA, L. & BELLAGAMBA, G. J. (1990): Lista comentada de la herpetofauna de las Sierras de Balcarce y Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina. *Cuadernos de Herpetología* 5 (2): 10-14.
- VIDELA, F. & PUIG, S. (1994): Estructura de una comunidad de lagartos de monte, patrones de uso espacial y temporal. *Multequina* 3: 99-112.
- VITT, L. J. & ZANI, P. A. (199): Organization of a taxonomically diverse lizard assemblage in Amazonian Ecuador. *Can. J. Zool.* 74: 1313-1335.
- VITT, L. J. (1986): Reproductive tactics of sympatric Gekkonid lizards with a comment on the evolutionary and ecological consequences of invariant clutch size. *Copeia* 3: 773-786.
- VITT, L. J. (1991): Desert Reptiles Communities. *The Ecology of desert communities*. Editor: Gary A. Polis. The University of Arizona Press, Tucson. pp: 249-277.
- VITT, L. J. & BREINTENBACH, G. L. (1993): Life histories and reproductive tactics among lizards in the genus *Cnemidophorus* (Sauria: Teiidae). *Biology of Whiptail Lizards (genus Cnemidophorus)*. Oklahoma Mus. Nat. Hist., Norman Oklahoma, USA. Editores: J. W. WRIGHT Y L. J. VITT. pp: 211-243.
- VITT, L. J. (1995): The ecology of tropical lizards in the caatinga of northeast Brazil. *Occasional papers of the Oklahoma Museum of Natural History*. University of Oklahoma. pp: 1-29.

Recibido: 19/05/00

Aceptado: 26/05/02



## Análisis citogenético de dos especies de *Melanophryniscus* (Amphibia, Anura, Bufonidae)

MARIANA MORAND Y ALEJANDRA HERNANDO

Departamento de Biología,  
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura,  
Universidad Nacional del Nordeste.  
Av. Libertad 5700 (3400) Corrientes, Argentina.  
e-mail: ahernando@infovia.com.ar

**Resumen:** Se estudiaron citogenéticamente dos especies de *Melanophryniscus*: *M. cupreuscapularis* y *M. klappenbachi*, colectadas en las localidades argentinas de Corrientes (Capital) y Florencia (Santa Fe), respectivamente. Los cromosomas obtenidos de células intestinales, médula ósea y de testículos fueron analizados con coloración convencional de Giemsa. Además se aplicaron las técnicas de bandeado C y tinción argéntica. Ambas especies presentaron un cariotipo  $2n = 22$  cromosomas y un número fundamental (NF) de 44. Los organizadores nucleolares se identificaron en el par 8. En *M. cupreuscapularis*, los cromosomas mostraron heterocromatina constitutiva en la región centromérica.

**Palabras claves:** Cariotipos, banda C, Ag-NOR, *Melanophryniscus*, Bufonidae.

**Abstract:** Cytogenetic analysis of two *Melanophryniscus* species (*Amphibia*, *Anura*, *Bufonidae*).- Cytogenetic investigation was performed on two species of the genus *Melanophryniscus*: one sample of *M. cupreuscapularis* from Corrientes (Argentina) and one sample of *M. klappenbachi* from Florencia (Santa Fe, Argentina). Chromosomes from intestinal, bone marrow, and testis cells were studied after Giemsa staining, C-banding and Ag-NOR staining. Both species showed a karyotype with  $2n = 22$  chromosomes and the same fundamental number of 44. Both species possess one pair of Ag-NORs located on chromosome 8. C-band patterns were available to *M. cupreuscapularis*. Chromosomes had centromeric constitutive heterochromatin.

**Key words:** Karyotypes, C-band, Ag-NOR, *Melanophryniscus*, Bufonidae.

### INTRODUCCIÓN

El género *Melanophryniscus* se distribuye en el sur de Brasil, Bolivia, Uruguay, Paraguay y norte de Argentina (DUELLMAN & TRUEB, 1986). Comprende 14 especies divididas en tres grupos fenéticos cuyas relaciones filogenéticas no están definidas: *tumifrons* formado por 7 especies caracterizadas fundamentalmente por una tumefacción frontal, *stelzneri* con 6 especies sin tumefacción frontal, y *rubriventris* con una especie diferenciado de los anteriores por el mayor tamaño y la piel dorsal y ventral con abundantes granulaciones (LANGONE, 1994; GALLARDO & VARELA DE OLME-DO, 1992).

Recientemente se describieron dos taxa del grupo *stelzneri*. Uno de ellos es *M. cupreus-*

*capularis*, identificable por un par de manchas de color cobre en la región escapular y conocido para localidades ubicadas al noroeste de la provincia de Corrientes, Argentina (CÉSPEDEZ & ALVAREZ, 1999). El otro taxón *M. klappenbachi*, que se caracteriza por poseer una banda irregular de manchas amarillo azufre en la región interocular, fue citado para las provincias argentinas de Corrientes, Chaco y Formosa y en el Departamento Hayes en Paraguay (PRIGIONI & LANGONE, 2000).

Citogenéticamente, se examinaron con coloración convencional los cariotipos de tres especies de *Melanophryniscus*: *M. moreirae* (BEÇAK *et al.*, 1970; DELUCCA *et al.*, 1974 en KURAMOTO, 1990; KING, 1990) y *M. stelzneri* (MORESCALCHI & GARGIULO, 1968; TANDY & TANDY, 1976 en KURAMOTO, 1990;

KING, 1990) pertenecientes al grupo *stelzneri* y *M. rubriventris* (BOGART, 1972 en KURAMOTO, 1990; KING, 1990) del grupo *rubriventris*.

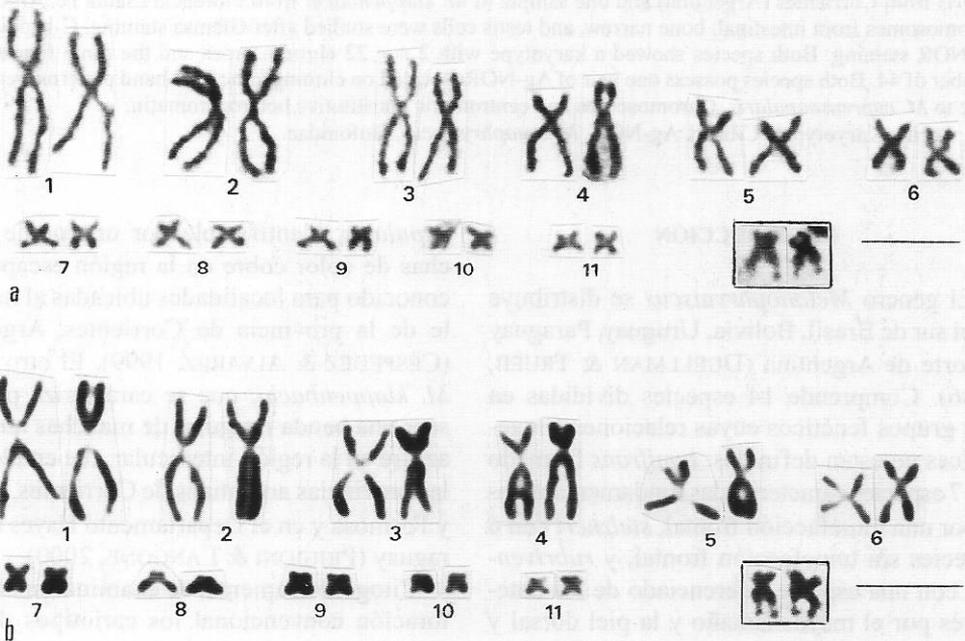
En el presente estudio analizamos los cromosomas mitóticos y meióticos de las especies reconocidas recientemente: *M. cupreuscapularis* y *M. klappenbachi*. Los cariotipos se estudiaron por medio de tinción con Giemsa y argéntica, además aplicamos bandeo C en cromosomas metafásicos de *M. cupreuscapularis*. Los resultados que describimos constituyen la primera referencia de tinciones diferenciales para el género.

### MATERIAL Y MÉTODOS

Analizamos 7 individuos (2 machos y 5 hembras) de *Melanophryniscus cupreuscapularis*

colectados en Corrientes, provincia de Corrientes, Argentina. (27° 28' S / 58° 51' W) y 5 machos de *M. klappenbachi* de la localidad de Florencia, provincia de Santa Fe, Argentina. (28° 02' S / 59° 15' W). Todos los ejemplares están depositados en la Colección Herpetológica Corrientes de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNEC) (Anexo I).

Los animales fueron tratados con solución de colchicina 0.1%, al menos 24 horas antes del sacrificio. Las preparaciones cromosómicas se obtuvieron por medio de aplastado («squash») del epitelio intestinal (KEZER & SESSIONS, 1979) y por suspensión celular de médula ósea y de testículo (SCHMID, 1978). El número diploide y la morfología de los cromosomas se determinaron por medio del análisis de 55 mitosis de *Melanophryniscus cupreuscapularis* y 48 de *M. klappenbachi* teñidas con



**Figura 1.-** Cariotipos con tinción convencional ( $2n = 22$ ). (a) hembra de *Melanophryniscus cupreuscapularis*; (b) macho de *M. klappenbachi*. Recuadro: par 8 con constricción secundaria (Barra = 10  $\mu$ ). (Autores fotos: M. Morand y A. Hernando.)

**Figure 1.-** Conventional karyotypes ( $2n = 22$ ). (a) female of *Melanophryniscus cupreuscapularis*; (b) male of *M. klappenbachi*. Inset: pair 8 with secondary constriction (Bar 10  $\mu$ ).

una solución de Giemsa pH 6.8. Los cromosomas se clasificaron según GREEN & SESSIONS (1991). El patrón de distribución de la heterocromatina constitutiva (Bandas C) se determinó aplicando la técnica de SUMNER (1972). Las regiones organizadoras del nucleolo (RON) se identificaron según la técnica argéntica de HOWELL & BLACK (1980).

## RESULTADOS

### Coloración convencional

*Melanophryniscus cupreuscapularis* y *M. klappenbachi* mostraron un  $2n = 22$  y un número fundamental (NF) de 44. En ambas especies los cromosomas fueron metacéntricos, con excepción de los pares 4 y 8 de morfología submetacéntrica. Según el tamaño, los cromosomas se dividieron en dos grupos: uno formado por los seis primeros pares y otro que comprende los cinco restantes, con una diferencia notable entre el par 6 y el 7. En algunas metafases de ambas especies se observó una conspicua constricción secundaria localizada en el brazo largo del par submetacéntrico asignado como 8. No se identificaron cromosomas heteromórficos (Figura 1 a y b).

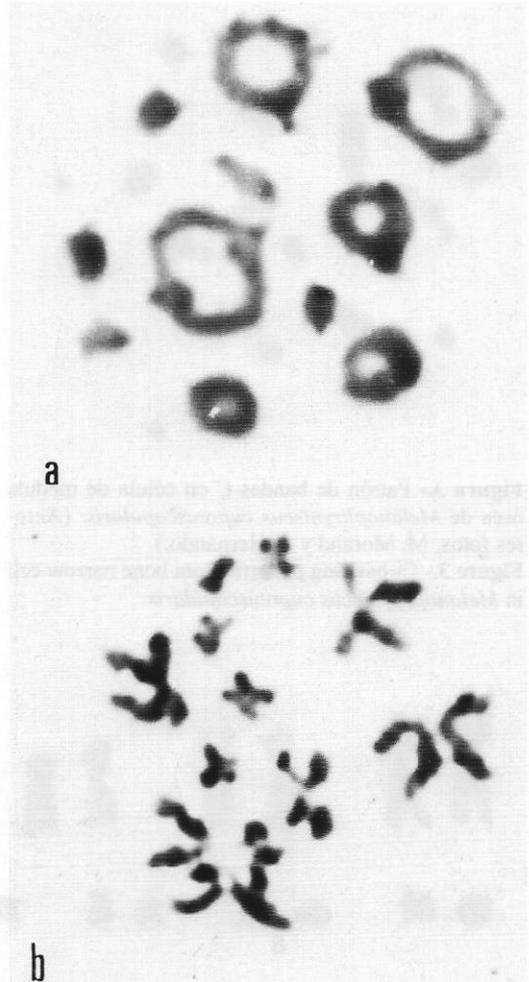
El análisis de células meióticas de testículo reveló 11 bivalentes en diploteno y 11 cromosomas en metafase II (Figura 2 a y b).

### Bandas C

En células de médula ósea y de intestino de tres individuos de *M. cupreuscapularis* la heterocromatina constitutiva se identificó en la región centromérica de los cromosomas (Figura 3).

### Tinción argéntica

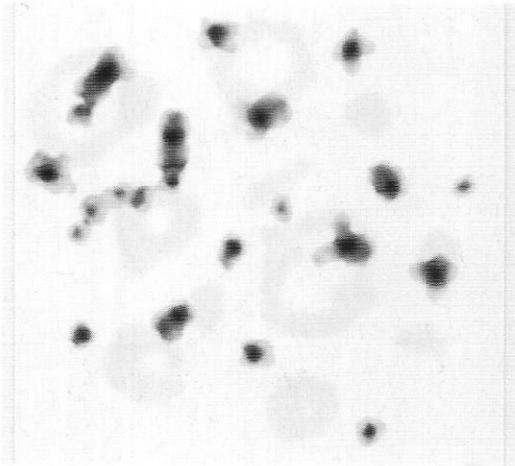
En células intestinales, la región organizadora del nucleolo (RON) se localizó en los cromosomas homólogos del par 8. Los genes ribosomales activos se ubicaron en posición terminal en *M. klappenbachi* y subterminal en *M. cupreuscapularis*, en el sitio de la constricción secundaria (Figura 4 a y b).



**Figura 2.-** Células meióticas de machos de *Melanophryniscus klappenbachi* ( $2n = 22$ ). (a) metafase I con 11 bivalentes; (b) metafase II con 11 cromosomas. (Autores fotos: M. Morand y A. Hernando.)

**Figure 2.-** Meiotic cells of males of *Melanophryniscus klappenbachi* ( $2n = 22$ ). (a) metaphase I with 11 bivalents; (b) metaphase II with 11 chromosomes.

En ambas especies se observó heteromorfismo en el tamaño del RON debido a una duplicación de los genes ribosomales en uno de los cromosomas homólogos visualizada como una región plata positiva de notable tamaño. Un individuo de *M. cupreuscapularis* (UN-NEC- 01516) mostró en células intestinales



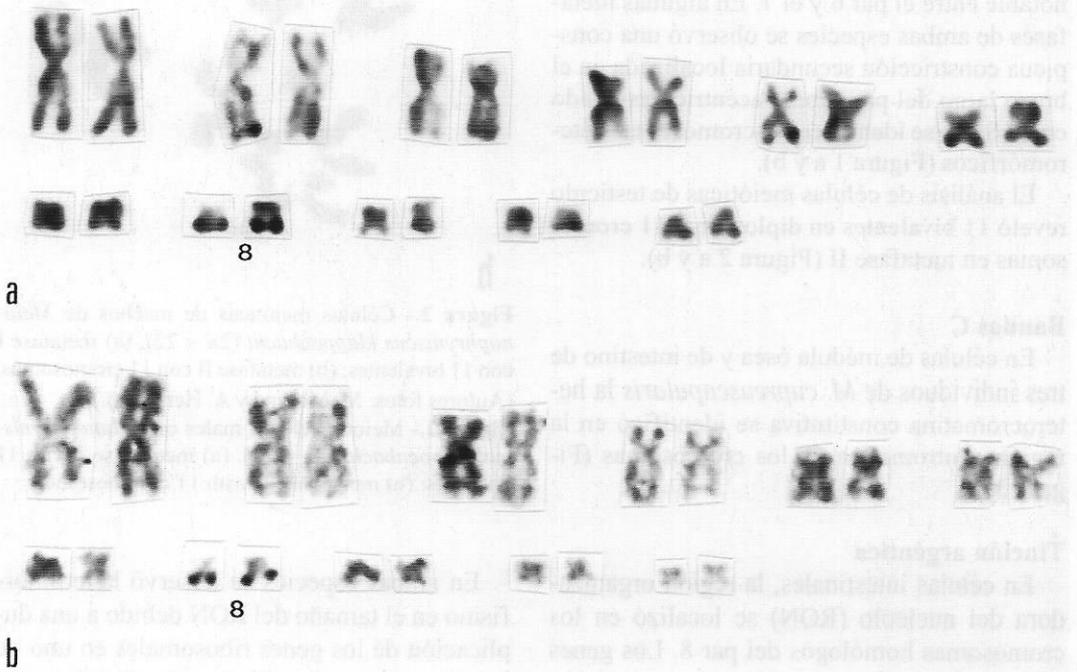
**Figura 3.-** Patrón de bandas C en célula de médula ósea de *Melanophryniscus cupreuscapularis*. (Autores fotos: M. Morand y A. Hernando.)

**Figure 3.-** C- banding patterns from bone marrow cell in *Melanophryniscus cupreuscapularis*.

duplicación en tandem de ambos organizadores nucleolares (Figura 5).

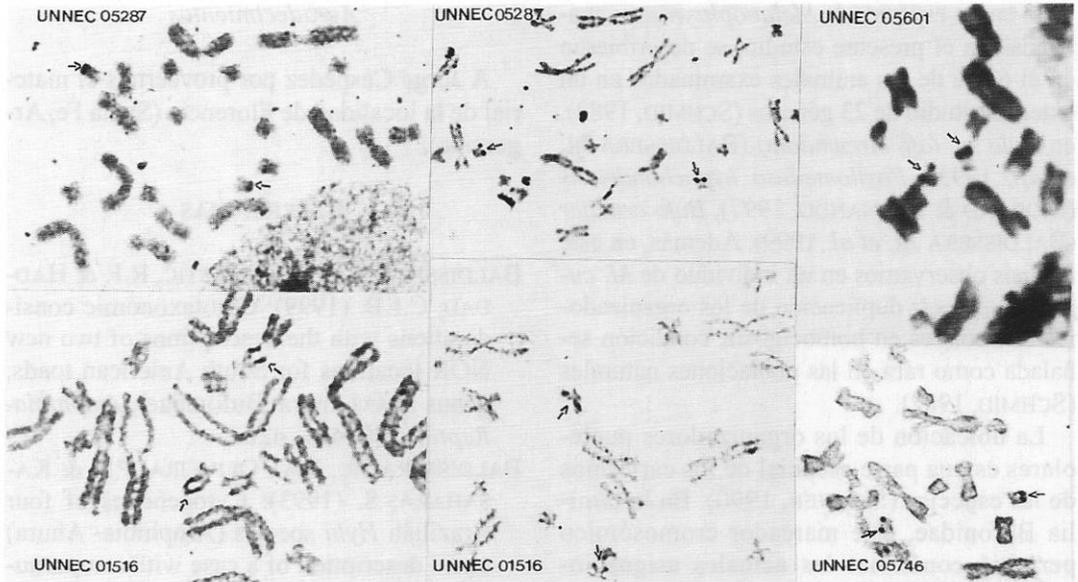
**DISCUSIÓN**

Los cariotipos de *M. cupreuscapularis* y *M. klappenbachi* fueron indistinguibles entre sí al ser analizados con coloración convencional. El número diploide (2n) y el NF (44) coincide con lo descrito para *M. moreirae* (BEÇAK *et al.*, 1970; DELUCCA *et al.*, 1974 en KURAMOTO, 1990; KING, 1990), *M. stelzneri* (MORESCALCHI & GARGIULO, 1968; TANDY & TANDY, 1976 en KURAMOTO, 1990; KING, 1990) y *M. rubriventris* (BOGART, 1972 en KURAMOTO, 1990; KING, 1990). Ambas características, 2n y NF, y las diferencias de tamaño entre los pares cromosómicos 1 a 6 y los cinco restantes descritas para *Melanophry-*



**Figura 4.-** Cariotipos con coloración argéntica (2 n = 22). (a) *Melanophryniscus cupreuscapularis*; (b) *M. klappenbachi*. (Autores fotos: M. Morand y A. Hernando.)

**Figure 4.-** Karyotypes with silver staining (2 n = 22). (a) *Melanophryniscus cupreuscapularis*; (b) *M. klappenbachi*.



**Figura 5.-** Metafasas parciales de diferentes individuos de *Melanophryniscus cupreuscapularis* mostrando homomorfismo y heteromorfismo de organizadores nucleolares activos en el par 8 (flechas). (Autores fotos: M. Morand y A. Hernando.)

**Figure 5.-** Partial metaphases of different specimens of *Melanophryniscus cupreuscapularis* showing homomorphism or heteromorphism for active nucleolus organizer on pair 8 (arrows).

*niscus* en este trabajo son conservadoras del cariotipo de los Bufonidae. Tales particularidades se describieron para los géneros *Atelopus*, *Nectophryne*, *Nectophrynoides*, *Pedostibes*, *Bufo* (excepto las formas africanas que muestran:  $2n = 20$ ,  $NF = 40$ ) (KING, 1990; KURAMOTO, 1990; BALDISSERA JR. *et al.*, 1999)

Con frecuencia, los cariotipos de bufónidos tienen constricciones secundarias en posición variable. En *M. cupreuscapularis* y *M. klappenbachi* éstas se ubicaron en el par 8 y no se describieron en los cariotipos de *M. moreirae*, *M. stelzneri* *M. rubriventris* (KING, 1990). En este estudio atribuimos al grado de condensación de los brazos cromosómicos no haberla observado en todas las metafases, aunque en *Pyxicephalus adspersus* se comprobó una variación interindividual en la longitud de la constricción secundaria (SCHMID, 1982).

Las bandas C sólo fueron obtenidas para *M. cupreuscapularis*. El patrón de distribución de la heterocromatina constitutiva determinado para esta especie, en la región centromérica/pericentromérica de los cromosomas, es la considerada como típica para los anuros. En estos anfibios, algunas bandas C están asociadas con las regiones organizadoras del nucleolo (SCHMID *et al.*, 1990; VAZ DO AMARAL *et al.*, 2000, BALDISSERA JR. *et al.*, 1993).

En *M. cupreuscapularis* y *M. klappenbachi* la región organizadora del nucleolo se estableció en un único par cromosómico, carácter compartido por familias primitivas y derivadas de anuros (SCHMID, 1982; SCHMID *et al.*, 1990). La variabilidad intra e interindividual en el tamaño de los organizadores nucleolares y el heteromorfismo debido a duplicaciones de los genes ribosomales es frecuente en anuros. Duplicaciones del RON en sólo uno de los cromosomas homólogos, como lo obser-

vado en las especies de *Melanophryniscus* analizadas en el presente estudio, se describieron en el 67 % de los animales examinados en un extenso estudio de 23 géneros (SCHMID, 1982), en *Hyla sp. (aff. circumdata)* (BALDISSERA JR. *et al.*, 1993), *Phyllomedusa hypochondrialis* (MORAND & HERNANDO, 1997), *Bufo crucifer* (BALDISSERA JR. *et al.*, 1999). Además, en este análisis observamos en un individuo de *M. cupreuscapularis* duplicación de los organizadores nucleolares en homocigosis, condición señalada como rara en las poblaciones naturales (SCHMID, 1982).

La ubicación de los organizadores nucleolares es una parte esencial de los cariotipos de las especies (SUMNER, 1990). En la familia Bufonidae, este marcador cromosómico permitió confirmar las actuales asignaciones morfológicas de las especies de *Bufo*, establecer patrones evolutivos en la localización del NOR y proponer hipótesis de relaciones filogenéticas (BALDISSERA, JR. *et al.*, 1999).

*M. cupreuscapularis* y *M. klappenbachi* mostraron diferencias en la posición de los genes ribosomales, por lo que el RON puede ser una herramienta para distinguir especies del género que muestren cariotipos similares cuando se los analiza con coloración convencional.

## ANEXO I

### Número de colección, sexo y procedencia de los animales analizados

*Melanophryniscus cupreuscapularis*: UNNEC: 01516 (♀); 05186 (♂); 05041 (♀); 05287 (♀); 05601 (♀); 05762 (♀); 5746 (♂). Corrientes (Capital), provincia de Corrientes, Argentina.

*Melanophryniscus klappenbachi*: UNNEC 05229 (♂); 05230 (♂); 05231 (♂); 05282 (♂); 05515 (♂). Florencia, provincia de Santa Fe, Argentina.

## Agradecimientos

A Jorge Céspedes por proveernos el material de la localidad de Florencia (Santa Fe, Argentina).

## REFERENCIAS

- BALDISSERA JR., F.A., BATISTIC, R.F. & HADDAD, C.F.B. (1999): Cytotaxonomic considerations with the descriptions of two new NOR locations for South American toads, genus *Bufo* (Anura: Bufonidae). *Amphibia-Reptilia*, 20: 413-420.
- BALDISSERA JR., F.A., OLIVEIRA, P.S. & KASAHARA, S. (1993): Cytogenetics of four Brazilian *Hyla* species (Amphibia- Anura) and a description of a case with a supernumerary chromosome. *Brazil. J. Genetics*, 16: 335-345.
- CÉSPEDez, J.A. & ALVAREZ, B.B. (1999): Una nueva especie de *Melanophryniscus* (Anura: Bufonidae) del grupo *stelzneri* de Corrientes, Argentina. *FACENA*, 15: 57-67.
- DUELLMAN, W. & TRUEB, L. (1986). *Biology of Amphibians*. Mc Graw Hill Publishing Company. USA.
- GALLARDO, J.M. & VARELA DE OLMEDO, E. (1992): Anfibios de la República Argentina: Ecología y Comportamiento. En: *Fauna de Agua Dulce de la República Argentina*. 41: (1) 116 pp.
- GREEN, D.M. & SESSIONS, S. K. (1991): Nomenclature for chromosomes, pp. 431 - 432, in: Green & Sessions (eds.), *Amphibian cytogenetics and evolution*. Academic Press, San Diego.
- HOWEL, W.M. & BLACK, D.A. (1980): Controlled silver-staining of nucleolus organizer regions with a protective colloidal developer: 1 - step method. *Experientia* 36: 1014-1015.
- KEZER, J. & SESSIONS, S.K. (1979): Chromosome variation in the plethodontid salamander, *Aneides ferreus*. *Chromosoma* 71:65-80.

- KING, M. (1990). *Animal Cytogenetics*. Vol. 4: Chordata 2. Amphibia (John, B. and Gwent, C., eds.) Gebrüder Borntraeger, Berlin.
- KURAMOTO, M. (1990): A list of chromosome numbers of anuran amphibians. *Bull. Fukuoka Univ. Educ., Pt.III* 39: 83 - 127.
- LANGONE, A.J. (1994): Ranas y sapos del Uruguay. *Mus. Antonio Damasco Larrañaga*, 5: 1-123.
- MORAND, M. & HERNANDO, A. (1997): Localización cromosómica de genes ribosomales activos en *Phyllomedusa hypochondrialis* y *Phyllomedusa sauvagii* (Anura: Hylidae). *Cuad. Herp.* 11(1 - 2): 31 - 36.
- PRIGIONI, C.M. & LANGONE, J.A. (2000): Una nueva especie de *Melanophryniscus* Gallardo, 1961, de Argentina y Paraguay (Amphibia, Anura, Bufonidae). *Com. Zool. Mus. Hist. Nat. Montevideo*, 12 (195): 1-11.
- SCHMID, M. (1978): Chromosome banding in Amphibia. Constitutive heterochromatin and nucleolus organizer regions in *Bufo* and *Hyla*. *Chromosoma* 66: 361 - 388.
- SCHMID, M. (1982): Chromosome banding in Amphibia. VII. Analysis of the structure and variability of NORs in Anura. *Chromosoma* 87: 327 -344.
- SCHMID, M., STEINLEIN, C., NANDA I. & EPLEN, J.T. (1990): Chromosome banding in Amphibia, pp. 21-45, in: Olmo, E. (ed.), *Cytogenetics of Amphibians and Reptiles*. Birkhäuser Verlag, Basel.
- SUMNER, A.T. (1972): A simple technique for demonstrating centromeric heterochromatin. *Expl. Cell Res.* 75: 304 - 306.
- SUMNER, A.T. (1990): Nucleolar organizers (NORs), pp. 187- 205, in: *Chromosome banding*. Unwin Hyman Ltd. U.K.
- VAZ DO AMARAL, M.J.L., CARDOSO, A.J. & RECCO-PIMENTEL, S.M. (2000): Cytogenetic analysis of three *Physalaemus* species (Amphibia, Anura). *Caryologia* 53 (2): 283- 288.

Recibido: 01/11/01

Aceptado: 09/05/02

SEYMOUR, M. (1975). Chromosome banding in *Aspilota* (H). Analysis of the structure and variability of GOR in *Aspilota* females. *Genes* 27: 335-344.

SEYMOUR, M., STEINHAUS, G., WAGNER, I. & BIRBAUM, J.F. (1997). Chromosome banding in *Aspilota* sp. 11-11, a *Chorebus* sp. (Hymenoptera: Cynipidae) of subgenus *Aspilota* with *Aspilota* H. *Entomol. Verh.* 116: 1-11.

SEYMOUR, A. L. (1972). A simple technique for demonstrating chromosome preparations in the fly. *Cell* 8: 17-20.

SEYMOUR, A. L. (1997). Molecular organization (HORs), pp. 187-197. In: Chromosome banding (Hymenoptera) Ed. L.L.

VAN DO ANH, M.H., CHANG, A. & RICHARDSON, S.M. (2000). Evidence for hybrid origin of two species of the *Aspilota* genus (Cynipidae: 22: 223-228).

Revisión: 03/11/01  
Aceptado: 09/05/02

KING, M. (1990). *Insect Cytogenetics*, Vol. 4: *Chordata*, I. *Aspilota* (John B. and Gwendolyn C., eds). *Labridor* Bonnenerge, Berlin.

KURAMOTO, M. (1990). A list of chromosome number of various aphididae. *Bull. Fac. Agric. Univ. Kyūto* 39: 83-127.

LANCONE, A.J. (1994). *Ramas y subes del género* *Aspilota* (Hymenoptera: Cynipidae). *Entomol. Verh.* 112: 1-113.

MORAND, M. & HERNÁNDEZ, A. (1997). *Las relaciones cromosómicas entre tribos de los géneros de Hymenoptera: Apocrita (Hymenoptera: Hymenoptera)*. *Chrom. Res.* 11(1-2): 31-36.

PRINCE, G.M. & LANCONE, J.A. (2000). *Una nueva especie de Hymenoptera: Cynipidae del 1991 de Argentina y Paraguay (Aspilota)*. *Acta Zool. Indiv. Mus. Nat. Montevideo* 13(193): 1-11.

SEYMOUR, M. (1978). Chromosome banding in *Aspilota* (Cynipidae: Hymenoptera) and related genera in life and *Blatt. Chromosom.* 6(3): 361-388.

## RESÚMENES DE TESIS

**TÍTULO:** Biología, comportamiento, distribución y conservación de las tortugas negra (*Rhinoclemmys funerea*) y roja (*R. pulcherrima manni*) en Costa Rica.

**AUTOR:** Manuel Merchán

**LUGAR:** Universitat de Barcelona, 2002.

Se estudió la biología, el comportamiento, la distribución y la conservación de las tortugas negra (*Rhinoclemmys funerea*) y roja (*R. pulcherrima manni*) en Costa Rica. Los estudios en libertad se realizaron en el Parque Nacional Tortuguero (provincia de Limón) y la Reserva Biológica Carara (Puntarenas), y los realizados en cautividad, en la Reserva ZooAve (Alajuela) y el Parque Zoológico Simón Bolívar (San José). Asimismo, se examinaron ejemplares procedentes del Museo de Zoología de la Universidad de Costa Rica y el Laboratorio Húmedo de la Universidad Nacional de Heredia. El periodo total de estudio fue de algo más de dos años, entre noviembre de 1999 y diciembre de 2001.

Se estudió la distribución de ambas especies en Costa Rica, para lo cual se recopilaron las localidades de los ejemplares contenidos en colecciones herpetológicas de museos y universidades de todo el mundo. El patrón de distribución de *R. funerea* en el país es caribeño, donde se extiende hasta Nicaragua y Panamá a través de hábitat homogéneo. El de *R. pulcherrima* tiene su límite sur en el río Grande de Tárcoles; en Costa Rica está muy ligado a la presencia de hábitats relativamente secos, ocupando el noroeste del país, la zona más árida del mismo.

Para realizar el estudio biométrico y de dimorfismo sexual, se tomaron 31 medidas morfológicas de *R. funerea* y 30 de *R. pulcherrima*. El crecimiento de ambas especies es alométrico; el peso ha resultado la variable de mayor coeficiente de alometría en ambas especies; la mayoría del resto de medidas presenta coeficientes de alometría cercanos a la unidad. Tanto *R. funerea* como *R. pulcherrima* son sexualmente dimórficas. La distancia de la cloaca a la base de la cola es el carácter más dimórfico en *R. funerea*, y la longitud del plastrón lo es en *R. pulcherrima*. Los caracteres sexualmente dimórficos están relacionados con adaptaciones encaminadas a facilitar la cópula y la ovoposición; la presencia de un caparazón óseo parece ser la causa de la aparición de caracteres dimórficos tan acusados en ambas especies.

Para estudiar el crecimiento, se mantuvieron en semi-cautividad 13 ejemplares marcados de *R. funerea* y 4 de *R. pulcherrima*, todos ellos de edad conocida, que fueron medidos mensualmente en la Reserva ZooAve. El crecimiento durante los tres primeros años de vida sigue una ecuación exponencial para el peso de *R. funerea*, y una ecuación lineal en todas las demás medidas de ambas especies. Las mayores tasas de crecimiento observadas en ambas especies corresponden al peso y a la longitud recta de espalda. En las dos especies, las tasas de crecimiento son inversamente proporcionales a la edad de los individuos.

Se estudió la etología de ambas especies; para ello, se llevaron a cabo un total de 137 horas de observaciones de *R. funerea* y 106 horas de *R. pulcherrima*. Los métodos de muestreo empleados fueron focales y de barrido, ambos de registro continuo. Se identificaron un total de 70 pautas comportamentales para la primera especie, y 72 para la segunda. El mayor número de pautas encontrado corresponde a la categoría de pautas sociales. Se identificaron las secuencias de cortejo y cópula en ambas especies. Las pautas comportamentales están relacionadas con el lugar en que tienen lugar. El análisis comparado entre ambas especies ha puesto de manifiesto diferencias en las categorías de comportamientos de mantenimiento, locomotores, alimenticios, defensivos y sociales. Las diferencias están muy ligadas al sustrato

donde tienen lugar, poniendo de manifiesto diferencias en cuanto a ocupación de hábitat en Costa Rica.

*R. funerea* mantiene una dieta fitófaga en estado adulto, aunque ocasionalmente pueda ingerir materia animal. En las etapas juveniles, la especie prefiere una alimentación basada en invertebrados, principalmente insectos. *R. pulcherrima* mantiene una dieta omnívora, donde se incluyen vegetales y pequeños invertebrados. En cautividad, ambas especies han aceptado sin problemas una dieta alterna a base de alimento para peces y vegetales con pienso de perro.

El periodo de puesta en *R. funerea* se extiende desde mayo a octubre, con un máximo en mayo. En *R. pulcherrima* las puestas tuvieron lugar entre agosto y abril, con un máximo en noviembre. El periodo medio de incubación a una temperatura de 28 °C fue de 92.3 días (81-106) en *R. funerea* y de 112 (91-129) en *R. pulcherrima*. El tamaño medio de los huevos de *R. funerea* fue de 64.2 X 34.9 mm, y el peso 49.6 g. En *R. pulcherrima*, 46.3 X 28.4 mm, y el peso 22.8 g. Los neonatos de *R. funerea* midieron 56.5 mm de longitud de espaldar, 48 de anchura de espaldar, 50.3 de longitud de plastrón y 39.7 de anchura de plastrón, y pesaron una media de 32.4 g. Los de *R. pulcherrima* midieron 38.9 mm de longitud de espaldar, 33.6 de anchura de espaldar, 36.3 de longitud de plastrón y 27.8 de anchura de plastrón, y pesaron una media de 16 g.

Los depredadores actúan principalmente sobre los huevos y juveniles de ambas especies. Los adultos sólo son consumidos por grandes cocodrilos (*Crocodylus acutus*) y caimanes (*Caiman crocodylus*). Las puestas y los juveniles son depredados por numerosas especies: mamíferos como los mapaches (*Procyon lotor* y *P. cancrivorus*), el coatí de nariz blanca (*Nasua narica*) o el coyote (*Canis latrans*), y aves como los gavilanes (*Harphagus*), halcones (*Buteo*), zopilotes (*Cathartes* y *Coragyps*) y rascones (*Aramides cajanea*). Se han observado numerosos parásitos internos y externos en *R. funerea*, principalmente sanguijuelas y nematodos intestinales. En *R. pulcherrima* sólo se ha constatado la presencia esporádica de garrapatas, adheridas principalmente en la piel de las articulaciones.

Se realizó una encuesta a un total de 59 personas en el pueblo de Tortuguero y 68 en la Garita de Alajuela. Los datos recogidos señalan un conocimiento muy desigual según especies de las tortugas de Costa Rica por parte de sus habitantes. Un porcentaje relativamente elevado de los habitantes de Tortuguero ha visto y conoce a la tortuga negra; poco más del 25 % de los encuestados en La Garita conoce o sabría identificar a la tortuga roja, y el grado de protección legal que las ampara es igualmente desconocido. Según los encuestados y nuestras propias observaciones, no existe un aprovechamiento directo por parte del hombre de ninguna de las dos especies, ya sea consumo de carne y/o huevos, utilización del caparazón, etc... Por ello, la protección de ambas pasa principalmente por la conservación de sus hábitats naturales.

## RECENSIONES BIBLIOGRÁFICAS

**TÍTULO:** *Amphibia: Aspetti di ecologia della conservazione (Amphibia: Aspects of conservation ecology)*

**AUTORES:** Carlo Scoccianti

**AÑO:** 2001

**PRECIO:** desconocido

**PEDIDOS A:** WWF-Toscana Via Sant'Anna 3; 50129 Firenze (Florenca), Italia; e-mail: toscana@wwf.it, tfno: 055-477876

**EDITADO POR:** Editore Guido Persichino Grafica, Firenze, 430 páginas (1/3 en la traducción en inglés, 70 figuras). WWF-Italia

El libro, remitido por el autor, está escrito en italiano con un resumen de cada capítulo en inglés y es un completo tratado sobre la conservación de anfibios en zonas templadas. Carlo Scoccianti es autor de numerosos trabajos, publicados principalmente en italiano, sobre la conservación de anfibios, principalmente en la región de Toscana, Italia. En el libro se trata en especial de la conservación de los anfibios de zonas templadas (Paleártico y Neártico) por la similitud de situaciones entre ambos continentes y las grandes diferencias que puede haber en las situaciones con las regiones subtropicales o tropicales. Dada la similitud geográfica, climática y cultural entre Italia y España, muchas situaciones de las señaladas son casi idénticas.

El libro se divide en tres partes bien definidas, I: Amenazas y perspectivas de conservación para los anfibios; II: Fragmentación de hábitats e hipótesis del declive global de los anfibios y III: Guía básica de medidas de conservación para los Anfibios.

En la primera parte se contemplan las numerosas amenazas directas o indirectas que sufren los anfibios. En los primeros capítulos se desarrolla la desaparición de zonas húmedas en las últimas décadas, la alteración de los medios ribereños naturales y las consecuencias de la transformación de los medios acuáticos continentales por la agricultura, el uso abusivo e incontrolado del agua para riego y la sobrexplotación de los acuíferos, etc proporcionando numerosos ejemplos sobre la pérdida de charcas, lagunas, especialmente en Italia. También se desarrolla el uso por los anfibios de medios artificiales (charcas abrevadero, presas, lagunas para incendio, etc...). Este capítulo incluye unas líneas básicas de actuación para la conservación de los anfibios en zonas agrícolas.

El siguiente capítulo analiza el efecto de algunas transformaciones del paisaje, tales como la urbanización de zonas rurales, canteras o graveras, canales, carreteras y otras estructuras artificiales que pueden actuar como trampas o zonas de alta mortalidad para los anfibios. Los capítulos 5º y 6º desarrollan el impacto de las prácticas forestales y fuegos, así como el impacto indirecto de la actividad cinegética. El capítulo 7º detalla los efectos de las especies introducidas en la fauna de anfibios, con especial atención a *Rana catesbeiana*. Los siguientes capítulos analizan el uso de agroquímicos (plaguicidas, fertilizantes, etc) con un amplio repaso a los productos más utilizados en los cultivos europeos; los cambios en la acidez de los hábitats, aguas y suelos; el siguiente el efecto de la radiación Ultravioleta-B y en los dos últimos capítulos las enfermedades infecciosas recientes (hongos, virus, etc) y la colecta humana como causa del declive de especies o poblaciones.

La segunda parte se dedica a conceptos más ecológicos de la conservación, como el efecto de la fragmentación de los hábitats en las poblaciones, analizando las metapoblaciones resultantes y el efecto de barreras, corredores y efecto de borde, las posibilidades de recolonización y el uso

de la teoría ecológica como base de la planificación para la conservación de los anfibios y/o el paisaje. El capítulo 15 aborda la hipótesis del declive global de los anfibios, analizando el alcance y la naturalidad o no de las fluctuaciones poblacionales.

La parte III trata de las líneas básicas de actuación para la conservación de los anfibios y sorprendentemente se halla escrita sólo en italiano. Este capítulo es especialmente interesante pues proporciona ejemplos prácticos de conservación de hábitats agrícolas para la conservación de los anfibios.

Dada la amplitud del libro y la profundidad de los temas tratados, no podemos detallarlo más en esta reseña. La bibliografía final del libro es completa y hace un repaso de los trabajos fundamentales a nivel mundial sobre las amenazas y conservación de los anfibios. Como conclusión, es un libro muy interesante y, casi se podría decir fundamental, para los interesados en la planificación del hábitat para la conservación de los anfibios. Aunque tiene una vocación fundamentalmente europea, será sin duda un libro a considerar en la literatura de conservación de los anfibios a nivel mundial. Con este título se añade un eslabón más a la reciente publicación de manuales de trabajo sobre la herpetofauna y sus hábitats. Sólo falta que los propios naturalistas, herpetólogos y las autoridades administrativas tengan en cuenta todos aspectos para mejorar la conservación de este grupo de vertebrados y sus hábitats.

Miguel Lizana Avia

**TÍTULO:** ANFIBIOS ESPAÑOLES (Identificación, Historia natural y Distribución)

**AUTORES:** Alfredo Salvador y Mario García París

**AÑO:** 2001

**PRECIO:** 25 euros (miembros de la AHE, 25% descuento= 20 euros) \*\* nota, los precios en euros están tomados de los precios en pesetas indicados por la editorial cuando envié la guía para su recensión. Comprobad con la editorial los precios actuales

**PEDIDOS A:** Canseco Editores; Apdo de Correos 695; 46500 Talavera de la Reina. 925-828438; e-mail: esfagnos@eresmas.com

**EDITADO POR:** Colección Esfagnos; Canseco Editores

El libro, de 270 páginas y escrito en castellano, es la última adición a las guías de campo españolas de dos autores, Alfredo Salvador y Mario García París, que son dos referentes en la herpetología española de las últimas décadas. Salvador fue el autor de la primera guía de la herpetofauna española (ICONA, 1974) y García París de la primera guía de anfibios (Ministerio de Agricultura, 1985), curiosamente ambas reeditadas y disponibles en las librerías en la actualidad. Salvador publicó también en 1985 una guía de anfibios y reptiles españoles que hoy está agotada. Estas guías, junto a sus numerosos trabajos, contribuyeron a la "explosión" de la herpetología española en las décadas de los 80 y 90 del ya pasado siglo.

El libro en cuestión es una guía de campo muy completa, en la que, como su subtítulo detalla, se abarcan fundamentalmente los aspectos de identificación, en base a excelentes dibujos en blanco y negro de larvas, juveniles y adultos y fotografías de gran calidad de cada especie (con excepción de algunas oscuras, quizá por la impresión); historia natural y distribución geográfica y altitudinal.

En la guía se recogen como especies bien definidas a todos los taxa descritos en las últimas décadas o recientemente: *Triturus pygmaeus*, *Discoglossus galganoi*, *D. jeanneae*, *Pelodytes ibericus*, o introducidos como *Bufo mauritanicus*, *Rana catesbeiana*, etc...Se echa sin embargo en falta algún comentario sobre las especies de anfibios presentes en los territorios españoles del Norte de Africa, tales como *Salamandra algira* (*S.s.algira*), *Alytes maurus* (*A. obstetricans maurus*), etc.

Para cada especie se incluye el mapa de distribución en la Península Ibérica y Baleares, recogiendo las citas conocidas en cuadrícula UTM de 20 × 20 km. El mapa incluye los límites de las provincias. Las citas conocidas coinciden en general con la distribución "real" o aproximada de la especie, pero existen varias lagunas de prospección en la península. Quizá por ello hubiera sido interesante dibujar una línea que indicara los límites de la presencia de cada especie, como sucede en los tomos del Handbuch de los anfibios europeos. Para algunas especies, como *Triturus marmoratus* y *T. pygmaeus*, *Pelodytes* o *Discoglossus*, es interesante que se indiquen los lugares en los que todavía no se conoce la asignación concreta de citas a una especie.

El texto de cada especie incluye su tamaño, descripción y variación, incluyendo las subespecies descritas. El apartado de historia natural es el más completo, con una descripción detallada de la actividad anual y diaria, fenología, reproducción, alimentación, depredadores, etc. Por último se incluye una lista de la bibliografía más relevante para cada especie, que es citada en el capítulo de bibliografía final. El penúltimo capítulo son claves de larvas y adultos de las especies españolas, con buenos dibujos en blanco y negro realizados en punteado. El capítulo final de bibliografía es muy amplio (páginas 218 a 266) y recoge la bibliografía herpetológica ibérica básica. Existen también numerosas referencias a poblaciones no ibéricas que aclaran la biología o taxonomía de las especies ibéricas.

El libro es un excelente compendio de la información básica necesaria para la identificación y conocimiento de la distribución y biología básica de los anfibios españoles. Como guía de campo que es, no entra en profundidad en las amenazas, aspectos de protección (legislación) y conservación de los anfibios españoles. Viene a competir con la existencia, en la actualidad, de excelentes guías de campo ibéricas y europeas. Sin duda, será muy útil para todos los aficionados a la herpetología ibérica.

Como se indica arriba, la editorial ofrece un 25 % de descuento a todos los miembros de la AHE que lo justifiquen, lo que sin duda facilitará su adquisición.

Miguel Lizana Avia

**TÍTULO:** REPTILES ESPAÑOLES (Identificación, historia natural y distribución)

**AUTORES:** Alfredo Salvador y Juan Manuel Pleguezuelos

**AÑO:** Mayo 2002

**EDITADO POR:** Colección Esfagnos; Canseco Editores

**PRECIO:** 40 euros (miembros justificados de la AHE, 20% descuento= 32 euros)

**PEDIDOS A:** Canseco Editores; Apdo de Correos 695; 46500 Talavera de la Reina. 925-828438; e-mail: esfagnos@eresmas.com

El libro, de 493 páginas y escrito en castellano, es la continuación del anterior título publicada por la editorial Canseco: Anfibios españoles, cuyos autores son Alfredo Salvador y Mario García París. Debido a ello, el diseño de la guía y todos sus apartados son idénticos.

Tanto Alfredo Salvador como Juan Manuel Pleguezuelos son suficientemente conocidos por, al menos, cualquier herpetólogo ibérico, tanto por anteriores guías de campo, como por sus publicaciones o el atlas de la herpetofauna ibérica. Este libro es una guía de campo muy completa sobre los reptiles españoles, incluyendo las tortugas marinas, las especies ibéricas (incluyendo su distribución en Portugal continental), de Baleares y Canarias y de la Isla de Alborán, Almería (*Saurodactylus mauritanicus*). Como aspecto curioso diremos que se recoge en la guía la presencia de la lagartija de Madeira, *Podarcis dugesii*, que se halla introducida únicamente en Lisboa. Por el contrario y desgraciadamente, no se incluyen los reptiles de los territorios españoles del Norte de África: Ceuta y Melilla y plazas de soberanía, que forman parte de la fauna española y que incluyen especies típicamente norteafricanas.

La clave de identificación de las especies basada en dibujos en blanco y negro está muy bien realizada y es muy útil. Para cada especie se aportan una o varias fotografías de diversos autores, y de diversa calidad, pero suficientemente identificativas; y excelentes dibujos en blanco y negro con los aspectos más característicos de cada especie. Se incluye también el mapa de distribución en la Península Ibérica, Baleares y Canarias, recogiendo las citas conocidas en cuadrícula UTM de 20 x 20 km. El mapa incluye los límites de las provincias, lo que permite situar más fácilmente las cuadrículas. Las citas recogidas coinciden en general con la distribución "real" o aproximada de la especie, pero existen algunas lagunas de prospección en la península. Quizá por ello hubiera sido interesante dibujar una línea o mancha que indicara los límites probables de la presencia de cada especie, como sucede en otras guías de campo.

La guía recoge novedades taxonómicas muy recientes para los reptiles españoles, como la de los lagartos gigantes canarios (*Gallotia intermedia*, *G. gomerana* etc..) pero es conservadora y mantiene la cautela ante otras especies descritas recientemente; así, se mantiene el nombre de *Lacerta viridis* en lugar de *Lacerta bilineata*; *Lacerta bonnali* para las tres lagartijas pirenaicas y *Podarcis bocagei carbonelli* como una subespecie; indicando en todos los casos la opinión de otros autores que las consideran especies diferentes.

El texto de cada especie es muy completo; incluye su distribución y abundancia, tamaño, descripción y variación, incluyendo las subespecies descritas. El apartado de historia natural es el más completo, con una descripción detallada de la actividad anual y diaria, fenología, reproducción, alimentación, depredadores, etc. Por último se incluye una lista de la bibliografía más relevante para cada especie, que puede ser muy numerosa y es citada en el capítulo de bibliografía final. El capítulo final de bibliografía es muy amplio (páginas 418 a 486) y recoge la bibliografía herpetológica básica sobre los reptiles españoles así como numerosas referencias a poblaciones no ibéricas que aclaran la biología o taxonomía de las especies ibéricas.

El libro es un excelente recopilación de la información básica necesaria para la identificación

y conocimiento de la distribución e historia natural de los reptiles españoles. Como guía de campo que es, no entra en profundidad en las amenazas, aspectos de protección (legislación) y conservación de los reptiles españoles, tratados brevemente al principio de la guía; pero la información que recoge la hace también un libro de consulta en cualquier biblioteca herpetológica. Viene a complementar, y también a competir, con las actuales y excelentes guías de campo sobre la herpetofauna española y portuguesa. Sin duda, será muy útil para todos los aficionados a la herpetología ibérica.

Como se indica arriba, la editorial Canseco ofrece un 20 % de descuento a todos los miembros de la AHE que lo justifiquen, lo que sin duda facilitará su adquisición.

Miguel Lizana Avia

**TÍTULO:** El camaleón en andalucía, distribución actual y amenazas para su supervivencia

**AUTORES:** Jesús Mellado, Lola Jiménez, Juan José Gómez, Marieta Sanjuán

**AÑO:** 2001

**EDITADO POR:** Colección Rabeta Ruta. Fundación Alcalde Zoilo Ruiz-Mateos; Calle Charco 5, 2ª plnta, 11520 Rota, Cádiz.

**PRECIO:** 15 euros

**PEDIDOS A:** Fundación; pago por transferencia a cuenta 0049 3045 8310 1016 7820 o dirigiéndose a la Fundación.

Esta monografía sobre el Camaleón hace un análisis exhaustivo de su distribución y problemas de conservación en la Comunidad Autónoma de Andalucía. El proyecto, patrocinado por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, fue realizado en colaboración con el CSIC. El libro se divide en ocho capítulos, de los que los tres primeros son fundamentalmente técnicos y reflejan la metodología cartográfica, los métodos de muestreo de la especie y de análisis de los datos. El capítulo 4 resume los resultados, presentando la distribución en Andalucía durante los años 1993 a 1999. Los tres capítulos siguientes detallan los factores que causan un mayor impacto negativo en las poblaciones andaluzas de Camaleón: éstos son mortalidad por atropello, translocaciones (cambios forzados de individuos) y modificación o destrucción de su hábitat. En el último capítulo (8) se hace un resumen de las conclusiones del trabajo y se proponen diversas recomendaciones para la conservación de la especie, discutiendo su estado de conservación.

Recogeré de un modo muy resumido las conclusiones del estudio. La distribución del Camaleón en Andalucía se basa en tres metapoblaciones o poblaciones principales en Málaga y Cádiz, con poblaciones más pequeñas en Huelva y Almería, y diversas micropoblaciones de origen artificial reciente. La densidad de las poblaciones es en general baja, lo que parece la condición natural de la especie. Un punto importante en la discusión sobre la abundancia o densidad de la especie y su conservación es que la población se renueva casi completamente cada año, con lo que podrían existir oscilaciones extremas entre años. De este modo, una sucesión de años muy desfavorables para su reproducción podría llevarlo a una situación comprometida. Por ello, es tan importante la conexión entre poblaciones que permita las recolonizaciones ante sucesos de este estilo.

Las mayores amenazas para la especie, según los resultados del estudio, son en orden decreciente de importancia y con gran diferencia, la destrucción grave del hábitat reproductor, fundamentalmente por el efecto directo sobre las puestas. Esta destrucción radical debe realizarse sobre áreas completas, siendo su impacto grave o muy grave en Huelva y Cádiz, y anecdótico en las poblaciones malagueñas. El impacto de la translocación de ejemplares se declara como "insuficientemente conocido". Aunque si es masivo, resulta sin duda en una disminución de la población de origen, como sucede en Huelva y Cádiz. Sin embargo existen demasiados otros factores involucrados en el proceso como para establecer unas conclusiones precisas. Es necesario sin embargo controlar el proceso, quizá con campañas de educación ambiental, más que medidas coercitivas.

La mortalidad en carretera, que en muchas ocasiones se ha mostrado como una amenaza clave para el Camaleón en Andalucía por otros investigadores (SCV, 1995 = Sociedad para la Conservación de los Vertebrados), es sin embargo despreciable para los autores en la supervivencia general de la especie, y sólo debería ser tenida en cuenta a un nivel local o situaciones muy concretas. En el apartado de "Otras amenazas" se analizan y discuten aquellas que se han descrito

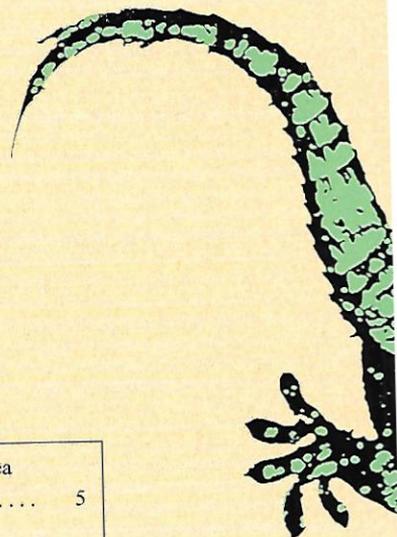
clásicamente en la literatura sobre la especie. De ellas, sólo la captura masiva de ejemplares para comerciar con ellos puede ser, según los autores, una amenaza real. La captura de ejemplares aislados, que los autores denominan “tradicional” debe ser combatida más con educación ambiental que con medidas coercitivas. Los autores consideran sin embargo “menores” otras amenazas como las quemas agrícolas de rastrojos o lindes, por la pequeña superficie afectada. Curiosamente, los grandes incendios sobre repoblaciones monoespecíficas podrían, según los autores, incluso favorecer a los Camaleones pues clarean áreas muy densas de hábitats poco apropiados.

El libro se completa con el diagnóstico de la situación de la especie. Según éste, el Camaleón tiene poblaciones importantes en Andalucía, aunque sufren fuertes oscilaciones interanuales y se encuentran desestabilizadas por la importante mortalidad en carretera y la translocación de ejemplares. Sólo estos dos factores suponen la muerte o la alteración seria en el éxito reproductor anual (este último comentario parece en contradicción con la poca importancia atribuida a estas amenazas para el conjunto de la especie en el apartado de conclusiones). La categoría de amenaza para Andalucía (UCIN, 1994) que proponen los autores, basada en el área de distribución y efectivos poblacionales, es de MENOR RIESGO, dependiente de la Conservación LR (dc), mientras que en las provincias de Huelva y Cádiz se calificaría como VULNERABLE. Los autores discuten las razones por las que el Camaleón fue calificado como K “Insuficientemente conocido” en las lista Roja de 1986 (ICONA, 1986) y como “En peligro de extinción” (E) en el Libro Rojo de 1992 (Blanco & González, 1992), con argumentos extracientíficos según los autores. La decisión de rebajar fuertemente el grado de amenaza del camaleón es corroborada en el Libro Rojo de los Vertebrados de Andalucía y por los autores del libro rojo en el nuevo atlas de anfibios y reptiles españoles que aparecerá próximamente,

La conservación de las especies y los ecosistemas tiene aspectos humanísticos, sociales, políticos, etc que rebasan lo estrictamente “científico” La calificación del Camaleón como especie en peligro de extinción la situaba como especie bandera o clave en la conservación de muchos ecosistemas costeros andaluces. Con la nueva calificación, perdemos sin duda un fuerte “aliado” en la protección de los ecosistemas costeros donde se halla la especie. Como consecuencia del menor grado de amenaza general propuesto por los autores y en el Libro Rojo, no se debería por tanto de realizar un Plan de Recuperación como especie en peligro de extinción en Andalucía, sino en todo caso un plan de manejo general de la especie y planes de recuperación provinciales en Cádiz y Huelva, donde su estatus sería Vulnerable. Llevar la conservación de una especie amenazada a un nivel provincial, resulta sin duda problemático y puede contradecir la filosofía de la biología de la conservación.

En definitiva, una obra imprescindible que complementa trabajos anteriores sobre la especie como los de (en orden alfabético) C. Alejo, M. Blasco, M. Cuadrado, C. Díaz-Paniagua, J. López, J. Mellado, J. Pleguezuelos y numerosos colaboradores, y que provocará el debate, seguro que apasionado sobre sus resultados y conclusiones, entre los interesados en la conservación del camaleón en Andalucía, lo que equivale a hablar de las mayores poblaciones europeas de la especie. Por todo ello, este libro rebasa el ámbito andaluz por su importancia en la Directiva de Hábitats y Red Natura 2000.

Miguel Lizana Avia.



A. MARTÍNEZ SILVESTRE, J. L. SILVA, Y L. SILVEIRA.: Hematología y bioquímica sanguínea del Lagarto gigante de El Hierro ( <i>Gallotia simonyi</i> ) en cautividad .....	5
MANUEL MERCHÁN: Estudio biométrico de juveniles de tortuga "jicotea" ( <i>Trachemys scripta emolli</i> ) en Costa Rica .....	11
JOAN GARCIA-PORTA, JOSEP QUINTAN Y SALVADOR BAILON: Primer hallazgo de <i>Blanus</i> sp (amphisbaenia, reptilia) en el neogeno balear .....	19
JULIÁN JAVIER MORALES, MIGUEL LIZANA & CARMEN DEL ARCO: Análisis de la distribución altitudinal de la herpetofauna en las sierras de Segovia .....	29
M. GARCÍA-PARÍS, G. PARRA-OLEA, A. H. BRAME JR., II, AND D. B. WAKE: Systematic revision of the <i>Bolitoglossa mexicana</i> species group ( <i>Amphibia: Plethodontidae</i> ) with description of a new species from México .....	43
RICARDO MARTORI, RICARDO JUÁREZ Y LILIANA AUN: La taxocenosis de lagartos de Achiras, Córdoba, Argentina: parámetros biológicos y estado de conservación .....	73
MARIANA MORAND Y ALEJANDRA HERNANDO: Análisis citogenético de dos especies de <i>Melanophryniscus</i> ( <i>Amphibia, Anura, Bufonidae</i> ) .....	93
Recensiones bibliográficas .....	103
Normas de publicación de la Revista Española de Herpetología .....	111
Instructions to authors for publication in the Revista Española de Herpetología .....	112