

**NOTA****OSTEOLOGÍA CRANEAL DE *Liolaemus azarae* AVILA 2003 (SQUAMATA: LIOLAEMIDAE): APORTES A LA VARIACIÓN MORFOLÓGICA DEL GÉNERO.****Andrea González Marín<sup>1\*</sup> & Alejandra Hernando<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Centro Nacional Patagónico (CENPAT-CONICET) Blvd. Alte. Brown 2915, Puerto Madryn (U9120ACD), Chubut, Argentina.

<sup>2</sup> Laboratorio de Herpetología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, Universidad Nacional del Nordeste. Av. Libertad 5400, Corrientes (3400), Argentina.

\* Autor para correspondencia: Andrea González Marín - andrea\_gmarin@hotmail.com

**RESUMEN**

Con el objetivo de aportar información sobre la variación de los caracteres osteológicos en el género *Liolaemus*, examinamos siete individuos de *Liolaemus azarae* tratados con la técnica de diafanización y tinción diferencial de cartílago y hueso. Describimos el estado de quince caracteres craneales y comparamos ocho elementos óseos con dos especies del grupo *wiegmanni*: *L. occipitalis* y *L. lutzae*. *Liolaemus azarae* se distingue de estas últimas por siete caracteres.

**Palabras Clave:** cráneo, caracteres, variación, *Liolaemus*.

**ABSTRACT**

**Cranial osteology of *Liolaemus azarae* Avila 2003 (Squamata: Liolaemidae): contributions to the morphological variation of the genus.** In order to complement the current knowledge about the osteological characters variation in *Liolaemus* genus, we analyzed seven cleared and double-staining cranial skeletons of *Liolaemus azarae*. Fifteen characters states were described and compared eight bone elements with *L. occipitalis* and *L. lutzae*, both species belonging to the *wiegmanni* group, *L. azarae* is distinguished by seven characters.

**Keywords:** skull, characters, variation, *Liolaemus*.

El esqueleto de los lagartos muestra variaciones morfológicas que constituyen una fuente importante de información para reconstrucciones filogenéticas e investigaciones sobre hábitos ecológicos y funcionales (Lobo & Abdala, 2001; Abdala, 2006). El género *Liolaemus*, con más de 257 especies distribuidas en diferentes regiones fitogeográficas de América del Sur (Abdala, 2007; Abdala & Quinteros, 2014), presenta cinco caracteres osteológicos que soportan su monofilia: frontal formando los márgenes laterales de la fenestra órbito-nasal, supratemporal

ubicado en un profundo surco del proceso paraoccipital del parietal, dentario extendido más allá del proceso lingual posterior del coronoides, proceso anterior del angular reducido o ausente y fenestra coracoidea posterior presente (Etheridge, 1995). En la taxonomía del género, la fusión del canal de Meckel y la presencia de un proceso tibial son consideradas apomorfías de los grupos *chiliensis* y *montanus*, respectivamente (Etheridge, 1995) y el pubis perpendicular a la columna vertebral como autapomorfía de *L. pseudoanomalous* (Lobo & Abdala, 2001). Por otra parte, treinta y cinco caracteres osteológicos permiten recuperar los clados *kingii*, *lineomaculatus*, *chiliensis* y *signifer* propuestos por Etheridge (1995) (Lobo & Abdala, 2001).

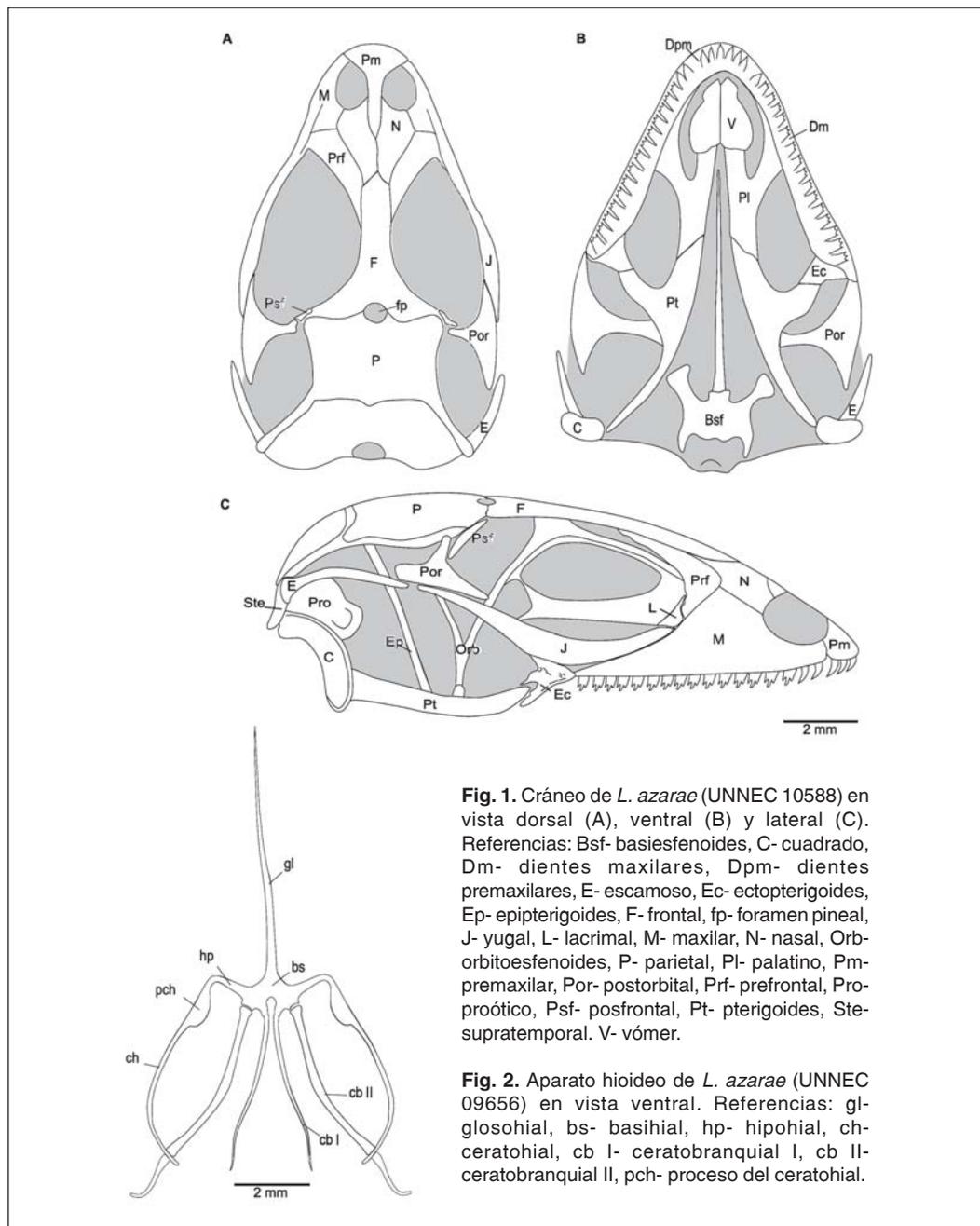
*Liolaemus azarae* habita dunas arenosas de la Isla Yacyretá (Paraguay) y del noreste argentino (Álvarez *et al.*, 2003; Ávila, 2003), integra el grupo *wiegmannii* (Etheridge, 1995; 2000; Schulte *et al.*, 2000), junto con *L. arambarensis* Verrastro, Veronese, Bujes & Dias Filho, 2003, *L. cuyumhue* Avila, Morando, Pérez & Sites, 2009, *L. lutzae* Mertens, 1938, *L. multimaculatus* Duméril & Bibrón, 1837, *L. occipitalis* Boulenger, 1885, *L. rabinoi* Ceí, 1974, *L. riojanus* Ceí, 1979, *L. salinicola* Laurent, 1986, *L. scapularis* Laurent, 1982, *L. wiegmannii* Duméril & Bibrón, 1837. La monofilia del grupo *wiegmannii* está avalada por caracteres morfológicos, de comportamiento y moleculares (Etheridge, 1995; 2000; Halloy *et al.*, 1998; Schulte *et al.*, 2000; Avila *et al.*, 2006; 2009), sin embargo recientemente Olave *et al.* (2014) sostienen que se trataría de un grupo parafilético. De este grupo, sólo los cráneos de *L. lutzae* y *L. occipitalis* se describieron detalladamente (Fabián-Beurmann & Vieira, 1980; Simões-Lópes & Krause, 1988) y la única especie incluida en el análisis de Lobo & Abdala (2001) es *L. salinicola*.

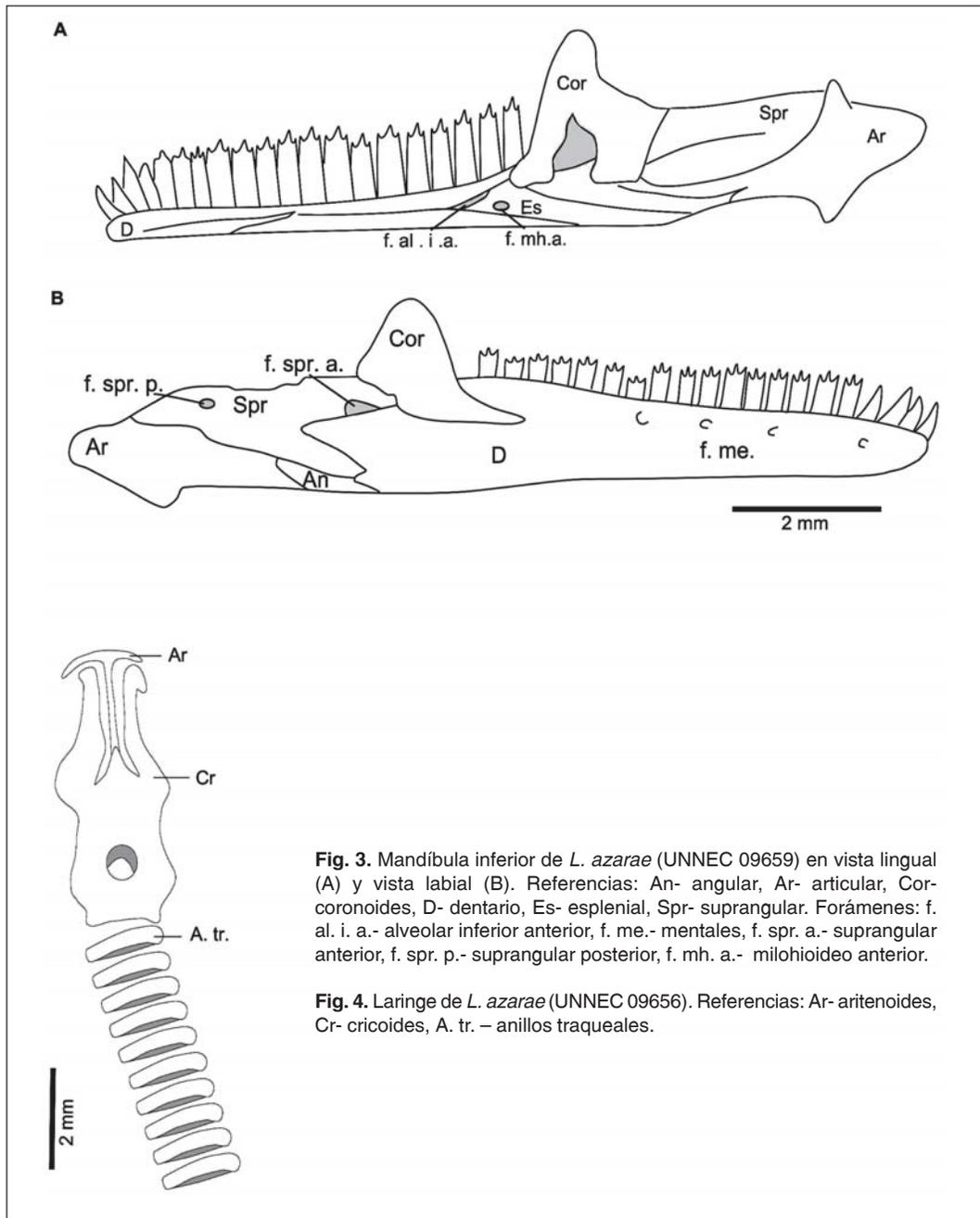
Con el objetivo aportar información sobre la variación morfológica en *Liolaemus* analizamos el esqueleto craneal de *L. azarae* y describimos veintitrés caracteres. Nuestros resultados amplían los datos obtenidos para el conjunto de veinticuatro especies usadas por Lobo & Abdala (2001).

Analizamos los esqueletos de siete individuos, adultos y juveniles de ambos sexos de *Liolaemus azarae* preparados según la técnica de diafanización y coloración diferencial utilizando rojo de alizarina para teñir huesos y azul de alcian para cartílagos (Dingerkus & Uhler, 1977). El material examinado fue recolectado en tres localidades de la provincia de Corrientes (Argentina) y está depositado en la Colección Herpetológica Corrientes de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNEC) (Anexo I). Las observaciones e ilustraciones se realizaron bajo microscopio estereoscópico con cámara clara y los datos morfométricos fueron registrados usando un calibre digital de 0.01 mm de precisión.

Para el análisis de los elementos óseos tuvimos en cuenta las descripciones de Simões-Lópes & Krause (1988) y Torres-Caravajal (2003). Examinamos quince caracteres osteológicos definidos por Lobo & Abdala (2001) y para comparar con sus resultados consideramos a *L. azarae* como perteneciente al clado más inclusivo de la serie *signifer*, según la hipótesis de Etheridge (1995) y Pincheira-Donoso *et al.* (2008). También comparamos ocho elementos craneales (premaxilar, maxilar, nasal, prefrontal, frontal, posfrontal, pterigoides y mandíbula inferior) con *L. occipitalis* y *L. lutzae* teniendo en cuenta las descripciones de Fabián-Beurmann & Vieira (1980) y Simões-Lópes & Krause (1988).

El estado de los quince caracteres craneales analizados se describe en la Tabla 1. Teniendo en cuenta los estados descritos por Lobo & Abdala (2001), ninguno de los observados fue





**Fig. 3.** Mandíbula inferior de *L. azarae* (UNNEC 09659) en vista lingual (A) y vista labial (B). Referencias: An- angular, Ar- articular, Cor- coronoides, D- dentario, Es- esplénico, Spr- suprangular. Forámenes: f. al. i. a.- alveolar inferior anterior, f. me.- mentales, f. spr. a.- suprangular anterior, f. spr. p.- suprangular posterior, f. mh. a.- milohioideo anterior.

**Fig. 4.** Larínge de *L. azarae* (UNNEC 09656). Referencias: Ar- aritenoides, Cr- cricoides, A. tr. – anillos traqueales.

**Tabla 1.** Estado de los caracteres craneales analizados en *L. azarae*. Los números entre paréntesis son los valores mínimos y máximos del rango.

Caracteres	Estado de los caracteres
Número de osículos esclerales	14
Márgenes del foramen parietal	Formados por partes iguales del frontal y parietal
Proceso ceratohial	Ensanchado abruptamente
Extremo libre del ceratobranquial II	Angosto
Proceso anterior del aritenoides	Alcanza el nivel del proceso anterior del cricoides
Morfología del extremo apical de los dientes maxilares	Con cúspides diferenciadas (tricuspidados)
Morfología de la corona de los dientes maxilares	Con bordes derechos
Número de dientes maxilares anteriores cónicos	$\bar{x} = 1.17 \pm 0.4$ (1-2)
Número total de dientes maxilares	$\bar{x} = 15.33 \pm 1.5$ (13- 17)
Número de dientes pterigoides	$\bar{x} = 1.83 \pm 0.4$ (1- 2)
Número anillos traqueales	$\bar{x} = 49.80 \pm 5.97$ (43- 58)
Proporción de anillos traqueales incompletos	$\bar{x} = 11.60 \pm 2.07$ (20- 27 %)
Altura/ longitud cráneo	$\bar{x} = 0.43 \pm 0.092$ (0.3- 0.6)
Ancho/ longitud cráneo	$\bar{x} = 0.78 \pm 0.08$ (0.68- 0.9)
Longitud posfrontal/ longitud cráneo	$\bar{x} = 0.08 \pm 0.02$ (0.05- 0.1)

autapomórfico para *L. azarae*. Como en otras especies del grupo *signifer*, *L. azarae* posee los procesos anteriores del aritenoides y cricoides alcanzando el mismo nivel y el proceso del ceratohial ensanchado abruptamente. Los dientes maxilares tricuspidados con coronas de bordes rectos y los valores de anillos traqueales incompletos observados en *L. azarae* son estados comunes a dieciocho de las veinticuatro especies de *Liolaemus* estudiadas hasta el momento mientras que los márgenes del foramen parietal formados por partes iguales del frontal y parietal (Fig. 1, A) y el extremo libre del ceratobranquial II angosto (Fig. 2) tienen una distribución variable dentro del género (Lobo & Abdala, 2001). Los valores de los cinco caracteres merísticos analizados (anillos traqueales, dientes pterigoideos, dientes maxilares cónicos anteriores, total de dientes maxilares y de osículos esclerales) están comprendidos dentro de la variación conocida para *Liolaemus*. Con respecto al número de osículos esclerales, *L. azarae* es la única especie del grupo *signifer* con 14, carácter también presente en siete taxones del grupo *chiliensis* (Lobo & Abdala, 2001). Considerando los caracteres morfométricos, el cráneo de *L. azarae* es proporcionalmente alto (Tabla 1, Fig. 1, C) como el de especies patagónicas y del grupo *signifer*, excepto *L. salinicola*, *L. orientalis* y *L. dorbignyi*. Con respecto al ancho, dentro del género hay superposición de valores entre los grupos de especies pero, teniendo en cuenta sólo el grupo *signifer*, la proporción del largo/ancho del cráneo de *L. azarae* (78%) es intermedio entre el de *L. dorbignyi*, *L. pseudoanomalus* y *L. koslowskyi* (95%, 87% y

**Tabla 2.** Comparación entre los cráneos de *L. lutzae*, *L. occipitalis* y *L. azarae*. Fuente bibliográfica: Fabián-Beurmann & Vieira (1980) y Simões-Lópes & Krause (1988).

Elementos óseos	Caracteres	<i>L. lutzae</i>	<i>L. occipitalis</i>	<i>L. azarae</i>	
Premaxilar	Contacto del proceso nasal con nasales	Sólo la extremidad posterior		Más de la mitad del proceso	
	Ancho/longitud (en mm)	Rango: 0.75- 0.88		Rango: 0.7-0.93	
	Número de dientes	Rango: 5-7			
	Dientes	Una o dos cúspides vestigiales	Cónicos		
Maxilar	Curvatura del proceso nasal	Redondeada	Angulosa, formando una pequeña carena	Redondeada	
	Forma de la extremidad dorsal del proceso nasal	Angulo agudo	Angulo recto		
	Número de dientes	Rango: 15-17		Rango: 13-17	
	Morfología de los dientes	Con cúspides vestigiales: 3 o 4 anteriores	Cónicos: 4 o 5 anteriores	Cónicos: 1 o 2 anteriores	
		Tricuspidados: restantes posteriores	Con cúspides vestigiales: 1 o 2 siguientes Tricuspidados: restantes posteriores	Tricuspidados: restantes posteriores	
Nasal	Contacto con el prefrontal	1/2 del borde lateral del nasal	2/3 del borde lateral del nasal		
	Ancho/ longitud (en mm)	Rango: 0.26-0.39		Rango: 0.5-0.6	
Prefrontal	Forma del borde anteromedial	Redondeado	Ángulo aproximadamente recto	Redondeado	
	Contacto con el frontal	1/3 de la longitud del frontal	1/5 de la longitud del frontal	1/3 de la longitud del frontal	

Tabla 2. (Continuación)

Elementos óseos	Caracteres	<i>L. lutzae</i>	<i>L. occipitalis</i>	<i>L. azarae</i>
Frontal	Forma del extremo anterior	Punta de lanza	Trirradiada	Trirradiada /punta de lanza
	Ancho/ longitud (en mm)	Rango: 0.87-1.06		Rango: 0.87-1.16
Posfrontal	Contacto con el postorbital	A lo largo de menos de la mitad de su longitud		
Pterigoides	Número de dientes	4	0, 2-3	1-2
Mandíbula inferior	Foramen alveolar inferior anterior	Ausente en la extremidad anterior del esplenial	En la extremidad anterior del esplenial	En la sutura esplenial-dentario
	Foramen milohioide anterior	En la sutura dentario-esplenial		En el esplenial
	Foramen suprangular anterior	En el suprangular	En la sutura coronoide-dentario	En el suprangular
	Foramen milohioide posterior	En la sutura dentario-esplenial		En la sutura dentario-esplenial-angular

82%, respectivamente) y *L. salinicola* (69%). Los postfrontales de *L. azarae* son pequeños, representando el 8% de la longitud craneal. Este valor es similar en *L. orientalis* y *L. koslowskyi* del grupo *signifer* y *L. bitaeniatus* y *L. argentinus* del grupo *chiliensis*.

Comparando con los cráneos de *L. occipitalis* y *L. lutzae*, los caracteres que distinguen a *L. azarae* son: el amplio contacto del premaxilar con los nasales, la morfología y número de los dientes maxilares anteriores y pterigoideos, el hueso nasal más ancho en relación a la longitud (Fig. 1, A y B) y la ubicación de los forámenes alveolar inferior anterior, milohioideo anterior y milohioideo posterior (Fig. 3, Tabla 2). La forma del extremo anterior del frontal fue polimórfica: trirradiada como en *L. occipitalis* o en punta de lanza como en *L. lutzae*. *L. azarae* comparte con esta última especie la curvatura redondeada del proceso nasal del maxilar, la forma del borde anteromedial del prefrontal, la extensión del contacto prefrontal-frontal, la ubicación del foramen suprangular anterior y con *L. occipitalis* la forma de los dientes premaxilares y del proceso nasal del maxilar y la extensión del contacto del nasal con el prefrontal. No existen diferencias entre las tres especies en el número de dientes premaxilares y la extensión del contacto posfrontal-

postorbital mientras que el número de dientes maxilares y la relación ancho/longitud del premaxilar y del frontal muestran un rango mayor en *L. azarae* (Fig. 1).

Los resultados aportan información sobre la variación de los caracteres osteológicos craneales en *Liolaemus* y son una contribución para futuros estudios que tengan como objetivo establecer la polaridad de los caracteres e hipotetizar sobre las relaciones intragenéricas.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Roberto Aguirre por la ayuda en la preparación de las figuras y a la Dirección de Recursos Naturales de Corrientes (Argentina) por proporcionar los permisos de colecta correspondientes. Este estudio fue realizado gracias al apoyo financiero de Secretaría General de Ciencia y Técnica, Universidad Nacional del Nordeste (PI F 019- 2008).

## REFERENCIAS

- Abdala C. S. 2007. Phylogeny of the *boulengeri* group (Iguania: Liolaemidae, *Liolaemus*) based on morphological and molecular characters. *Zootaxa*, 1538: 1- 84.
- Abdala V. 2006. La Anatomía Comparada: su vigencia como programa de investigación. *Cuadernos de Herpetología*, 20(1): 51-55.
- Abdala C. S. & Quinteros A. S. 2014. Los últimos 30 años de estudios de la familia de lagartijas más diversa de Argentina. Actualización taxonómica y sistemática de Liolaemidae. *Cuadernos de Herpetología*, 28 (2): 55-58.
- Álvarez B. B., Aguirre R. H., Céspedes J. A., Hernando A. B. & Tedesco M. E. 2003. Herpetofauna del Iberá. Pp. 99-178. *En* B. B. Álvarez (Ed.). Fauna del Iberá. EUDENE, Corrientes.
- Avila L. J. 2003. A new species of *Liolaemus* (Squamata: Liolaemidae) from northeastern Argentina and southern Paraguay. *Herpetologica*, 59(2): 283-292.
- Avila L. J., Morando M. & Sites J. W. 2006. Congeneric phylogeography: hypothesizing species limits and evolutionary processes in Patagonian lizards of the *Liolaemus boulengeri* group (Squamata: Liolaemini). *Biological Journal of the Linnean Society*, 89: 241-275.
- Avila L. J., Morando M., Pérez D. R. & Sites J. W. 2009. A new species of *Liolaemus* from Añelo sand dunes, northern Patagonia, Neuquén, Argentina, and molecular phylogenetic relationships of the *Liolaemus wiegmanni* species group (Squamata, Iguania, Liolaemini). *Zootaxa*, 2234: 39-55.
- Dingerkus G. & Uhler L. D. 1977. Enzyme clearing of alcian blue stained whole small vertebrates for demonstration of cartilage. *Stain Technology*, 52: 229-239.
- Etheridge R. 1995. Redescription of *Ctenoblepharys adspersa* Tschudi, 1845, and the taxonomy of Liolaeminae (Reptilia: Squamata: Tropicuridae). *American Museum Novitates*, 3142: 34 pp.
- Etheridge R. 2000. A review of lizards of the *Liolaemus wiegmanni* group (Squamata, Iguania, Tropicuridae), and a history of morphological change in the sand - dwelling species. *Herpetological Monographs*, 14: 293 - 352.

- Fabián-Beurmann M. E. & Vieira M. I. 1980. Sobre a osteologia craniana de *Liolaemus occipitalis* Boulenger, 1885, *L. lutzae* Mertens, 1938 e *L. multiformis simonsii* Boulenger, 1902 (Lacertilia, Iguanidae). Iheringia (Série Zoologia), 56: 95-102.
- Halloy M., Etheridge R. & Burghardt G. M. 1998. To bury in sand: Phylogenetic relationship among lizard species of the *boulengeri* group, *Liolaemus* (Reptilia. Squamata: Tropicuridae), based on behavioral characters. Herpetological Monographs, 12: 1-37.
- Lobo F. & Abdala C. S. 2001. Variación morfológica en el esqueleto de *Liolaemus* (Iguania: Liolaemidae) Búsqueda y descripción de caracteres. Cuadernos de Herpetología, 15(2): 119-135.
- Olave M, Avila L. J., Sites J. W. & Morando M. 2014. Multilocus phylogeny of the widely distributed South American lizard clade *Eulaemus* (Liolaemini, Liolaemus). Zoologica Scripta, 43: 323-337.
- Pincheira-Donoso D., Scolaro J. A. & Sura P. 2008. A monographic catalogue on the systematics and phylogeny of the South American iguanian lizard family Liolaemidae (Squamata, Iguania). Zootaxa, 1800: 1-85.
- Schulte, J. A., Macey J. R., Espinoza R. E. & Larson A. 2000. Phylogenetic relationship in the iguanid lizard genus *Liolaemus*: multiple origins of viviparous reproduction and evidence for recurring Andean vicariance and dispersal. Biological Journal of the Linnean Society, 69: 75-102.
- Simões-Lópes, P. C. A. & Krause L. 1988. Osteologia do sínclano de *Liolaemus occipitalis* Boulenger, 1885 (Sauria: Iguanidae). Revista Brasileira de Zoologia, 5 (4): 491-508.
- Torres-Caravajal, O. 2003. Cranial osteology of the Andean lizard *Stenocercus guentheri* (Squamata: Tropicuridae) and its postembryonic development. Journal of Morphology, 255: 94-113.

## ANEXO I

### Especímenes de *L. azarae* examinados.

ARGENTINA, Corrientes: Isla Apipé Grande: Puerto Arazá (27°28'42" S, 56°56'34" O) 2 ♂, 21.IX.2007, V. Zaracho col. (UNNEC 09656, UNNEC 09659); ♀, 4.XII.2007, V. Zaracho col. (UNNEC 09770); 2 ♂, 20.IX.2009, V. Zaracho col. (UNNEC 10587, UNNEC 10588); San Miguel: Curuzú Laurel (27°56'11" S, 57°30'04" O) ♂, 4.III.1992, R. Aguirre col. (UNNEC 04333). Concepción: Estancia Rodeo Porá (28°33'11" S, 58°06'44" O) ♂, 13.XII.2001, R. Aguirre col. (UNNEC 07634).

Fecha de recepción: 09 de junio de 2015  
Fecha de aceptación: 29 de octubre de 2015