



CARIOTIPOS DE *LIOLAEMUS QUILMES* Y *LIOLAEMUS WIEGMANNII* Y COMPARACIÓN CON OTROS TAXONES DEL GRUPO *BOULENGERI*

KARYOTYPES OF *LIOLAEMUS QUILMES* AND *LIOLAEMUS WIEGMANNII* AND ITS COMPARISON WITH OTHER TAXA OF THE *BOULENGERI* GROUP

DELIA AIASSA¹ & NORA GORLA²

¹Departamento de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales (FCEFN), ²CONICET- Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC), Río Cuarto, Argentina, daiassa@exa.unrc.edu.ar, ngorla@ayv.unrc.edu.ar

RESUMEN

Se describe el cariotipo de *Liolaemus quilmes* ($2n=32$), que no estaba mostrado previamente, y el de *Liolaemus wiegmanni* ($2n=32$), que difiere de otros informes para la especie obtenidos a partir de animales geográficamente muy distantes de los estudiados en este trabajo. Se analizaron metafases de médula ósea y epitelio intestinal de dos ejemplares de cada especie. Ambas presentan la morfología de seis pares de macrocromosomas metacéntricos (M) y submetacéntricos (SM), el par de microcromosomas número (#)7 con morfología acrocéntrico-telocéntrico (A-T) y los microcromosomas #8 y 9 con morfo-

logía M-SM, el resto de los microcromosomas son puntiformes. Los pares #7, 8 y 9 de *L. quilmes* son en promedio un 21% más grandes que los de *L. wiegmanni* y en este punto del desarrollo citogenético alcanzado para el género es la única característica que a nivel de cariotipo permite diferenciar ambas especies. Las otras especies del grupo *boulengeri* con estudios citogenéticos efectuados presentan cariotipos con $2n=28, 32, 34$ y 36 . Solamente *L. riojanus* presenta $2n=32$ al igual que *L. quilmes* y *L. wiegmanni*, pero con diferencias morfológicas y de longitud cromosómica en los tres primeros pares de microcromosomas (pares #7, 8 y 9). Se destaca la importan-

cia de estos tres pares de cromosomas para las diferencias interespecíficas dentro del grupo.

Palabras clave: *Liolaemus*, *L. quilmes*, *L. wiegmanni*, grupo *boulengeri*, cariotipo

Summary

The chromosomes of Liolaemus quilmes (2n= 32), not previously shown, and the karyotype of L. wiegmanni (2n= 32), which differs from other references, are reported. Two specimens from each species were studied. Metaphases from bone marrow and intestinal epithelial were obtained. Both lizards show the same chromosomal morphology, which consists of six pairs of metacentric (M) and submetacentric (SM) macrochromosomes, microchromosome number (#) 7 with acrocentric-telocentric morphology (A-T) and microchromosomes #8 and 9 with M-SM morphology, the rest of microchromosomes are punctiforms. L. quilmes microchromosomes # 7, 8 and 9 are 21% bigger than L. wiegmanni ones. In the present cytogenetic development of the genera this is the only difference of the karyotype between both species. The other species of the boulengeri group with cytogenetic studies reported

have 2n= 28, 32, 34 and 36. Only L. riojanus shows 2n= 32 like L. quilmes and L. wiegmanni but with morphologic and chromosome length differences in the first three pairs of microchromosomes # 7, 8 y 9. It is recognize the importance of these pairs in the inter-specific differences among the group.

Key words: *Liolaemus*, *L. quilmes*, *L. wiegmanni*, *boulengeri* group, karyotype

INTRODUCCIÓN

El género *Liolaemus* fue descrito hace más de un siglo, estudios de morfología externa, de comportamiento y más recientemente moleculares intentan resolver la sistemática, la radiación excepcional y los patrones de especiación del género (Halloy *et al.*, 1998; Schulte *et al.*, 2004; Abdala, 2007; Morando *et al.*, 2007; Pincheira-Donoso *et al.*, 2007; Torres-Pérez *et al.*, 2009). Las lagartijas del género *Liolaemus* son endémicas en Sud América y constituyen más de 200 especies que pertenecen al menos a seis clados principales (Abdala, 2007, Pincheira-Donoso *et al.*, 2008, Avila *et al.*, 2009). Uno de los grupos ahora reconocidos es el *boulengeri* (Etheridge, 1995), también llamado “el grupo

parche” debido a la presencia de un parche femoral muy desarrollado, que aparentemente podría estar formado por 60 taxones en total (Abdala, 2007). Se distribuye ampliamente en la Argentina, encontrándose también en Bolivia, Chile, Paraguay, Uruguay y Brasil. Al presente, sólo la cuarta parte de las especies de *Liolaemus* tienen análisis citogenético efectuado, cuya configuración cromosómica diploide varía desde $2n=28$ para *L. uspallatensis* a $2n=44$ para *L. monticola monticola*. El resto de los $2n$ reportados son $2n=30$, $2n=32$, $2n=34$, $2n=36$, $2n=40$ y $2n=42$ (Aiassa *et al.*, 2005).

El objetivo de este trabajo es describir el cariotipo de lagartos pertenecientes a *L. quilmes* y *L. wiegmanni* y compararlos con los descriptos para otras especies del grupo *boulengeri*.

MATERIAL Y MÉTODO

Ejemplares estudiados: Se estudiaron citogenéticamente un macho y una hembra de *L. quilmes* recolectados en la localidad de Amaicha del Valle, provincia de Tucumán ($26^{\circ}33'S$ - $65^{\circ}55'W$) y dos machos de *L. wiegmanni* recolectados en la localidad de La Punilla, provincia de San Luis ($33^{\circ}09'S$ - $65^{\circ}05'W$). Los animales están conservados en el laboratorio de Zoología de Vertebrados del Departamento

de Ciencias Naturales (FCEFQN, UNRC) (*L. quilmes* ZVUNRC7599, ZVUNRC7600; *L. wiegmanni* ZVUNRC4098, ZVUNRC4099).

Estudios citogenéticos: Los cromosomas se estudiaron de metafases obtenidas a partir de médula ósea y epitelio intestinal. Las metafases se obtuvieron siguiendo las técnicas de suspensión celular de médula ósea (modificación de Bickham *et al.*, 1976) y raspado intestinal (Aiassa *et al.*, 1998). La suspensión celular obtenida se hipotonizó, con posterior fijación con metanol-ácido acético (3:1) y goteo sobre portaobjetos. La coloración se efectuó con Giemsa 1:10 y el análisis de 30 metafases por animal se realizó al microscopio óptico (1000X). Las metafases se fotografiaron para confeccionar el cariotipo.

A partir de las mediciones milimétricas de los cromosomas de al menos tres metafases por ejemplar se obtuvieron la longitud del brazo largo (q) y la longitud del brazo corto (p). La descripción de la morfología de los macrocromosomas en metacéntricos- submetacéntricos (M-SM) y acrocéntricos- telocéntricos (A-T) se realizó mediante el cálculo de r: la relación entre los brazos cromosómicos q/p y el índice centromérico i: $100p/(p+q)$ (Aiassa, 2004). Los

cromosomas puntiformes no son medibles. La suma de cada una de las longitudes cromosómicas individuales de cada metafase es considerada el 100% de la longitud cromosómica total. A partir del 100% se calcula el porcentaje de longitud cromosómica relativa para cada cromosoma. Se presentan las longitudes cromosómicas relativas de los pares números (#)7, 8 y 9 porque son los cromosomas que observan las mayores diferencias interespecíficas (Aiassa *et al.*, 2005). Se comparan las longitudes cromosómicas de estos tres pares con las calculadas para otras especies del grupo *boulengeri* de las que se disponen metafases.

RESULTADOS

En los ejemplares de *Liolaemus quilmes*, las 10 metafases mitóticas de la hembra y las 16 del macho mostraron un $2n=32$, con seis pares de macrocromosomas y 20 microcromosomas (Figura 1). De los macrocromosomas, los pares #1, 3, 4, 5 y 6 (r : entre 1,02 y 1,15) son M mientras que el par #2 (r : 1,97) es SM. Este par presenta una constricción secundaria subterminal del brazo largo en ambos homólogos en la mayoría (95%) de las metafases observadas. Los tres primeros pares de microcromosomas (#7, 8 y 9) ocupan un 9,27% de la longitud cromosómica total (Tabla 1). En

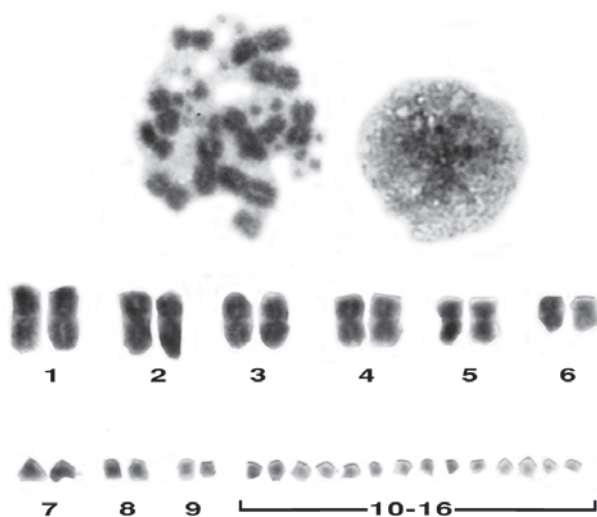


Figura 1. Metafase y cariotipo de *Liolaemus quilmes*
Figure 1. Metaphase and karyotype of *Liolaemus quilmes*

los microcromosomas fue posible identificar la morfología de los tres primeros pares. El par #7 con morfología A-T ($r: \bullet$) y los pares #8 y 9 con morfología M- SM (Tabla 1). Los cariotipos del macho y la hembra no presentan cromosomas heteromórficos.

Las metafases de *Liolaemus wiegmanni*, también mostraron un número cromosómico $2n=32$, con seis pares de macrocromosomas y 20 microcromosomas (Figura 2). Los tres primeros pares de microcromosomas ocupan un 7,23% del total de la longitud cromosómica total (Tabla 1). Los pares #1 al #9 presentan la misma morfología que *L. quilmes*.

DISCUSIÓN

Liolaemus quilmes y *L. wiegmanni* presentan un número diploide idéntico ($2n=32$) y morfología cromosómica similar. Los pares #7, 8 y 9 de *L. quilmes* son en promedio un 21% más grandes que los de *L. wiegmanni* y en este punto del desarrollo citogenético alcanzado para el género es la única característica que a nivel de cariotipo permite diferenciar ambas especies. Se revaloriza el uso de las longitudes relativas de los tres primeros pares de microcromosomas del género *Liolaemus* como herramienta para encontrar diferencias entre los cariotipos de sus especies.

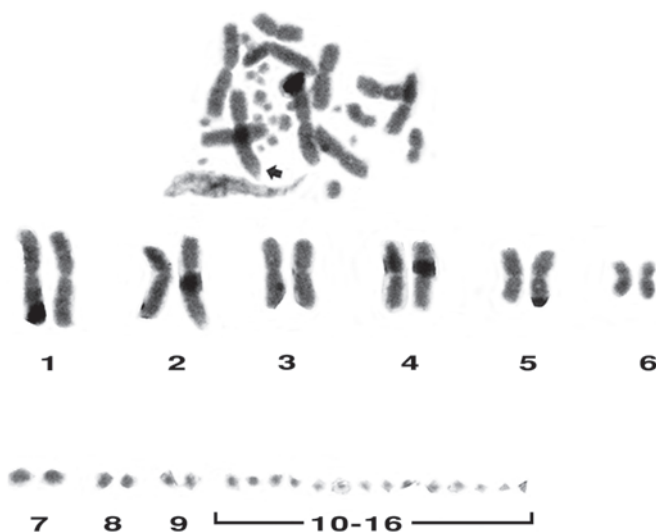


Figura 2. Metafase y cariotipo de *Liolaemus wiegmanni*. (La flecha señala la constricción secundaria).
Figure 2. Metaphase and karyotype of *Liolaemus wiegmanni* (the arrow indicate the secondary constriction)

Tabla 1. Longitudes cromosómicas relativas (%) y morfologías disponibles de los pares números 7, 8 y 9 de *Liolaemus* del grupo *boulengeri*

D.E: desviación estándar, M: metacéntrico, SM: submetacéntrico, A: acrocéntrico, T: telocéntrico

Table 1. Chromosome relative lengths (%) and available morphologies from pairs number 7, 8 and 9 of *Liolaemus* belonging to *boulengeri* group

D.E: Standard deviation, M: metacentric, SM: submetacentric, A: acrocentric, T: telocentric

Especies	Números diploides	% de longitud cromosómica relativa (media $\pm$ D.E.) Morfología cromosómica			Referencias
		Par #	Par #8	Par #9	
<i>L. uspillatensis</i>	28	5.29 $\pm$ 0.02 M- SM	4.23 $\pm$ 0.02 M-SM	3.70 $\pm$ 0.01 M- SM	Aiassa <i>et al.</i> , 2002
<i>L. wiegmanni</i>	32	3.03 $\pm$ 0.02 A- T	2.10 $\pm$ 0.01 M- SM	2.10 $\pm$ 0.02 M- SM	Aiassa, 2004
<i>L. riojanus</i>	32	3.03 $\pm$ 0.02 A- T	2.08 $\pm$ 0.03 P	2.08 $\pm$ 0.01 P	Aiassa <i>et al.</i> , 2005
<i>L. quilmes</i>	32	3.47 $\pm$ 0.02 A- T	2.90 $\pm$ 0.01 M- SM	2.90 $\pm$ 0.02 M- SM	Aiassa <i>et al.</i> , 2005
<i>L. cuyanus</i>	34	3.32 $\pm$ 0.02 A- T	2.32 $\pm$ 0.01 P	2.32 $\pm$ 0.01 P	Aiassa <i>et al.</i> , 2005
<i>L. darwini</i>	34	3.58 $\pm$ 0.02 A- T	2.60 $\pm$ 0.02 M- SM	2.00 $\pm$ 0.01 M- SM	Aiassa, 2004
<i>L. koslowskyi</i>	36	3.71 $\pm$ 0.02 A- T	2.70 $\pm$ 0.01 M- SM	2.30 $\pm$ 0.01 A- T	Aiassa <i>et al.</i> , 2001

La similitud en el cariotipo para dos especies que tienen diferentes áreas de distribución: *L. quilmes* se distribuye en una zona muy acotada en el sur de Salta y noroeste de Tucumán, en contraposición a *L. wiegmanni* que tiene una distribución muy amplia desde el sur de Brasil hasta el sur de Bahía Blanca y desde Mendoza hasta la costa oriental, y con caracteres diagnósticos de morfología externa bien distintivos, plantea el interrogante de la probable existencia de diferencias cromosómicas que a nivel del análisis con coloración convencional, sin bandas, no serían

evidentes. Los cromosomas de *L. quilmes* no han sido mostrados previamente.

El número diploide que se registra en el presente trabajo para *Liolaemus wiegmanni* de San Luis ($2n= 32$) es diferente del $2n= 34$ registrado para Tucumán por Navarro Barón (1991), para Corrientes por Hernando (1992), para Municipio de Ambaré, Lagoa dos Patos en Brasil por Veronese y Verrastro (1996) y para Playa Pascual en Uruguay, Villa Gessel en Argentina por Viña Bertolotto *et al.* (1996), todas localidades de recolecta diferentes a este estudio.

La disyunción entre los lugares de procedencia de los ejemplares junto con la diferencia citogenética encontrada podría sugerir un proceso de especiación dentro del grupo *wiegmannii*, y también lo interesante que resultaría poder analizar los especímenes de referencia de los diferentes ejemplares para comparar la morfología externa de los individuos. Estos especímenes deberían re-estudiarse en el contexto de nuevas especies descritas dentro del grupo *wiegmannii* que incluye, además de *L. wiegmannii*, a *L. lutzae*, *L. occipitalis*, *L. multimaculatus*, *L. rabinoi*, *L. riojanus*, *L. salinicola*, *L. scapularis*, *L. cuyumhue*, *L. azarai* y *L. arambarensis*, estas dos últimas de poblaciones presentes en Corrientes y Lago dos Patos (Avila *et al.*, 2009).

En el análisis de los cariotipos reportados para las otras especies del grupo *boulengeri* surge que los números cromosómicos varían desde $2n=28$ para *L. uspallatensis* a $2n=36$ para *L. koslowskyi*. Las especies restantes presentan números diploides $2n=32$ (*L. irregularis*, *L. quilmes*, *L. wiegmannii*, *L. salinicola*, *L. scapularis*, *L. riojanus*) y $2n=34$ (*L. ornatus*, *L. darwini*, *L. boulengeri*, *L. cuyanus*, *L. lutzae*, *L. occipitalis*) (Navarro Barón, 1991; Viña Bertolotto *et al.*, 1996; Bunge *et al.*, 2000;

Aiassa, 2004; Aiassa *et al.*, 2001, 2002, 2005). Todos los cariotipos presentan un patrón de seis pares de macrocromosomas M-SM. Solamente *L. uspallatensis* presenta los tres primeros pares de microcromosomas (#7, 8 y 9) con morfología M-SM a diferencia de las otras especies que tienen el par #7 con morfología A-T, y sólo *L. koslowskyi* tiene el par #9 con morfología A-T. Los pares #8 y 9 en *L. riojanus* y *L. cuyanus* se informan como puntiformes. En cuanto al tamaño de estos tres pares de microcromosomas los de *L. uspallatensis* son de mayor longitud. La suma de las longitudes cromosómicas relativas de los pares #7, 8 y 9 ocupa un 13,22% del total, mientras que en el resto de las especies ocupan en promedio un 8,09% del total, es decir en *L. uspallatensis* son un 40% más grandes (Tabla 1). En nuestra experiencia estos tres pares de cromosomas, que se ubican entre el patrón similar de macrocromosomas por un lado y los cromosomas puntiformes por el otro, han sido muy informativos en la variación cromosómica entre las especies del género (Aiassa *et al.*, 2005), ya que son los únicos cromosomas en los que se ha podido observar diferencia interespecífica con coloración convencional y debería hacerse un esfuerzo particular en futuros estu-

dios cromosómicos el género para definir su morfología. Además, esta información podría ser utilizada en un análisis evolutivo del grupo, que supone principalmente la intervención de fusiones o fisiones céntricas.

Los estudios citogenéticos contribuyen a incrementar el conocimiento del género *Liolaemus*, con protagonismo en el ámbito internacional en múltiples niveles biológicos debido a su extraordinaria diversidad adaptativa. El conocimiento de las relaciones de parentesco entre las especies de este género no es sencillo, y sólo será posible con el trabajo interdisciplinario de diferentes áreas de la biología, incluyendo la citogenética.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos profundamente a R. Martori y M. Halloy por la identificación y recolección de los ejemplares, a los revisores anónimos por las valiosas sugerencias.

BIBLIOGRAFÍA

- ABDALA, C. S., 2007. Phylogeny of the boulengeri group (Iguania: Liolaemidae, Liolaemus) based on morphological and molecular characters. *Zootaxa* 1538: 1-84.
- AIASSA, D., 2004. *Variación cromosómica en lagartos del género Liolaemus*. Tesis de Doctorado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Argentina. 262 p.
- AIASSA, D., N. GORLA, L. ÁVILA & R. MARTORI, 2002. Karyotype of *Liolaemus uspallatensis* Macola and Castro, 1982: the smallest chromosome number of the genus and its comparison with other taxa. *Amphibia-Reptilia* 23: 353-358.
- AIASSA, D., N. GORLA, L. ÁVILA & R. MARTORI, 1998. Cariotipo de *Liolaemus saxatilis* (Squamata: Tropiduridae): definición y comparación con otros taxones del grupo *chiliensis*. *Rev. Esp. Herp.* 12: 63-67.
- AIASSA, D., N. GORLA, L. ÁVILA & R. MARTORI, 2001. Cariotipo de *Liolaemus koslowskyi* Etheridge, 1993. Nuevo número cromosómico para el género ($2n=36$). *Rev. Esp. Herp.* 15: 37-43.
- AIASSA, D., R. MARTORI & N. GORLA, 2005. Citogenética de los lagartos del género *Liolaemus* (Iguania: Liolaemidae) de América del Sur. *Cuad. Herpetol.* 18: 23-36.

- AVILA, L.J., MORANDO, M., PEREZ, D.R. & J.W. SITES, 2009. A new species of *Liolaemus* from Añelo sand dunes, northern Patagonia, Neuquén, Argentina, and molecular phylogenetic relationships of the *Liolaemus wiegmannii* species group (Squamata, Iguania, Liolaemini). *Zootaxa* 2234: 39-55.
- ETHERIDGE, R., 1995. Redescription of *Ctenoblepharys adspersa* Tschudi, 1845, and the Taxonomy of Liolaeminae (Reptilia: Squamata: Tropicuridae). *Amer. Mus. Novitates* 3142: 1-34.
- ETHERIDGE, R., 2000. A review of lizards of the *Liolaemus wiegmannii* group (Squamata, Iguania, Tropicuridae) and history of morphological change in the sand-dwelling species. *Herpetol. Monog.* 14: 293-352.
- HALLOY, M., R. ETHERIDGE & G.M. BURGHARDT, 1998. To bury in sand: phylogenetic relationships among lizard species of the *boulengeri* group, *Liolaemus* (Reptilia: Squamata: Tropicuridae), based on behavioral characters. *Herpetol. Monogr.* 12: 1-37.
- HERNANDO, A., 1992. *Estudios cromosómicos en una población de Liolaemus wiegmannii de la provincia de Corrientes*. II Cong. Arg. Herpetol. 35Pp.
- MORANDO, M., L.J. AVILA, C.R. TURNER & J.W. JR SITES, 2007. Molecular evidence for a species complex in the patagonian lizard *Liolaemus bibronii* and phylogeography of the closely related *Liolaemus gracilis* (Squamata: Liolaemini) *Mol. Phylogenetics Evolution* 43: 952-973.
- NAVARRO BARÓN, J., 1991. Cariotipo de trece especies de lagartijas del noroeste argentino de los grupos *Liolaemus*, *Eulaemus* y *Ortholaemus*. *Acta Zool. Lilloana* 41: 225-230.
- PINCHEIRA-DONOSO, D., J.A. SCOLARO, J.A. SCHULTE, 2007. The limits of polymorphism in *Liolaemus rothi*: molecular and phenotypic evidence for a new species of the *Liolaemus boulengeri* clade (Iguanidae, Liolaemini) from boreal Patagonia of Chile. *Zootaxa* 1452: 25-42.

- PINCHEIRA-DONOSO, D., J.A. SCOLARO, P. SURA, 2008. A monographic catalogue on the systematics and phylogeny of the South American iguanian lizard family Liolaemidae (Squamata, Iguania). *Zootaxa* 1800:1-8.
- SCHULTE, J.A., J.B. LOBO, F.B. CRUZ, H. NUÑEZ, 2004. The relationship between morphology, escape behaviour and microhabitat occupation in the lizard clade Liolaemus (Iguanidae: Tropidurinae: Liolaemini). *Journal of Evolutionary Biology* 17:408-420.
- TORRES-PÉREZ, F., M.A. MÉNDEZ, E. BENAVIDES, R.A. MORENO, M. LAMBOROT, R.E. PALMA & J.C. ORTIZ, 2009. Systematics and evolutionary relationships of the mountain lizard *Liolaemus monticola* (Liolaemini): how morphological and molecular evidence contributes to reveal hidden species diversity. *Biological Journal of the Linnean Society* 96: 635-650.
- VERONESE, L. & L. VERRASTRO, 1996. *Análisis citogenético de Liolaemus occipitalis y Liolaemus wiegmanni*. IV Cong. Latinoam. Herpetol. 208Pp.
- VIÑA BERTOLOTTO, C., M. RODRIGUES, G. SKUK & Y. YONENAGA YASSUDA, 1996. Comparative cytogenetic analysis with differential staining in three species of *Liolaemus* (Squamata, Tropiduridae). *Hereditas* 125: 257-264.

Recibido: 11/2009

Aceptado: 08/2010