

ISSN 1852 - 5768 (en línea)

CUADERNOS *de* HERPETOLOGÍA

VOLUMEN 38 - NUMERO 2 - SEPTIEMBRE 2024

ojs.aha.org.ar - aha.org.ar



Revista de la
Asociación Herpetológica Argentina

Asociación Herpetológica Argentina

Presidenta: María Laura Ponsa

Vicepresidenta: Vanesa Arzamendia

Secretaria: Marta Duré

Prosecretaria: Laura Nicoli

Tesorero: Darío Cardozo

Vocales Titulares: Gabriela Gallardo, Cristian Abdala

Vocal Suplente: Julián Faivovich

Junta Revisora de Cuentas: Ana Duport, Diego Barraso

CUADERNOS de HERPETOLOGÍA

Una publicación semestral de la Asociación Civil Herpetológica Argentina (Paz Soldán 5100. Piso 1 Dpto 8. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina). Incluye trabajos científicos relacionados con todos los aspectos de la investigación en Anfibios y Reptiles, abarcando tópicos como: sistemática, taxonomía, anatomía, fisiología, embriología, ecología, comportamiento, zoogeografía, etc. Comprende las siguientes secciones: Trabajos, Puntos de Vista, Notas, Novedades Zoogeográficas y Novedades Bibliográficas. Publica en formato digital online y en formato impreso artículos científicos originales asegurando a los autores un proceso de revisión por evaluadores externos sólido y transparente más una alta visibilidad internacional de sus trabajos. Para los lectores, se garantiza el acceso libre a los artículos. Los idiomas aceptados son castellano, portugués e inglés.

Comité Científico

Virginia Abdala

Instituto de Biología Neotropical (CONICET-UNT), Tucumán, Argentina.

Vanesa Arzamendia

Instituto Nacional de Limnología (CONICET-UNL), Facultad de Humanidades y Ciencias, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina.

María Laura Ponsa

Unidad Ejecutora Lillo (CONICET-FML), Tucumán, Argentina.

María Florencia Vera Candiotti

Unidad Ejecutora Lillo (CONICET-FML), Tucumán, Argentina.

Margarita Chiaraviglio

Instituto de Diversidad y Ecología Animal (CONICET-UNC), Córdoba, Argentina.

Gabriela Perotti

Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medioambiente (CONICET-UNComa), San Carlos de Bariloche, Rio Negro, Argentina.

Juliana Sterli

Museo Paleontológico Egidio Feruglio (CONICET), Trelew, Chubut, Argentina.

Lee Fitzgerald

Department of Wildlife and Fisheries Sciences, Texas A&M University, College Station, Texas, EE.UU.

Darrel Frost

Division of Vertebrate Zoology, Herpetology, American Museum of Natural History, New York, EE.UU.

Célio F. B. Haddad

Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, UNESP, Rio Claro, São Paulo, Brasil.

Taran Grant

Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, Brasil.

James A. Schulte II

Department of Biology, 212 Science Center, Clarkson University, Potsdam, NY, EE.UU.

Esteban O. Lavilla

Unidad Ejecutora Lillo (CONICET-FML), Tucumán, Argentina.

Gustavo Scrocchi

Unidad Ejecutora Lillo (UEL, CONICET-FML), Tucumán, Argentina.

Directores / Editores

Silvia Quinzio / Diego Baldo

Instituto de Diversidad y Ecología Animal, (IDEA, CONICET-UNC), Córdoba, Argentina / Laboratorio de Genética Evolutiva, Instituto de Biología Subtropical (CONICET – UNaM), Facultad de Ciencias Exactas Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Misiones, Argentina

Editoras y Editores asociados

María Gabriela Agostini

Instituto de Ecología, Genética y Evolución de Buenos Aires (CONICET-UBA), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

Luciana Bolsoni Lourenço

Departamento de Biología Estructural e Funcional, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, São Paulo, Brasil.

Claudio Borteiro

Sección Herpetología, Museo Nacional de Historia Natural de Montevideo, Montevideo, Uruguay.

David Buckley

Dpto de Biodiversidad y Biología Evolutiva, Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, Madrid, España.

Mario R. Cabrera

Departamento Diversidad Biológica y Ecología, FCEfyN, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.

Clarissa Canedo

Departamento de Zoologia, IBRAG, UERJ, Maracanã, Rio de Janeiro, Brasil.

Santiago Castroviejo-Fisher

Laboratorio de Sistemática de Vertebrados, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), Porto Alegre, Brasil.

Ana Lucia da Costa Prudente

Coordenação de Zoologia, Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, Estado do Pará, Brasil.

Julián Faivovich

Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia”, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

Antonieta Labra

1. ONG Vida Nativa, Chile. 2. Centre for Ecological and Evolutionary Synthesis, University of Oslo, Noruega.

Thais Barreto Guedes

Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Caxias, Maranhão, Brasil.

Nora Ruth Ibargüengoytia

Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medioambiente (CONICET-UNComa), San Carlos Bariloche, Argentina.

Adriana Jerez

Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

Claudia Koch

Alexander Koenig Research Museum, Bonn, Alemania (ZFMK).

Julián N. Lescano

Instituto de Diversidad y Ecología Animal, (IDEA, CONICET-UNC), Córdoba, Argentina.

Carlos A. Navas

Departamento de Fisiologia, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, Brasil.

Daniel E. Naya

Dpto de Ecología y Evolución, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.

Paola Peltzer

Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina.

Sebastián Quinteros

Instituto de Bio y Geociencias del NOA (IBIGEO, CONICET-UNSa), Salta, Argentina.

Alex Richter-Boix

Evolutionary Biology Centre, Uppsala Universitet, Norbyvägen, Uppsala, Suecia.

Miguel Tejedo

Departamento de Ecología Evolutiva Estación Biológica de Doñana (EBD-CSIC), Sevilla, España.

Marcos Vaira

Instituto de Ecorregiones Andinas (CONICET-UNJu), San Salvador de Jujuy, Argentina.

Soledad Valdecantos

Instituto de Bio y Geociencias del NOA (IBIGEO, CONICET-UNSa), Salta, Argentina.

Laura Nicoli

Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia”, Cdad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

Paulo Passos

Dpto de Vertebrados, Setor de Herpetologia, Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil.

Javier Goldberg

Instituto de Diversidad y Ecología Animal (IDEA-CONICET), Córdoba, Argentina.

Gisela Bellini

Instituto Nacional de Limnología (INALI, CONICET-UNL), Facultad de Humanidades y Ciencias, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina.

Diego Barraso

Instituto de Diversidad y Evolución Austral (IDEAus-CONICET), Puerto Madryn, Chubut, Argentina.

Volumen 38 - Número 2 - Septiembre 2024

CUADERNOS *de* HERPETOLOGÍA

Revista de la Asociación Herpetológica Argentina

Color pattern polymorphism and chromatic aberrancies in *Physalaemus fernandezae* (Anura, Leptodactylidae)

Rodrigo Cajade¹, Guillermo Sebastián Natale², Diego Andrés Barrasso³

¹ Laboratorio de Herpetología, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, Universidad Nacional del Nordeste (UNNE-CONICET), Av. Libertad 5470, CP 3400 Corrientes, Argentina.

² Centro de Investigaciones del Medioambiente (CIM) UNLP-CONICET, Departamento de Química, Facultad de Ciencias Exactas. Universidad Nacional de La Plata (UNLP-CONICET). Boulevard 120 N1448, CP 1900, La Plata, Buenos Aires, Argentina. CONICET.

³ Instituto de Diversidad y Evolución Austral (IDEAus-CONICET) and Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud, Universidad Nacional de la Patagonia “San Juan Bosco” (UNPSJB), Puerto Madryn, Chubut, Argentina.

Recibido: 16 Febrero 2024

Revisado: 16 Junio 2024

Aceptado: 24 Septiembre 2024

Editor Asociado: C. Borteiro

doi: 10.31017/CdH.2024.(2024-006)

ABSTRACT

Skin coloration patterns in anurans could be markedly varied due to color pattern polymorphism and the occurrence of chromatic aberrancies. Knowledge about this variability allows to understand prey-predator relationships, contributes to the characterization of taxonomic groups, and may reflect genetic variability. We report herein a characterization of dorsal and ventral color pattern polymorphisms in the Neotropical frog *Physalaemus fernandezae*, and the finding of chromatic aberrancies in wild tadpoles. We assessed the sexual variation of four dorsal color morphs (Broadband, Reticulate, Vertebral Line, Uniform with Urostylar Line) and two ventral color morphs (Immaculate and Maculate). We found no association about the co-occurrence of different ventral and dorsal color patterns, also regardless sex, suggesting independent evolution forces influencing on them. In addition, we found geographic color pattern variation. A color aberrancy considered as leucism was observed in tadpoles, and is reported for the first time in *P. fernandezae*. We suggest that the patterns frequency distributions are suggestive of an apostatic selection mechanism for the color polymorphism in *P. fernandezae*.

Key words: Albinism; Color morphs; Crypsis; Leucism; Ventral; Whistling Dwarf Frog.

Introduction

Coloration and pattern variation in anurans are exhibited under two major and widespread phenomena, polymorphism and chromatic aberrancies. Polymorphism occurs when two or more discrete phenotypes coexist within the same population, and is usually studied regarding the dorsal and ventral skin external color variation (Hoffman and Blouin, 2000). Color patterns may also vary with sex, pre-

sumably as a result of sexual selection (Kramek and Stewart, 1980; Buchanan, 1994), or in the context of differences in microhabitat use, and cryptic behavior between males and females (Bourke *et al.*, 2011). Also, the occurrence of patterns can differ among geographic regions (Bonansea and Vaira, 2012), associated with the crypsis that substrates can provide (Rabbani *et al.*, 2015). Besides, color patterns may

also vary seasonally within a population (Bourke *et al.*, 2011). The study of color pattern polymorphism in anurans is useful to understand for instance predator-prey relationships (Nevo, 1973; Bourne, 2001; Woolbright and Stewart, 2008; Toledo and Haddad, 2009), to solve taxonomic problems (Heyer, 1970; Nascimento *et al.*, 2005), and as a method for individual recognition in capture-recapture field studies (Doody, 1995).

The additional source of conspicuous skin color variation presented by anurans are “inherited chromatic aberrancies” (as referred by Borteiro *et al.*, 2021), consisting of enhanced or diminished coloration, in this last case with partial or complete suppression of pigments like in leucism or albinism respectively (Rodrigues and Oliveira Filho, 2004; Salles *et al.*, 2013; Moraes and Kaefer, 2015; Brown *et al.*, 2020; Tavares-Pinheiro *et al.*, 2020; Hemnani *et al.*, 2021). Leucism affects the presence of chromatophores in the skin producing noticeable, almost total, depigmentation of the body that provides an overall whitish aspect without affecting the eyes (Henle *et al.*, 2017).

Both sources of color variation may have a different relationship with predation, and consequently survivorship. For instance, researchers usually assume that color pattern polymorphism in anurans has an adaptive cryptic function influenced by different factors such as predation, in the context of microhabitat use (Nevo, 1973). Visually oriented predators promote the differential selection of the color patterns and persistence of the rare phenotypes under a mechanism called apostatic selection (Clarke, 1969; Bond and Kamil, 2006). This hypothesis suggests that once predators identify a prey, predation pressure may be higher on the patterns most commonly discovered by them. Consequently, other patterns may increase in abundance and become more selected. This system of multiple color patterns could represent an evolutionary advantage, since the chance of detection by predators using a search image for a single morph are overall lower in polymorphic species (Bourne, 2001). Furthermore, there may be variation in the degree of crypsis among the pattern morphs that are under apostatic selection, keeping the less camouflaged morphs at lower frequencies (Bond and Kamil, 2006), that may also vary between populations (Crawford, 2000).

On the other hand, the inherited chromatic aberrancies causing depigmentation are presumably associated to enhanced predation by visually

oriented predators (Sazima and Pombal, 1986). Consequently, depigmentation aberrancies would be more frequent in animals with less dependence on camouflage to survive, such as fossorial species (Sazima and Di-Bernardo, 1991). In addition, chromatic aberrancies such as leucism or albinism can be associated to deleterious traits that correlate with lower survivorship (Maneyro and Achaval, 2004; Browder, 2005), tadpole scoliosis (Sanabria *et al.*, 2010), diminished tadpole developmental rate and growth, influencing the size at metamorphosis (Childs, 1953; Sazima, 1974).

High intraspecific color pattern variation was recognized by several authors for the Neotropical frog genus *Physalaemus* (Barrio, 1965; Gallardo, 1965; Cei, 1980; Yanosky *et al.*, 1997; Nascimento *et al.*, 2005). For example, this is noticeable in the southernmost distributed species of the genus, *P. fernandezae* that inhabits the grassland plains of southern Uruguay and the Buenos Aires province in central-eastern Argentina (Barrio, 1964; Barrio, 1965; Gallardo, 1965; Núñez *et al.*, 2004).

Our exploratory research studied both color pattern polymorphism in *P. fernandezae* and chromatic aberrancies. The main goals were: 1) to identify the occurrence of different dorsal and ventral skin color patterns, 2) assess the relative frequency of each pattern in both sexes, 3) explore their geographic variation, 4) report for first time in this species a chromatic aberrancy, and finally 5) interpret the results in the context evolutionary processes.

Materials and methods

We examined the skin color pattern of 520 specimens of *P. fernandezae* from 24 localities throughout its whole geographic distribution. The sample included 202 specimens housed at the herpetological collection of Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia” Buenos Aires, Argentina (MACN and CENAI), 91 from Museo de La Plata, Argentina (MLP), 101 from Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina (UNNEC), and 126 live individuals observed (but not collected) during surveys held throughout localities in Buenos Aires Province, Argentina: Punta Indio, 24 July 2005 (n = 28); Punta Lara, 28 July 2005 (n = 76); La Balandra, 23 June 2006 (n = 22). We determined sex of individuals according to presence/absence of external nuptial features, consisting the sample of 340 males and 180 females (Barrio, 1964; 1965).

The observation of adults of *P. fernandezae* in life allowed the recognition of four dorsal color patterns (Fig. 1), that were subsequently recognized in specimens housed in collections. The coloration of some of the latter was deteriorated and only in a few of them cases the patterns not were possible to identify. Color patterns considered were the following. *Broadband* (B): characterized by a broad midline dorsal band of irregular edges, extending from the tip of the snout to the vent, usually covering the upper eyelid. The band is clearer than the rest of the spots that complete the dorsal pattern. Many of the spots flank the dorsal band for almost its whole extension, but are absent near the vent. *Reticulate* (R): dorsum dominated by several irregular dark spots that form a reticulate pattern, without a noticeable longitudinal line or band. This pattern fades towards its edges. *Vertebral Line* (VL): characterized by a narrow and well-defined median stripe from the snout to the vent, lighter than the spotted background and dorsal stains to which it markedly contrasts. The dorsal stripe is flanked by dark longitudinal spots with clear centers, which are also fairly noticeable against the light background. *Uniform with Urostylelar Line* (UUL): uniformly dark dorsum that sometimes present a few small clear spots, usually including a short and clear line over the urostyle.

The ventral region of the body is far more homogenous than the dorsal color patterns. All the observed variation can be arranged into two phenotypes (Fig. 1). *Immaculate* (I): The belly is brownish, and spots are absent. *Maculate* (M): The belly is covered by small connected clear spots that contrast over a dark background.

To analyze the occurrence of color pattern polymorphism we previously tested the indepen-

dence between ventral and dorsal patterns using a 2 x 4 Chi-Square contingency tables according Zar (1999). The relationship between the color patterns and sex was tested using Generalized Linear Models, setting each multinomial distribution for the “color pattern” variable setting a logit link function. Finally, we explored the influence of geographic location using the frequency distribution of patterns, only for those localities for which all patterns described for *P. fernandezae* were represented. Analyses were made with the software STATISTICA 7.0.

In addition to the observations made in adults, we recorded anomalous coloration in some tadpoles (Stages 31 – 36; Gosner, 1960) collected on 8 September 2009 at the Punta Lara Natural Reserve (34° 47' 56.6" S 58° 00' 43.2" W - Buenos Aires, Argentina) during amphibian surveys made on a vertebrate reserve inventory (Roesler and Agostini, 2012). These tadpoles (n = 10) were raised to reach metamorphosis in captivity and deposited in the UNNEC collection (Appendix I). All froglets were raised in the same aquarium, and provided with fresh leaf litter on which they fed arthropods.

Results

The Chi-Square analysis showed independence between the dorsal and ventral patterns ($\chi^2 = 3.73$; $df = 3$; $p = 0.292$). Therefore, further analyses considered each pattern separately. The dorsal color pattern of eleven female specimens housed at collections, were not possible to identify due to their conservation condition. The frequencies of the different dorsal patterns discriminated by sex were as follows: B = 213 (134 ♂, 79 ♀), R = 186 (121 ♂, 65 ♀), VL = 86 (65 ♂, 21 ♀), and UUL = 24 (20 ♂, 4 ♀) (Fig.

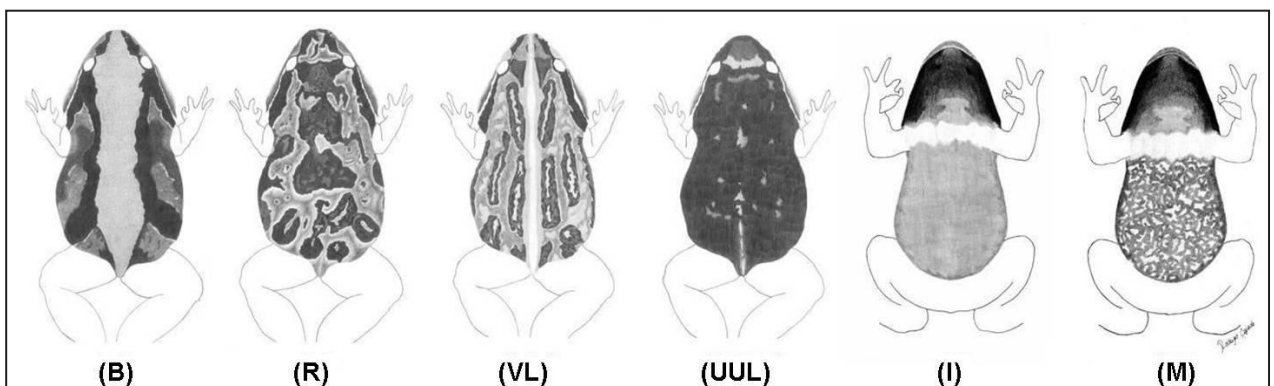


Figure 1. Dorsal and ventral color patterns in *Physalaemus fernandezae*. Dorsal patterns: broadband (B), reticulate (R), vertebral line (VL), uniform with urostylelar line (UUL). Ventral patterns: immaculate (I), maculate (M).

2). They frequencies did not significantly differ in male-female comparisons, $W = 5.480$, $df = 3$, $p = 0.1390$. The corresponding frequencies of ventral patterns were: M = 396 (265 ♂, 127 ♀), I = 124 (78 ♂, 46 ♀) (Fig. 2). As occurred with dorsal patterns, the frequencies did not significantly differ between sexes, $W = 3.566$, $df = 1$, $p = 0.058$.

Our data included only 6 localities with representatives of all dorsal patterns, and for which the number of specimens on each sample was ≥ 28 . The frequency distribution varied among localities, and the R pattern was the most frequent in four of them, whereas the B pattern was the most common in two (Fig. 3).

Regarding ventral patterns, only one of them was recorded in 9 of the 24 localities. In the remaining, the “Maculate” pattern was more frequent than “Immaculate”, in a mean proportion of 15.2 (Fig. 2).

Three of the tadpoles raised in the laboratory were leucistic, two lacked body pigmentation except for the eyes and in the remaining one only the legs

were unpigmented (Fig. 4). One of the tadpoles lacking body pigmentation died before reaching metamorphosis, while the others completed it successfully along with normal tadpoles. The two leucistic froglets (Fig. 4) died five days after reaching the metamorphosis, while normal individuals were kept for three months until euthanized, during which they grew normally.

Discussion

The occurrence of color pattern polymorphism was not indicated for *P. fernandezae* prior to this work. Nascimento *et al.* (2005) reported two patterns (“pattern 4” and “pattern 7”, see their Fig. 4-D and 4-G) to define the *P. henselii* morphological species group, which included the species *P. fernandezae*, *P. henselii*, and *P. riograndensis* (but see Tomatis *et al.*, 2009; Lourenço *et al.*, 2015). The authors did not indicate which pattern was present in each species. The “pattern 4” quoted by Nascimento *et al.* (2005) is presumably similar to our R pattern, although the specimens we analyzed did not exhibited the “Ω” shaped stain described by them. The varied color patterns exhibited by *P. fernandezae* seem to be distinctive within the genus. From the color pattern drawings presented by Nascimento *et al.*, (2005) we can recognize the main features of two described by us in *P. fernandezae*: the urostylar line of the pattern UUL is present in “pattern 8” of these authors, whereas the vertebral line determining VL is correspondingly present in “pattern 1” (see their Figs. 4-H and 4-A respectively). Remarkably, the B pattern defined herein for *P. fernandezae* seems to be exclusive of this species within the genus. The remaining patterns of *P. fernandezae* are widespread in anurans from several families worldwide, and may be of limited taxonomic value.

The dorsal patterns in *P. fernandezae* show staggered frequency distributions across populations, with one pattern clearly dominant, some others similarly represented, and a pattern barely present. This would account for a pattern polymorphism in *P. fernandezae*, related to an adaptive cryptic function. For instance, the vertebral line pattern could disrupt body shape among vegetation, hindering predators' visual recognition (Nevo, 1973). Visually oriented predators promote the persistence of varied patterns and also of the rare morph types under a mechanism called apostatic selection (Clarke, 1969; Bond and Kamil, 2006), such as the UUL pattern in

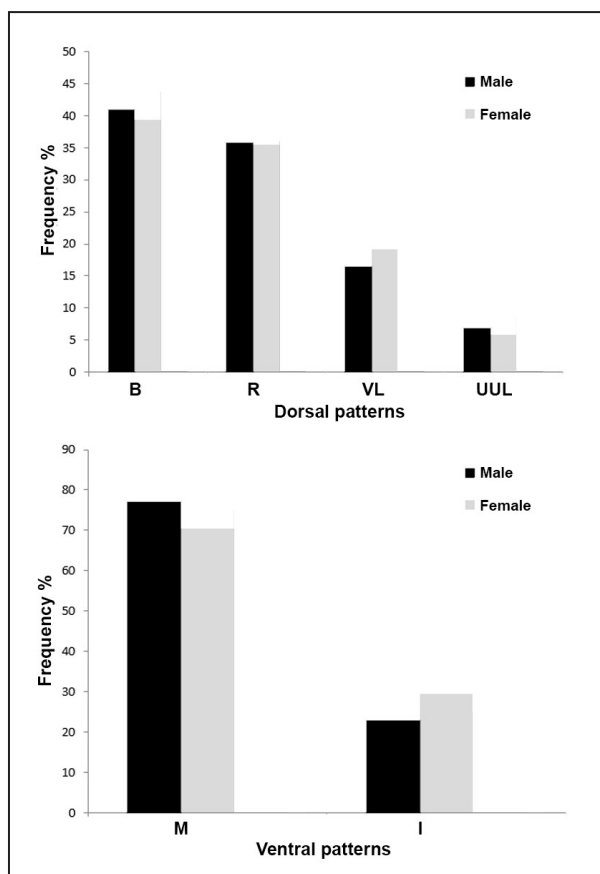


Figure 2. Frequency distribution of dorsal and ventral color patterns in *Physalaemus fernandezae*. Dorsal patterns: broadband (B), reticulate (R), vertebral line (VL), uniform with urostylar line (UUL). Ventral patterns: immaculate (I), maculate (M).

P. fernandezae. Apostatic selection usually explains the color pattern polymorphism found in several anuran species (Milstead *et al.*, 1974; De la Riva, 1977; Crawford, 2000; Bourne, 2001). Bond and Kamil (2006) concluded that this polymorphism is influenced by a complex interaction between habitat structure and predator recognition. Polymorphism in *P. fernandezae* could play a cryptic function or camouflage against visually oriented predators like it was proposed in several anuran species (Nevo, 1973; Bond and Kamil, 2006; Bourke *et al.*, 2011).

The geographic variation of the polymorphism present in *P. fernandezae* could be favored by the characteristics of the microhabitat occupied (e.g. substrate) and predation, promoting the dominance of one pattern (Bourke *et al.*, 2011). On the other hand, the geographic variation could be attributable to the load of color patterns present during founder effects, and the random incidence throughout the process of apostatic selection.

Polymorphism in ventral color patterns has been studied in some leptodactylid frogs (Heyer, 1970; Duellman and Morales, 1990; Nascimento *et al.*, 2005). Although these studies linked the ventral patterns to geographic distribution in a taxonomic framework, they did not explain the ventral pattern variation as an adaptive function. As terrestrial anurans have their bellies in contact with the ground, the adaptive cryptic function is plausible for species that call on the water surface, where the ventral skin is exposed to underwater predators. We are unaware of the adaptive function of the ventral

pattern of *P. fernandezae*, but our analysis showed a clear independence between ventral and dorsal variation, suggesting that they could be subject to different selective pressures. The differences in color pattern exhibition between sexes were associated to differential microhabitat use in some polymorphic anuran species (see Bourke *et al.*, 2011). We are unaware of differences in habitat use between sexes in *P. fernandezae*, but if being the case it seems not to influence dorsal and ventral pattern polymorphism.

Physalaemus fernandezae is not a strictly nocturnal species (Barrio, 1964; 1965; pers. obs. of authors), and its polymorphism suggests a possible camouflage adaptive function. The chromatic aberrancy cases reported here for larvae could not be confidently attributed to the nocturnal or fossorial behavior hypotheses (Sazima and Di-Bernardo, 1991). Adult specimens, neither those in collections nor the several ones observed by us in nature exhibited chromatic aberrancies, accounting for the likely negative effects of conspicuous hypopigmentation on survival.

In conclusion, *P. fernandezae* is a polymorphic species that shows a highly variable skin regarding both color and pattern, which may include the spontaneous occurrence of aberrant phenotypes like leucism. The frequency distributions of patterns suggest a maintenance mechanism by apostatic selection, although specific studies are needed to test this hypothesis. The similarity of the observed polymorphism with that of representatives of other anuran families (i.e. Hoffman and Blouin, 2000) adds to a large amount of evidence in regard to convergent color pattern evolution in anurans, notwithstanding an old phylogenetic signal (Nevo, 1973; Crawford 2000).

Acknowledgments

This research was funded by Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). M. Tejado helped with the statistical analyses. G. Carrizo, S. Nenda, and J. Faivovich allowed the examination of specimens housed at MACN. F. Marangoni provided helpful comments on an earlier draft of the manuscript. M. C. Estivariz helped RC with the scientific illustrations of color patterns. C. Borteiro provided valuable comments and English edition improving the manuscript substantially. Fieldwork and collection of specimens were authorized by Dirección de Administración de Áreas Protegidas, Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia de

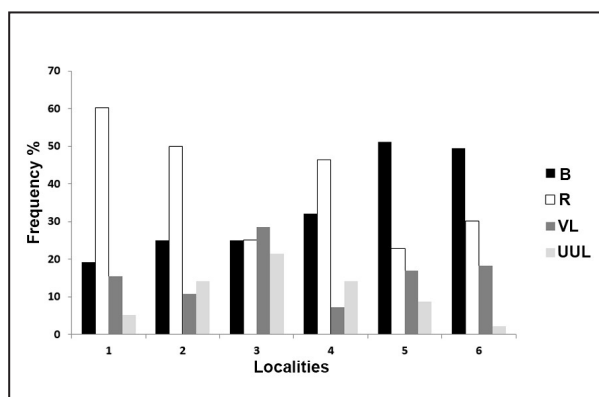


Figure 3. Geographic variation of frequency distribution of dorsal and ventral color patterns in *Physalaemus fernandezae*. Localities: 1 (D'Orbigny), 2 (General Lavalle), 3 (Santiago Vásquez), 4 (Punta Indio), 5 (Punta Lara), and 6 (La Balandra). References: broadband (B), reticulate (R), vertebral line (VL), uniform with urostylar line (UUL), immaculate (I), and maculate (M).

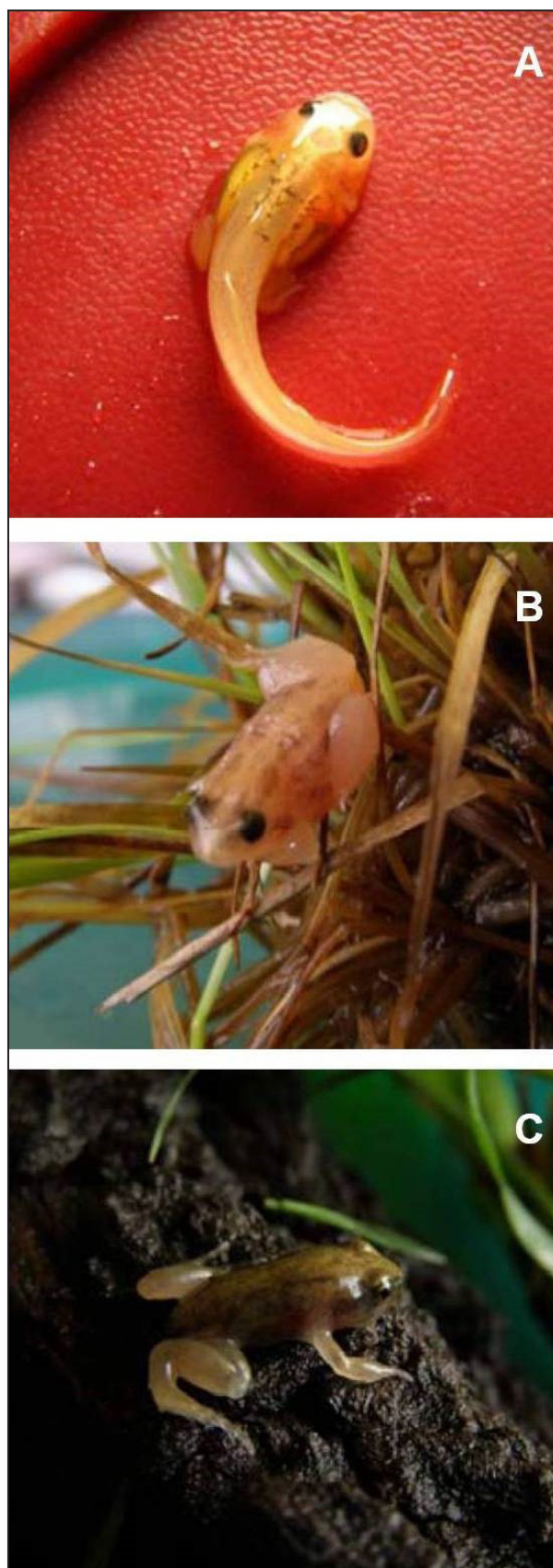


Figure 4. Leucism in *Physalaemus fernandezae*: tadpole (A) and metamorphic (B) with lack of pigmentation in body, and metamorphic (C) with lack of pigmentations in legs.

Buenos Aires, Argentina (Exp. N° 2578-2294/06).

Literature cited

- Barrio, A. 1964. Relaciones morfológicas, eto-ecológicas y zoogeográficas entre *Physalaemus henseli* (Peters) y *P. fernandezae* (Müller) (Anura, Leptodactylidae). *Acta Zoologica Lilloana* 20: 285-05.
- Barrio, A. 1965. El género *Physalaemus* (Anura, Leptodactylidae) en la Argentina. *Physis* 25: 421-448.
- Bonansea, M.I. & Vaira, M. 2012. Geographic and intrapopulation variation in colour and patterns of an aposematic toad, *Melanophryniscus rubriventris* (Amphibia, Anura, Bufonidae). *Amphibia-Reptilia* 33: 11-24.
- Bond, A.B. & Kamil, A.C. 2006. Spatial heterogeneity, predator cognition, and the evolution of color polymorphism in virtual prey. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 103: 3214-3219.
- Bourke, J.; Busse, K. & Bakker, T.C.M. 2011. Sex differences in polymorphic body coloration and dorsal pattern in Darwin's frogs (*Rhinoderma darwinii*). *Herpetological Journal* 21: 227-234.
- Bourne, G.R. 2001. Color pattern, predator avoidance, and foraging behavior in the Golden Frog *Colostethus beebei* (Anura: Dendrobatidae). *Herpetological Review* 23: 225-228.
- Borteiro, C.; Abegg, A.D.; Oda, F.H.; Cardozo, D.; Kolenc, F.; Etchandy, I.; Bisaiz, I.; Prigioni, C. & Baldo, D. 2021. Aberrant colorations in wild snakes: case studies in Neotropical taxa and a review of terminology. *Salamandra* 57: 124-138.
- Browder, L.W. 2005. Genetic and embryological studies of albinism in *Rana pipiens*. *Journal of Experimental Zoology* 180: 149-155.
- Brown, T.W.; Papini, F. & Clayson, S.M. 2020. Leucism in a Sabinal Frog, *Leptodactylus melanonotus* (Anura; Leptodactylidae), from Utila Island, Honduras. *Reptiles & Amphibians* 27: 432-433.
- Buchanan, B.W. 1994. Sexual dimorphism in *Hyla squirella*: chromatic and pattern variation between the sexes. *Copeia* 1994: 797-802.
- Cei, J.M. 1980. Amphibians of Argentina. *Monitore Zoologico Italiano* (N. S.), Monografía 1: 1-609.
- Childs, H.E. 1953. Selection by predation on albino and normal spadefoot toads. *Evolution* 7: 228-233.
- Clarke, B. 1969. The evidence for apostatic selection. *Heredity* 24: 347-352.
- Crawford, A.J. 2000. The evolution and maintenance of color pattern polymorphism in neotropical frogs. PhD Dissertation, Pritzker School of Medicine, University of Chicago, Illinois.
- De la Riva, I. 1997. Redescription, variation, biology, and distributions of *Eleutherodactylus platydactylus* (Boulenger, 1903) (Amphibia: Anura: Leptodactylidae), the taxonomic status of *E. bockermanni* Donoso-Barros, 1970, and comments on polymorphism in anurans. *Revista Española de Herpetología* 11: 71-90.
- Doody, J.S. 1995. A photographic mark-recapture method for patterned amphibians. *Herpetological Review* 26: 19-21.
- Duellman, W.E. & Morales, V.R. 1990. Variation, distribution, and life history of *Edalorhina perezii* (Amphibia, Anura, Leptodactylidae). *Studies on Neotropical Fauna & Environment* 25: 19-30.
- Gallardo, J.M. 1965. Las especies bonaerenses, de pequeño

- tamaño, del género *Physalaemus* Fitzinger (Amphibia, Leptodactylidae). *Neotropica* 11: 27-37.
- Gosner, K.L. 1960. A simplified table for staging anuran embryos and larvae with notes on identification. *Herpetologica* 16: 183-90.
- Hemnani, M.; Campos Guimarães, I.S. & Kaefer I.L. 2021. First record of leucism in a tadpole of the cane toad *Rhinella marina* (Anura: Bufonidae). *Herpetology Notes* 14: 859-861.
- Henle, K.; Dubois, A. & Vershinin, V. 2017. A review of anomalies in natural populations of amphibians and their potential causes. *Mertensiella* 25: 57-164.
- Heyer, W.R. 1970. Studies on the frogs of the genus *Leptodactylus* (Amphibia: Leptodactylidae) VI. Biosystematics of the *melanonotus* group. *Contributions in Science* 191: 1-48.
- Hoffman, E.A. & Blouin, M.S. 2000. A review of colour and pattern polymorphisms anurans. *Biological Journal of the Linnean Society* 70: 633-665.
- Kramek, W.C. & Stewart, M.M. 1980. Ontogenetic and sexual differences in the pattern of *Rana septentrionalis*. *Journal of Herpetology* 14: 369-375.
- Lourenço L.B.; Targueta C.P.; Baldo D.; Nascimento, J.; Garcia P.C.A.; Andrade G.V., Haddad C.F.B. & Recco-Pimentel, S.M. 2015. Phylogeny of frogs from the genus *Physalaemus* (Anura, Leptodactylidae) inferred from mitochondrial and nuclear gene sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 92: 204-216.
- Maneyro, R. & Achaval, F. 2004. *Melanophryniscus montevidensis* (Darwin's toad). Albino larvae. *Herpetological Review* 35: 261.
- Milstead, W.W.; Rand A.S. & Stewart M.M. 1974. Polymorphism in cricket frogs: an hypothesis. *Evolution* 28: 422-426.
- Moraes, L.J.C.L. & Kaefer, I.L. 2015. Leucism in the Amazonian diurnal frog *Anomaloglossus stepheni* (Martins, 1989) (Anura: Aromobatidae). *Herpetology Notes* 8: 179-181.
- Nascimento, B.L.; Caramaschi, U. & Goncalves Cruz, C.A. 2005. Taxonomic review of the species groups of the genus *Physalaemus* Fitzinger, 1926 with revalidation of the genera *Engystomops* Jiménez de la Espada, 1872 and *Eupemphix* Steindachner, 1863 (Amphibia, Anura, Leptodactylidae). *Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro* 63: 297-320.
- Nevo, E. 1973. Adaptive colour polymorphism in crocket frogs. *Evolution* 27: 253-367.
- Núñez, D.; Maneyro, R.; Langone, J.A. & de Sá, R.O. 2004. Distribución geográfica de la fauna de anfibios del Uruguay. *Smithsonian Herpetological Information Service* 134: 1-34.
- Rabbani, M.; Brigitte, Z. & Green, D.M. 2015. Color pattern variation in a cryptic amphibian, *Anaxyrus fowleri*. *Journal of Herpetology* 49: 649-654.
- Rodrigues, A.P. & Oliveira Filho, J.C.D. 2004. *Leptodactylus ocellatus* (Rã-manteiga). Tadpole albinism. *Herpetological Review* 35: 373.
- Roesler, I. & Agostini, M.G. 2012. Inventario de los Vertebrados de la Reserva Natural Punta Lara, provincia de Buenos Aires, Argentina. Temas de Naturaleza y Conservación, Monografía de Aves Argentinas No 8. Buenos Aires.
- Salles, R.O.L., Xisto, T.; Ferreira, T. & Nascimento, B. 2013. Albinism in a tadpole of *Hypsiboas albomarginatus* (Spix, 1824) (Anura: Hyliidae) from Southeastern Brazil. *Herpetology Notes* 6: 577-578.
- Sanabria, E.A.; Quiroga, L.B. & Laspiur, A. 2010. First record of partial albinism and scoliosis in *Odontophrynus occidentalis* tadpoles (Anura: Cycloramphidae). *Brazilian Archives of Biology and Technology* 52: 641-642.
- Sazima, I. 1974. An albino hyloid frog, *Phrynohyas mesophaea* (Hensel). *Journal of Herpetology* 8: 264-265.
- Sazima, I. & Pombal Jr, J.P. 1986. Um albino de *Rhambdella minuta*, com notas sobre comportamento (Osteichthyes, Pimelodidae). *Revista Brasileira de Biología* 46: 377-381.
- Sazima, I. & Di-Bernardo, M. 1991. Albinismo em serpentes neotropicais. *Memórias do Instituto Butantan* 53: 167-173.
- Tavares-Pinheiro, R.; Costa-Campos, C.E. & Kaefer, I.L. 2020. A leucistic brilliant-thighed poison frog *Allobates femoralis* (Dendrobatoidea). *Herpetology Notes* 13: 321-323.
- Toledo, L.F. & Haddad C.F.B. 2009. Colors and some morphological traits as defensive mechanisms in Anurans. *International Journal of Zoology* 910892: 1-12.
- Tomatis, C., Baldo, D., Kolenc, F. & Borteiro, C. 2009. Chromosomal variation in the species of the *Physalaemus henselii* group (Anura: Leiuperidae). *Journal of Herpetology* 43, 555-560.
- Woolbright, L.L. & Stewart, M. 2008. Spatial and temporal variation in color pattern morphology in the Tropical Frog, *Eleutherodactylus coqui*. *Copeia* 2008: 431-437.
- Yanosky, A.; Mercolli, A. & Dixon, J.R. 1997. Field ecology and population estimates of *Physalaemus albonotatus* (Anura: Leptodactylidae) in northeastern Argentina. *Bulletin of the Maryland Herpetological Society* 33: 78-91.
- Zar, J.H. 1999. *Biostatistical Analysis*, 3rd ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.

Appendix I - Material Examined

Physalaemus fernandezae specimens from the herpetology collections of Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia (MACN), Centro Nacional de Investigaciones Iológicas, Buenos Aires, Argentina (CENAI, collection now transferred to MACN), Museo de La Plata (MLP), La Plata, Buenos Aires, Argentina, and Universidad Nacional del Nordeste (UNNEC), Corrientes, Argentina.

ARGENTINA: PROVINCIA DE BUENOS AIRES: Ayacucho: MACN 2167; Balcarce: MACN 11012 to 11014, MACN 24771, MACN 24772; Cacharí: MACN 29534 to 29536; Benito Juárez: MACN 23510 to 23515; Cristiano Muerto: CENAI 130-3, CENAI 135-3 to 135-5, CENAI 135-7, CENAI 135-9, CENAI 135-10; D'Orbygn: MACN 11245, MACN 15979, MACN 15992, MACN 16010 to 16015, MACN 21091, MACN 21724, MACN 21725, MACN 21843 to 21851, MACN 21857 to 21863, MACN 30117 to 30123; Dolores: MACN 29509 to 29516; General Lavalle: MACN 29609 to 29611, MACN 29643 to 29653, MACN 30241 to 30245; General Alvear: MACN 21665 to 21672; General Madariaga: MACN 21134 to 21154, CENAI 129, CENAI 1348, CENAI 1353; Ingeniero Maschwitz: CENAI 124-1, CENAI 124-3 to 124-8, CENAI 3441, CENAI 3442; La Balandra: UNNEC 11668 to 11705, 22 unvouchered specimens; Magdalena: MACN 25287 to 25291; Mar Chiquita: MACN 21101 to 21127; Pereyra Iraola: CENAI 128-1, CENAI 128-3, CENAI 128-5, CENAI 128-6; Pirovano: MACN 28267, MACN 28268; Punta Indio: UNNEC 11706 to 11721, 28 unvouchered specimens; Punta Lara: MLP 5264 to 5354, UNNEC 11619 to 11667, 76 unvouchered specimens; Roque Pérez: MACN 20725; San Miguel del Monte: MACN 16468, MACN 36460; Tandil: MACN 21675 to 21680; Olivos: MACN 32022; Zelaya: MACN 6985. **URUGUAY: DEPARTAMENTO DE MONTEVIDEO:** Santiago Vázquez:

R. Cajade *et al.* — Polymorphism in *Physalaemus fernandezae*

CENAI 122-1, CENAI 122-2, CENAI 122-6 to CENAI 122-9,
CENAI 122-11 to CENAI 122-14, CENAI 122-16, CENAI
122-18 to CENAI 122-22, CENAI 122-24, CENAI 122-25,

CENAI 122-28, CENAI 122-31 to CENAI 122-35, CENAI
122-37, CENAI 122-40, CENAI 122-42, CENAI 122-43.

© 2024 por los autores, licencia otorgada a la Asociación Herpetológica Argentina.
Este artículo es de acceso abierto y distribuido bajo los términos y condiciones de
una licencia Atribución-No Comercial 4.0 Internacional de Creative Commons. Para
ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

Reptiles of Santa Catarina Island, Southern Brazil

Ivo Rohling Ghizoni Jr¹ and Tobias Saraiva Kunz²

¹Laboratório de Ecologia de Anfíbios e Répteis (LEAR), Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Florianópolis, SC. Brasil. (ORCID: 0000-0002-0316-5682)

²Laboratório de Coleções Zoológicas, Instituto Butantan, São Paulo, SP, Brasil.

Recibido: 05 Mayo 2024

Revisado: 24 Julio 2024

Aceptado: 19 Agosto 2024

Editora Asociada: S. Quinzio

doi: 10.31017/CdH.2024.(2024-019)

ABSTRACT

The Atlantic Forest is a biodiversity hotspot and one of the most threatened ecosystems in the world. Still, its reptile fauna is poorly known, especially in its southern portion. We present here for the first time a compiled list of land and freshwater reptiles of the Island of Santa Catarina, the largest continental island off the Brazilian coast. The list was based on field observation, literature, and preserved material from herpetological collections. We recorded 36 autochthonous reptile species, including one crocodylian, one turtle, two amphisbaenians, nine lizards, and 23 snakes. We also recorded introduced populations of two exotic emydid turtles. Species composition is strongly influenced by the presence of Atlantic Forest species, but there are also some non-forest species associated with the fauna of southern South America.

Key words: Squamata, Testudines, Crocodylia, Island diversity, Zoogeography, Atlantic Forest.

RESUMO

A Mata Atlântica é um hotspot de biodiversidade e um dos ecossistemas mais ameaçados do mundo. Ainda assim, sua fauna reptiliana é pouco conhecida, principalmente na porção sul. Apresentamos aqui pela primeira vez uma lista compilada de répteis terrestres e de água doce da Ilha de Santa Catarina, a maior ilha continental da costa brasileira. A lista foi baseada em observação de campo, literatura e material preservado em coleções herpetológicas. Registramos 36 espécies de répteis autóctones, incluindo um crocodiliano, uma tartaruga, duas anfisbenas, nove lagartos e 23 cobras. Também registramos populações introduzidas de duas tartarugas Emidídeos exóticas. A composição de espécies é fortemente influenciada pela presença de espécies da Mata Atlântica, mas também existem algumas espécies não florestais associadas à fauna do sul da América do Sul.

Palabras claves: Squamata, Testudines, Crocodylia, Biogeografía de ilhas, Zoogeografía, Floresta Atlântica.

Introduction

The Island of Santa Catarina is the largest continental island of the Brazilian coast. It is home to the capital of the State of Santa Catarina, Florianópolis, which has a population of over 537,000 (IBGE, 2022). The island lies within the Atlantic Forest Domain, one of the most fragmented and threatened ecosystems in the world (Brown and Brown, 1992), and a biodiversity hotspot (Bibby *et al.*, 1992; Myers *et al.*, 2000).

From 1748, date when the first colonizers arri-

ved from the Azores (Portugal), until the late 1970s, nearly 80% of the island's forests were cleared for crops and wood (Caruso, 1983). With the decline of agriculture at the beginning of the twentieth century, most of these areas were abandoned, allowing the original vegetation to slowly and spontaneously recover. Tourism is now one of the main economic activities of the island. However, the shift in major economic activities led to the systematic destruction

of restingas and mangroves, even though nowadays at least 42% of the area of the island is protected (CECCA, 1997a). Despite the recovery of the island's montane forests, deforestation in the past has led to the extinction of largest mammals (Graipel *et al.*, 2001; Olimpio, 1995; Müller, 1969a, 1970a) and some birds (Naka *et al.*, 2002).

Santa Catarina Island was an important port of supply for European ships during centuries XVII–XIX, receiving many renowned naturalists, such as René Lesson, Georg von Langsdorff, Antoine Joseph Pernetty, Hermann von Ihering, and Johann Friedrich Theodor Müller – the German naturalist best known for his correspondence with Charles Darwin and for Müllerian mimicry (named after him). Those early naturalists have left countless reports on the fauna and flora of the island. However, the first contributions to the knowledge of the island's reptile fauna were made by German herpetologist and biogeographer Paul Müller, who made several expeditions to Brazil in the 1960s and 1970s, with a special interest in the biogeography of the southeastern Brazilian islands. Müller's expeditions resulted in several contributions to the fauna of Santa Catarina Island (Müller, 1968a, b, c, 1969a, b, c, 1970a, b, 1971a, b, 1974a, b, 1975, 1976; Müller and Ritter, 1978), most of which were published in German and remain seemingly unknown to most Brazilian herpetologists to this day.

Only recently, following the increasing interest in the Brazilian herpetofauna, has new information on the reptile fauna of the island appeared, albeit still restricted to sporadic observations of only one or few species (*e.g.* Lema and Braun, 1993; Lema, 1994; Vrbradic *et al.*, 2004a,b; Ghizoni Jr and Graipel, 2005; Kunz and Ghizoni Jr, 2009). Aiming to fill a gap in the knowledge of reptile diversity in the southern limits of the Atlantic Forest, we present for the first time a compiled list of the reptile fauna on the Island of Santa Catarina based on field surveys, scientific collection records, and bibliographic records.

Materials y methods

Study area

Santa Catarina Island (SCI hereafter) is located east off the coast, between 27°22'S–27°50'S and 48°21'W–48°35'W and separated from the mainland by a strait of 500 meters. It is 425 km² in area, with an elongated shape formed by a NNE–SSW oriented rocky mountain range (up to 600 m.a.s.l.)

that crosses the 54 km length of the island; its maximum width (E–W) is 18 km. The surrounding lowland plains are formed by marine sediments and there are about 29 km² of rivers and lakes/lagoons (CECCA, 1997b; Fig. 1).

The climate is subtropical and strongly influenced by southern polar winds during winter (May–September) and by Atlantic tropical winds from northeastern Brazil during summer (October–April). The mean annual temperature is 21°C, being January the hottest month (mean temperature of 24°C) and July the coldest (mean temperature of 16°C). The rainfall average is 1830 mm, distributed evenly throughout the year (CECCA, 1997b).

The main vegetation types found on the island are as follows (adapted from Naka *et al.*, 2002; Fig. 2):

(1) *Lower-montane evergreen forest*: This vegetation type is very rich with a canopy reaching up to 20 or 30 m. Most of this habitat is now composed of patches of secondary growth. The best preserved remnant patches are confined to the highest areas of the slopes.

(2) *Lowland evergreen forest*: This forest grows on marine sedimentary soils. It is characterized by

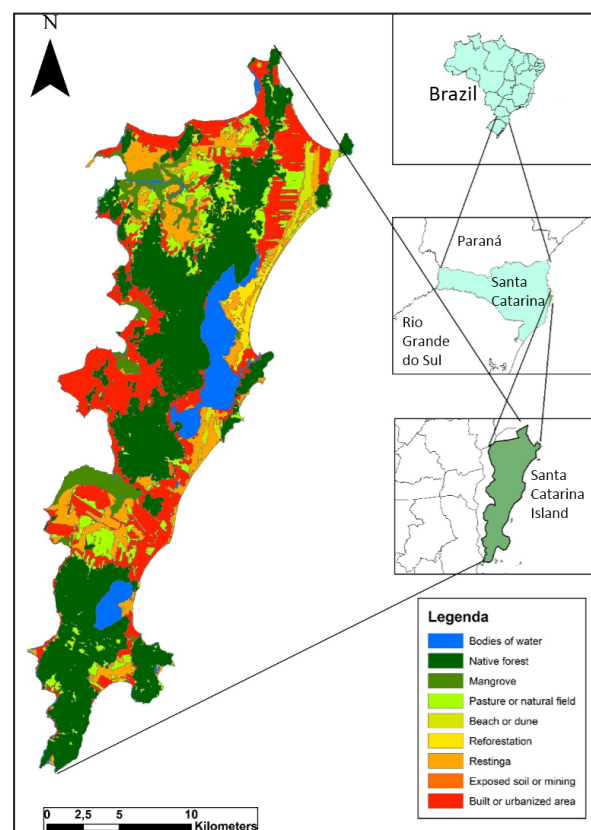


Figure 1. Location of Santa Catarina Island, off the coast of the state of Santa Catarina, southern Brazil.



Figure 2. Main ecosystems found on Santa Catarina Island: A) Montane Forest at Parque Municipal Lagoa do Peri; B) wetland and lowland forest (on the background) on the Ratones and Jurerê plains, (Ratones river basin, northwest of the island); C) Restingas and sand dunes on the eastern portion of the island (Moçambique beach); D) Mangroves near the mouth of the Ratones river (northwest of the island); E) a rivulet inside a lower-montane forest; F) interior of a lowland forest, with many bromeliads on the ground.

many epiphytes with an understory covered with bromeliads and a canopy averaging 15 m in height.

(3) *Restinga and sand dunes*: A coastal strip of shrubby vegetation that grows on Holocene sandy soils of the littoral plains. In the eastern portion of the Island, there are also banks of sand dunes accompanying the restingas. This habitat covers approximately 6% of the island's area.

(4) *Mangroves*: These forests, which occur only on the western coast of the island, are dominated by three tree species: *Avicennia schaueriana*, *Rhizophora mangle* and *Laguncularia racemosa*. The mangroves cover about 6% of the island.

(5) *Wetlands*: They occur along the coastal plains. These areas are inhabited by many species of Cyperaceae. There are also two large lagoons on the island: *Lagoa do Peri* (a freshwater lagoon) and *Lagoa da Conceição* (a saltwater lagoon). Wetlands, including the lagoons, cover about 6% of the island's area.

(6) *Disturbed areas*: includes rural areas (old cattle pastures and abandoned agricultural lands) and urban areas.

Inventory of Taxa

Below we present a list of land and freshwater reptiles present on SCI. We compiled literature records and field observations made by the authors over the past two decades with data from the Herpetological Collections of the Federal University of Santa Catarina (CHUFSC) and the Federal University of

Rio Grande do Sul (UFRGS), indicating the list of available specimens in the collections. A significant part of this material resulted from the authors' field-work. When global (e.g. Di-Bernardo *et al.*, 2000) or regional (Brazil: ICMBio, 2022; Santa Catarina: CONSEMA, 2011) conservation assessments are available they are noted. Habitat use is based mostly on field observations and, when available, on the literature and catalogue data of specimens in the CHUFSC and UFRGS collections. Nomenclature followed Uetz *et al.* (2022) and Guedes *et al.* (2023). Taxonomic comments are made when necessary. We also discuss some doubtful or misidentified species previously recorded for SCI.

Results

We recorded 36 autochthonous reptile species (including the naturalized gekkonid species *Hemidactylus mabouia*; see Costa and Bérnils (2015) and comments below) distributed among 31 genera and 15 families. Of these, 23 are snakes (63.9%), nine lizards (25%), two amphisbaenids (5.6%), one turtle (2.8%), and one crocodylian (2.8%). Additionally, we also recorded established populations of two introduced Emydid turtles, *Trachemys dorbignyi* and *T. scripta*, totalizing 38 reptile species recorded for SCI, 13 of which (34.2%) are recorded here for the first time. Three species are threatened at a regional and/or global scale (Table 1; Figs. 3-5).

Table 1. List of terrestrial and freshwater reptiles recorded for Santa Catarina Island, southern Brazil. Status: Threat categories according to IUCN criteria at regional (Santa Catarina state = SC; Brazil = BR) and global (WR) scale. VU = Vulnerable; EN = Endangered. Habitat: 1 = montane forest; 2 = lowland forest; 3 = restinga; 4 = mangroves; 5 = wetlands; 6 = disturbed areas.

Taxon	Status	Habitat	Previous records
TESTUDINES			
Emydidae			
<i>Trachemys dorbignyi</i> (Duméril and Bibron 1835)	Exotic	4, 5, 6	Horus Institute
<i>Trachemys scripta elegans</i> (Wied 1838)	Exotic	4, 5, 6	Horus Institute
Chelidae			
<i>Hydromedusa tectifera</i> Cope 1870		1, 2, 4, 5, 6	Müller (1968c) Ghizoni Jr and Graipel (2005)
CROCODYLIA			
Alligatoridae			
<i>Caiman latirostris</i> (Daudin 1801)		4, 5, 6	Müller (1971b) Fusco-Costa <i>et al.</i> (2008)
SQUAMATA			
Gekkonidae			
<i>Hemidactylus mabouia</i> (Moreau de Jonnés 1818)		1, 2, 3, 6	Müller (1969b)

Mabuyidae

<i>Aspronema dorsivittatum</i> (Cope 1862)		3, 6	Müller (1970b, 1971a, as <i>Mabuya mabouya</i>) Lema and Braun (1993, as <i>Mabuya dorsivittata</i>) Vrcibradic et al. (2004b, as <i>Mabuya dorsivittata</i>)
--------------------------------------------	--	------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Leiosauridae

<i>Enyalius iheringii</i> Boulenger 1885		1	Müller (1970b) Lema (1994)
------------------------------------------	--	---	----------------------------

Liolaemidae

<i>Liolaemus occipitalis</i> Boulenger 1885	VU (WR, BR, SC)	3	Müller (1975, 1976)
---------------------------------------------	-----------------	---	---------------------

Diploglossidae

<i>Ophiodes fragilis</i> (Raddi 1820)		3, 6	Müller (1968a, 1971a, as <i>Ophiodes striatus</i>)
---------------------------------------	--	------	-----------------------------------------------------

Gymnophthalmidae

<i>Colobodactylus taunayi</i> Amaral 1933		1	new record
-------------------------------------------	--	---	------------

<i>Placosoma glabellum</i> (Peters 1870)		1	new record
------------------------------------------	--	---	------------

Teiidae

<i>Contomastix lacertoides</i> (Duméril and Bibron 1839)	EN (SC)	3	Vrcibradic et al. (2004a) Ghizoni Jr et al. (2009) (both as <i>Cnemidophorus lacertoides</i>)
<i>Salvator merianae</i> (Duméril and Bibron 1839)		1, 2, 3, 6	Müller (1969a, as <i>Tupinambis teguixin</i>) Ghizoni Jr and Graipel (2005, as <i>Tupinambis merianae</i>)

Amphisbaenidae

<i>Amphisbaena arenicola</i> Perez and Borges-Martins (2019)		3	Perez and Borges-Martins (2019)
-----------------------------------------------------------------	--	---	---------------------------------

<i>Leposternon microcephalum</i> Wagler 1824		1, 2, 3, 6	new record
----------------------------------------------	--	------------	------------

Typhlopidae

<i>Amerotyphlops brongersmianus</i> (Vanzolini 1976)		3	new record
------------------------------------------------------	--	---	------------

Colubridae

<i>Chironius exoletus</i> (Linnaeus 1758)		1, 2, 3	Müller (1969a, as <i>Chironius pyrrhopogon</i>) Dixon et al. (1993) Kunz and Ghizoni Jr (2009)
-------------------------------------------	--	---------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------

<i>Chironius foveatus</i> Bailey 1955		1	Kunz and Ghizoni Jr (2009)
---------------------------------------	--	---	----------------------------

<i>Chironius laevicollis</i> (Wied 1824)		2, 5, 6	Müller (1969a) Dixon et al. (1993) Lema (1994, 2002)
------------------------------------------	--	---------	---------------------------------------------------------

<i>Spilotes pullatus</i> (Linnaeus 1758)		1	Müller (1968b) Kunz and Ghizoni Jr (2009)
------------------------------------------	--	---	----------------------------------------------

Dipsadidae

<i>Cercophis auratus</i> (Schlegel 1837)		2	Müller and Ritter (1978, as <i>Uromacerina ricardinii</i>)
------------------------------------------	--	---	-------------------------------------------------------------

<i>Clelia plumbea</i> (Wied 1820)	EN (SC)	1, 2	Müller (1974)
-----------------------------------	---------	------	---------------

<i>Dipsas albifrons</i> (Sauvage 1884)		1	new record
----------------------------------------	--	---	------------

<i>Dipsas alternans</i> (Fischer 1885)		1	new record
----------------------------------------	--	---	------------

<i>Dipsas neuwiedi</i> (Ihering 1911)		1, 2, 3, 6	Kunz and Ghizoni Jr (2009, as <i>Sibynomorphus neuwiedi</i>)
---------------------------------------	--	------------	---------------------------------------------------------------

<i>Echianthera cyanopleura</i> (Cope 1885)		1	new record
-----------------------------------------------	--	---	------------

<i>Erythrolamprus miliaris</i> (Linnaeus 1758)		1, 2, 3, 4, 5, 6	Müller (1969a) Lema and Braun (1993) (both as <i>Liophis miliaris</i>)
------------------------------------------------	--	------------------	----------------------------------------------------------------------------

I. Rohling Ghizoni Jr & T. Saraiva Kunz — Reptiles of Santa Catarina Island

<i>Imantodes cenchoa</i> (Linnaeus 1758)	1	Kunz and Ghizoni Jr (2009)
<i>Oxyrhopus clathratus</i> Duméril, Bibron and Duméril 1854	1	new record
<i>Philodryas aestiva</i> (Duméril, Bibron and Duméril 1854)	3, 6	new record
<i>Pseudablabes patagoniensis</i> (Girard 1858)	3	new record
<i>Siphlophis pulcher</i> (Raddi 1820)	1	Prudente <i>et al.</i> (1998)
<i>Dibernardia bilineatus</i> (Fischer 1885)	1	Kunz and Ghizoni Jr (2009)
<i>Tropidodryas serra</i> (Schlegel 1837)	1	new record
<i>Xenodon newwiedii</i> Günther 1863	1	new record
Elapidae		
<i>Micrurus corallinus</i> (Merrem 1820)	1, 2, 3, 6	Müller (1974b) Kunz and Ghizoni Jr (2009)
Viperidae		
<i>Bothrops jararaca</i> (Wied 1824)	1, 2, 3, 6	Müller (1971a, 1974b) Campbell and Lamar (2004)
<i>Bothrops jararacussu</i> Lacerda 1884	1, 2	new record

Species Accounts

TESTUDINES

Family Chelidae

Hydromedusa tectifera Cope, 1870 (Fig. 3B)

Material: CHUFSC 3132, UFRGS 7393. **Comment:** This snake-necked turtle is the only native freshwater turtle of SCI. It is habitat generalist, occurring from small montane rivulets to mangroves, and appears to be most active at night. Müller (1968c) reported the finding of seven specimens in a water reservoir at “Morro da Lagoa” (500 m.a.s.l) and commented briefly on sexual dimorphism (females of the sample had smaller plastrons than males). Ghizoni-Jr and Graipel (2005) reported an accidental bycatch of this species at Lagoa do Peri Park using live-traps for small mammals in a rivulet. Recently, at 27 march 2023, an individual was recorded in a stream in the middle of the forest in the RPPN Morro das Aranhas in the north of ISC in the early afternoon.

Family Emydidae

Trachemys dorbigni (Duméril and Bibron, 1835)

Material: none. **Comment:** Exotic. This species is considered native to Brazil only in the neighboring state of Rio Grande do Sul, even though it probably also occurs in the southeastern coastal plains of Santa Catarina (see comments in Tortato *et al.*, 2014). It is common in the pet trade and an established population occurs in the small-polluted rivers that

drain to the Itacorubi Mangrove.

Trachemys scripta elegans (Wied, 1838)

Material: none. **Comment:** Exotic. This North American Emydid turtle is a worldwide invasive species due to pet trade. On SCI, as for *T. dorbigni*, a probably reproductive population occurs in the Itacorubi basin. Tortato *et al.* (2014) reported evidence of reproduction of this species in natural areas near SCI.

CROCODYLIA

Family Alligatoridae

Caiman latirostris (Daudin, 1801) (Fig. 3A)

Material: CHUFSC 354. **Comment:** The broad-snouted caiman still occurs in the major mangroves, lakes, lagoons and in the main lowland drainages of SCI. Indeed, its populations are recovering and it can now be seen even in small and polluted rivers and channels inside urban areas.

SQUAMATA - Lizards

Family Diploglossidae

Ophiodes fragilis (Raddi, 1820) (Fig. 3H)

Material: CHUFSC 735, 1376, UFRGS 6736, 7316. **Comment:** Müller (1968a), in a work on the herpetofauna of Campeche Island (a small island east off SCI), besides specimens of this species (as *Ophiodes striatus*) from that island, also lists two specimens from SCI. Found usually in disturbed areas or forest edges, but never inside dense forests. It was quite



Figure 3. Reptile species from Santa Catarina Island: A) *Caiman latirostris*; B) *Hydromedusa tectifera*; C) *Amphisbaena arenicola*; D) *Leposternon microcephalum*; E) *Aspronema dorsivittatum*; F) *Enyalius iheringii*; G) *Liolaemus occipitalis*; H) *Ophiodes fragilis*.

abundant at the Federal University of Santa Catarina campus until the mid-1990s.

Family Gekkonidae

Hemidactylus mabouia (Moreau de Jonnès, 1818)

Material: none. **Comment:** Contrary to what Rocha *et al.* (2011) stated, the data obtained by Müller (1969b) for several southeastern Brazilian islands, including SCI, demonstrates that this widespread gekkonid has long been established on the Brazilian coast. On SCI, this species is abundant, both in urban and natural environments. One specimen was found in the stomach content of a juvenile *Bothrops jararacussu* (CHUFSC 714) from “Ribeirão da Ilha” at the southern portion of the island.

Family Gymnophthalmidae

Colobodactylus taunayi Amaral, 1933 (Fig. 4A)

Material: CHUFSC 691, 698-99, 736. **Comment:** This is a cryptic, poorly known species distributed across the Atlantic Forest from São Paulo to Santa Catarina. Previously known for the Itajaí Valley (Bérnils *et al.*, 2001) at northern Santa Catarina, this is the first record for SCI and the southernmost for the species. Observed only in montane forests. Four specimens were caught in pitfall traps at Lagoa do Peri (TSK, unpublished data). In other three occasions the species was observed active in the leaf litter, into which the species rapidly tried to submerge to escape. Two were active during the day, in the early afternoon, and one was observed active at midnight.

Placosoma glabellum (Peters, 1870)

Material: CHUFSC 2694. **Comment:** Recorded here for the first time for SCI. Besides the preserved material, from a forest area near Lagoa da Conceição, there are only two photographic records of lizards of the genus *Placosoma* for SCI. However, these photographic records do not allow a clear differentiation between *P. glabellum* and *P. cordylinum*. Both species are Atlantic Forest endemic species and have their current southern distribution limits at northern Santa Catarina (Bérnils *et al.*, 2007). One of these records was obtained from inside a bromeliad (*Canistrum lindenii*) on the floor of a secondary forest (J. Steiner and A. Zillikens, personal communication) and the other was found in debris in a disturbed area near forest edges (C. Salvador, personal communication).

Family Leiosauridae

Enyalius iheringii Boulenger, 1885 (Fig. 3F)

Material: CHUFSC 133, 567, 739-740, 753. **Comment:** Observed only in montane forests. Lema (1994) stated that it is abundant on SCI (on the hill known as “Morro da Lagoa”). During a study at the Lagoa do Peri Park, between 2005 and 2007, 13 specimens were recorded, eight of which caught in pitfall traps (TSK, unpublished data).

Family Liolaemidae

Liolaemus occipitalis Boulenger, 1885 (Fig. 3G)

Material: CHUFSC 183, 493-97, 537-38, 568. **Comment:** This sand-dweller lizard occurs on the larger sand dunes of eastern SCI, between Lagoa da Conceição (the largest lagoon on SCI) and Joaquina beach and Ingleses/Santinho/Moçambique beaches. The island is the northern distribution limit of this globally threatened species (Silveira *et al.* 2021).

Family Scincidae

Aspronema dorsivittatum (Cope, 1862) (Fig. 3E)

Material: CHUFSC 95, 100-01, 110, 135, 336-337, 528, 692-93, 737. **Comment:** Most frequently seen on rocky seashores, restingas and occasionally in disturbed areas. Abundant on the rocky seashore of Santinho Beach and in the restingas near the Carijós Ecological Station.

Family Teiidae

Contomastix lacertoides (Duméril and Bibron, 1839) (Fig. 4B)

Material: CHUFSC 512-14, 518, UFRGS 6852. **Comment:** This regionally threatened species is actually a complex of cryptic species distributed in open areas along the Pampas and the southern Brazilian restingas (Rio Grande do Sul and Santa Catarina; M. Borges-Martins, personal communication). SCI is the northernmost limit for this species (Vrcibradic *et al.*, 2004a), which is known only in some restingas of eastern SCI.

Salvator merianae (Duméril and Bibron, 1839) (Fig. 4C)

Material: CHUFSC 738. **Comment:** This large, widespread and habitat generalist lizard is active mainly between October and March (personal observation) on SCI. It is abundant on the island and sometimes hunted by locals for food.

SQUAMATA - Amphisbaenians

Family Amphisbaenidae

Amphisbaena arenicola Perez and Borges-Martins, 2019 (Fig. 3C)

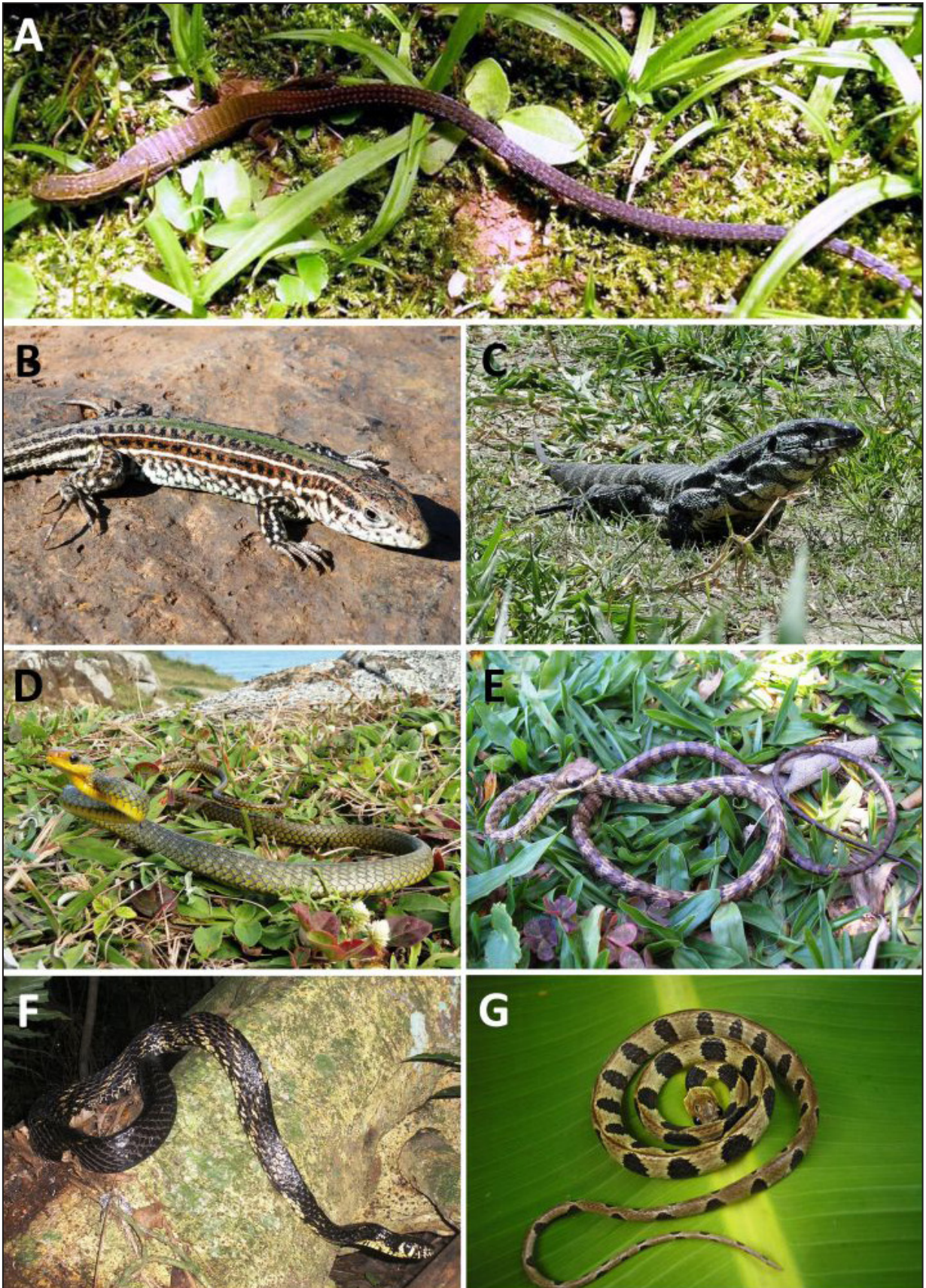


Figure 4. Reptile species from Santa Catarina Island: A) *Colobodactylus taunayi*; B) *Contomastix lacertoides*; C) *Salvator merianae*; D) *Chironius exoletus*; E) *Chironius foveatus*; F) *Spilotes pullatus*; G) *Dipsas alternans*.

Material: CHUFSC 668, 683, 696, UFRGS 5892-94, 6303, 6615-16, 6702. **Comment:** Frequent on the sandplains of the northeastern portion of the island (the restingas of Ingleses and Rio Vermelho), and closely related to *Amphisbaena munoai* from the Pampa region of Uruguay and Rio Grande do Sul (Perez and Borges-Martins, 2019).

Leposternon microcephalum Wagler, 1824 (Fig. 3D)

Material: CHUFSC 682, 697, 700, 744, 978-79, UFRGS 7330. **Comment:** This widespread amphisbaenid is reported here for the first time for SCI. We recorded this species in restingas, montane forests and even urban areas, but it seems to be more frequent in the sandy, lowland plains. A specimen was regurgitate by a *Micrurus corallinus*, found in the restinga of Ratonés.

SQUAMATA - Snakes

Family Colubridae

Chironius exoletus (Linnaeus, 1758) (Fig. 4D)

Material: CHUFSC 60-61, 65-66, 369, 373, 484, 492, 519, 522, 564, 833-36, 881, 971, UFRGS 7063.

Comment: It is probably one of the most frequent snake species of the island, found in most habitat types, but especially in the restingas and in forest edges, including disturbed areas. This diurnal, semi-arboreal species, as most of its genus, is diet specialist, feeding mostly on anurans. One specimen was observed feeding on a leptodactylid frog *Leptodactylus paranaru*, which was actively found under debris in the morning. After swallowing the frog, the snake climbed a tree and remained inactive partially exposed to the sun for about 40 minutes.

Chironius foveatus Bailey, 1955 (Fig. 4E)

Material: CHUFSC 686, 797. **Comment:** Two juvenile specimens were found inactive at night in the vegetation (about 1.5 m high) and another was found active during the day also in the vegetation at Lagoa do Peri. Very large specimens were found active on the forest floor at Morro da Lagoa (about 2.5 m total length) and in Sertão do Peri. At Morro da Lagoa, a juvenile was found dead on an unpaved road (Kunz and Ghizoni Jr., 2009). All records of this Atlantic Forest endemic species were obtained on dense mountain forests, and SCI is the southernmost record for the species.

Chironius laevicollis (Wied, 1824)

Material: CHUFSC 270. **Comment:** Recorded by Müller (1969a) for the surroundings of Lagoa da Conceição, the largest lagoon on the island (same material examined by Dixon *et al.*, 1993), and by

Lema (1994) at the Rio Vermelho State Park, which lies between this lagoon and the ocean at northeastern SCI. The collected material comes from Rio Tavares, and we have observed this species only two times, both near the Carijós Ecological Station. This locality is on the island's largest plain and also largest hydrographic basin (Ratonés river basin). All known records come from lowland plains.

Spilotes pullatus (Linnaeus, 1758) (Fig. 4F)

Material: CHUFSC 88, 266, 475, 751.

Comment: Müller (1968b) recorded it for the first time for SCI, reporting the finding of a female (2200 mm in total length) on the roof of a ruined distillery at Lagoa do Peri. Largest snake of the island, one specimen (male) found in the montane forest west of Lagoa do Peri measured 2800 mm in total length. Not rare, but nowadays it seems to be restricted to the largest forest remains, mostly in mountain areas.

Family Dipsadidae

Cercophis auratus (Schlegel, 1837)

Material: none. **Comment:** Müller and Ritter (1978) reported four specimens from Lagoa do Peri. This is a very rare snake along all its distribution. Three of the four specimens mentioned by Müller and Ritter were sent to Saarland University (Germany) and one is reported to be at the Federal University of Rio Grande do Sul (UFRGS; Porto Alegre, Brazil). Unfortunately, this material was not found in that collection and seems to be lost. One specimen at the CHUFSC is not catalogued and has no collection data.

Clelia plumbea (Wied, 1820)

Material: CHUFSC 49, 271, 526. **Comment:** First recorded by Müller (1974a), who reported a very large female (217 cm in total length) of this mainly ophiophagous snake for the island. Lema (1994) reported the species for Florianópolis (probably referring to the island area of the city) without any further information. The three voucher specimens referred to above were collected between 1977 and 1990. A juvenile was observed by one of us (TSK) near the Federal University of Santa Catarina campus in 1990, an area in the central portion of the island now completely urbanized. The populations of this species seem to be declining in the state of Santa Catarina, where it occurs only at the eastern portion in lowland and lower montane Atlantic Forest areas. It is considered now a very rare snake, listed as vulnerable on the regional red list of threatened species (CONSEMA, 2011).

Dipsas albifrons (Sauvage, 1884)

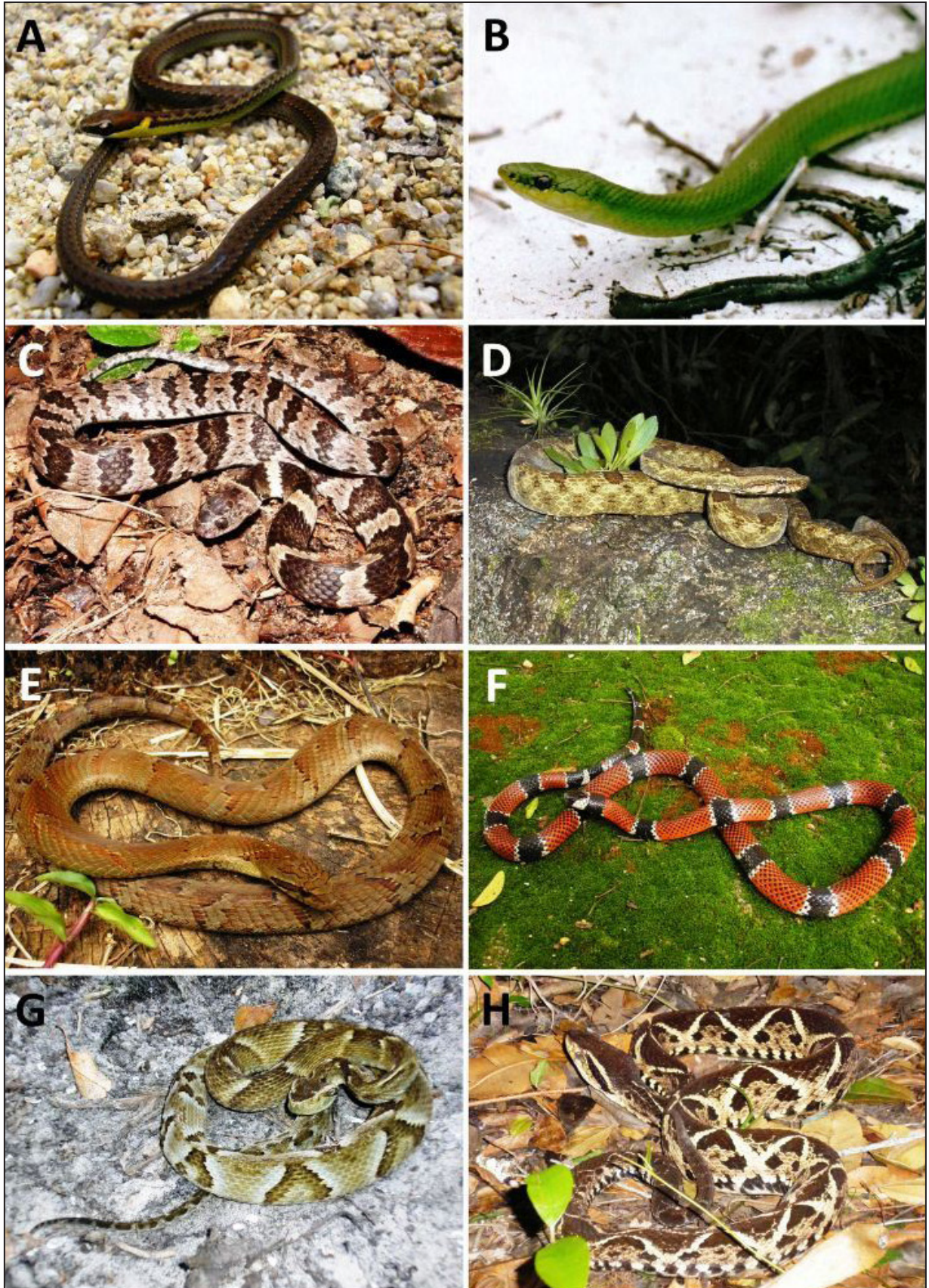


Figure 5. Reptile species from Santa Catarina Island: A) *Echinanthera cyanopleura*; B) *Philodryas aestiva*; C) *Dipsas neuwiedii*; D) *Tropidodryas serra*; E) *Xenodon neuwiedii*; F) *Micrurus corallinus*; G) *Bothrops jararaca*; H) *Bothrops jararacussu*.

Material: CHUFSC 517. **Comment:** This voucher specimen is the only known record of the species for SCI, which is reported here for the first time. It was collected in 1990 in the central portion of the island (Pantanal), an area now mostly urbanized.

Dipsas alternans (Fischer, 1885) (Fig. 4G)

Material: CHUFSC 1135. **Comment:** The only known record of this species for the island, which is reported here for the first time, was obtained at a well-preserved montane forest west of Lagoa do Peri (M. Graipel, personal communication).

Dipsas neuwiedi (Ihering, 1911) (Fig. 5C)

Material: CHUFSC 53, 63, 78, 82, 84, 185-86, 204, 242, 267, 351, 368, 376, 563, 566, 589, 593, 610-11, 659, 706, 815, 1047, 1159, 1243, UFRGS 5689. **Comment:** A very common snake in all eastern Santa Catarina State, including SCI. It is a malacophagous snake that is frequently found in disturbed areas near forest edges.

Echianthera cyanopleura (Cope, 1885) (Fig. 5A)

Material: CHUFSC 743. **Comment:** The only known record of this species, which is reported here for the first time, was obtained in a well-preserved montane forest west of Lagoa do Peri. The specimen (a female, 38.5 mm in total length) was found active in the leaf litter at early afternoon (TSK, unpublished data).

Erythrolamprus miliaris (Linnaeus, 1758)

Material: CHUFSC 37, 41, 45, 50, 54-55, 57-58, 67, 210, 258, 390, 476, 506, 562, 569, 583, 876. **Comment:** Müller (1969a) stated that this is the most common snake species on SCI. This is a semi-aquatic species frequent in the lowland wetlands of the island. Though a habitat generalist species, with an apparent preference for open and disturbed areas, being one of the few reptiles, together with *Caiman latirostris* and *Hydromedusa tectifera*, which can be found in the mangroves, it is rarely seen on dense montane forest. This preference for lowland areas may have contributed to the apparent reduction in the species abundance over the past few years.

Imantodes cenchoa (Linnaeus, 1758)

Material: CHUFSC 688. **Comment:** The only known specimen for SCI was found dead on a road at Morro da Lagoa (Kunz and Ghizoni Jr., 2009). This is the southernmost record for this widespread species along the Brazilian coastal Atlantic Forest. The species also occurs in similar latitudes in the inland Atlantic Forest of Misiones and west in the Chaco, Argentina (Giraudó, 2001), but is absent from the temperate grasslands and Araucaria Forests of the southern Brazilian plateau that separates these

populations.

Oxyrhopus clathratus Duméril, Bibron and Duméril, 1854

Material: CHUFSC 684. **Comment:** the first known record of this species reported here for the first time for SCI was obtained during earthmoving at a construction site near forest remnants. This false coral snake presents an ontogenetic shift in color pattern, with juveniles invariably having white and black bands. The white bands are progressively invaded with red or brown bands in adults (Bernardo *et al.* 2012). The near 100 mm long freshly killed (by workers) and headless specimen from SCI presented a bright red and black pattern, which is not common in specimens from the southernmost populations, where adults of the same size are usually melanic. The second record was of a red-black specimen run over in the south of ISC.

Philodryas aestiva (Duméril, Bibron and Duméril, 1854) (Fig. 5B)

Material: CHUFSC 68, 73, 352, 545, 577, 685. **Comment:** This snake is associated with open areas. In SCI, it is found in restingas and lowland disturbed areas. Until the mid-1990s, the species was common in the area of the Federal University of Santa Catarina campus and surrounding areas that are now completely urbanized. Reported here for the first time for SCI.

Pseudablabes patagoniensis (Girard, 1858)

Material: CHUFSC 205, 556, 559, 690. **Comment:** Associated with open areas, this snake is found only in some restinga areas of the island. A population occurs at the sand dunes and restinga between Lagoa da Conceição and Joaquina beach. Reported here for the first time for SCI.

Siphlophis pulcher (Raddi, 1820)

Material: CHUFSC 715-16, UFRGS 6733. **Comment:** A very rare snake. The three collected specimens were found in the yards of residences neighboring forest areas. All specimens were obtained already dead directly from residents. These are the southernmost records for the species.

Dibernardia bilineata (Fischer, 1885)

Material: CHUFSC 687. **Comment:** The only known specimen from SCI was found run over on an unpaved road at Morro da Lagoa, within a well preserved dense forested area (Kunz and Ghizoni Jr., 2009).

Tropidodryas serra (Schlegel, 1837) (Fig. 5D)

Material: CHUFSC 385, 487, 541, 561, 573, 586, 626, 719. **Comment:** This snake is an Atlantic Fo-

rest endemic species with mainly arboreal habits. Its arboreal habits make it a hard-to-observe snake. At Lagoa do Peri Park the species was observed partially coiled in a tree branch about two meters above the ground. It was active during the day with its head elevated, apparently in an ambush position. One specimen from the didactic collection of the Federal University of Santa Catarina (no collection data) contained an unidentified bird (Passeriformes) in the stomach.

Xenodon neuwiedii Günther, 1863 (Fig. 5E)

Material: CHUFSC 689, 1090. **Comment:** The few records of this snake on SCI are for densely forested mountain areas such as Morro da Lagoa and Ribeirão da Ilha. Reported here for the first time for SCI. A third specimen from Florianópolis (CHUFSC 52) lacks precise locality data.

Family Elapidae

Micrurus corallinus (Merrem, 1820) (Fig. 5F)

Material: CHUFSC 13-23, 25, 27, 30, 33-35, 189, 196, 209, 216, 254, 257, 265, 275, 353, 356, 359, 365, 372, 374, 378, 383-84, 391-92, 485-86, 491, 565, 585, 617, 621-22, 667, 701, 733-34, 798, 877, 885, 887-89, 892, 896, 912, 964, 966-69, 972-77, 1008, 1495, UFRGS 6699-6700, 6991, 7001, 7003. **Comment:** This coral snake is one of the most common snake species on the island. Müller (1974b) illustrated the coloration patterns of 25 specimens from SCI. It is found from mountain forests to restingas, including disturbed areas, although it is more frequent in forested areas. On SCI, the species was observed feeding upon *Dipsas neuwiedii*, *Aspronema dorsivittatum* and *Leposternon microcephalum*. We have also observed cannibalism on two occasions, one where recently collected individuals were kept together and the other an attempt of cannibalism in the field, when a large adult male (UFRGS 6991; 816 mm in total length) was found biting a young female (UFRGS 7001; 458 mm in total length) before both were killed by locals.

Family Typhlopidae

Amerotyphlops brongersmianus (Vanzolini, 1976)

Material: CHUFSC 1503. **Comment:** There is only one record for this widespread worm snake on SCI, from Armação Beach. Reported here for the first time for SCI.

Family Viperidae

Bothrops jararaca (Wied, 1824) (Fig. 5G)

Material: CHUFSC 3, 5, 7, 9-10, 12, 192, 197, 272, 377, 478, 558, 584, 587, 827, 843, 963, 970. **Comment:** This is the most common of the two pitvipers species found on the island. Associated with forested areas but also present in more densely vegetated restingas and on rocky seashores.

Bothrops jararacussu Lacerda, 1884 (Fig. 5H)

Material: CHUFSC 714, 799, 965, UFRGS 6735. **Comment:** This species is most frequent in the densely forested mountains of the southern portion of the island, especially in Ribeirão da Ilha and Pantano do Sul. A population also occurs in the lowland forest remnants of Ratonas and Jurere, in the surroundings of the Carijós Ecological Station, where at least in some isolated forest patches it seems to be more abundant than *B. jararaca* (TSK, unpublished data). A young specimen from the southern portion of the island (Ribeirão da Ilha; CHUFSC 714) presented a *Hemidactylus mabouia* in the stomach. Reported here for the first time for SCI.

Doubtful or misidentified species previously reported for Santa Catarina Island

SQUAMATA - Lizards

Family Gymnophthalmidae

Cercosaura schreibersii (Wiegmann, 1834)

Comment: Müller (1970b), discussing the diet of *Philodryas pseudoserra* (now *Tropidodryas striaticeps*; see comments below), lists some lizard species from SCI, including *Pantodactylus schreibersii* (= *Cercosaura schreibersii*). This widespread gymnophthalmid lizard is known in Santa Catarina only for the southern Brazilian plateau, mainly associated with “campos” (grasslands). There are no records for this species in tropical Atlantic Forests of eastern Brazil and we believe that Müller’s record may be based on misidentified *Colobodactylus taunayi* specimens.

Family Leiosauridae

Enyalius brasiliensis (Lesson, 1828)

Comment: This species was described based on two specimens from “Sainte-Catherine du Brésil” currently at the Muséum national d’Histoire naturelle, Paris. Regarding the locality data for the specimens, Jackson (1978) wrote: “at the time of collection (1822) ‘Santa Catarina’ referred primarily to the island rather than to the interior of the present-day state. Collection occurred during a trans-world natural history expedition aboard the French ship *La Conquille*. According to Lesson (1828), the ship made its first and only Brazilian landfall at present-day Flo-

Florianópolis on Ilha de Santa Catarina. Collections were made on the island and nearby mainland during 16-29 October; then the ship sailed for temperate South America". Therefore, there is no reason to doubt the origin of the specimens. However, besides the type locality, the currently recognized *E. brasiliensis* is known only for southeastern Brazil in the states of Espírito Santo and Rio de Janeiro (Rodrigues *et al.*, 2006, 2014). The recent literature recognizes only *E. iheringii* in southern Brazil (Santa Catarina and Rio Grande do Sul) (e.g. Müller, 1970b; Jackson, 1978; Lema, 1994; Bérnils *et al.*, 2001; Rodrigues *et al.*, 2006, 2014; Bérnils *et al.*, 2007; Rautenberg and Laps, 2010). The main diagnostic characters between *E. brasiliensis* and *E. iheringii* are the presence of keeled subdigital lamellae (unkeeled or weakly keeled on the hind feet of *E. iheringii*) and scales on tail aligned in dorso-ventral rows with caudal autotomy (not aligned in dorso-ventral rows and absence of autotomy in *E. iheringii*) (Etheridge, 1969; Jackson, 1978; Rodrigues *et al.*, 2006). Besides the five examined specimens from SCI, we also examined other 14 *Enyalius* specimens from Santa Catarina, including two from the Arvoredo Island, 11 km northeast from SCI (CHUFSC 236, 338) and 11 specimens from the mainland (CHUFSC 465, 539-40, 555, 574, 670, 1156-57, 1331, 1353-54). All agreed with *E. iheringii*. Thus, despite the presumable origin of the syntypes of *E. brasiliensis*, we recognized only the presence of *E. iheringii* for SCI, waiting for more detailed studies on *E. brasiliensis* and its syntypes.

SQUAMATA - Snakes

Family Colubridae

Chironius bicarinatus (Wied, 1820)

Comment: Müller (1969a) recorded this species for SCI based on a specimen currently at the Geographisches Institut der Universität des Saarlandes, Germany (GIUS 3840). Dixon *et al.* (1993), in a revision of the genus *Chironius*, included in their examined material this same specimen under *C. bicarinatus*, reinforcing its identity. *Chironius bicarinatus* is a common snake species in Santa Catarina and it does occur in the mainland surrounding SCI. In fact, it is the most widespread snake of this genus in the state, being the only species known to occur at the higher portion of the state (southern Brazilian plateau) and in the seasonal (subtropical) forest in the west of the state (Kunz, 2012). It is also probably the most abundant species of the genus in the state, except for the coastal areas, where *exoletus* seems

to be more abundant. Since we have never seen this species on the island and, to our knowledge, there is no other known material of this species from the island, we believe that this species does not occur on SCI because it is very unlikely that such a large and common snake with some preference for disturbed areas would be so rare on the island as to have only one specimen known until now. The data presented by Müller for this specimen does not allow it to be specifically determined as it falls within the variation of both *bicarinatus* and *exoletus*, but Müller highlights that the usually bright and evident vertebral stripe is faded and perceptible only in the first third of the body. This is a condition also observed in *exoletus*. One of the main diagnostic characters between these taxa is the dorsal scale row formula of 12-12-10 in *bicarinatus* and 12-12-8 in *exoletus* (Dixon *et al.* 1993). It is possible that the specimen from SCI may be an *exoletus* with an unusual dorsal scale row formula. In fact, one of the examined specimens we identified as *exoletus* (CHUFSC 522) present an irregular pattern in the posterior dorsal scale rows and a dorsal scale formula of 12-12-9/10. Unusual variation in otherwise diagnostic character such as the number of dorsal scale rows is not rare and known to occur in other snake species, as is the case for some *Xenodon* species (TSK, unpublished data). Other possibility is that Müller acquired the specimen from his collaborators in Florianópolis. Specimens catalogued only as being from "Florianópolis" are generally interpreted as coming from the island and may cause some confusion. Thus, until more material of this species from the island is available, we will refrain from including it in the island's reptile fauna.

Family Dipsadidae

Tropidodryas striaticeps (Cope, 1869)

Comment: Müller (1970b, 1971a) reported the finding of a specimen of *Philodryas pseudoserra* (currently *Tropidodryas striaticeps*) on SCI. We have examined 16 specimens from SCI and surrounding mainland, 10 of which are *T. serra* (CHUFSC 385, 473, 487, 541, 561, 573, 586, 626, 719, 818), including all specimens from SCI, and six are *T. striaticeps* (CHUFSC 381, 637-38, 819-20, 879). The main diagnostic characters between these taxa are number of ventral scales (218-237 in *serra* vs. 179-209 in *striaticeps*) and the presence of keeled dorsal scales in *serra* (vs. smooth dorsal scales in *striaticeps*) (Thomas and Dixon 1977), even though this character is

very subtle and discernible only in the posterior half of the body. Müller did not show character variation for this specimen. Despite the resemblance between both species, all *striaticeps* specimens analyzed can be also characterized by their color pattern, since the series of quadrate dorsal blotches are laterally limited by a bright cream border that is usually continuous, forming a white/cream line in the first third of the body given the typical striated pattern of this species (this character may be faded and subtle in old preserved specimens). *Tropidodryas serra* usually present a much more uniform color pattern, olive-gray with brown quadrate blotches not limited by a lateral bright border. This is exactly the pattern shown in the good photograph presented by Müller (1970b) for his specimen, which led us to believe that his record is actually based on a misidentified *T. serra*. Interestingly, although both species occur in the Atlantic Forest of eastern Santa Catarina, we have never recorded them syntopically. Apparently, based on the preserved material and field observations, *T. serra* is more common in coastal areas while *T. striaticeps* is usually found in more inland forests. *Xenodon guentheri* Boulenger, 1894

Comment: Ferreira (1997) included in her analysis a specimen of this species from the collection of the Butantan Institute (IB 26053), with locality recorded as from SCI. Despite some other doubtful records (see Abegg *et al.*, 2016), this is an endemic species of Araucaria Forests at the higher altitudes of southern Brazil (Bérnils *et al.*, 2007; Kunz and Ghizoni Jr, 2009; Abegg *et al.*, 2016). Although it is a poorly known species, this is probably due to its restricted distribution in a region poorly studied regarding its herpetofauna. Actually, we have found it to be relatively frequent in the eastern portion of the southern Brazilian plateau in Santa Catarina State based on several recent records we have obtained in this region (including records published by Kunz and Ghizoni Jr, 2009 and Abegg *et al.*, 2016). Thus, we consider this a doubtful record.

Discussion

Santa Catarina Island is situated near the southern limits of the Atlantic Forest, a region of this biodiversity hotspot still poorly studied in relation to its herpetofauna. In southern Brazil, the tropical portion of this forest is restricted to a narrow stretch with low altitudes, between the ocean to the east and the higher mountains and the southern Brazilian

plateau to the west. At least six endemic species of the Atlantic Forest (*Colobodactylus taunayi*, *Chironius foveatus*, *Chironius laevicollis*, *Placosoma glabellum*, *Siphlophis pulcher* and *Tropidodryas serra*) have their currently known southern distribution limit in SCI. Although the reptile fauna of SCI is mostly composed by Atlantic Forest species, there is also a group of species associated with open formations, some of these clearly related to the fauna of the pampas from Rio Grande do Sul, Uruguay and Argentina, as already noted by Müller (1969b, 1975). This is the case of the endangered lizards *Contomastix lacertoides* and *Liolaemus occipitalis*, both with their northern distribution limits at SCI, as it seems to be also the case of the *Amphisbaena munoai* complex distribution.

Occurrence of these species on SCI is due to the continuity of the sandy coastal plains and the line of dunes and restingas extending from SCI to Uruguay, though these plains are not totally continuous, being interrupted at points by the pre-cenozoic crystalline massifs projecting into the ocean, especially between SCI and Farol de Santa Marta. On these rocky seashores, the vegetation is ombrophylous with typical forest elements. However, the coastal plain is much wider south of SCI than northwards where the coast rests against the crystalline massifs that form the Serra do Mar coastal range. In this wide southern plain, a number of other Pampean reptiles also occur without reaching SCI, such as *Amphisbaena kingii*, *Micrurus altirostris*, *Bothrops pubescens* and *Xenodon dorbignyi* (see Ghizoni Jr *et al.*, 2009; Kunz *et al.*, 2011a). Species from open areas of southern South America with its northern limits at SCI also include some birds (Naka *et al.*, 2002) and at least one amphibian (Kunz and Ghizoni Jr, 2011), corroborating the statement of Naka *et al.* (2002) that “from a biogeographical and evolutionary perspective, it represents a transition between the Atlantic Forest and the Pampas”.

The high reptile diversity found on SCI is due to both its environmental heterogeneity, allowing forest and non-forest species to coexist, and its large area. However, as predicted by the theory of island biogeography (MacArthur and Wilson, 1967), several species recorded for the surrounding mainland are apparently lacking from the island, as is the case of the lizard *Eubleopis gaudichaudii* and the snakes *Helicops carinicaudus*, *Micrurus altirostris*, *Oxyrhopus rhombifer*, *Pseudoboa haasi*, *Sordellina punctata*, *Dryophilax hypoconia*, and *D. cf. nattereri*, in addition to *C. bicarinatus* and *T. striaticeps*, at least until

these species are confirmed for the island (records from CHUFSC and Ghizoni Jr *et al.*, 2009; Kunz and Ghizoni Jr, 2009; Kunz *et al.*, 2011a, b).

Acknowledgments

We are grateful to Renato S. Bérnils for valuable discussions on the island's herpetofauna and biogeography; to Markus Monzel for valuable help with Paul Müller's bibliography; to Benedito C. Lopes, Carlos J. C. Pinto, Paulo Simões-Lopes, Kay Saalfeld, Karla Scherer and Walter L. A. Santos for their assistance during the time we were working at the CHUFSC; to Selvino N. Oliveira (CHUFSC) and Márcio Borges-Martins (UFRGS) for giving us access to specimens under their care. Javier Toso provided the map. Karina Schröder and Raíssa F. Bressan (*in memoriam*) revised the English translation.

Literature cited

- Abegg, A.D.; Balestrin, R.L.; Schossler, M.; Toso, J. & Ghizoni Jr, I.R. 2016. *Xenodon guentheri* Boulenger 1894 (Squamata, Dipsadidae): New state record and key to the genus *Xenodon* in the state of Rio Grande do Sul, *Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay* 25: 72-84.
- Bernardo, P.H.; Machado, F.A.; Murphy, R.W.; & Zaher, H. 2012. Redescription and morphological variation of *Oxyrhopus clathratus* Duméril, Bibron and Duméril, 1854 (Serpentes: Dipsadidae: Xenodontinae), *South American Journal of Herpetology* 7: 134-148.
- Bérnils R.S.; Batista M.A., & Bertelli P.W. 2001. Cobras e lagartos do vale: levantamento das espécies de Squamata (Reptilia, Lepidosauria) da bacia do rio Itajaí, Santa Catarina, Brasil, *Revista de Estudos Ambientais* 3: 69-79.
- Bérnils, R.S.; Giraudo, A.R.; Carreira, S., & Cechin S.Z. 2007. Répteis das porções subtropical e temperada da região Neotropical, *Ciência e Ambiente* 35: 101-136.
- Bibby, C.J.; Collar, N.J.; Crosby, M.J.; Heath, F.; Imboden, C.; Johnson, T.H.; Long A.J.; Stattersfield, A.J. & Thirgoog S.J. 1992. *Putting biodiversity on the map: priority areas for global conservation*. International Council for Bird Preservation, Cambridge.
- Brown Jr, K.S. & Brown, G.G. 1992. Habitat alteration and species loss in Brazilian forests, in: T.C. Whitmore & J.A. Sayer (eds.), *Tropical deforestation and species extinction*, Chapman & Hall, London, pp. 129-142.
- Campbell, J.A. & Lamar, W.W. 2004. *The venomous reptiles of the western hemisphere*, Cornell University Press, Ithaca.
- Caruso, M.M.L. 1983. *O desmatamento da Ilha de Santa Catarina de 1500 aos dias atuais*, Editora da UFSC, Florianópolis.
- CECCA, 1997a, *Unidades de Conservação e Áreas Protegidas da Ilha de Santa Catarina: caracterização e legislação*, Insular, Florianópolis.
- CECCA, 1997b. Uma cidade numa ilha, Insular, Florianópolis.
- CONSEMA, 2011. *Resolução Consema nº 002, de 06 de dezembro de 2011. Reconhece a Lista Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção no Estado de Santa Catarina e da outras providências*, Diário Oficial de Santa Catarina, Florianópolis.
- Costa, H.C. & Bérnils, R.S. 2015. Répteis brasileiros: Lista de espécies 2015. *Herpetologia Brasileira* 4(3): 75-93. Disponível em: <http://www.sbherpetologia.org.br/images/LISTAS/2015-03-Repteis.pdf> (acesso: 7 out.2016).
- Di Bernardo, M.; Borges-Martins, M. & Oliveira R.B. 2000. *Liolaemus occipitalis*. The IUCN Red List of Threatened Species, <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2000.RLTS.T39908A10282088.en> (accessed on may 3, 2024).
- Dixon, J.R., Wiest, J.A. & Ceil, J.M. 1993. Revision of the Neotropical snake genus *Chironius* Fitzinger (Serpentes, Colubridae), *Monografie dei Museo Regionale di Scienze Naturali di Torino* 13: 1-279.
- Etheridge, R. 1969. A review of the iguanid lizard genus *Enyalius*, *Bulletin of the British Museum of Natural History (Zoology)* 18: 231-260.
- Ferreira, V.L. 1997. Aspectos zoogeográficos de *Xenodon* Boie, 1826 e *Waglerophis* Romano et Hoge, 1973 (Serpentes, Colubridae, Xenodontinae, Xenodontini), *Biotemas* 5: 109-139.
- Fusco-Costa, R.; Castellani T.T. & Tomás W.M. 2008. Abundância e locais de ocorrência do jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*, Alligatoridae) no noroeste da ilha de Santa Catarina, SC, *Biotemas* 21: 183-187.
- Ghizoni Jr, I.R. & Graipel, M.E. 2005. Capturas acidentais de vertebrados em estudos com pequenos mamíferos no estado de Santa Catarina, sul do Brasil, *Biotemas* 18: 163-180.
- Ghizoni Jr, I.R.; Kunz, T.S.; Cherem, J.J. & Bérnils, R.S. 2009. Registros notáveis de répteis de áreas abertas naturais do planalto e litoral do Estado de Santa Catarina, sul do Brasil, *Biotemas* 22: 129-141.
- Giraudo, A.R. 2001. *Serpientes de la selva Paranaense y del Chaco húmedo*, LOLA, Buenos Aires.
- Graipel, M.E.; Cherem, J.J. & Ximenez, A. 2001. Mamíferos terrestres não voadores da Ilha de Santa Catarina, sul do Brasil, *Biotemas* 14: 109-140.
- Guedes, T.B.; Entiauspe-Neto, O.M. & Costa, H.C. 2023. Lista de répteis do Brasil: atualização de 2022. *Herpetologia Brasileira* 1: 56-161.
- Horus Institute for Environmental Conservation and Development 2021. *Base de Dados Nacional de Espécies Exóticas Invasoras*, <http://bd.institutohorus.org.br> (accessed on September 14, 2021).
- IBGE 2022. *Censo Demográfico 2022*, <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/florianopolis/panorama> (accessed on May 1, 2024).
- ICMBio 2022. *Lista das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção*, <https://in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-mma-n-148-de-7-de-junho-de-2022-406272733> (accessed on May 01, 2024).
- Jackson, J.F. 1978. Differentiation in the genera *Enyalius* and *Strobilurus* (Iguanidae): implications for Pleistocene climatic changes in eastern Brazil, *Arquivos de Zoologia* 30: 1-79.
- Kunz, T.S. 2012. Répteis, in: J. J. Cherem & V. Salmoria (eds.), *Fisiografia, Flora e Fauna do Rio Irani*, ETS, Florianópolis, pp. 103-116.
- Kunz, T.S. & Ghizoni Jr, I.R. 2009. Serpentes encontradas mortas em Rodovias do estado de Santa Catarina, Brasil, *Biotemas* 22: 91-103.
- Kunz, T.S. & Ghizoni Jr, I.R. 2011. Amphibia, Anura, Cycloramphidae, *Odontophrynus maisuma* Rosset, 2008: Distribution extension and geographic distribution map, *Check List* 7: 131-132.
- Kunz, T.S.; Ghizoni Jr, I.R. & Giasson, L.O.M. 2011a. Novos registros de répteis para as áreas abertas naturais do planalto e do litoral sul de Santa Catarina, Brasil, *Biotemas* 24: 59-68.

- Kunz, T.S.; Ghizoni Jr, I.R., & Graipel, M.E. 2011b, Reptilia, Squamata, Gymnophthalmidae, *Eclepopus gaudichaudi* Duméril and Bibron, 1839: Distribution extension in the state of Santa Catarina, Brazil, *Check List* 7: 11-12.
- Lema, T. 1994. Lista comentada dos répteis ocorrentes no Rio Grande do Sul, Brasil, *Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS, Série Zoologia* 7: 41-150.
- Lema, T. & Braun P.C. 1993. Contribuição à herpetologia da Argentina e do Rio Grande do Sul, Brasil por William Wright Milstead (Amphibia, Reptilia), *Revista Brasileira de Zoologia* 10: 261-287.
- MacArthur, R.H. & Wilson, E.O. 1967. *The Theory of Island Biogeography*, Princeton University Press, Princeton.
- Müller, P. 1968a. Beitrag zur Herpetofauna der Insel Campeche (27°42'S/48°28'W), *Salamandra* 4: 47-55.
- Müller, P. 1968b. Bemerkungen zu den beiden südamerikanischen Natternarten *Spilotes pullatus* und *Pseustes sulphureus*, *Aquaterra* 5: 108-112.
- Müller, P. 1968c. Zur Verbreitung der Gattung *Hydromedusa* (Testudines, Chelidae) auf den südostbrasilianischen Inseln, *Salamandra* 4: 16-26.
- Müller, P. 1969a. Zur Verbreitung der Gattung *Chironius* (Serpentes, Colubridae) auf den südbrasilianischen Inseln, *Senckenbergiana biologica* 50: 133-141.
- Müller, P. 1969b. Zur Verbreitung von *Hemidactylus mabouia* (Moreau de Jones) auf den brasilianischen Inseln, *Zoologischer Anzeiger* 182: 196-203.
- Müller, P. 1969c. Vertebratenfaunen brasilianischer Inseln als Indikatoren für glaziale und postglaziale Vegetationsfluktuationen, *Abhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft, Zoologischer Anzeiger, Supplement-Band* 33: 97-107.
- Müller, P. 1970a. Durch den Menschen bedingte Arealveränderungen brasilianischer Wirbeltiere, *Natur und Museum* 100: 37-68.
- Müller, P. 1970b. Die Verschiedenheit der Nahrung von *Philodryas pseudoserra*, *DATZ* 23: 91-92.
- Müller, P. 1971a. Herpetologische reiseindrücke aus Brasilien, *Salamandra* 7: 9-30.
- Müller, P. 1971b. Zum Vorkommen von *Caiman latirostris* (Daudin, 1802) auf der Insel von Santa Catarina, *Aquaterra* 5: 59-60.
- Müller, P. 1974a. *Clelia clelia plumbea* von der Insel Florianópolis (Santa Catarina, Brasilien) (Serpentes, Colubridae), *Salamandra* 10: 43.
- Müller, P. 1974b. Die Giftschlangen der südostbrasilianischen Inseln, *Das Aquarium* 61: 312-316.
- Müller, P. 1975. Zum Vorkommen von *Liolaemus occipitalis* im Staat von Santa Catarina (Brasilien) (Sauria, Iguanidae), *Salamandra* 11: 57-59.
- Müller, P. 1976. Biotope des brasilianischen Erdleguans *Liolaemus occipitalis*, *Das Aquarium* 84: 268-271.
- Müller, P. & Ritter, C. 1978. Erstnachweis von *Uromacerina ricardinii* (Peracca, 1897) für den Staat von Santa Catarina (Brasilien) (Reptilia: Serpentes: Colubridae), *Salamandra* 14: 44.
- Myers, N.; Mittermeier R.A.; Mittermeier, C.G.; Fonseca, G.A.B. & Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities, *Nature* 403: 853-858.
- Naka, L.N.; Rodrigues, M.; Roos, A.L. & Azevedo, M.A.G. 2002. Bird conservation on Santa Catarina Island, Southern Brazil, *Bird Conservation International* 12: 123-150.
- Olimpio, J. 1995. *Conservação da fauna de mamíferos silvestres da Ilha de Santa Catarina: aspectos biogeográficos, históricos e sócio-ambientais*. Master Thesis, Federal University of Santa Catarina, Florianópolis.
- Perez, R. & Borges-Martins, M. 2019. Integrative taxonomy of small worm lizards from Southern South America, with description of three new species (Amphisbaenia: Amphisbaenidae), *Zoologischer Anzeiger* 283: 124-141.
- Prudente, A.L.C.; Moura-Leite, J.C. & Morato, S.A.A. 1998. Alimentação das espécies de *Siphophis* Fitzinger (Serpentes, Colubridae, Xenodontinae, Pseudoboini), *Revista Brasileira de Zoologia* 15: 375-383.
- Rautenberg, R. & Laps, R.R. 2010. Natural history of the lizard *Enyalius iheringii* (Squamata, Leiosauridae) in southern Brazilian Atlantic forest, *Iheringia, Série Zoologia* 100: 287-290.
- Rocha, C.F.D.; Anjos, L.A. & Bergallo, H.G. 2011. Conquering Brazil: the invasion by the exotic gekkonid lizard *Hemidactylus mabouia* (Squamata) in Brazilian natural environments, *Zoologia* 28: 747-754.
- Rodrigues, M.T.; Freitas, M.A.; Silva, T.F.S. & Bertolotto C.E.V. 2006. A new species of lizard genus *Enyalius* (Squamata, Leiosauridae) from the highlands of Chapada Diamantina, state of Bahia, Brazil, with a key to species, *Phyllomedusa* 5: 11-24.
- Rodrigues, M.T.; Bertolotto, C.E.V.; Amaro, R.C.; Yassuda Y.Y., Freire E.M.X., and Pellegrino, K.C.M. 2014. Molecular phylogeny, species limits, and biogeography of the Brazilian endemic lizard genus *Enyalius* (Squamata: Leiosauridae): An example of the historical relationship between Atlantic Forest and Amazonia, *Molecular Phylogenetics and Evolution* 81: 137-146.
- Silveira, A.L.; da Rocha, C.; Nogueira, C.C.; Werneck, F.; de Moura, G.J.B.; Winck, G.; Ribeiro Júnior, M.A.; Kiefer, M.; de Freitas, M.A.; Hoogmoed, M.S.; Tinôco, M.S.T.; Valadao, R.; Cardoso Vieira, R.; Perez Maciel, R.; Gomes Faria, R.; Recoder, R.; D'Ávila, R.; Torquato da Silva, S.; de Barcelos Ribeiro, S. & Avila-Pires, T.C.S. 2021. *Liolaemus occipitalis*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2021: e.T39908A67479751. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T39908A67479751.pt>. Accessed on 03 May 2024.
- Thomas, R.A. & Dixon, J.R. 1977. A new systematic arrangement for *Philodryas serra* (Schlegel) and *Philodryas pseudoserra* Amaral (Serpentes: Colubridae), *The Pearce-Sellards Series* 27: 1-20.
- Tortato, M.A.; Bressan, R.F. & Kunz, T.S. 2014. Reproduction of two exotic species of *Trachemys* Agassiz, 1857 (Testudines, Emydidae) at Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, state of Santa Catarina, Southern Brazil, *Herpetology Notes* 7: 11-15.
- Uetz, P.; Freed, P.; Aguilar, R. & Hošek, J. 2022. *The Reptile Database*, <http://www.reptile-database.org> (accessed on October 23, 2022).
- Vrcibradic, D.; Rocha, C.F.D.; Menezes, V.A. & Ariani, C.V. 2004a. Geographic distribution: *Cnemidophorus lacertoides*, *Herpetological Review* 35: 408.
- Vrcibradic, D.; Rocha, C.F.D.; Menezes, V.A. & Ariani, C.V. 2004b. Geographic distribution: *Mabuya dorsivittata*, *Herpetological Review* 35: 409.

Desde los últimos confines: nueva especie de lagartija *Liolaemus* (Iguania: Liolaemidae) de la estepa patagónica de Santa Cruz, Argentina

Agustina San Millán¹, Cristian Simón Abdala^{1,2}

¹ Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo. Universidad Nacional de Tucumán. Miguel Lillo 205, 4000 – Tucumán, Argentina.

² UEL – CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas – Fundación Miguel Lillo), Miguel Lillo 251, 4000- Tucumán. Argentina.

Recibido: 01 Agosto 2024

Revisado: 14 Agosto 2024

Aceptado: 22 Agosto 2024

Editor Asociado: S. Quinteros

doi: 10.31017/CdH.2024.(2024-023)

ABSTRACT

A new species of lizard of the genus *Liolaemus* is described. It inhabits the Patagonian steppe at the eastern of Santa Cruz Province, Argentine. Characters of external morphology, morphometry, coloration pattern and pholidosis were used for its description. In addition, phylogenetic proposals based on morphological and molecular evidence that distinguishes the proposed species from other closely related species are presented. This new lizard belongs to the *L. boulengeri* group, *L. melanops* clade, *L. telsen* subclade. It is a small species in relation to other species of the same genus, and its coloration pattern is distinctive within the *L. telsen* subclade. This combination of characters supports the candidate species as a unique species within the genus. The taxon described in this study was previously classified within the range of *Liolaemus boulengeri*. However, the molecular and morphological evidence presented in this study, added to those from works clearly indicates the validity as a new species of *Liolaemus*.

Key words: Eulaemus; Patagonia; Phylogeny; Squamata; Taxonomy.

RESUMEN

Se describe una nueva especie de lagartija del género *Liolaemus*. La misma habita en la estepa patagónica al este de la provincia de Santa Cruz, Argentina. La descripción está basada en caracteres morfológicos, medidas morfométricas, coloración y folidosis. Además, se presentan propuestas filogenéticas basadas en evidencia morfológica y molecular que distingue a la especie propuesta de otras estrechamente relacionadas. Esta nueva especie de lagartija pertenece al grupo de *L. boulengeri*, clado de *L. melanops*, subclado de *L. telsen*. Es una especie de pequeño tamaño en relación a otras especies del mismo género, y su patrón de coloración es distintivo dentro del subclado de *L. telsen*. Los resultados obtenidos a partir de una combinación de caracteres morfológicos y moleculares sustentan la descripción formal de esta nueva especie. El taxón que se describe en este estudio fue clasificado anteriormente dentro del rango de *Liolaemus boulengeri*. Sin embargo, la evidencia presentada en este estudio sumada a las pruebas de otros trabajos, indican claramente la validez como nueva especie de *Liolaemus*.

Palabras claves: Eulaemus; Filogenia; Patagonia; Squamata; Taxonomía.

Introducción

El género *Liolaemus* es uno de los grupos naturales de lagartijas más diverso y atrayente del cono sur de Sudamérica (Abdala *et al.*, 2021a). Dos subgéneros heterogéneos lo componen, *Eulaemus* y *Liolaemus*

sensu stricto (Schulte *et al.*, 2000; Abdala y Quinteros, 2014; Abdala *et al.*, 2021a). El subgénero *Eulaemus* se divide en dos grandes secciones: sección de *Liolaemus lineomaculatus* (integrado por especies

exclusivamente patagónicas) y sección de *L. montanus*, (compuesta por dos grandes grupos, el de *L. montanus*, y el de *L. boulengeri*; Abdala y Quinteros, 2014; Abdala *et al.*, 2021a). El grupo de *L. montanus* comprende especies distribuidas en altitudes superiores a los 2500 m snm, ocupando regiones andinas, de Prepuna y Puna desde el centro de Perú hasta el centro-oeste Mendoza, Argentina (Abdala *et al.*, 2020; 2021a,b). El grupo de *Liolaemus boulengeri* es también conocido como el “grupo del parche”, caracterizado por tener escamas agrandadas en la parte posterior del muslo (parche femoral) (Etheridge, 1995; Abdala, 2007; Abdala *et al.*, 2021a). La mayoría de las especies se distribuyen en el este de la cordillera de los Andes, sin embargo, este grupo también incluye especies distribuidas en el altiplano de Bolivia, Perú y Chile, el chaco paraguayo, el extremo sur de la Patagonia chilena y las costas de Uruguay y Brasil (Avila *et al.*, 2006; Abdala, 2007; Abdala y Quinteros, 2014; Abdala *et al.*, 2021a) (Fig. 1). Este último grupo está integrado por cuatro grandes clados monofiléticos: de *L. anomalus*, *L. wiegmanii*, *L. darwinii* y *L. melanops* (Abdala, 2007; Abdala y

Quinteros, 2014; Abdala *et al.*, 2021a), que fueron denominados con categoría taxonómicas no formales de disímil manera y recuperados en diferentes estudios filogenéticos con variables relaciones internas, al igual que la posición relativa de los grupos entre sí (Schulte *et al.*, 2000; Morando *et al.*, 2004; Avila *et al.*, 2006; Abdala, 2007; Olave *et al.*, 2015; Abdala *et al.*, 2021) (Fig. 2). Particularmente, el clado de *L. melanops* propuesto por Abdala (2007) constituyó la primera hipótesis formal basada en evidencia total e incluye las especies de los subclados de *L. telsen* (Abdala, 2007), *L. rothi* (Avila *et al.*, 2006) y *L. goetschi* (integrado a su vez por los complejos de *L. cuyanus* y *L. fitzingerii*) (Abdala, 2007; Abdala *et al.*, 2021a). Posteriormente, este clado fue recuperado en varios estudios filogenéticos basados en datos morfológicos y moleculares (Nori *et al.*, 2010; Fontanella *et al.*, 2012; Abdala y Juárez Heredia, 2013; Olave *et al.*, 2015; Portelli, 2019; Morando *et al.*, 2020),

El subclado de *Liolaemus telsen* fue inicialmente propuesto bajo la categoría no formal de “grupo” por Abdala (2007) e incluye las especies emparentadas con *Liolaemus boulengeri*, especie que fue asignada al grupo de *L. darwinii* por Cei (1986) junto con *L. darwinii*, *L. chacoensis* y *L. uspallatensis*. Posteriormente, Cei y Scolaro (1999) describen para el grupo de *L. darwinii* a *L. telsen*, especie nominal del grupo de *L. telsen* de Abdala (2007). Avila *et al.* (2006) y Olave *et al.* (2015) recuperaron el subclado de *L. telsen* como parafilético y propusieron dos complejos, el complejo de *L. boulengeri* y el de *L. rothi*. La unión de ambos sería equivalente al grupo de *L. telsen* de Abdala (2007). Posteriormente, Abdala *et al.* (2021a) proponen una nueva clasificación para el género, utilizando las categorías no formales de: serie, grupo, clado, subclado y complejo, denominando como subclado al grupo de *L. telsen* (Fig. 2). Este subclado estaría formado por especies con distribución en la Patagonia argentina, la mayoría en la provincia fitogeográfica Patagónica, y el resto en la provincia fitogeográfica del Monte (Fig. 3). Morfológicamente son *Liolaemus* de tamaño pequeño o mediano; exhiben dicromatismo sexual evidente. Los machos exhiben, en su mayoría, manchas escapulares evidentes, melanismo gular intenso, escamas coloridas en los lados del cuerpo y cola y colores llamativos e intensos en el abdomen (Abdala, 2007), mientras que las hembras tienen un patrón de coloración similar en varias especies del grupo, con un diseño original y particular de la cola.

Actualmente, la diversidad de especies del gé-



Figura 1. Distribución del grupo de *Liolaemus boulengeri*.

nero *Liolaemus* se ha visto incrementada de manera significativa en los últimos 20 años. Algunos de los trabajos publicados se enfocaron en la resolución

de problemas taxonómicos de más de 100 años de vigencia, por ejemplo, el esclarecimiento de las identidades de *L. andinus* (Abdala *et al.*, 2021c,d),

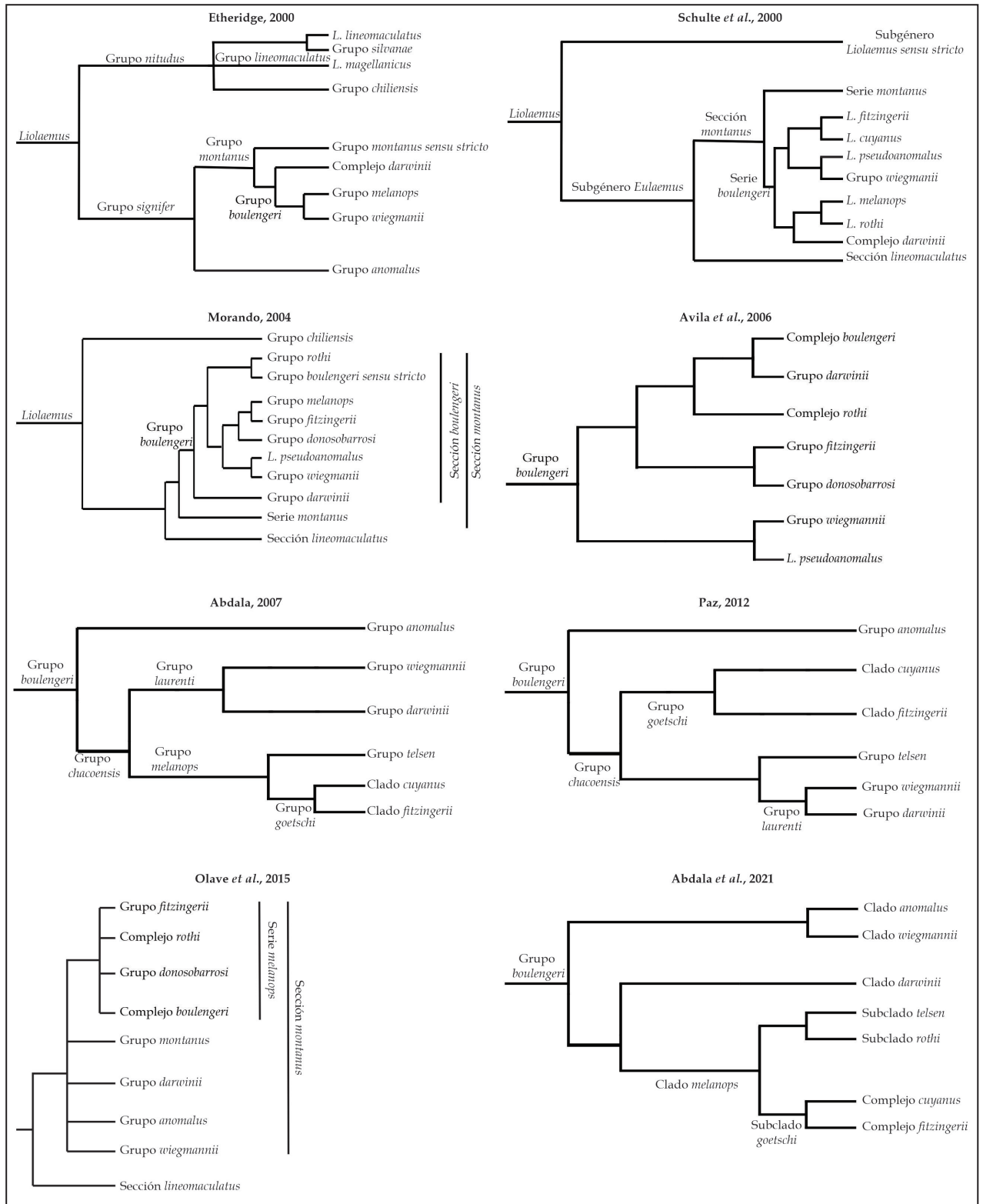


Figura 2. Diferentes hipótesis filogenéticas propuestas por Etheridge (2000); Schulte *et al.* (2000); Morando (2004); Avila *et al.* (2006); Abdala (2007); Paz (2012); Olave *et al.* (2015); Abdala *et al.* (2021) para el grupo de *L. boulengeri*.

L. anomalus (Abdala y Juárez Heredia, 2013), *L. bibronii* (Quinteros *et al.*, 2020), *L. boulengeri* (Abdala, 2005) y *L. dorbignyi* (Quinteros *et al.*, 2008). Así, la redescrición y delimitación de *L. boulengeri* permitió que varias poblaciones antes confundidas con esa especie (Ceí, 1973), se describan formalmente como nuevas especies, incrementando la diversidad y conocimiento del subclado de *L. telsen* (Abdala, 2003, 2005, 2007; Abdala *et al.*, 2012; 2016; Avila *et al.*, 2007, 2013).

El objetivo de este estudio es proporcionar la descripción formal de una nueva especie de lagartija del género *Liolaemus*, subgénero *Eulaemus* y conocer las relaciones filogenéticas del mismo. Esta especie, inicialmente considerada como una población de *L. boulengeri* (Ceí, 1973), exhibe rasgos morfológicos y moleculares únicos que la distinguen de la especie mencionada y respaldan su reconocimiento como una entidad taxonómica independiente. Trabajos posteriores a la redescrición de *L. boulengeri* (Avila *et al.*, 2006; Abdala, 2007; Abdala *et al.*, 2006; Abdala *et al.*, 2012; 2014; Breitman *et al.*, 2014; Nori *et al.*, 2010; Portelli *et al.*, 2022) aportan evidencia a la descripción formal de esta nueva especie de lagartija.

Materiales y métodos

Recolección de especímenes y preparación

Se recolectaron individuos de la nueva especie, al este de la provincia de Santa Cruz (ver Apéndice 1). Los mismos fueron colectados empleando lazo corredizo, se determinó el sexo y se tomaron fotografías en vida. Se tomaron datos de georreferenciación con un GPS marca Garmin® (datum WGS84).

Los individuos se sacrificaron con pentotal sódico al 1% y luego se tomaron muestras de tejido de hígado. Posteriormente se fijaron con formaldehído al 10% y se conservaron en alcohol 70 %. Las muestras de tejido se conservaron en etanol al 96%.

Los permisos para colecciones se obtuvieron de la Dirección Provincial de Recursos Faunísticos, Áreas naturales Protegidas por la Provincia de Santa Cruz, y Dirección de Fauna, Consejo Agrario de Santa Cruz; y los ejemplares fueron depositados en la colección Herpetológica de la Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina (FML, ver Apéndice 1).

Caracteres Moleculares

El ADN genómico se aisló a partir de las muestras de hígado basado en el protocolo de extracción de

Aljanabi y Martínez (1997). Se realizó una PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa) a regiones diana amplificadas de la región del citocromo b (cyt-b) del ADNmt para 705 pb (pares de bases), con base en Aguilar-Puntriano *et al.* (2013). La integridad y calidad de cada segmento amplificado de ADN se verificó mediante electroforesis y espectrofotometría, respectivamente. Las muestras fueron enviadas a Macrogen Inc., Corea, para su secuenciación.

Caracteres morfológicos

Se analizaron 51 ejemplares de la especie candidata, incluyendo ejemplares ya depositados en la colección herpetológica de la Fundación Miguel Lillo. Los caracteres utilizados para realizar la diagnosis y variaciones de la especie candidata son los utilizados clásicamente en la taxonomía de *Liolaemus* (Laurent, 1985; Etheridge, 1995; Abdala, 2007; Abdala y Juárez Heredia, 2013; Quinteros *et al.*, 2020). La descripción de los colores en vida se realizó a partir de fotografías tomadas durante la captura de los ejemplares. La terminología a los patrones de coloración sigue a Abdala *et al.* (2021a). Las observaciones de escamas y medidas morfométricas se realizaron utilizando una lupa binocular (10–40 ×) y un calibre de precisión de 0,01 mm (Mitutoyo®).

Con el fin de conocer y ampliar nuevos puntos de registros para la especie candidata y determinar una distribución más exacta, se buscaron, analizaron y determinaron taxonómicamente fotos referidas a la nueva especie en el portal <https://www.argentinat.org/>. Todos los registros encontrados figuraban con el nombre de *Liolaemus boulengeri*.

Análisis filogenéticos

Los análisis filogenéticos basados en caracteres morfológicos y moleculares se realizaron por separado. Para el desarrollo de la matriz morfológica se utilizó la proporcionada en Abdala (2007), posteriormente modificada por Paz (2012) y Abdala y Juárez Heredia (2013) que incluía el 90% de todas las especies del grupo *L. boulengeri* (Ver los Apéndices correspondientes de los trabajos mencionados). Las especies utilizadas como grupo externo fueron las mismas utilizadas en Abdala (2007): *Phymaturus patagonicus*, *Liolaemus kingii*, *L. lineomaculatus*, *L. fabiani*, *L. multicolor*, *L. nigriceps*, *L. dorbignyi*, *L. huacahuasicus*. Los ejemplares y localidades correspondientes a la especie que se describe en este trabajo, incluidos los colectados y los de colección se listan en el Apéndice 1. La clasificación utilizada

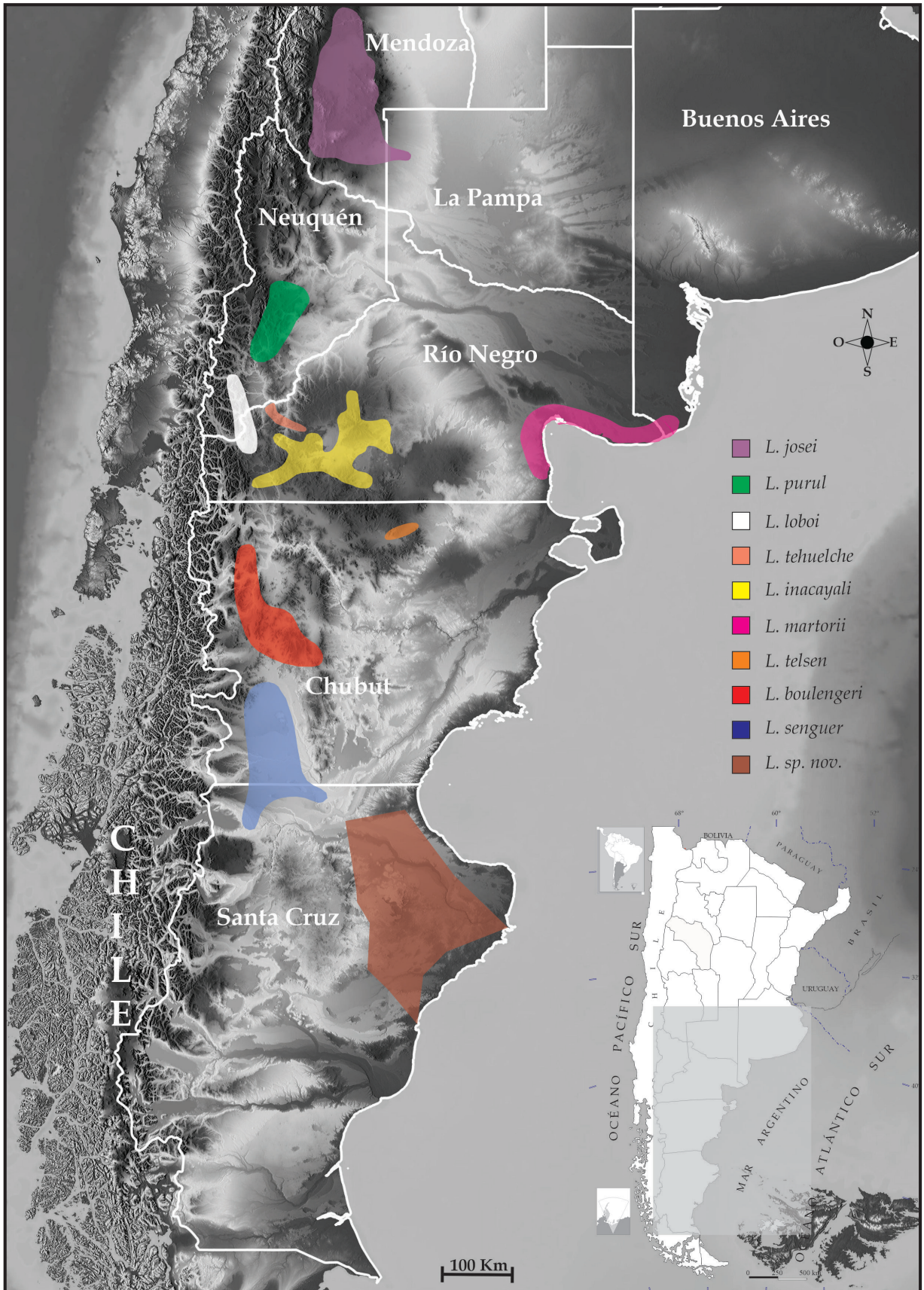


Figura 3. Mapa de distribución de las especies del subclado de *L. telsen*, más algunos taxones que fueron incluidos o relacionados al mismo, como *L. lobo*, *L. josei* y *L. martorii*.

para el diagnóstico en las categorías no formales del subgénero *Eulaemus* corresponde a la nueva propuesta de Abdala *et al.* (2021a). Esta propuesta integra hipótesis filogenéticas de diversos manuscritos y autores científicos, y sugiere las siguientes categorías: género, subgénero, sección, grupo, clado, subclado, complejo.

La matriz morfológica comprende 73 terminales y 155 caracteres. De estos 155 caracteres, 32 son continuos y 123 son discretos. Los caracteres continuos fueron tratados mediante la metodología propuesta por Goloboff *et al.* (2006), donde se analizan como tales, evitando su discretización. Para cada carácter continuo, se utilizó el rango formado por la media \pm desviación estándar. Se realizó una “estandarización” o “reescalado” de los caracteres continuos con el script (mkstandb.run) del software TNT (Goloboff *et al.*, 2003). Para este análisis se consideró 2 arbitrariamente como el mayor costo de transformación. Los caracteres discretos, se clasificaron como binarios no polimórficos, binarios polimórficos, multiestado no polimórfico y multiestado polimórfico. Los caracteres binarios polimórficos fueron tratados como tales (Wiens, 1995). Siguiendo a Abdala (2007), los caracteres multiestado se dividieron en aditivos y no aditivos. Los caracteres multiestado polimórficos se trataron como tal con los valores encontrados para cada taxón. En el análisis filogenético se utilizó el criterio de parsimonia como criterio de optimización. El software utilizado fue TNT 1.5 (Tree Analysis Using New Technology, Goloboff y Catalano, 2016). Se realizaron búsquedas heurísticas (TBR) para encontrar los árboles más parsimoniosos. Para cada búsqueda heurística se realizaron 1000 réplicas y se guardaron 50 árboles para cada una. La matriz se trató analizando los caracteres con pesos implicados (Goloboff, 1993). Para este último se utilizaron valores de la constante “K” de 1 a 20.

El análisis filogenético molecular se realizó bajo Inferencia Bayesiana, basado en una matriz de 25 terminales con secuencias de *cyt-b*. Los terminales incluidos son miembros del grupo *Liolaemus boulengeri*, clado *L. melanops*, incluyendo la totalidad de las especies conocidas del subclado de *L. telsen* (Apéndice 2, Tabla 1). Taxones terminales pertenecientes al complejo de *L. fitzingerii* fueron utilizados como grupo externo. Las secuencias se obtuvieron de GenBank (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>). Las mismas se alinearon en MEGA X (Kumar *et al.* 2018), utilizando el algoritmo Muscle.

Se utilizó jModel Test ver. 3.0.4 (Posada, 2008) para seleccionar el modelo de evolución con mejor ajuste (GTR + Γ + I) y el análisis se realizó en BEAST2 ver. 2.6.6 (Drummond y Rambaut, 2007).

Se realizaron dos series de 50 millones de generaciones cada una. La convergencia de las cadenas, junto a la distribución estacionaria se confirmaron mediante Tracer ver. 1.6 (Rambaut *et al.*, 2014). El primer 20% generaciones se descartó “burn-in”, después de evaluar la estabilidad y los tamaños de muestreo efectivo de las estimaciones de parámetros entre generaciones (ESS > 200). Se utilizó el software Tree-Annotator ver. 2.0 (Drummond y Rambaut, 2007) para generar un árbol de máxima verosimilitud y calcular tanto las probabilidades posteriores como las tasas de sustitución para cada nodo. La topología se visualizó con Fig Tree ver. 1.2 (Rambaut, 2009). Se calculó el promedio de distancias genéticas no corregidas de las especies más cercanas a la especie descrita aquí, así como las del subclado de *L. telsen*, utilizando MEGA X (Kumar *et al.*, 2018).

Resultados

Taxonomía

Liolaemus aluen sp. nov.

urn:lsid:zoobank.org:act:18DCBFA6-73AC-4A28-B6EB-F52EC9EF4962

- Liolaemus boulengeri* Koslowsky, 1898
- Liolaemus micropholis* Werner, 1910
- Liolaemus boulengeri* Peters y Donoso Barros, 1970
- Liolaemus boulengeri* Cei, 1973
- Liolaemus boulengeri* Cei, 1975
- Liolaemus boulengeri* Cei, 1986
- Liolaemus boulengeri* Etheridge, 1995
- Liolaemus* sp. nov. 1 Avila *et al.* 2006
- Liolaemus* cf. *boulengeri* Abdala *et al.* 2006
- Liolaemus* sp. 1 Abdala, 2007
- Liolaemus* cf. *boulengeri* Nori *et al.* 2021
- Liolaemus* sp. 1 Abdala *et al.* 2012
- Liolaemus boulengeri* Breitman *et al.* 2014
- Liolaemus boulengeri* Abdala *et al.* 2014
- Liolaemus* cf. *boulengeri* Portelli *et al.* 2022
- Liolaemus* cf. *boulengeri* Ruiz-Monachesi *et al.* 2022

Holotipo

FML 31585 Macho. 120 Km al Sur de Pico Truncado, al este de la meseta El Pedrero, por Ruta Provincial N° 12, (47° 24' 202''S; 68° 34' 303''O) Provincia de Santa Cruz, Argentina. Enero de 2000. C. Abdala;

Tabla 1. Comparación de estados de caracteres entre *L. aluen* sp. nov. y las especies del subclado de *L. telsen*, más algunos taxones que fueron incluidos o relacionados al mismo, como *L. lobo*, *L. josey* y *L. martorii* (Abdala 2007; Paz 2012; Abdala et al., 2021a).

Caracter/ Especies	Escamas alrededor del cuerpo	Escamas Dorsales	Escamas Ventrales	Max. LHC	Poros		Dicro- matismo Sexual	Manchas Escapulares (machos)	Forma manchas para- vertebrales (machos)	Escamas celestes en el cuerpo (machos)	Escamas celestes en la cola (machos)	Melanismo Gular (machos)	Color Abdominal (machos)
					Preclocales (machos)	Preclocales (hembras)							
<i>Liolaemus boulengeri</i>	63-76 (68.1)	70-83 (77.0)	92-108 (100.3)	62.3	7-12	0-7	Evidente	Evidentes	Cuadrangular	No	No	Extendido	Rojo
<i>Liolaemus inacayali</i>	65-79 (71.7)	73-85 (79.2)	90-105 (98.6)	77.3	8-10	0-4	Evidente	Ausentes	Cuadrangular	No	No	Extendido	Amarillo
<i>Liolaemus josei</i>	62-76 (69.1)	67-81 (73.1)	92-108 (99.1)	73.1	4-10	0-6	Evidente	Ausentes	Cuadrangular	Abundante	Abundante	Variable	Blanco y rojizo
<i>Liolaemus loboi</i>	59-70 (63.7)	63-73 (67.1)	94-113 (101.8)	73.7	8-11	0-2	Evidente	Evidentes	Línea o Cuadrangular	Pocas	Pocas o ausentes	Pocas o ausentes	Amarillo
<i>Liolaemus martorii</i>	64-80 (76.2)	64-81 (73.2)	82-107 (95.0)	67.1	6-9	0	Poco Evidente	Evidentes	Línea o Cuadrangular	Pocas	Pocas	Banda	Blanco
<i>Liolaemus purul</i>	58-72 (65.6)	64-83 (71.6)	96-106 (101.6)	77.1	7-10	0	Evidente	Evidentes	Cuadrangular	Abundante	Abundante	Extendido	Negro
<i>Liolaemus senguer</i>	63-74 (68.4)	69-82 (75.7)	94-109 (101.0)	62.3	7-10	0-2	Evidente	Poco Evidentes	Difusas o Cuadrangular	No	No	Si	Gris- Azulado
<i>Liolaemus tehueche</i>	64-74 (68.5)	65-79 (73.3)	93-107 (99.3)	74.2	7-11	0	Evidente	Evidentes	Cuadrangular	Abundante	Pocas	Si	Amarillo o Naranja
<i>Liolaemus telsen</i>	74-84 (77.5)	83-96 (88.8)	94-116 (106.1)	68.8	7-9	0-6	Evidente	Evidentes	Cuadrangular	No	No	Si	Amarillo o Rojizo
<i>Liolaemus aluen</i>	69-76 (72.1)	76-89 (82.4)	94-108 (101.2)	64	7-10	0-4	Poco Evidente	No Evidentes	Redondeada	Pocas o abundantes	Pocas o abundantes	Ausente	Blanco

F. Lobo Cols. (Figs. 4-5)

Paratipos

FML 02124. 2 Machos, 1 Hembra. Tres Cerros, Provincia de Santa Cruz. 31/1/88.

E. Lavilla Col.

FML 16369-374. 2 Machos, 4 Hembras. Tres Cerros, Departamento Deseado, Provincia de Santa Cruz. 28/02/03. C. Abdala, J. Abdala, E. Malovini Cols.

FML 31579-84: 2 Machos; 4 Hembras. 102 Km al sur de Pico Truncado, por Ruta Provincial N° 12, Departamento de Deseado, Provincia de Santa Cruz. Enero de 2002. C. Abdala, J. Abdala, E. Malovini Cols.

Diagnosis

Liolaemus aluen sp. nov. pertenece al grupo de *Liolaemus boulengeri* (Abdala, 2007) por presentar un parche de escamas agrandadas en la cara posterior del muslo (Etheridge, 1995; Abdala, 2007). Dentro del grupo de *L. boulengeri* pertenece al clado de *L. melanops*, subclado de *L. telsen* (Abdala et al., 2021a) por tener dientes posteriores del maxilar expandidos, banda vertebral anterior presente en los machos,

diseño lateral de la cola manchada por una línea longitudinal, escamas de color celeste en los flancos del cuerpo y cola, manchas laterales del cuerpo con forma redondeada o en medialuna y marginadas posteriormente con blanco y margen negro en el borde posterior de las manchas paravertebrales (Abdala, 2007; Abdala et al., 2012). Esta combinación de caracteres la diferencia del resto de los clados del grupo *boulengeri* (clados de *L. anomalus*, *L. darwinii* y *L. wiegmanii*). También se diferencia de las especies del grupo de *L. anomalus* (Abdala y Juárez Heredia, 2013; *L. acostai*, *L. anomalus*, *L. ditadai*, *L. lentus*, *L. millcayac*, *L. pipanaco* y *L. pseudoanomalus*) por carecer de fleje o “peine” palpebral, machos con mayor número de poros precloacales (7-10, \bar{X} = 8.29 contra 1-6, \bar{X} = 3.48) y mayor relación entre el largo hocico-cloaca y longitud de la cola (1.18 -1.63, \bar{X} = 1.41 contra 07-1.45, \bar{X} = 1.08).

Asimismo, *Liolaemus aluen* también se diferencia de las especies del grupo de *L. darwinii* (Abdala, 2007; *L. abaucan*, *L. albiceps*, *L. calchaqui*, *L. chacoensis*, *L. crepuscularis*, *L. darwinii*, *L. diaguita*, *L. irregularis*, *L. espinozai*, *L. grosseorum*, *L. koslowskyi*, *L. laurenti*, *L. lavillai*, *L. messi*, *L. montanezi*,



Figura 4. Foto en vida del Holotipo de *Liolaemus aluen* sp. nov. exhibiendo su característico patrón de coloración. (Foto: C. S. Abdala)



Figura 5. Foto del Holotipo conservado en etanol 70%. Vista dorsal (A), vista ventral (B). (Foto: A. San Millán)

L. longasta, *L. ornatus*, *L. pacha*, *L. parthenos*, *L. quilmes*, *L. uspallatensis*) por tener un dicromatismo sexual menos evidente, y patrón de coloración dorsal claramente diferente. Además, se diferencia de las especies del grupo de *L. wiegmannii* (Etheridge, 2000; *L. arambarensis*, *L. azarai*, *L. cranwelli*, *L. cuyumhue*, *L. gardeli*, *L. lutzae*, *L. multimaculatus*, *L. occipitalis*, *L. rabinoi*, *L. riojanus*, *L. salinicola*, *L. scapularis* y *L. undulatus*, *L. wiegmannii*) por tener una hilera de escamas loreolabiales (nunca dos o tres) y carecer de seis escamas en contacto con la mental.

Dentro del grupo de *Liolaemus melanops*, *L. aluen* se diferencia de las especies del complejo *L. fitzingerii* (*L. camarones*, *L. canqueli*, *L. casamiquelai*, *L. chehuachekenk*, *L. fitzingerii*, *L. melanops*, *L. morenoi*, *L. shehuen*, *L. tromen* y *L. xanthoviridis*) por tener menor largo hocico-cloaca, melanismo ventral

ausente en los machos y patrón de coloración dorsal claramente diferente entre otros caracteres. De algunas las especies del complejo de *L. cuyanus*, (*L. calliston*, *L. donosobarrosi*, *L. hugoi* y *L. tirantii*) se diferencia por tener un patrón de coloración dorsal claramente diferente; y de *L. cuyanus*, *L. goetschi*, *L. mapuche*, *L. kulinko* y *L. puelche* por tener menor largo hocico-cloaca, cuatro escamas en contacto con la mental, melanismo ventral ausente en los machos, ausencia de manchas escapulares evidentes y arco antehumeral. Se diferencia de las especies del subclado de *L. rothi* (*L. hermannunezi*, *L. sagei*, *L. sitesi*, y *L. rothi*) por tener menor largo hocico-cloaca, y patrón coloración dorsal claramente diferente.

Además, esta nueva especie se diferencia de *Liolaemus dumerili*; *L. josei*; *L. lobo*; *L. martorii*; por tener menor largo hocico-cloaca, patrón de co-

loración dorsal claramente diferente y color blanco immaculado ventral en los machos, sin melanismo evidente (Tabla 1, ver Figs. 4-6 comparación entre diferentes especies del grupo). Se diferencia del resto de las especies del subclado de *L. telsen* (Abdala, 2007; *L. boulengeri*, *L. inacayali*, *L. purul*, *L. senguer*, *L. tehuelche* y *L. telsen*) por que los machos tienen un color ventral blanco, sin melanismo evidente, manchas escapulares ausentes o nunca diferenciadas del resto de las manchas laterales y patrón de coloración dorsal claramente diferente (Tabla 1, Figs. 4-6, 8).

Liolaemus aluen sp. nov. dentro del subclado de *L. telsen*, se diferencia de *L. boulengeri*, *L. inacayali*, *L. senguer* por tener manchas dorsolaterales más redondeadas y menos irregulares, machos con escamas de color celeste en el dorso y lados del cuerpo y cola, bandas dorsolaterales menos marcadas o ausentes y nunca color ventral rojo, amarillo o azul (Tabla 1, Figs. 4-6,8). Y se distingue de *L. josei* porque *L. aluen* posee cuatro escamas en contacto con la mental contra cuatro a seis en *L. josei* y nunca color rojizo en el pecho y abdomen (Tabla 1, Figs. 5-6, 8).

Etimología

El epíteto específico “aluen”, de origen aonikenk o tehuelche, significa “iluminar desde arriba”. En la cosmogonía aonikenk, la luna era considerada un ente que ejercía una función de vigilancia y guía sobre la humanidad. El nombre “aluen” alude a esta concepción lunar como fuente de iluminación y conocimiento, reflejando la intrínseca relación del pueblo aonikenk con el entorno natural. Las manchas circulares en el dorso de los individuos de la nueva especie, evocan la forma de este cuerpo celeste (Figs. 4-5, 7-8).

Descripción del Holotipo

Medidas

Longitud hocico-cloaca 55.62 mm. La cabeza es 1.16 mm veces más larga (12.83 mm) que ancha (11.09 mm). Altura de la cabeza 10.40 mm. Ancho del cuello 10.47 mm. Interórbitas 8.49 mm. Diámetro longitudinal del ojo 3.28 mm. Longitud oído-ojo 5.32 mm. Alto del oído 1.94 mm y ancho 0.93 mm. Distancia del ojo a supralabiales 2.15 mm y distancia entre las narinas 2.14 mm. Longitud de la subocular 3.98 mm. Longitud del torso 24.09 mm y de la cola 73.46 mm. Ancho del cuerpo 16.81 mm. Longitud del muslo 11.16 mm. Longitud de la tibia 12.48 mm. Longitud del pie 15.87 mm. Longitud del IV dedo del



Figura 6. Comparación morfológica de las especies filogenéticamente cercanas con *Liolaemus aluen*, en vista dorsal y ventral. *L. boulengeri* (A-B); *L. inacayali* (C-D); *L. senguer* (E-F); *L. purul* (G-H); *L. tehuelche* (I-J); *L. telsen* (K-L); *L. josei* (M-N). (Fotos: C. S. Abdala)

pie 11.08. Longitud del húmero 9.39 mm, antebrazo 6.65 mm y mano 9.13 mm. Longitud de la región pigal 8.77 mm y ancho de cloaca 10.65 mm.

Morfología

Superficie dorsal de la cabeza lisa, con 17 escamas dorsales. Rostral más ancha que alta, bordeada por seis escamas. Mental de igual tamaño que la rostral, bordeada por cuatro escamas. Sin contacto entre la nasal y rostral, separadas por una escama. Cuatro internasales más altas que anchas. Con ocho escamas rodeando la nasal que está separada de la cantal por dos escamas. Hay ocho escamas entre las escamas rostral y frontal. Frontal dividida en dos escamas. Con dos postrostrales. Interparietal de menor tamaño que las parietales, rodeada por seis escamas adyacentes. Preocular separada de las loreolabiales por una escama. Cinco superciliares y 15 ciliares superiores y 13 inferiores. Borde anterior del oído con escamas auriculares diferenciadas; borde superior sin escamas diferenciadas. Con nueve temporales, que carecen de quillas. Subocular en contacto con tres loreolabiales, sin contactar con la cuarta supralabial. Siete supraoculares. Siete supralabiales. Siete

loreolabiales. Con seis infralabiales, la segunda en contacto con dos escamas ventralmente. Seis escamas escudos. Segundo escudo separados por dos escamas. Con setenta y cuatro escamas alrededor del cuerpo. Con setenta y ocho escamas dorsales desde el occipucio hasta el miembro posterior, con el extremo posterior redondeado, yuxtapuestas y con quilla leve. Con veintiséis hileras de escamas en el dorso. Con ciento cuatro escamas ventrales (desde la mental hasta la cloaca, siguiendo la línea media ventral del cuerpo) más grandes que las dorsales, imbricadas y laminares. Con veintiocho escamas gulares, imbricadas y sin quillas. Con treinta y cuatro escamas desde el meato auditivo hasta el pliegue antehumeral y cuarenta y seis escamas en el cuello, desde el borde posterior del oído hasta el hombro, por el pliegue longitudinal. Con siete poros pre-cloacales. Escamas antehumerales subtriangulares, agrandadas y bien diferenciadas del resto. Pliegue auricular y longitudinal marcados. Escamas del pliegue longitudinal lisas y sin quilla. Cuarto dedo de la mano con dieciséis escamas y del pie con ventidós. Con parche femoral. Escamas dorsales de la cola sin mucrón y con quilla, ventrales lisas. Infracarpales



Figura 7. Foto en vida de una hembra de *Liolaemus aluen* sp. nov. (Tres Cerros, Santa Cruz, Argentina). (Foto: M. Bonino)

laminares, imbricadas, algunas trífidas. Infratarsales laminares imbricadas, con algunas trífidas. Pliegue gular ausente. Sin pliegue postescapular. Escamas del parche coniformes sin muesca.

Coloración en vida

Cabeza de color gris claro, con manchas conspicuas e irregulares de color marrón claro o blanco con bordes en negro sobre la región internasal, frontal, parietal y occipital; dichas manchas forman en conjunto una figura similar a una “Y” o punta de flecha (Fig. 4). Con banda temporal evidente, también de color marrón claro y bordes en negro; la misma comienza en las escamas nasales, interrumpiéndose en el ojo, para continuar sobre la región temporal hasta cuello. Con algunas escamas de color celeste sobre la región occipital y temporal de la cabeza. Loreolabiales y supralabiales de color blanquecino más claro que el resto de la cabeza. El color del dorso del cuello y cuerpo es marrón claro. Lados del cuello de color gris amarronado, con machas elongadas transversalmente de color marrón y negro en el borde. Sin arco antehumeral ni manchas escapulares distinguibles en forma y/o color sobre las demás laterales del cuerpo. Sin campo vertebral evidente. Con línea

vertebral sutil, de color poco más claro que el resto del cuerpo. Con manchas paravertebrales y laterales evidentes, de color marrón oscuro con bordes en negro; las paravertebrales en forma redondeada, las laterales más grandes, ovaladas o con forma de “8”; todas las manchas tienen escamas o una pequeña mancha de color blanco o celeste dentro de las mismas o sobre el borde posterior y/o superior. En la región dorsolateral de la parte posterior del cuerpo y anterior de la cola, se observa una tonalidad pardo rojizo sobresaliente. Los lados del cuerpo tienen el mismo color que el dorso. Los miembros anteriores y posteriores tienen el mismo color que la cabeza, con numerosas manchas irregulares, de color marrón oscuro o claro y negro o gris en el borde. La cola mantiene el mismo color y diseño que el cuerpo, pero las manchas paravertebrales se unen sobre la región vertebral. La región ventral es de color blanco, totalmente immaculado (Fig. 4).

Coloración en etanol

El patrón de coloración se mantiene similar al descrito anteriormente. El color dorsal de la cabeza, cuerpo, extremidades y cola es gris claro, mientras que las manchas son de color negro con leve tonali-



Figura 8. Foto en vida de un macho de *Liolaemus aluen* sp. nov. (Tres Cerros, Santa Cruz, Argentina). (Foto: C. S. Abdala)

dad en marrón o gris. Se destacan algunas escamas de tenue color celeste sobre la región dorsolateral del cuerpo. La región ventral es del mismo color, blanco inmaculado (Fig. 5)

Variaciones morfológicas

Basada en 51 ejemplares (38 adultos y 13 juveniles, ver Apéndice 1). Las medidas fueron tomadas solo en ejemplares adultos. La superficie dorsal de la cabeza es lisa con 15 - 19 (\bar{X} = 17.42; DE = 1.08) escamas entre la rostral y el occipucio. Nasal rodeada de 8 escamas. Supralabiales 7 - 10 (\bar{X} = 8.25; DE = 0.87), 5-8 (\bar{X} = 6.50; DE = 0.58) loreolabiales dispuestas en una sola hilera. Supraoculares 6 - 9 (\bar{X} = 7.17; DE = 0.94). Parietales de mayor tamaño que la interparietal, rodeada de 6-8 (\bar{X} = 7.17; DE = 0.72) escamas. Infralabiales 5 - 7 (\bar{X} = 5.67; DE = 0.65). Gulares 23 - 28 (\bar{X} = 25.67; DE = 1.92). Temporales 8-11 (\bar{X} = 9.09; DE = 1.14) sin quillas. Oído siempre más alto (\bar{X} = 1.97 mm; DE = 0.29) que ancho (\bar{X} = 1.06 mm; DE = 0.15). Pliegue antehumeral desarrollado. Cabeza más larga (\bar{X} = 12.14 mm; DE = 0.78) que ancha (\bar{X} = 10.24 mm; DE = 0.95), y alta (\bar{X} = 8.25 mm; DE = 1.26). Longitud del tronco (\bar{X} = 24.67 mm; DE = 4.52). Longitud hocico - cloaca de adultos examinados = 44.41 mm - 63.8 mm (\bar{X} = 56.48 mm; DE = 5.49). Longitud del brazo (\bar{X} = 8.01 mm; DE = 0.8). Longitud del antebrazo (\bar{X} = 6.93 mm; DE = 0.61). Longitud de la mano (\bar{X} = 8.80 mm; DE = 0.75). Longitud del muslo (\bar{X} = 10.15 mm; DE = 0.88). Número de escamas alrededor del cuerpo de 69 - 76 (\bar{X} = 72.08; DE = 2.11). Escamas dorsales entre occipucio y muslos 76 - 89 (\bar{X} = 82.42; DE =

4.08). Escamas dorsales con borde redondeado, con quilla leve, yuxtapuestas o subyuxtapuestas. Cuarto dedo de la mano con 15 - 20 (\bar{X} = 17.00; DE = 1.60) laminillas digitales. Cuarto dedo del pie con 21 - 24 (\bar{X} = 22.83; DE = 1.03) laminillas digitales. Infracarpales e infratarsales con escamas laminares, imbricadas, bífidas y trífidas. Parte posterior del muslo con parche femoral evidente, con escamas coniformes. Ventrals más grandes que las dorsales 94-108 (\bar{X} = 101.2; DE = 5.23). Cola de mayor longitud (\bar{X} = 77.07 mm; DE = 5.75) que la longitud hocico-cloaca. Machos con siete a diez poros precloacales (\bar{X} = 8.29; DE = 1.11), y hembras con 2 - 4 (\bar{X} = 2.25; DE = 1.71) poros precloacales. Pliegue gular ausente. La variación de algunos caracteres entre machos y hembras se representa en la Tabla 2.

Variación de coloración en vida

Con dicromatismo sexual leve, dado principalmente por la presencia de escamas de color celeste y naranja-rojizo en los machos, ausentes en las hembras (Figs. 7-8). El patrón de coloración es constante, muy similar al del holotipo y las mayores variaciones están dadas por la cantidad de escamas de color celeste y naranja-rojizo sobre la cabeza y/o cuerpo. En la cabeza, el color varía del gris claro al gris pardo y las manchas dispuestas sobre la región internasal, frontal, parietal y occipital pueden variar de un marrón oscuro uniforme a un marrón claro con negro en el borde. Las manchas occipitales pueden estar ausentes y las demás pueden encontrarse unidas o fragmentadas, siempre formando una "Y" o punta de flecha apuntando hacia la escama ros-

Tabla 2. Estadística descriptiva y de resumen entre machos y hembras de *Liolaemus aluen* sp. nov.

Caracter	Machos	Hembras
LHC	54.1 ± 4.8 (44-60)	61.3 ± 3.1 (57-64)
Largo cabeza	12.1 ± 0.9 (10.4-13.5)	12.2 ± 0.6 (11.7-12.9)
Ancho Cabeza	10.0 ± 1.1 (8.0-11.9)	10.8 ± 0.5 (10.2-11.2)
Distancia axila-ingle	22.2 ± 2.7 (18.3-26.5)	29.6 ± 3.2 (25.0-32.4)
Longitud de la cola	76.2 ± 5.9 (70.4-84.3)	81.3 ± 1.3 (80.2-81.9)
Escamas alrededor del cuerpo	70-76	69-73
Escamas Dorsales	76-89	79-86
Escamas Ventrals	86-103	87-109
Supralabiales	7-10	8-9
Infralabiales	5-7	5-6
Loreolabiales	5-8	6-7
Gulares	23-28	23-27
Poros Precloacales	7-10	0-4

tral (Fig. 7). Sin arco negro u oscuro contrastante sobre pliegue antehumeral ni pigmentación oscura sobresaliente sobre el cuello. Manchas escapulares ausentes o con la misma forma y color que el resto de las laterales. El color del cuerpo varia en tonalidades de color marrón, sin embargo, en algunos machos la cantidad de escamas color naranja-rojizo pueden abarcar todo el dorso del cuerpo. Las manchas paravertebrales generalmente son redondeadas, pero las laterales tienden a dividirse en dos manchas circulares unidas por el medio en forma de “número ocho”. Ambas manchas, paravertebrales y laterales son de color marrón oscuro con un borde interno negro y un borde externo blanco y/o celeste en los machos; mientras que en las hembras se destaca una mancha de color marrón rojizo en la parte anterior de cada mancha paravertebral. Las escamas de color celeste varían en número, también pueden formar manchas conspicuas y encontrarse dentro de las manchas paravertebrales (Fig. 8). En la población de Tres Cerros se observan individuos con mayor cantidad de escamas de color celeste sobre el dorso del cuerpo y miembros, muchas veces formando una gran mancha dorsal de este color. En la población cercanas a Puerto Deseado, se observan machos con mayor cantidad de escamas naranja-rojizo sobre el dorso y lados del cuerpo. Las escamas de la faz ventral son de color blanco immaculado. En algunos individuos se destacan algunas escamas o pequeñas maculas oscuras sobre la región gular. En las hembras grávidas se destaca un color rojizo sobre el dorso de la cola.

Distribución geográfica

Liolaemus aluen sp. nov. se encuentra en varias localidades del noreste y centro-este de la provincia de Santa Cruz en los departamentos de Deseado y Magallanes, en elevaciones entre el nivel del mar y los 1000 m (Fig. 9) (Apéndice 1). La búsqueda de localidades de presencia de *L. aluen sp. nov.* por medio de la página <https://www.argentinat.org/> indica que también fue hallada en las localidades de Tres Cerros, Paseo Costero de Puerto San Julián, Puerto Deseado y PN Bosque Petrificado (Fig. 9).

Relaciones filogenéticas

Los resultados de los análisis filogenéticos realizados en base a caracteres moleculares (Fig. 10) y morfológicos (Fig. 11) indican que *Liolaemus aluen sp. nov.* es una especie que pertenece al grupo de *L. boulengeri*, clado de *L. melanops*, subclado de *L. tel-*

sen. En el análisis filogenético molecular se recupera como especie hermana de *L. senguer*, mientras que en el morfológico formando el clado: ((*L. senguer* + *L. boulengeri*) + ((*L. aluen sp. nov.* (*L. inacayali* + *L. josei*))). La hipótesis filogenética morfológica seleccionada tuvo valores de $K = 12$ (Mirande, 2009) (Fig. 11).

Distancias genéticas

Las distancias genéticas entre secuencias de *cyt-b* dentro de los miembros del subclado de *Liolaemus telsen* y *Liolaemus aluen sp. nov.* se exhiben en la Tabla 3. Las diferentes muestras de *Liolaemus aluen sp. nov.* utilizadas muestran valores menores a 1% evidenciando que se tratan de la misma unidad evolutiva. Los valores con respecto a los parientes más cercanos según las filogenias realizadas (Fig. 10-11), son mayores a 3% en todos los casos, siendo el valor más cercano con *L. senguer* (7.704%). Respecto al resto de especies, la distancia genética tiene valores entre 8.645% (*Liolaemus boulengeri*) y 16.213% (*Liolaemus josei*). El valor de divergencia genética utilizado para diferenciar las especies estudiadas (3%), sigue la propuesta de Breitman *et al.* (2012) (Tabla 3).

Historia natural

Liolaemus aluen sp. nov. habita en un sector de la provincia fitogeográfica Patagónica, específicamente en el Distrito Patagónico Central (Cabrera y Willink, 1980). Esta es una región muy seca, con precipitaciones anuales de menos de 200 mm. Caracterizada por ser estepa mixta con herbáceas de los géneros *Festuca*, *Hordeum*, *Poa*, *Stipa*, *Verbena*, y arbustivas espinosas de pequeño tamaño, como *Chuquiraga*, *Azorella*, *Nardophyllum*, *Nassauvia* y *Senecio*, (Ferreira y Ezcurra, 2023). El suelo es arenoso, con parches de grava y algunos sectores presentan grandes afloramientos rocosos de color rojo crema rodeados de suelo arenoso bien consolidado y grandes troncos fosilizados. Con base a las observaciones de campo la actividad anual de esta lagartija comenzaría desde finales de octubre o principios de noviembre hasta principios o mediados de abril. Por otro lado, su actividad diaria sería bimodal en verano, registrándose entre las 10:00 a 13:00 hs y entre las 16:00 a 19:00 horas. Generalmente, los individuos se encuentran cerca de los arbustos más grandes, donde de día se asolean y de noche se entierran o utilizan las cuevas de otros animales para refugiarse. Tienen una notable capacidad de mimetismo cromático con el sustrato



Figura 9. Mapa de distribución de *Liolaemus aluen* sp. nov. (estrellas de color rojo). La flecha de color negro indica la localidad tipo.

del suelo. Su modo reproductivo es ovíparo: se encontraron hembras con hasta cuatro huevos de hasta 11 mm y se presume que la dieta de esta especie sería omnívora, similar a lo determinado por Acosta *et al.* (1996) para *L. inacayali*, pariente cercano de *L. aluen* sp. nov. Esta nueva lagartija es simpátrica con *Diplolaemus bibroni*, *Liolaemus bibronii*, *L. kingii*, *L. fitzingeri* y *Homonota darwini*. Cabe mencionar que, en los sectores alterados por el pastoreo excesivo de ovejas, su presencia es nula o casi nula siendo muy difícil encontrar ejemplares de la misma.

Discusión

La determinación taxonómica de *Liolaemus boulengeri* ha sido controversial desde su descripción formal (Koslowsky, 1898) hasta su redesccripción (Abdala, 2005), totalizando más de 100 años de confusión sobre la verdadera identidad de esta especie. Koslowsky (1898) incluyó en la serie tipo de *L. boulengeri* ejemplares que él colectó en Chubut y otros recolectados por el geólogo Santiago Roth en Neuquén. Asignó como localidad tipo las "pro-

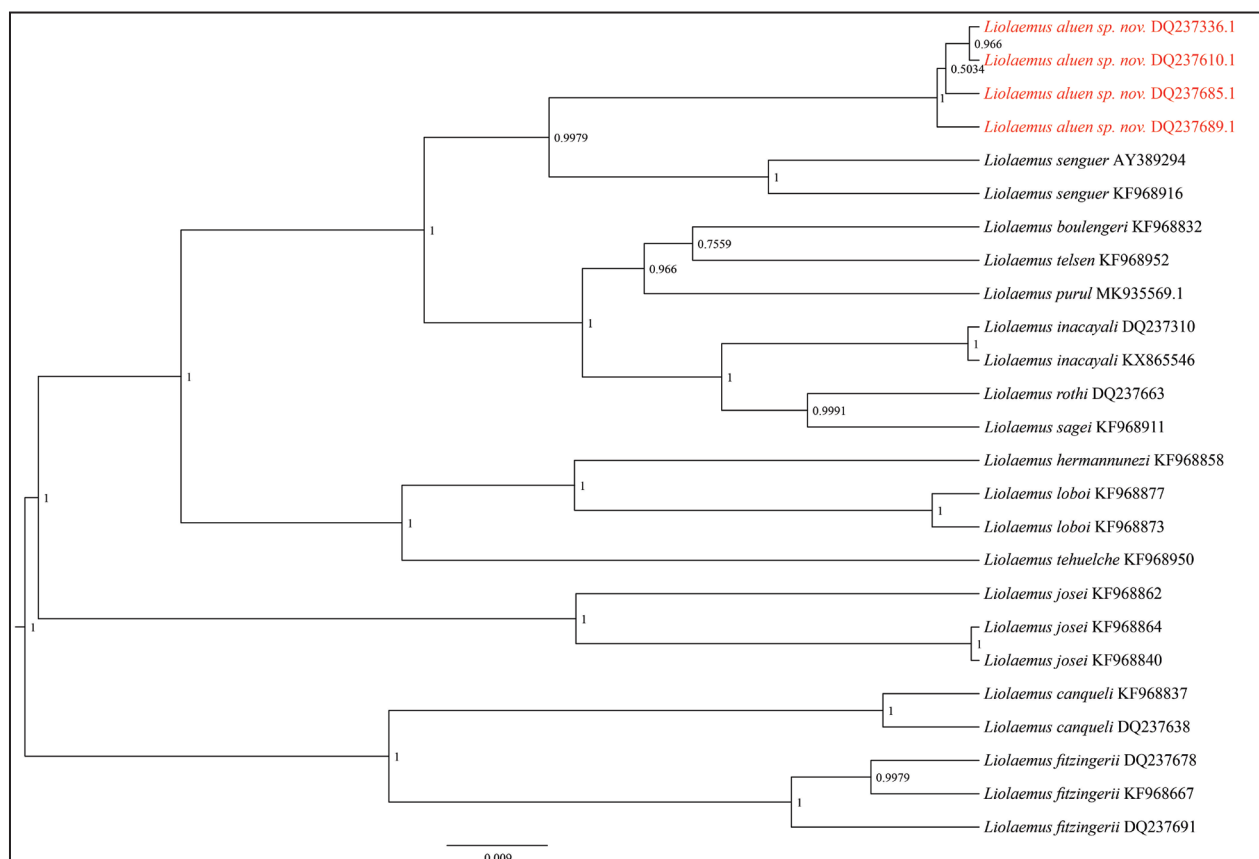


Figura 10. Filogenia molecular exhibiendo las relaciones de parentesco de *Liolaemus aluen sp. nov.* Los valores de soporte están en cada rama.

vincias del Neuquén y del Chubut". Esta extensa área incluía, sin saberlo, numerosas poblaciones y especies cercanas filogenéticamente, lo cual generó diversos criterios en la determinación taxonómica de *L. boulengeri*. Este desorden taxonómico hizo que, con el paso del tiempo, la distribución de *L. boulengeri* se fuera ampliando. Ejemplos de lo mencionado anteriormente son los trabajos de Liebermann (1939), que cita la especie para Chubut, Neuquén y San Juan; Gallardo (1971) para Chubut, Neuquén y Río Negro. Cei (1973) analiza caracteres morfológicos y técnicas inmunológicas de afinidad entre poblaciones de Mendoza y Chubut con precipitinas, y establece un rango de distribución para *L. boulengeri* desde Mendoza hasta Santa Cruz. De esta manera, *L. boulengeri* se erigió como uno de los *Liolaemus* con mayor distribución geográfica, alcanzando una extensión de más de 2000 km entre sus poblaciones extremas.

Sin embargo, tanto Gallardo (1971) como Cei (1973; 1986) mencionan variaciones en el patrón de coloración y en caracteres morfométricos en algunas poblaciones del centro y sur de Argentina,

considerándolas solo diferenciaciones poblacionales. Esta situación también generó errores en los resultados y conclusiones de trabajos que incluyeron la especie, como el de Halloy et al. (1998); en el cual se incluyeron bajo el nombre de *L. boulengeri* tres especies diferentes, sin considerar aquella nominal.

Tras diversas expediciones por la Patagonia, siguiendo los pasos, obra y legado de Julio Koslowsky, Abdala (2005) llevó a cabo un análisis exhaustivo de la serie tipo depositada en el Museo de La Plata, comparándola con las poblaciones previamente asignadas a *Liolaemus boulengeri*. Este minucioso trabajo derivó en la redescrición de *L. boulengeri* y en la restricción de su distribución original. Esta determinación taxonómica permitió describir varias especies que antes se habían incluido dentro del rango de *L. boulengeri*, entre ellas *L. inacayali*, *L. josei*, *L. parthenos*, *L. purul*, *L. tehuelche* y *L. senguer*. (Abdala 2003; 2005; Abdala et al., 2012; 2016) (Fig. 3). Gracias a estos estudios, *L. boulengeri* pasó de una especie ampliamente distribuida a un complejo de especies. *Liolaemus boulengeri sensu stricto* quedó

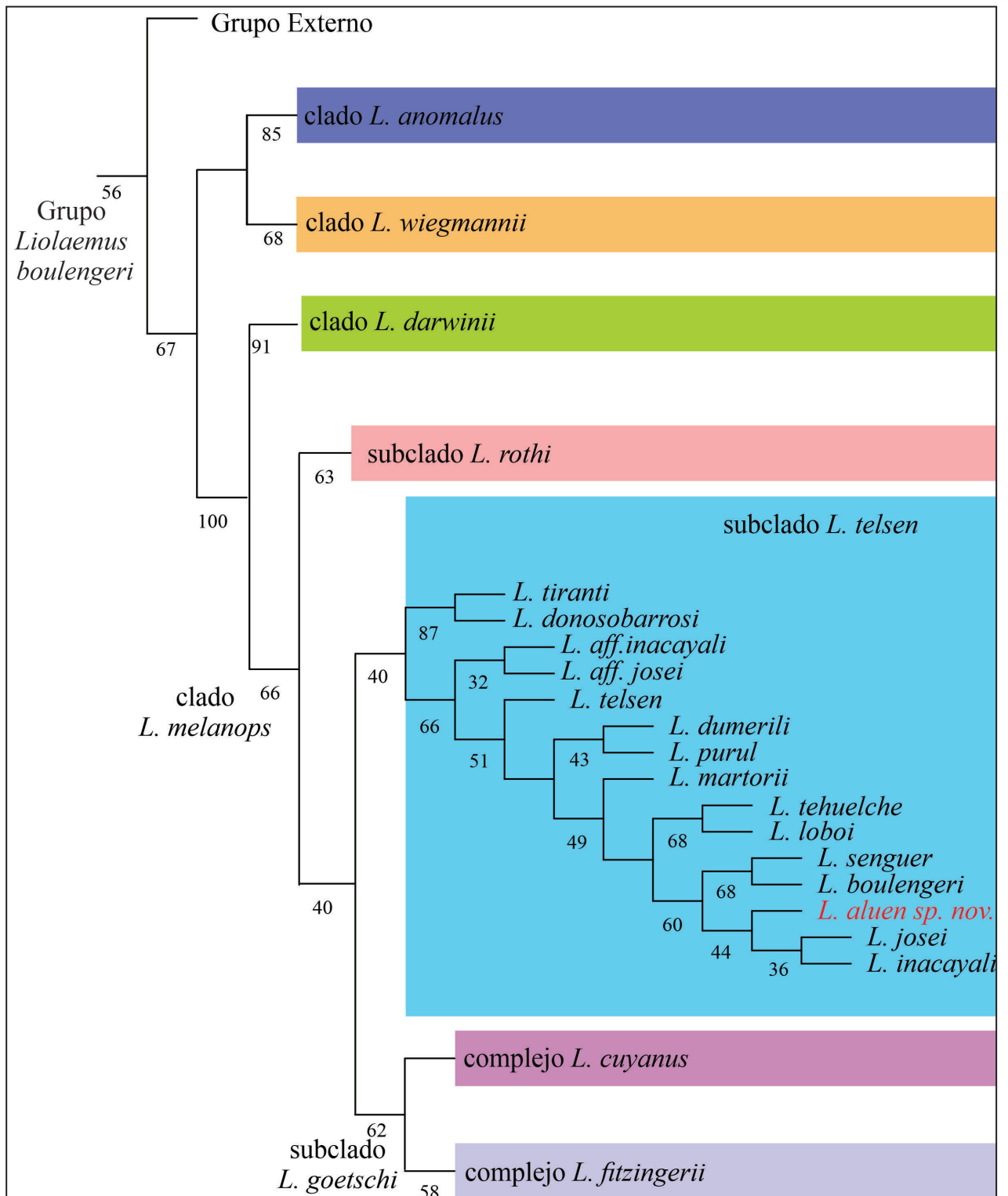


Figura 11. Filogenia morfológica de *Liolaemus aluen* sp. nov dentro del grupo de *L. boulengeri*. Los valores de soporte están bajo las ramas.

con una distribución restringida al oeste de Chubut (Abdala, 2005).

Sin embargo, varias poblaciones asignadas a *Liolaemus boulengeri* por Cei (1973, 1986) no fue-

ron analizadas taxonómicamente para determinar su verdadera identidad. Cei (1973) en su trabajo de notas ecológicas y morfológicas sobre *L. boulengeri*, amplió su distribución e incluye ejemplares de la

Tabla 3. Distancias genéticas entre *Liolaemus aluen* sp. nov. y las especies filogenéticamente cercanas del subclado de *L. telsen*.

	<i>Liolaemus aluen</i> sp. nov. DQ237336.1	<i>Liolaemus aluen</i> sp. nov. DQ237610.1	<i>Liolaemus aluen</i> sp. nov. DQ237685.1	<i>Liolaemus aluen</i> sp. nov. DQ237689.1	<i>Liolaemus aluen</i> sp. nov. DQ237689.1	<i>Liolaemus boulengeri</i> KF968832	<i>Liolaemus hermannunezi</i> KF968858	<i>Liolaemus inacayali</i> DQ237310	<i>Liolaemus josei</i> KF968840	<i>Liolaemus lobo</i> KF968877	<i>Liolaemus rathii</i> DQ237663	<i>Liolaemus sagei</i> KF968911	<i>Liolaemus senguer</i> KF968916	<i>Liolaemus tehuelche</i> KF968950	<i>Liolaemus telsen</i> KF968952	<i>Liolaemus purul</i> MK935569.1
<i>Liolaemus aluen</i> sp. nov. DQ237336.1																
<i>Liolaemus aluen</i> sp. nov. DQ237610.1	0															
<i>Liolaemus aluen</i> sp. nov. DQ237685.1	0.433	0.290														
<i>Liolaemus aluen</i> sp. nov. DQ237689.1	0.651	0.582	0.582													
<i>Liolaemus boulengeri</i> KF968832	7.679	8.645	8.645	8.645												
<i>Liolaemus hermannunezi</i> KF968858	15.427	15.228	15.434	15.434	14.467											
<i>Liolaemus inacayali</i> DQ237310	8.936	8.936	8.936	8.677	4.727	16.780										
<i>Liolaemus josei</i> KF968840	15.147	16.213	16.213	16.213	14.127	15.677	13.812									
<i>Liolaemus lobo</i> KF968877	14.713	15.047	15.047	14.654	13.583	8.555	13.972	14.774								
<i>Liolaemus rathii</i> DQ237663	10.228	9.570	9.570	9.570	6.571	16.636	4.997	13.296	15.218							
<i>Liolaemus sagei</i> KF968911	12.244	13.903	14.306	14.306	14.713	12.072	15.460	17.308	11.052	17.037						
<i>Liolaemus senguer</i> KF968916	8.922	7.704	8.048	8.387	8.362	13.592	10.486	16.294	14.828	10.193	14.686					
<i>Liolaemus tehuelche</i> KF968950	9.440	8.766	8.766	8.766	5.877	14.563	3.814	13.736	14.074	3.179	15.464	9.330				
<i>Liolaemus telsen</i> KF968952	9.207	9.642	9.642	9.642	5.579	15.336	6.664	14.925	14.465	7.908	16.467	9.145	6.505			
<i>Liolaemus purul</i> MK935569.1	8.971	8.838	8.838	8.838	4.963	14.509	6.685	15.508	14.192	7.088	14.822	10.071	5.572	6.063		

provincia de Santa Cruz, depositados en el Instituto de Biología Animal (IBA-Mendoza), lotes: 659 (Tres Cerros), 835 (Laguna de la Madre e hijo), 454 (Bosque Petrificado), 654 y 656 (180 km y 52 km al norte de Puerto San Julián respectivamente). Todos estos ejemplares corresponden a *L. aluen sp. nov.* Los análisis filogenéticos realizados por Avila *et al.* (2006); Abdala (2007), Nori *et al.* (2010) y Abdala *et al.* (2012) incluyeron a *L. aluen sp. nov.* como un terminal diferenciado (ver sinonimia de la especie), proporcionando evidencia sólida que respalda su validez como especie. Adicionalmente, *L. aluen sp. nov.* fue incluida en la lista de especies para la provincia de Santa Cruz (Breitman *et al.*, 2014) como una especie que aún no se describe formalmente.

En los análisis filogenéticos presentado en este trabajo, *L. aluen sp. nov.* se recupera como especie hermana de *L. senguer* (Fig. 10) y como hermana del clado formado por *L. inacayali* y *L. josei* (Fig. 11). Los resultados moleculares son congruentes con el análisis molecular de Abdala (2005). En el trabajo de Avila *et al.* (2006) se recupera como hermana de *L. boulengeri*, mientras que en el análisis de evidencia Total de Abdala (2007) se recupera basal a todo el subclado de *L. telsen*. En los análisis morfológicos de Abdala (2007) y Nori *et al.* (2010) forma el clado ((*L. senguer* (*L. aluen sp. nov.* + *L. josei*)). Estas pequeñas incongruencias en los resultados filogenéticos se pueden deber a varios motivos: por un lado, el tipo de caracteres utilizados y por el otro, la cantidad de especies y poblaciones relacionadas a *L. boulengeri* incluidas. Todos los análisis realizados tienen disimilitud en el número de terminales y poblaciones incluidas. Asimismo, varias poblaciones aún no han sido resueltas taxonómica y filogenéticamente. Estas poblaciones se encuentran en el este de Santa Cruz, suroeste, centro y noroeste de Chubut y centro de Neuquén, entre otras. Es probable que análisis filogenéticos más completos, con mayor cantidad de caracteres y terminales, proporcionen una hipótesis más robusta sobre las relaciones de parentesco entre estas poblaciones.

Si bien las relaciones filogenéticas precisas aún están pendientes de resolución, la evidencia molecular y morfológica aportada en este estudio, en conjunto con la de otras investigaciones (Avila *et al.*, 2006; Abdala, 2007; Nori *et al.*, 2010; Abdala *et al.*, 2012; Portelli *et al.*, 2022), respaldan la descripción formal de *Liolaemus aluen sp. nov.*, contribuyendo al aumento de la diversidad dentro del subclado de *Liolaemus telsen*.

Agradecimientos

Agradecemos a Esteban Lavilla, Sebastián Barriónuevo, Sonia Kretzschmar, Marta Cánepa y Juan Carlos Stazzonelli de la Fundación Miguel Lillo por el acceso a las colecciones bajo su cuidado. A las autoridades de la dirección de Fauna de la Provincia de Santa Cruz, del Consejo Agrario Provincial por otorgarnos los permisos de colecta correspondientes. A Julián Valdés por su ayuda en los análisis moleculares. Los estudios moleculares se realizaron en el Laboratorio de Citogenética y Evolución del Instituto de Botánica del Nordeste (IBONE), el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET) y la Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina. CSA agradece a las entidades que financiaron nuestros estudios y posibilitaron los viajes de campo: la Agencia de Promoción Científica y Tecnológica (PICT 1398); Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (PIP-CONICET N° 2668 y N° 3196); Consejo de Investigaciones de la Universidad Nacional de Salta (CIUNSA N°915/00); Consejo de Investigaciones de la Universidad Nacional de Tucumán (CIUNT N° G218). ASM agradece a Fernando San Millán y Mariela Salas por apoyar siempre la investigación. CSA agradece a José Simón Abdala, Elena Ramírez, Samir Abdala, Emiliano Malovini, Marcelo Juárez, Fernando Lobo, Félix Cruz, Lina Moreno, Marcelo Bonino, Robert Espinoza y John Wiens por ayuda en los trabajos de campo y toma de fotografías.

A Alejandro Laspiur por su lectura crítica en el manuscrito. A los revisores y editores de Cuadernos, por las mejoras y sugerencias realizadas.

ASM y CSA agradecen a Luis Sebastián Saade por su amistad.

Literatura citada

- Abdala, C.S. 2003. Cuatro nuevas especies del género *Liolaemus* (Iguania: Liolaemidae), pertenecientes al grupo *boulengeri*, de la Patagonia, Argentina. *Cuadernos de Herpetología* 17: 3-32.
- Abdala, C.S. 2005. Dos nuevas especies del género *Liolaemus* (Iguania: Liolaemidae) y redescrición de *Liolaemus boulengeri* (Koslowky, 1898). *Cuadernos de Herpetología* 19: 3-33.
- Abdala, C.S. 2007. Phylogeny of the *boulengeri* group (Iguania: Liolaemidae: *Liolaemus*) based on morphological and molecular characters. *Zootaxa* 1538: 1-84.
- Abdala, C.S. & Juárez Heredia, V.I. 2013. Taxonomía y filogenia de un grupo de lagartos amenazados: El grupo de *Liolaemus anomalus* (Iguania: Liolaemidae). *Cuadernos de Herpetología* 27: 109-153.
- Abdala, C.S. & Quinteros, A.S. 2014. Los últimos 30 años de estudios de la familia de lagartijas más diversa de Argentina.

A. San Millán & C. S. Abdala — Nueva especie del grupo de *Liolaemus boulengeri*

- Actualización taxonómica y sistemática de Liolaemidae. *Cuadernos de Herpetología* 28: 55-82.
- Abdala, C.S.; Semhan, R.V.; Moreno Azócar, D.L.; Bonino, M.F.; Paz, M.M. & Cruz, F.B. 2012. Taxonomic study and morphology based phylogeny of the patagonic clade *Liolaemus melanops* group (Iguania: Liolaemidae) with the description of three new taxa. *Zootaxa* 3163: 1-32.
- Abdala, C.S.; Procopio, D.E.; Stellatelli, O.A.; Travaini, A.; Rodríguez, A. & Ruiz Monachesi, M.R. 2014. New Patagonian species of *Liolaemus* (Iguania: Liolaemidae) and novelty in the lepidosis of the southernmost lizard of the world: *Liolaemus magellanicus*. *Zootaxa* 3866: 526-542.
- Abdala, C.S.; Baldo, D.; Juárez, R.A. & Espinoza, R.E. 2016. The first parthenogenetic pleurodont iguanian: a new all-female *Liolaemus* (Squamata: Liolaemidae) from western Argentina. *Copeia* 104: 487-497.
- Abdala, C.S.; Quinteros, A.S.; Semhan, R.V.; Bulacios Arroyo, A.L.; Paz, M.; Ruiz-Monachesi, M.R.; Laspiur, A.; Aguilar-Kirigin, A.J.; Gutiérrez Poblete, R.; Valladares Faundez, P.; Langstroth, R.; Valdés, J.; Portelli, S.; Santa Cruz, R.; Aparicio, J.; García, N.; & Schulte Jr., J.A. 2020. Unraveling interspecific relationships among highland lizards: first phylogenetic hypothesis using total evidence in *Liolaemus montanus* group (Iguania: Liolaemidae). *Zoological Journal of the Linnean Society*. 189: 349-377.
- Abdala, C.S.; Laspiur, A.; Scrocchi, G.; Semhan, R.V.; Lobo, F. & Valladares, P. 2021a. Las Lagartijas de la Familia Liolaemidae: Sistemática, Distribución e Historia Natural de una de las Familias de Vertebrados más diversas del cono sur de Sudamérica. Volumen I y II. Editorial RIL, Chile.
- Abdala, C.S.; Laspiur, A. & Langstroth, R.P. 2021b. Las especies del género *Liolaemus* (Liolaemidae). Lista de taxones y comentarios sobre los cambios taxonómicos más recientes. *Cuadernos de Herpetología* 35: 193-223.
- Abdala, C.S.; Díaz Gómez, J. & Langstroth, R. 2021c. Historia y taxonomía: redescipción de *Liolaemus andinus* Koslowsky, 1895 y descripción de dos nuevas especies de *Liolaemus* (Iguania: Liolaemidae). *Cuadernos de Herpetología* 35: 5-34.
- Abdala, C.S.; Paz, M.M.; Semhan, R.V.; García, N.E.; Aguilar-Kirigin, A.J.; Fariás, M.E.; Valladares, P.; Gutiérrez Poblete, R.; Quipildor, M.A. & Langstroth, R. 2021d. Increasing the knowledge of the denizens of saline environments: Two new species of *Liolaemus* (Iguania: Liolaemidae) from Catamarca and Salta Argentine Puna. *Systematics and Biodiversity* 19: 135-167.
- Abdala V.; Abdala, C.S. & Tulli, M.J. 2006. Three traditional muscular characters in the phylogeny of *Liolaemus* (Squamata: Tropicuridae) a reappraisal. *Zootaxa* 1205: 55-68.
- Acosta, J.C.; Avila, L.J. & Blanco, G. 1996. Ecología de *Liolaemus boulengeri* (Sauria: Tropicuridae) en el noroeste de la estepa patagónica (Ing. Jacobacci, Río Negro, Argentina). *Cuadernos de Herpetología* 9: 100-107.
- Aguilar-Puntriano, C.; Wood Jr., P.L., Cusi, J.C.; Guzman, A.; Huari, F.; Lundberg, M.; Mortensen, E.; Ramírez, C.; Robles, D.; Suárez, J.; Ticona, A.; Vargas, V.J.; Venegas, P. & Sites, Jr., J.W. 2013. Integrative taxonomy and preliminary assessment of species limits in the *Liolaemus walkerii* complex (Squamata, Liolaemidae) with descriptions of three new species from Peru. *ZooKeys* 364: 47-91.
- Aljanabi, S. & Martinez, I. 1997. Universal and rapid salt-extraction of high quality genomic DNA for PCR-based techniques. *Nucleic acids research* 25: 4692-4693.
- Avila, L.J.; Morando, M. & Sites Jr., 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, C.H.F. & Sites Jr., J.W. 2007. A new species of *Liolaemus* (Reptilia: Squamata: Liolaemini) from southern Mendoza province, Argentina. *Zootaxa* 1452: 43-54.
- Avila, L.J.; Olave, M.; Pérez, C.H.F.; Pérez, D.R. & Morando, M. 2013. Molecular phylogenetic relationships of the *Liolaemus rothi* complex and a new species of lizard from Auca Mahuida Volcano (Squamata: Liolaemini). *Zootaxa* 3608: 221-238.
- Breitman, M.F.; Avila, L.J.; Sites Jr., J.W. & Morando, M. 2012. How lizards survived blizzards: Phylogeography of the *Liolaemus lineomaculatus* group (Liolaemidae) reveals multiple breaks and refugia in southern Patagonia, and their concordance with other co-distributed taxa. *Molecular Ecology* 25: 6068-6085.
- Breitman, M.F.; Minoli, I.; Avila, L.J.; Medina, C.D.; Sites Jr., J.W. & Morando, M. 2014. Lagartijas de la provincia de Santa Cruz (Argentina): Distribución geográfica, diversidad genética y estado de conservación. *Cuadernos de Herpetología* 28: 83-110.
- Cabrera, A.L. & Willink A. 1980. Biogeografía de América Latina. Organización de los Estados Americanos (OEA), Washington D.C. *Serie de Biología, Monografía* 13: 1-122.
- Cei, J.M. 1973. Herpetología patagónica. VII. Notas ecológicas y morfológicas sobre *Liolaemus bibroni* y *L. boulengeri* (Sauria, Iguanidae). *Physis* 32: 459-469.
- Cei, J.M. 1975. Herpetología patagónica IX. *Liolaemus goetschi* y el conjunto *Liolaemus darwini-boulengeri*. *Physis* 34: 199-202.
- Cei, J.M. 1986. Reptiles del centro, centro-oeste y sur de la Argentina. Herpetofauna de las zonas áridas y semiáridas: 527 pp. Monografía IV. Museo Regionale di Scienze Naturali. Turín, Italia.
- Cei, J.M. & Sclaro, J.A. 1999. Speciation of the "darwini complex" (genus *Liolaemus*, "patch group") in the southernmost area of its distribution (Reptilia: Tropicuridae). *Revue Française d'Aquariologie* 26: 79-82.
- Drummond, A. & Rambaut, A. 2007. BEAST: Bayesian evolutionary analysis by sampling trees. *BMC evolutionary biology* 7:1-8.
- Etheridge, R.E. 1995. Redescription of *Ctenoblepharys adpersa* Tschudi, 1845, and the taxonomy of Liolaeminae (Reptilia: Squamata: Tropicuridae). *American Museum Novitates* 3142: 1-34.
- Etheridge, R.E. 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.
- Ferreira, M. & Ezcurra, C. 2023. Plantas de la Patagonia Extra-Andina Estepa Patagónica y Monte Austral. Ediciones LBN. 334p.
- Fontanella, F.; Olave, M.; Avila, L.J.; Sites Jr., J.W. & Morando, M. 2012. Molecular dating and diversification of the South American lizard sub-genus *Eulaemus* based on nuclear and mitochondrial DNA sequences. *Zoological Journal of the Linnean Society* 164: 825-835.

- Gallardo, J. 1971. Algunas ideas sobre la zoogeografía de los saurios patagónicos. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia* 1: 135-146.
- Goloboff, P. 1993. Estimating character weights during tree search. *Cladistics* 9: 83-91.
- Goloboff, P. & Catalano, S. 2016. TNT version 1.5, including a full implementation of phylogenetic morphometrics. *Cladistics* 32: 221-238.
- Goloboff, P.; Farris, J. & Nixon, K. 2003. TNT: Tree Analysis Using New Technology, v. 1.0. Disponible en: www.zmuc.dk/public/phylogeny/TNT/. Último acceso: 14 febrero 2024.
- Goloboff, P.; Mattoni, C. & Quinteros, S. 2006. Continuous characters analyzed as such. *Cladistics* 22: 589-601.
- Halloy, M.; Etheridge, R. & Burghardt, G. 1998. To bury in sand: phylogenetic relationships among lizard species of the *boulengeri* group, *Liolaemus* (reptilia: squamata: tropiduridae), based on behavioral characters. *Herpetological monographs* 12: 1-37.
- Koslowsky, J. 1898. Enumeración sistemática y distribución geográfica de los reptiles argentinos. *Revista del Museo de la Plata* 8: 161-200.
- Kumar, S., Stecher, G., Li, M., Knyaz, C. & Tamura, K. 2018. MEGA X: molecular evolutionary genetics analysis across computing platforms. *Molecular biology and evolution* 35: 1547-1549.
- Laurent, R.F. 1985. Segunda contribución al conocimiento de la estructura taxonómica del género *Liolaemus* Wiegmann (Iguanidae). *Cuadernos de Herpetología* 1: 1-37.
- Liebermann, J. 1939. Catálogo sistemático y zoogeográfico de los Lacertílicos argentinos. *Physis* 16: 61-82.
- Mirande, J.M. 2009. Weighted parsimony phylogeny of the family Characidae (Teleostei: Characiformes). *Cladistics* 25: 574-613.
- Morando, M.; Avila, L.J.; Baker, J. & Sites Jr., J.W. 2004. Phylogeny and phylogeography of the *Liolaemus darwini* complex (Squamata: Liolaemidae): evidence for introgression and incomplete lineage sorting. *Evolution* 58: 842-861.
- Morando, M., Olave, M., Avila, L.J., Sites Jr., J.W. & Leaché, A.D. 2020. Phylogenomic data resolve higher-level relationships within South American *Liolaemus* lizards. *Molecular Phylogenetic and Evolution*: 147; 3-2020; 1-10; 106781.
- Nori, J.; Abdala, C.S. & Scrocchi, G.J. 2010. *Liolaemus goetschi* (Iguania: Liolaemidae): redescription and phylogenetic relationships within the *L. boulengeri* group. *Zootaxa* 2440: 49-59.
- Nori, J.; Semhan, R.; Abdala, C.S. & Rojas-Soto, O. 2022. Filling Linnean shortfalls increases endemism patterns: conservation and biogeographical implications for the extreme case of *Liolaemus* (Liolaemidae, Squamata) species. *Zoological Journal of the Linnean Society* 194(2): 592-600.
- Olave, M.; Avila, L.J.; Sites Jr., J.W. & Morando, M. 2015. Model-based approach to test hard polytomies in the *Eulaemus* clade of the most diverse South American lizard genus *Liolaemus* (Liolaemini, Squamata). *Zoological Journal of the Linnean Society* 174: 169-184.
- Paz, M.M. 2012. Actualización filogenética del grupo de *Liolaemus boulengeri* (Iguania: Liolaemidae) Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Tucumán, Tucumán.
- Peters, J.A. & Donoso-Barros, R. 1970. Catalogue of the Neotropical Squamata. Part II. Lizards and Amphisbaenians. *Bulletin United States National Museum* 297: 1-293.
- Portelli S. 2019. Biogeografía histórica de un clado de lagartijas sudamericanas. Estimación de rangos ancestrales y eventos que modelaron la distribución actual del grupo. 455pp. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Tucumán, Tucumán, Argentina.
- Portelli, S.; Abdala, C.S.; Schulte, J.; Gómez, J.M.; Fernández, L. D. & Quinteros, S. 2022. Historical biogeographic reconstruction of the South American *Liolaemus boulengeri* group (Iguania: Liolaemidae). *South American Journal of Herpetology* 25: 41-56.
- Posada, D. 2008. JModelTest: phylogenetic model averaging. *Molecular Biology and Evolution* 25: 1253-1256
- Quinteros, A.S.; Abdala, C.S. & Lobo, F.J. 2008. Redescription of *Liolaemus dorbignyi* Koslowsky, 1898 and description of a new species of *Liolaemus* (Iguania: Liolaemidae). *Zootaxa* 1717: 51-67.
- Quinteros, A.S.; Ruíz-Monachesi, M.R. & Abdala, C.S. 2020. Solving the *Liolaemus bibronii* puzzle, an integrative taxonomy approach: redescription of *L. bibronii* and description of three new species (Iguania: Liolaemidae). *Zoological Journal of the Linnean Society* 189(1): 315-348.
- Rambaut A. 2009. FigTree version 1.3.1. Disponible en: <http://tree.bio.ed.ac.uk>. Último acceso: 7 abril 2024.
- Rambaut, A.; Suchard, M. & Drummond A. 2014. MCMC trace analysis tool: Tracer v.1.6. 0. Disponible en: <http://tree.bio.ed.ac.uk/software/tracer/>. Último acceso: 2 abril 2024.
- Ruiz-Monachesi, M.R.; Abdala, C.S.; Schulte, J.A. & Cruz, F.B. 2022. Predictive factors of chemical and visual sensory organ size: The roles of sex, environment, and evolution. *Evolutionary Biology* 49: 15-36.
- Schulte, J.A.; Macey, J.R.; Espinoza, R.E. & Larson, A. 2000. Phylogenetic relationships 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.
- Werner, F. 1910. Über neue oder seltene Reptilien des Naturhistorischen Museums in Hamburg II. Eidechsen. *Mitteilungen Naturhistorischen Museum in Hamburg* 27: 1-46.
- Wiens, J. 1995. Polymorphic characters in phylogenetic systematics. *Systematic biology* 44: 482-500.

Apéndice I

Ejemplares estudiados en este trabajo. Los aquí analizados, se suman a los mencionados y estudiados en los trabajos de Abdala (2007), Abdala y Juárez Heredia (2013) y Paz (2012).

***Liolaemus aluen* sp. nov. (n = 51):** Provincia de Santa Cruz, Argentina: FML 31585, (Holotipo), 120 Km al Sur de Pico Truncado, al este de la meseta El Pedrero, (S 47° 24' 202'' O 68° 34' 303''). FML 31579-84, (Paratipos) 102 Km al sur de Pico Truncado, por Ruta Provincial N° 12, departamento de Deseado. FML 02124, (Paratipos) Tres Cerros, departamento Magallanes. FML 16369-374, (Paratipos) Tres Cerros, departamento Magallanes. FML 00183, Estancia Roca Blanca, 250 km al sur de Colonia Las Heras. FML 31586-31601, 100 km al sur de Pico Truncado, departamento Deseado. FML 31602-06, frente a Tres Cerros, Ruta Nacional N° 3, departamento Magallanes, 48° 06' 36,8" S; 67° 38' 09,8" O. FML 31607-08, 86,2 km al este de Gobernador Gregores, Ruta Nacional N° 25, departamento Magallanes, 48° 56.438' S; 69° 07.532' O; 276 m. FML 31609-12, 100 metros al norte de Tres Cerros, Ruta Nacional N°

A. San Millán & C. S. Abdala — Nueva especie del grupo de *Liolaemus boulengeri*

3, departamento Magallanes, 48° 06' 34.8" S; 67° 38' 8.8" O. FML 31613, 126.2 km al este de Gobernador Gregores, Ruta Nacional N° 25, departamento Magallanes, 48° 58.413' S; 68° 35.478' O; 249 m. FML 31614, 47 Km al sur de Tres Cerros, Ruta Nacional N° 3, departamento Magallanes. CSA 086-92, 102 Km al suroeste de Pico Truncado, Ruta Provincial N°12, departamento Deseado.

Apéndice II

Códigos de GenBank de las especies y ejemplares utilizados para realizar los análisis filogenéticos moleculares y las distancias genéticas.

Liolaemus aluen sp. nov.:

DQ237336.1

DQ237610.1

DQ237685.1

DQ237689.1

Liolaemus boulengeri: KF968832

Liolaemus canqueli: DQ237638

Liolaemus canqueli: KF968837

Liolaemus fitzingerii: DQ237691

Liolaemus fitzingerii: KF968667

Liolaemus fitzingerii: DQ237678

Liolaemus hermannmunezi: KF968858

Liolaemus inacayali: DQ237310

Liolaemus inacayali: KX865546

Liolaemus josei: KF968862

Liolaemus josei: KF968864

Liolaemus josei: KF968840

Liolaemus lobo: KF968873

Liolaemus lobo: KF968877

Liolaemus purul: MK935569.1

Liolaemus rothi: DQ237663

Liolaemus sagei: KF968911

Liolaemus senguier: KF968916

Liolaemus senguier: AY389294

Liolaemus tehuelche: KF968950

© 2024 por los autores, licencia otorgada a la Asociación Herpetológica Argentina. Este artículo es de acceso abierto y distribuido bajo los términos y condiciones de una licencia Atribución-No Comercial 4.0 Internacional de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

Explorando el reconocimiento químico recíproco madre-cría en un lagarto *Liolaemus vivíparo*

Vanesa Chocobar¹, Antonieta Labra², Soledad Valdecantos^{1,3}

¹ Cátedra de Anatomía Comparada, Universidad Nacional de Salta, Salta, Argentina.

² Centre for Ecological and Evolutionary Synthesis (CEES), Department of Biosciences, University of Oslo, Norway.

³ Instituto de Bio y Geociencias del Noroeste Argentino-IBIGEO (CONICET-UNSa), Salta, Argentina.

Recibida: 03 Mayo 2023
Revisada: 22 Agosto 2023
Aceptada: 11 Julio 2024
Editor Asociada: S. Quinteros

doi: 10.31017/CdH.2024.(2023-011)

ABSTRACT

To our knowledge, there are no studies of mother-offspring recognition in *Liolaemus* lizards, even though many species have a refined discrimination capacity based on chemical signals, and some of them are viviparous with a close relationship between mothers and offspring. We studied the reciprocal chemical mother-offspring recognition in the viviparous species *Liolaemus zullyae*, evaluating whether both mothers and offspring can discriminate between their consanguineous relative from another who is not genetically related. Six females gave birth in the laboratory. Once the offspring were born, crossover experiments were carried out. The results suggest that mothers showed no clear evidence of discrimination of their own and other's newborns. In contrast, newborns rubbed their faces for longer when scents were from other females than from their own mothers, suggesting that newborns may recognize their mothers. We discuss the asymmetric mother-offspring recognition detected in this study.

Key Words: Chemical signal; Newborn; Communication; Parental care.

RESUMEN

A la fecha, nuestros antecedentes indican que no existen estudios de reconocimiento madre-cría en las lagartijas *Liolaemus*, aun cuando numerosas especies tienen una refinada capacidad de discriminación basada en señales químicas y algunas de ellas son vivíparas con una estrecha relación entre madres y crías. Estudiamos en la especie vivípara, *Liolaemus zullyae*, el reconocimiento recíproco químico madre-cría, evaluando si tanto las madres como las crías son capaces de discriminar a su consanguíneo de otro no genéticamente emparentado. Seis hembras parieron en el laboratorio y, una vez nacidas las crías, se realizaron experimentos cruzados. Los resultados sugieren que las madres no muestran una discriminación de crías propias vs. ajenas. Las crías, sin embargo, refregaron su rostro por periodos significativamente más prolongados cuando los rastros químicos eran de la madre ajena que propia, lo que sugiere que reconocerían a sus madres. Se discute la asimetría en el reconocimiento madre-cría encontrado en este estudio.

Palabras claves: Señales químicas; Recién nacidos; Comunicación; Cuidado parental.

El reconocimiento madre-cría podría aumentar la probabilidad de supervivencia y el éxito reproductivo de individuos emparentados vía comportamiento cooperativo y la disminución de las agresiones entre parientes (Hamilton, 1964). Sus ventajas son evidentes en especies con cuidado parental permitiendo a las madres destinar sus recursos o ser menos

agresivas con su progenie y, en el caso de las crías, reconocer a sus madres les permite evitar el rechazo de adultos no relacionados, reduciendo los eventos de agresión, depredación o canibalismo (Royle *et al.*, 2012). En este contexto, el estudio del reconocimiento madre-cría, contribuyó a entender los mecanismos involucrados en la evolución del com-

portamiento social (Hamilton, 1964; Main y Bull, 1996; O'Connor y Shine, 2006; Royle *et al.*, 2012), siendo aves y mamíferos los grupos más estudiados. Por ejemplo, en el topo *Microtus ochrogaster*, Hayes *et al.* (2004), encontraron que las madres presentan una mayor agresividad hacia las crías destetadas no emparentadas que hacia las propias. Por otro lado, en la golondrina *Petrochelidon fulva*, Strickler (2013) se encontró que los padres direccionan su inversión de alimento selectivamente hacia sus propias crías. Sin embargo, en reptiles donde el cuidado parental se ha considerado raro o menos estudiado (Gardner *et al.*, 2016), también se ha descrito reconocimiento madre-cría, sugiriéndose diferentes ventajas, como la protección del infanticidio por los adultos observada en *Egernia saxatilis* (O'Connor y Shine, 2004) y *Eulamprus heatwolei* (Head *et al.*, 2008). En esta última especie, los autores también han sugerido que el reconocimiento madre-cría podría ser importante en la reducción de la competencia por interferencia con la madre y en el establecimiento y selección de hábitat óptimos. Además, la disminución de la endogamia y el aumento de la adecuación biológica de padres y crías también serían una ventaja del reconocimiento en los lagartos (Gardner *et al.*, 2012).

El reconocimiento madre-cría en los reptiles puede estar mediado por señales químicas. En Squamata, por ejemplo, el reconocimiento madre-cría se ha descrito tanto en especies de lagartijas en las cuales no hay cuidado parental como en aquellas que si presentan esta conducta. En aquellas especies sin cuidado parental, se ha observado que luego de dos días de nacidas las crías discriminan a sus propias madres de las no propias mediante rastros químicos (*Lacerta vivípara*, Léna y de Fraipont, 1998). Sin embargo, en especies con cuidado parental de la familia Scincidae, se ha descrito discriminación química recíproca entre madres y crías en *Tiliqua rugosa* y *Egernia stolkesi* (Bull *et al.*, 1994; Main y Bull, 1996). De igual forma, en la lagartija vivípara, *Eulamprus heatwolei*, se ha reportado reconocimiento madre-cría, destacando la importancia de esta conducta para evitar la endogamia en especies cuyos individuos coexisten en estrecha cercanía y existiendo una alta probabilidad de encuentro entre madres y crías relacionadas durante algún tiempo antes de la dispersión (Head *et al.*, 2008).

Liolaemus es un género con una alta diversidad, el que actualmente cuenta con aproximadamente 294 especies (Uetz *et al.*, 2024). A la fecha existen estudios de reconocimiento químico, determinándose

la capacidad de los individuos de diversas especies (e.g., *L. bellii*, *L. fitzgeraldi*, *L. tenuis*, *L. lemniscatus*) de discriminar sus propias secreciones químicas de las de conespecíficos del mismo sexo (Labra, 2008). Más aún, los individuos son capaces de evaluar las habilidades competitivas de oponentes, solo en base a la información de los rastros químicos (Labra, 2006). Sin embargo, hasta el momento no se ha determinado la ocurrencia de reconocimiento químico madre-cría, incluso en especies vivíparas con una estrecha relación entre madres y crías (Halloy y Halloy, 1997), como lo reportado en especies de lagartos previamente mencionadas (e.j. *Tiliqua rugosa* y *Egernia stolkesi* Bull *et al.*, 1994; Main y Bull, 1996). En base a estos antecedentes, nos propusimos como objetivo explorar el reconocimiento químico recíproco madre-cría de la especie vivípara *Liolaemus zullyae*.

Las lagartijas fueron colectadas en Los Antiguos, Provincia de Santa Cruz (46° 49' 38.1" S; 71° 51' 1.5" O), durante la primera semana de febrero de 2018, utilizando la técnica de lazo corredizo y colecta manual. Las lagartijas fueron colocadas en bolsas de tela individuales, y llevadas al laboratorio del Instituto de Bio y Geociencias del NOA (IBIGEO), en la provincia de Salta, donde fueron dispuestas individualmente en terrarios de plástico (36x27x19 cm), los cuales tenían una base de 3 cm de arena, un refugio y un recipiente con agua (Valdecantos y Labra, 2017). Las lagartijas permanecieron una semana con una perturbación mínima durante la alimentación y el cambio de agua, con el fin de que se aclimaten a las condiciones experimentales y dejen sus rastros químicos. Fueron expuestas a fotoperiodo de L:O 12:12 horas utilizando lámparas conectadas a un temporizador. Se siguió el protocolo propuesto por Valdecantos y Labra (2017), para el mantenimiento en cautiverio, con temperaturas ambientales que oscilaban entre los 18°C y los 13°C, similar a las condiciones de un día típico de actividad de las lagartijas en la zona (<https://es.climate-data.org/>), con una temperatura máxima promedio diaria de 17°C.

Las hembras parieron asincrónicamente, por tal razón, para estandarizar el tiempo de permanencia en conjunto de las madres y sus crías, se trabajó solo con aquellas hembras que parieron luego de dos días en el laboratorio. Sólo seis hembras cumplieron con esta condición, las cuales tuvieron dos crías cada una. Las madres permanecieron con sus crías en el mismo terrario por una semana, luego las crías fueron separadas de sus madres y colocadas en

terrarios diferentes. Para evitar pseudo-replicación, cada madre fue probada con sólo una de sus crías. Una vez concluidos los experimentos, las lagartijas fueron fijadas en formol 10%, para preservarlas en alcohol 70% según el protocolo de fijación (Scrocchi y Kretzschmar, 1996) ya que los registros de la especie en la colección del IBIGEO eran escasos.

Los experimentos recíprocos entre madres y crías consistieron en que cada lagartija, fue expuesta a dos tratamientos: 1- madre y cría propia, colocándose a la lagartija focal en la caja de una madre o cría propia, respectivamente, y 2- madre y cría ajena, la lagartija focal fue colocada en la caja de un individuo no emparentado, cría o madre ajena, respectivamente. Previo al comienzo de la experimentación, la lagartija focal fue colocada individualmente en su bolsa de tela, permaneciendo en ella, las madres durante 10 min y las crías durante 6 min, a fin de reducir el estrés por manipulación (Labra, 2011). Luego, se colocó la bolsa en la caja experimental, a la cual se le retiró previamente el refugio y el bebedero, permitiendo una mejor movilidad para la lagartija focal. Con el fin de facilitar la filmación y evitar el escape de las lagartijas, los terrarios se cubrieron con un vidrio (37x30 cm). Se dispuso una cámara de vídeo (Sony DCR-TRV 310 NTSC) a 60 cm sobre la caja experimental conectada a un televisor desde el cual se observó el desarrollo del experimento. Una vez que la caja experimental fue cerrada, se cronometró la latencia, definida como el tiempo desde que se cerró la caja experimental, hasta el primer lamido (Labra y Niemeyer, 1999), realizado hacia cualquier parte de la caja o el aire (LAT). El tiempo máximo que se esperó para la ocurrencia de esta conducta fue de 7 min, y en caso de no ocurrir la conducta, la prueba era cancelada y la lagartija era devuelta a su terrario, permaneciendo en reposo a lo menos tres días antes de una nueva prueba. La introducción de una lagartija en el terrario de otra por un periodo corto no tiene efecto sobre el propietario de ese terrario, ya que no se considera tiempo suficiente para dejar señales (Labra y Niemeyer, 1999). Aquellas lagartijas que realizaron el lamido dentro del tiempo definido fueron filmadas por 10 minutos, siendo luego devueltas a sus terrarios correspondientes. Durante el análisis de los videos se registró con un cronómetro, el tiempo de refregue, conducta en la cual las lagartijas frotan su hocico en las paredes de la caja experimental, lo que permitiría dejar señales producidas por tejidos de la piel (Labra, 2008; Mason, 1992), pero además podría ser una conducta

exploratoria donde las sustancias químicas muestreadas puedan llegar a la boca y de allí al órgano vomeronasal (Halpern y Kubie, 1983; Mason, 1992). Además, se registró el número de lamidos, esto es el número de veces que el lagarto saca la lengua. Esta conducta permite coleccionar con la lengua sustancias químicas del aire o cualquier otro sustrato, las que luego son llevadas al órgano vomeronasal ubicado en el techo de la boca cuya función es de quimio recepción (Rehorek *et al.*, 2000). Se definieron 3 zonas del terrario para contabilizar los lamidos: 1- pared (P), 2- arena (Ar), 3- aire (Ai). Esta discriminación se realizó debido a que se sabe que en el aire puede haber componentes químicos volátiles que intervendrían en el reconocimiento intraespecífico (Valdecantos y Labra, 2017). Por otro lado, tanto la arena y las paredes de la caja son sustratos para moléculas de alto peso molecular y la distinción se realizó porque en observaciones preliminares se identificó una alta frecuencia de la conducta de refregue del hocico en las paredes del terrario. Debido a que los datos no tuvieron una distribución normal, se utilizó estadística no paramétrica para muestras repetidas para comparar la respuesta de las lagartijas en los dos tratamientos (propia vs. ajena), utilizando el programa STATISTICA. La conducta de madres y crías en las dos condiciones experimentales fueron analizadas por separado.

En la figura 1, Se observa la media más error estándar de las variables analizadas, arriba de la barra del error estándar se indica el valor exacto de la media de cada variable. A y B: madres y C y D: crías, por otro lado, en la tabla 1, los resultados de los análisis estadísticos. Sólo el tiempo de refregue contra la pared de las crías mostró diferencias significativas entre los tratamientos (Tabla 1); las crías refregaron por más tiempo el hocico en la caja de la madre ajena que la propia (Fig. 1C).

En este primer estudio de reconocimiento químico recíproco entre madres y crías en una especie del género *Liolaemus*, se encontró evidencias de discriminación entre madres propias y ajenas por parte de las crías de *L. zullyae*; éstas refregaron el hocico por menos tiempo en el terrario de la madre propia respecto al de la madre ajena. Por otro lado, aunque no hubo diferencias significativas, el número de lamidos realizado por las crías a las paredes de la caja, independientemente del tratamiento fue alto, y mayor que el número de lamidos a la arena, Esto podría indicar que las paredes de la caja tienen una mayor carga de rastros químicos y, el refregue, podría

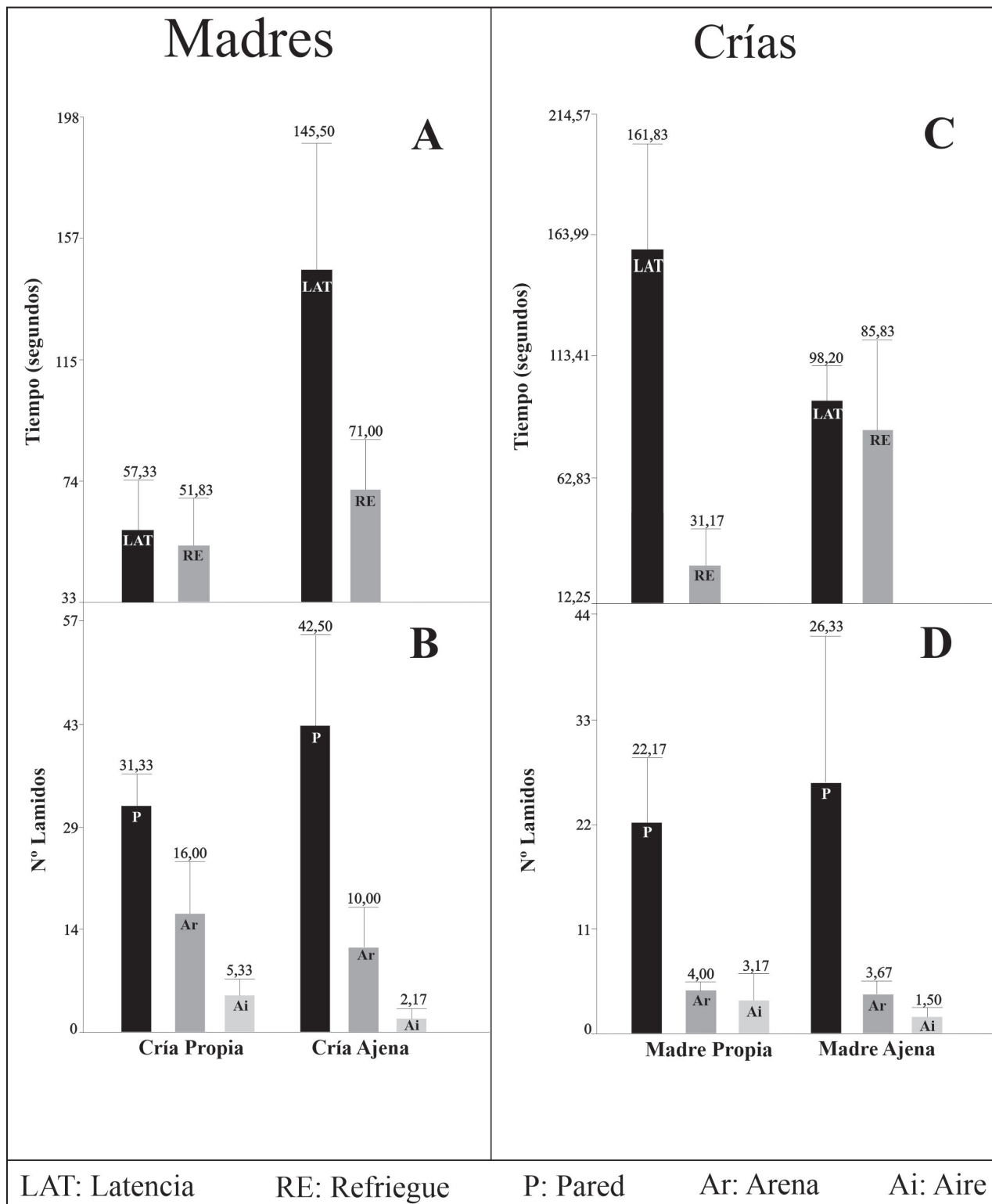


Figura 1. Media más error estándar de las variables analizadas de reconocimiento químico en *Liolaemus zullyae*. Arriba de la barra del error estándar se indica el valor exacto de la media de cada variable. A y B: madres y C y D: crías. Las variables son: LAT: latencia, RE: tiempo de refriegue. Se distinguió a donde fueron realizados los lamidos en la caja experimental: P: pared, Ar: arena, y Air: aire.

potenciar y reforzar la exploración química en esta superficie. Estas interpretaciones tienen sentido si consideramos el comportamiento de refriegue sería

tanto de marcaje como exploratorio (Mason 1992).

El reconocimiento de las madres por sus crías mediado por rastros químicos ya ha sido encontrado

en otras especies de Squamata como se mencionó anteriormente en la introducción. Por ejemplo, en *Tiliqua rugosa* y en *Egernia stokesii*, se encontró que las crías direccionan más su atención hacia rastros químicos de sus propias madres que de madres ajenas (Main y Bull, 1996). De igual forma sucede con crías de una semana de vida de *Eulamprus heatwolei* (Head *et al.*, 2008) y *Lacerta vivípara* (Léna y de Fraipont, 1998). En el presente estudio, las crías de *L. zullyae* pasaron más tiempo refregando el hocico contra las paredes de cajas de madres ajenas que las propias, lo que sugiere que existe una discriminación química de madres propia vs. ajena si consideramos esta conducta como exploratoria. Sin embargo, no podemos descartar que el refregue o frotar la región de las mandíbulas contra la pared sea también una conducta de marcado como ha sido observado y descrito en otras especies de lagartijas. En *Sauromalus* y *Sceloporus* se ha observado que tanto machos como hembras frotan sus mandíbulas en

el sustrato, y aunque en ningún caso se ha identificado tejido glandular especializado en esa región corporal, es posible que las sustancias químicas sean producidas por tejido epidérmico no especializado (Mason, 1992). En este sentido, podríamos pensar que desde muy temprana edad los individuos ya comiencen a marcar un espacio desconocido o como en este caso, diferente del de su propia madre. Además, si consideramos la latencia, aunque no fue significativa la diferencia, fue mayor en terrarios de la propia madre respecto a la ajena, lo que podría estar indicando que el olor materno es familiar y no el ajeno, al que responden más rápidamente; esto reforzaría lo encontrado, que las crías discriminarían su propia madre.

No encontramos evidencias claras que indiquen un reconocimiento de las crías por parte de las madres (Fig. 1A y B), lo que contrasta con otras especies de Squamata donde sí se ha encontrado que las madres reconocen a sus propias crías. Por

Tabla 1. Análisis de las cinco conductas de madres y crías de *Liolaemus zullyae*. Prueba estadística de Wilcoxon. Z: valores del estadístico, p: valores de probabilidad n: tamaño de la muestra. En negrita los resultados estadísticamente significativos.

Focales	Latencia	Refriegues	Lamidos Pared	Lamidos Arena	Lamidos Aire	Lamidos Totales
Madres (n=6)	Z=1.782 p=0.074	Z=0.733 p=0.463	Z=0.943 p=0.345	Z=0.314 p=0.753	Z=1.603 p=0.108	Z=7.338 p=0.463
Crías (n=6)	Z= 1.15 p=0.248	Z=1.99 p=0.046	Z=0.00 p=1.00	Z=0.10 p=0.916	Z=0.182 p=0.855	Z=0.105 p=0.916

ejemplo, las hembras de *Tiliqua rugosa* y *Egernia stokesii*, responden diferencialmente realizando un mayor número de lamidos a los compartimentos con sus propias crías (Bull *et al.*, 1994; Main y Bull, 1996). Similarmente, en la anfisbena *Trogonophis wiegmanni*, las hembras discriminan entre olores de crías familiares (Martín *et al.*, 2021). En el lagarto *Eulamprus heatwolei*, se registró que las hembras prefirieron refugios con rastros químicos de sus propias crías (Head *et al.*, 2008). En el caso de *L. zullyae*, sólo se observó en las hembras una tendencia a una menor latencia al primer lamido con rastros químicos de sus propias crías respecto a las ajenas, además de realizar más lamidos a la pared de la caja de estas últimas, lo que podría indicar un reconocimiento por parte de las madres (Fig. 1A). No se descarta la posibilidad de que un tamaño muestral

mayor permita evidenciar reconocimiento de las madres hacia sus crías.

Se conoce muy poco sobre la biología de *L. zullyae*, sin embargo, es posible proponer algunas hipótesis para el reconocimiento de las madres por parte de sus propias crías. Si consideramos que luego del parto no se observó ningún tipo de conducta asociada al cuidado parental en la especie y que, el nacimiento de las crías ocurre en el laboratorio en abril (Minoli *et al.*, 2010), o fines de febrero y principios de marzo en el presente estudio, justo antes de entrar en hibernación, se puede postular que el reconocimiento les permitiría a las crías dispersarse inmediatamente luego de nacer e instalarse en lugares alejados de sus madres antes del invierno. De esta manera se evitaría agresión por parte de la hembra si la hubiera, sobre todo considerando nuestros

resultados de ausencia de reconocimiento de sus propias crías. Por otro lado, si las crías no se dispersan inmediatamente, es probable que a las hembras, aunque no reconozcan a sus propias crías, no les afecte la presencia de las mismas a su alrededor (falta de agresividad), y en este contexto las crías podrían permanecer en el refugio de su madre (a las que la evidencia indicaría que reconocen) durante todo el invierno (Alzamora *et al.*, 2010) y usar reservas de vitelo intraabdominal (Boretto y Ibagüengoytía, 2009) para dispersarse en la próxima primavera, ambos aspectos ya fueron descritos en lagartijas del género *Phymaturus*, hermano de *Liolaemus* (Etheridge, 1995). Cualquiera de las alternativas propuesta para explicar la ausencia de reconocimiento de las crías por sus propias madres, debiera ser puesta a prueba con otro tipo de estudios.

Agradecimientos

Las autoras agradecen a D.L. Moreno Azócar, G. Perotti y F.B. Cruz por su colaboración en las tareas de campo, en especial a éste último, por permitir trabajar los animales de este estudio. A M. Ruiz-Monachesi, S. Ruiz, M. Quipildor, F. Lobo y T. Hibbard por su apoyo en las tareas mantenimiento de las lagartijas en el laboratorio, a dos revisores anónimos y al editor de Cuadernos de Herpetología por los valiosos comentarios realizados a la versión preliminar, los cuales contribuyeron sustancialmente a mejorar el manuscrito. Este estudio fue financiado por los proyectos PIP CONICET N° 2015-2471 de F. B. Cruz, y CIUNSa N°2626 de S.V.

Literatura citada

Alzamora, A.; Gallardo, C.; Vukasovic, A.; Thomson, R.; Camousseigt, N.; Charrier, A.; Garin, C. & Lobos, G. 2010. *Phymaturus flagellifer* (matuasto) brumation behavior. *Herpetological Review* 41: 85.

Boretto, J.M. & Ibagüengoytía, N.R. 2009. *Phymaturus* of patagonia, Argentina: reproductive biology of *Phymaturus zapalensis* (Liolaemidae) and a comparison of sexual dimorphism within the genus. *Journal of Herpetology* 43: 96-104.

Bull, C.M.; Doherty, M.; Schulze, L.R. & Pamula, Y. 1994. Recognition of offspring by females of the australian skink, *Tiliqua rugosa*. *Journal of Herpetology* 28: 117-120.

Etheridge, R. 1995. Redescription of *Ctenoblepharys adspersa* Tschudi, 1845, and the taxonomy of Liolaeminae (Reptilia: Squamata: Tropicuridae). *American Museum Novitates* 3142: 1-34.

Gardner, M.G.; Godfrey, S.S.; Fenner, A.L.; Donnellan, S.C. & Bull, C.M. 2012. Fine-scale spatial structuring as an inbreeding avoidance mechanism in the social skink *Egernia Stokessi*. *Australian Journal of Zoology* 60: 272-277.

Gardner, M.G.; Johnston, G.; Pearson, S.K. & Schwarz, M.P. 2016. Group living in squamate reptiles: a review of evidence for stable aggregations. *Biological Reviews* 91: 925-936.

Halloy, M. & Halloy, S. 1997. An indirect form of parental care in a high altitude viviparous lizard, *Liolaemus huacahuasicus* (Tropicuridae). *Bulletin of the Maryland Herpetological Society* 33: 139-155.

Halpern, M. & Kubie, J.L. 1983. Snake tongue flicking behavior: Clues to vomeronasal system functions *In* Chemical Signals in Vertebrates 3. D. Müller-Schwarze and R.M. Silverstein, eds. Pp. Springer, Boston, MA

Hamilton, W. 1964. The genetical evolution of social behaviour. *Journal of Theoretical Biology* 7: 17-52.

Hayes, L.D.; O'Bryant, E.; Christiansen, A.M. & Solomon, N.G. 2004. Temporal changes in mother-offspring discrimination in the prairie vole (*Microtus ochrogaster*). *Ethology Ecology & Evolution* 16: 145-156.

Head, M.L.; Doughty, P.; Blomberg, S.P. & Keogh, J.S. 2008. Chemical mediation of reciprocal mother-offspring recognition in the Southern Water Skink (*Eulamprus heatwolei*). *Austral Ecology* 33: 20-28.

Labra, A. 2006. Chemoreception and the assessment of fighting abilities in the lizard *Liolaemus monticola*. *Ethology* 112: 993-999.

Labra, A. 2008. Multi-Contextual use of Chemosignals by Liolaemus lizards. 357-365. *En*: Hurst J.L., Beynon R.J., Roberts S.C., Wyatt T.D. (eds), Chemical signals in Vertebrates XI. SpringerLink, New York, USA. 2011. Chemical stimuli and species recognition in *Liolaemus* lizards. *Journal of Zoology* 285: 215-221.

Labra, A. & Niemeyer, H.M. 1999. Intraspecific chemical recognition in the lizard *Liolaemus tenuis*. *Journal of Chemical Ecology* 25: 1799-1811.

Léna, J.P. & de Fraipont, M. 1998. Kin recognition in the common lizard. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 42: 341-347.

Main, A.R. & Bull, M.C. 1996. Mother-offspring recognition in two australian lizards, *Tiliqua rugosa* and *Egernia stokesii*. *Animal Behaviour* 52: 193-200.

Martín, J.; Raya-García, E.; Ortega, J. & López, P. 2021. Offspring and adult chemosensory recognition by an amphisbaenian reptile may allow maintaining familiar links in the fossorial environment. *PeerJ* 9:e10780.

Mason, R.T. 1992. Reptilian pheromones. 114-228 *In* Hormones, Brain and Behavior. Biology of Reptilia. Gans C. & Crews D., eds. Pp. The University Chicago Press, Chicago, USA

Minoli, I.; Kozykariski, M.L. & Avila, L.J. 2010. Observations on parturition in two *Liolaemus* species of the *archeforus* group (Iguania: Squamata: Liolaemidae). *Herpetology Notes* 3: 333-336.

O'Connor, D.E. & Shine, R. 2004. Parental care protects against infanticide in the lizard *Egernia saxatilis* (Scincidae). *Animal Behaviour* 68: 1361-1369.

O'Connor, D.E. & Shine, R. 2006. Kin discrimination in the social lizard *Egernia saxatilis* (Scincidae). *Behavioral Ecology* 17: 206-211.

Rehorek, S.J.; Firth, B.T. & Hutchinson, M.N. 2000. The structure of the nasal chemosensory system in squamate reptiles. Lubricatory capacity of the vomeronasal organ. *Journal of Biosciences* 25: 181-190.

- Royle, N.J.; Smiseth, P.T. & Kölliker, M. 2012. The Evolution of Parental Care. Oxford University Press. United Kingdom.
- Scrocchi, G. & Kretzschmar, S. 1996. Guía de métodos de captura y preparación de anfibios y reptiles para estudios científicos y manejo de colecciones herpetológicas. *Miscelanea*: 44.
- Strickler, S.A. 2013. Recognition of young in a colonially nesting bird. *Ethology* 119: 130-137.
- Uetz, P.; Freed, P.; Aguilar, R.; Reyes, F.; Kudera, J. & Hošek, J. (eds.) 2023. The Reptile Database, <http://www.reptile-database.org>, accessed June 26, 2024.
- Valdecantos, S. & Labra, A. 2017. Testing the functionality of precloacal secretions from both sexes in the South American lizard, *Liolaemus chiliensis*. *Amphibia-Reptilia* 38: 209-216.

© 2024 por los autores, licencia otorgada a la Asociación Herpetológica Argentina. Este artículo es de acceso abierto y distribuido bajo los términos y condiciones de una licencia Atribución-No Comercial 4.0 Internacional de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

Are the males of *Dendropsophus minutus* (Peters, 1872) spider devourers?

João Lucas Pereira Ferreira¹, Kássio de Castro Araújo², Etielle Barroso de Andrade², Caio Vinícius Mira-Mendes³

¹ Programa de Pós-graduação em Zoologia, Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Santa Cruz-UESC, Rodovia Jorge Amado, km 16, Ilhéus, Bahia 45662-900, Brasil

² Grupo de Pesquisa em Biodiversidade e Biotecnologia do Centro-Norte Piauiense-BIOTECPI, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí-IFPI Campus Pedro II, Rua Antonino Martins de Andrade 750, Engenho Novo, Pedro II, Piauí 64255-000, Brasil

³ Departamento de Biologia, Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, Maranhão 65055-310, Brasil

Recibida: 16 Febrero 2024

Revisada: 18 Mayo 2024

Aceptada: 29 Julio 2024

Editor Asociado: J. Goldberg

doi: 10.31017/CdH.2024.(2024-014)

ABSTRACT

In this study, we described the diet composition of males of the treefrog *Dendropsophus minutus* from the region of the Chapada das Mesas National Park, Maranhão, Northeastern Brazil. We collected 19 males, of which 17 had stomach contents. Of that, five prey categories were registered, with spiders being the most consumed prey item. We also observed that the snout-vent length of each male had a weak influence on prey selection. Notably, *D. minutus* consumed a substantial quantity of spiders. Nonetheless, further studies considering temporal variation, reproductive period, and prey availability, among others, are still needed to elucidate the role of spiders on the diet of *D. minutus*.

Key Words: Anuran; Amphibian; Diet; Feeding Habits; Trophic Ecology.

Dietary habits play a fundamental role in the natural history of a species, influencing its interactions with the environment and other organisms while also contributing to the dynamics of ecosystems (Moser *et al.*, 2017). Among vertebrates, anuran amphibians are a key group in studies of trophic interactions due to their role in energy transformation in the environment (Colón-Gaud *et al.*, 2009) and their intrinsic connection with aquatic and terrestrial ecosystems (Maneyro & Rosa, 2004). Therefore, through studies on the trophic ecology of frogs, it is possible to understand how energy flow and the cycling of matter occur in food chains, making conservation models more effective for both these animals and the ecosystems they inhabit (Núñez *et al.*, 2021).

The majority of anuran species are considered generalist predators, with their diet based on what is most available in the environment in which they

live (Eterovick & Sazima, 2004), with arthropods constituting their primary diet (Duellman & Trueb, 1994; Solé & Rödder 2010). Nevertheless, in various anuran groups, there has been observed a tendency toward diet specialization, often linked to behavioral, morphological, or physiological traits (e.g., Toft, 1980; Castro *et al.*, 2020; Carilo-Filho *et al.*, 2021).

The lesser treefrog *Dendropsophus minutus* (Peters, 1872) is a small-sized hylid ranging from 21 to 28 mm, presenting yellow, cream, or orange-brown tones of dorsal coloration pattern with dark dorsal and transverse bands that resemble an hour-glass shape (Andrade *et al.*, 2022; Frost, 2024). It is a widespread species in South America that inhabits typically open areas in different biomes, including disturbed areas and urban environments (Morais *et al.*, 2012; Abegg *et al.*, 2014; Vaz-Silva *et al.*, 2020). Likewise in Brazil as a whole, this species is also well

distributed in Maranhão state, Northeastern Brazil, being reported to the Amazon and Cerrado biomes, besides the coastal zone (Brasileiro *et al.*, 2008; Andrade *et al.*, 2017; Araújo *et al.*, 2020).

The feeding habits of *D. minutus* were already reported for localities in the North (Van Sluys & Rocha, 1998; Soeiro *et al.*, 2022), Northeast (Santos *et al.*, 2004), and South (Leivas *et al.*, 2018) Brazilian regions, which suggested a generalist and opportunistic diet. Nonetheless, as the diet anuran composition is usually influenced by different factors from environmental characteristics to morphological traits (Protázio *et al.*, 2019; Tupy *et al.*, 2021), the present study aimed to investigate the diet composition of males of *D. minutus* located at one Cerrado area from the region of the National Park Chapada das Mesas, Maranhão, Northeast Brazil.

During the fieldwork conducted on April 20, 2023, in the Chapada das Mesas National Park (CMNP), located in the state of Maranhão, Northeastern Brazil, we encountered an abundant population of *D. minutus* vocalizing in a temporary pond near to one the park entrances (7°09'15.0" W, 47°24'16.3"S, WGS84 datum, 315 m a.s.l.). The CMNP covers an area of about 160.000 ha, and the main plant physiognomy is Cerrado *sensu stricto* (Eiten, 1983; Ribeiro & Walter, 1998), but it is also influenced by adjacent Amazon and Caatinga biomes (Moraes & Lima, 2007), which makes it be considered a mosaic of vegetation ranging from open grasslands to dense forest formations and semideciduous patches on mountain tops (MMA, 2007; Silva *et al.*, 2019). The climate is tropically humid, with annual average temperatures of 23 °C and average annual rainfall ranging from 1500 to 1250 mm (MMA, 2007).

Of the uncountable vocalizing males observed around 20 h, we manually collected 19 adult males (collecting permits: SIS-BIO 82619/1), which were transported in humid plastic bags and, after that, euthanized following the ethical procedures of the Ethics Committee on the Use of Animals of the Universidade Estadual de Santa Cruz (CEUA/UESC - N° 024/21) and Brazilian Guide for the Production, Maintenance or Use of Animals in Teaching or Scientific Research Activities (Jared *et al.*, 2023). Collected specimens were fixed in formol 10%, preserved in alcohol 70%, and deposited in the Biological Collection of the Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI Campus Pedro II, state of Piauí, Brazil (CBPII 445–464).

In the laboratory, we dissected the collected individuals and remove their digestive tracts using a stereomicroscope (Lumen® LM310BZ). Each prey item found was counted and identified to the lowest taxonomic level (usually Order) using specialized literature (Triplehorn & Johnson, 2011). Plant material and unidentified diet fragments were not included in the statistical analyses. Using a digital caliper (0.01 mm precision) we measured the snout-vent length (SVL) and mouth width of each treefrog, besides the length and width of the prey items. We used the ellipsoid formula ($V = 4/3\pi (L/2) (W/2)^2$) to estimate the prey volume, where L and W represent the values of length and width, respectively (Dunham, 1983). In addition, we used the relative importance index (RII) to investigate how each prey item contributed to the species diet through the following formula: $RII = (F\% + N\% + V\%)/3$, where F, N, and V represent the percentual values of frequency of occurrence, abundance, and volume of each prey category (Pinkas *et al.*, 1971). The trophic niche breadth (prey volume) was measured using the inverse of Simpson's (1949) diversity index: $B = 1 / \sum_{i=1}^n P_i^2$, where p is the proportion of the resource category used and n is the number of resource categories adopted. The values can range from 1 (exclusive use of a single category) to n (equal use of all categories). Once our data violated the assumptions of simple linear regression ($p < 0.05$), we used the non-parametric Kernel regression test (Nadaraya-Watson, 1964) to investigate if the anuran snout-vent length and mouth width have a relationship with the prey size (estimated by prey volume). These analyses were performed using the “vegan” R package (Oksanen *et al.*, 2016).

Of the analyzed individuals, 17 anurans had at least one prey category in their stomachs. We found 20 prey items in the diet of *D. minutus* labeled in five categories, including plant pieces, which were not included in the statistical analyses. The average number of prey per stomach was 1.29, and the trophic niche breadth (prey volume) was 1.11. Araneae order was the most representative. Of the 20 prey, 70% were spiders, which represents about 95% of the total volume of consumed prey and 60% ($n = 10$) of the occurrence frequency (Table 1).

We found no support for the relationship between the prey size and anuran snout-vent length ($R^2 = -0.017$, $P > 0.05$, Deviance explained = 5.55%) and mouth width ($R^2 = -0.0256$, $P > 0.05$, Deviance explained = 4.76%). Although we suggest the

Table 1. Composition of the identified prey items consumed by *Dendropsophus minutus* males (n = 19) from the National Park Chapada das Mesas, Maranhão, Northeastern Brazil. Respective absolute and percentual values of abundance (N), volume (V), and frequency of occurrence (F), besides the relative importance index (RII).

Orders	N	N%	V	V%	F	F%	RII
Araneae	14	70	455.8	94.8	10	62.5	75.8
Coleoptera	2	10	8.6	1.8	2	12.5	8.1
Hymenoptera	2	10	2	0.4	2	12.5	7.6
Other items							
Larvae	2	10	14.3	3	2	12.5	8.5
Plant pieces	4	-	-	-	-	-	-
Total	20	100	480.7	100	16	100	100

morphological traits have a weak influence on prey selection by males of *D. minutus*, further studies with a large sampling size are needed to elucidate this assumption.

Our observations in this study show that *D. minutus* males consumed five different prey categories, displaying a notable dominance for a substantial quantity of spiders. This prey item is usually found in the diet of *Dendropsophus* species (e.g., Macale *et al.*, 2008; Castro *et al.*, 2016; Sanches *et al.*, 2021), which might be associated with their sit-and-wait foraging strategy (Toft, 1980, 1981; Castro *et al.*, 2016). Although some studies indicate a generalist and opportunistic diet for *D. minutus* populations in different environments, the diversity of prey consumed ranges from three to ten categories (Van Sluys & Rocha, 1998; Santos *et al.*, 2004; Leivas *et al.*, 2018; Soeiro *et al.*, 2022). For populations of *D. minutus* from an Araucaria Forest in the state of Paraná, Southern Brazil, Leivas *et al.* (2018) suggest it is a generalist predator that feeds on arthropods, primarily those in the orders Araneae, Lepidoptera, and Diptera. This pattern was also observed for populations in the Serra Norte, Carajás, state of Pará, Brazilian Amazon (Van Sluys & Rocha, 1998), Tapacurá Ecological Station, a rainforest enclave of the state of Pernambuco (Santos *et al.*, 2004), and in an Atlantic Rainforest urban fragment of the state of Paraíba, Northeastern Brazil (Leite-Filho *et al.*, 2017). Despite spiders being a prevalent component in the dietary compositions of *D. minutus*, none of these studies implied a specific pattern of Araneae specialization diet. Therefore, we reinforce the importance of dietary studies aiming to investigate the role of spiders in the *Dendropsophus* diet.

Regarding prey size selection, there is a literature consensus that larger frogs tend to eat more

volumetric prey (Toft, 1980; 1981). We found no support for the hypothesis that larger frogs tend to eat larger prey, at least within an intraspecific view. The positive relationship between the size of frogs and the prey size consumed by them seems easier to observe when we compare different species (Van Sluys & Rocha, 1998; Parmelee, 1999). Concerning intraspecific views, this hypothesis was already supported for some populations, such as *Adelophryne maranguapensis* from a mountain in the Brazilian semiarid (Araújo *et al.*, 2023); *Leptodactylus ocellatus* and *Dendropsophus microcephalus* in El Banco, Colombia; and Maldonado, Uruguay, respectively (Maneyro *et al.*, 2004; Muñoz-Guerrero *et al.*, 2007). In contrast, this relationship remains an unsolved issue because other studies found no support for this hypothesis (e.g., Solé *et al.*, 2019; Sant'Anna *et al.*, 2022; Santos-Souza *et al.*, 2022). Additionally, Blanco-Torres *et al.* (2020) suggest that predators using active search target low-mobility prey, whereas species using sit-and-wait strategies target highly nutritive prey that are difficult to manipulate.

Overall, we observed spiders were one important prey item for the diet of *D. minutus* males in the region studied. It could be because these prey items are more abundant and readily available for frogs perched in vegetation, not necessarily because they actively seek them out (specialization). In any case, further studies considering temporal variation, reproductive period, and prey availability, among others, are still needed to elucidate the role of spiders on the diet of *D. minutus*.

Acknowledgments

We thank the Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio for the collecting permits (SIS-BIO, 82619/1). JLPF thanks the

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, KCA thanks Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) and Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Piauí (FAPEPI) for providing research fellowship (Process: 150013/2023-0), CVMM thanks the Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Maranhão (FAPEMA) for the financial support (Process Universal – 06703/22).

Literature cited

- Abegg, A.D.; Rosa, C.M. & Borges, L.M. 2014. Predation of *Dendropsophus minutus* (Anura: Hylidae) by *Aglaotenus oblongus* (Araneae: Lycosidae). *Herpetology Notes* 7: 605-606.
- Andrade, E.B.; Araújo, K.C.; Costa, C.; Sena, F.; Santos, A.; Araújo, S.C.; Uchôa, L.; Rodrigues, N.L.; Ferreira, J.P.; Benício, R.A. & Ávila, R.W. 2022. *Anfíbios Anuros do Parque Nacional de Sete Cidades, Guia Ilustrado*; IFPI: Teresina, Brasil, 42-109.
- Andrade, E.B.D.; Weber, L.N. & Leite, J.R.D.S.A. 2017. Anurans of the Parque Estadual do Mirador, a remnant of Cerrado in the state of Maranhão, Northeastern Brazil. *Biota Neotropica* 17: 1-13.
- Araújo, K.C.; Cassiano-Lima, D.; Brasileiro, A.C.; Bezerra, C.H. & Ávila, R.W. 2023. What the minute shield frogs *Adelophryne* eat at a humid forest relict in Ceará state, northeastern Brazil. *North-Western Journal of Zoology* 19: e231503.
- Araújo, K.C.; Ribeiro, A.S.; Andrade, E.B.; Pereira, O.A.; Guzzi, A. & Ávila, R.W. 2020. Herpetofauna of the Environmental Protection Area Delta do Parnaíba, Northeastern Brazil. *Cuadernos de Herpetología* 34: 185-199.
- Blanco-Torres, A.; Duré, M.I.; Bonilla, M.A. & Cagnolo, L. 2020. Predator-prey interactions in anurans of the tropical dry forests of the Colombian Caribbean: A functional approach. *Biotropica* 52: 730-737.
- Brasileiro C.A.; Lucas, E.M.; Oyamaguchi, H.M.; Thomé, M.T.C. & Dixo, M. 2008. Anurans, Northern Tocantins River Basin, states of Tocantins and Maranhão, Brazil. *Check List* 4: 185-197.
- Carilo-Filho, L.M.; Sena, M.; Souza, C.; Delabie, J.H.C. & Solé, M. 2021. Diet and observations on natural history of *Gabohyla pauloalvini* (Bokermann 1973) (Amphibia: Hylidae), a poorly know species from cacao agroforestry in southern Bahia, Brazil. *Tropical Ecology* 62: 248-253.
- Castro, I.M., Rebouças, R., & Solé, M. (2016). Diet of *Dendropsophus branneri* (Cochran, 1948) (Anura: Hylidae) from a cocoa plantation in southern Bahia, Brazil. *North-Western Journal of Zoology*, 12: 159-165.
- Castro, I.M.; Mira-Mendes, C.V. & Solé, M. 2020. Diet of *Chiasmocleis cordeiroi* Caramaschi & Pimenta, 2003 from the Atlantic Rainforest in southern Bahia, Brazil. *Zoology and Ecology* 30: 52-56.
- Colón-Gaud, C.; Whiles, M.R.; Kilham, S.S.; Lips, K.R.; Pringle, C.M.; Connelly, S. & Peterson S.D. 2009. Assessing ecological responses to catastrophic amphibian declines: Patterns of macroinvertebrate production and food web structure in upland Panamanian streams. *Limnology and Oceanography* 54: 331-343.
- Duellman, W.E., & Trueb, L. 1994. Biology of Amphibians. Baltimore e London. *The John Hopkins University Press*. Ed. 2, 670 p.
- Dunham, A.E. 1983. Realized niche overlap, resource abundance, and intensity of interspecific competition. In *Lizard ecology: studies of a model organism*, 261-280. Harvard University Press.
- Eiten, G. 1983. Classificação da vegetação do Brasil. Brasília: *CNPq*, 305 p.
- Eterovick, P.C.; Sazima, I. 2004. Anfíbios da Serra do Cipó. Belo Horizonte. *PUC Minas*. Ed. 1, 294 p.
- Frost, D.R. 2024. Amphibia Species of the World: an Online Reference. Version 6.0 (Date of access). Available at: <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. American Museum of Natural History, New York, USA. 2024.
- Jared, C.A.G.S.; Grego, K.F.; Antoniazzi, M.M.; Sant'Anna, S.S.; Santos, S.M.A.; Mattaraia, V.G.M. 2023. Anfíbios e serpentes. In Mattaraia, V.G.M.; Viana, A.A.B.; Angelis, K.; Braga, L.M.G.M. Guia brasileiro de produção, manutenção ou utilização de animais em atividades de ensino ou pesquisa científica/Concea, 459-521. 1ª ed. Brasília/DF. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação.
- Griffiths, R.A. & Mylotte, V.J. 1987. Microhabitat selection and feeding relations of smooth and warty newts, *Triturus vulgaris* and *T. cristatus*, at an upland pond in mid-Wales. *Ecography* 10: 1-7.
- Leite-Filho, E.; Oliveira, F.A.; Eloi, F.J.; Liberal, C.N.; Lopes, A.O. & Mesquita, D.O. 2017. Evolutionary and ecological factors influencing an anuran community structure in an Atlantic Rainforest urban Fragment. *Copeia* 105: 64-74.
- Leivas, P.T.; Mayer, T.B.; Leivas, F.W. & Fávaro, L.F. 2018. Trophic niche of *Dendropsophus minutus* (Anura: Hylidae) in southern Brazil. *Phyllomedusa: Journal of Herpetology*, 17: 267-272.
- Macale, D.; Vignoli, L. & Carpaneto, G.M. 2008. Food selection strategy during the reproductive period in three syntopic hylid species from a subtropical wetland of north-east Argentina. *The Herpetological Journal* 18: 49-58.
- Maneyro, R. & Rosa, I.D. 2004. Temporal and spatial changes in the diet of *Hyla pulchella* (Anura, Hylidae) in southern Uruguay. *Phyllomedusa* 3: 101-103.
- Maneyro, R.; Naya, D.E.; Rosa, I.D.; Canavero, A. & Camargo, A. 2004. Diet of the south American frog *Leptodactylus ocellatus* (Anura, Leptodactylidae) in Uruguay. *Iheringia. Série Zoologia* 94: 57-61.
- MMA - Ministério do Meio Ambiente. 2007. Centro Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais – Prevfogo. Parque Nacional da Chapada das Mesas. Plano operativo de prevenção e combate aos incêndios florestais do Parque Nacional da Chapada das Mesas. Available at: http://www.ibama.gov.br/plano_operativo_parna_da_chapada_das_mesas. Last access: August 10, 2023
- Moraes, R.C. & Lima, L.P. 2007. Utilização de SIG como ferramenta na gestão do Parque Nacional Chapada das Mesas (Carolina/MA). Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (INPE, ed.). Florianópolis, 4057-4064.
- Morais, A.R.; Batista, V.G.; Gambale, P.G.; Signorelli, L. & Bastos, R.P. 2012. Acoustic communication in a Neotropical frog

- (*Dendropsophus minutus*): vocal repertoire, variability and individual discrimination. *The Herpetological Journal* 22: 249-257.
- Moser, C.F.; Avila, F.R.; Oliveira, M. & Tozetti, A.M. 2017. Diet composition and trophic niche overlap between two sympatric species of *Physalaemus* (Anura, Leptodactylidae, Leiuperinae) in a subtropical forest of southern Brazil. *Herpetology Notes* 10: 9-15.
- Muñoz-Guerrero, J.; Serrano, V.H. & Ramírez-Pinilla, M.P. 2007. Uso de microhábitat, dieta y tiempo de actividad en cuatro especies simpátricas de ranas hílicas neotropicales (Anura: Hylidae). *Caldasia* 29: 413-425.
- Núñez K.; Duré, M.; Zárate, G.; Ortiz, F. & Mendoza, M. 2021. Diet of *Melanophryniscus paraguayensis* (Anura: Bufonidae): An Endemic Species to Paraguay. *Herpetological Conservation and Biology* 16: 251-258.
- Oksanen, J.; Blanchet, F.G.; Kindt, R.; Legendre, P.; Minchin, P.R.; O'Hara, R.B.; Simpson, G.L.; Solymos, P.; Stevens, M.H.H. & Wagner, H. 2016. Vegan: Community Ecology Package. R package version 2.3-3. Available at: . Last access: August 10, 2023
- Parmelee, J.R. 1999. Trophic ecology of a tropical anuran assemblage. *Scientific Papers of the Natural History Museum of the University of Kansas*, 11: 1-59.
- Pinkas, L.; Oliphant, M.S. & Iverson, I.L.K. 1971. Food habits of Albacore, Bluefin Tuna, and Bonito in California waters. *Fish Bulletin* 152: 1-105.
- Protazio, A.D.S.; Protazio, A.D.S. & Mesquita, D.O. 2019. Niche partitioning between two *Physalaemus* species (Anura, Leptodactylidae) in semiarid Caatinga in Northeast Brazil. *North-Western Journal of Zoology* 15: 1-11.
- Ribeiro, J.F. & Walter, B.M.T. 1998. Fitofisionomias do bioma Cerrado In: Sano, S.M. & Almeida, S.P. (ed.). Cerrado: ambiente e flora. Brasília, *Embrapa Cerrados* 87-166.
- Sanches, P.R.; Pedroso-Santos, F. & Costa-Campos, C.E. 2021. Diet of *Dendropsophus counani* (Anura: Hylidae) during breeding season in the Eastern Amazonia. *Cuadernos de Herpetología* 35: 327-331.
- Sant'Anna, B.S.; Fonseca, A.M. & Ferreira, R.F.B. 2022. Diet composition and coexistence of *Boana geographica* and *Boana raniceps* (Anura: Hylidae) from Central Amazonia, Brazil. *North-Western Journal of Zoology* 18: 170-183.
- Santos, E.M.; Almeida, A.V. & Vasconcelos, S.D. 2004. Feeding habits of six anuran (Amphibia: Anura) species in a rainforest fragment in Northeastern Brazil. *Iheringia, Série Zoologia* 94: 433-438.
- Santos-Souza, C.J.; Rebelo-Silva, K.; Barbosa-Ferreira, M.E.; Oliveira-Souza, A.E.; Anaissi, J.S.C.; Sanches, P.R. & Costa-Campos, C.E. 2022. Diet assessment of *Leptodactylus pentadactylus* (Anura, Leptodactylidae) from forest and savanna habitats in the Amazonian domain. *North-Western Journal of Zoology* 18: 1-6.
- Silva, M. L. A.; Araujo, M.D.F.V. & Conceição, G.M. 2019. Síntese histórica e socioambiental do Parque Nacional da Chapada das Mesas (MA). *Revista Brasileira de Ecoturismo (RBEcotur)* 12: 1-19.
- Simpson, E.H. 1949. Measurement of diversity. *nature* 163: 688-688.
- Soeiro, A.L.S.; Guerreiro, A.K.M.; Souza, A.E.O.; Santana, M.M.S. & Campos, C.E.C. 2022. Diet composition of two hylid species (*Dendropsophus haraldschultzi* and *D. minutus*) in anthropogenic environments in eastern Amazonia. *Cuadernos de Herpetología* 36: 105-109.
- Solé, M. & D. Rödder. 2010. Dietary assessments of adult amphibians. In Amphibian ecology and conservation: a handbook of techniques, edited by Dodd-Jr, C.K., 167-184. Oxford: Oxford University Press.
- Sole, M.; Dias, I.R.; Rodrigues, E.A.; Marciano-Jr, E.; Branco, S.M. & Roedder, D. 2019. Diet of *Leptodactylus spixi* (Anura: Leptodactylidae) from a cacao plantation in southern Bahia, Brazil. *North-Western Journal of Zoology* 15: 1-5.
- Toft, C.A. 1980. Feeding ecology of thirteen syntopic species of anurans in a seasonal tropical environment. *Oecologia* 45: 131-141.
- Toft, C.A. 1981. Feeding ecology of Panamanian litter anurans: patterns in diet and foraging mode. *Journal of herpetology* 1: 139-144.
- Triplehorn, C.A. & Johnson, N. 2011. Estudo dos Insetos. 7rd Edition. Cengage Learning, São Paulo.
- Tupy, G.S.; Cardoso, G.S.; Vilanova-Junior, J.L.; Souza, R.S.P.; Silva, S.V.; Santos, V.G.M.; Rodrigues, W.S.; Faria, R.G. & Caldas, F.L.S. 2021. Trophic ecology of *Boana albomarginata* and *Boana pombali* (Anura: Hylidae) during the dry season in the Serra de Itabaiana National Park, Northeast Brazil. *North-Western Journal of Zoology* 17: 220-226.
- Van Sluys, M. & Rocha, C.D. 1998. Feeding habits and microhabitat utilization by two syntopic Brazilian Amazonian frogs (*Hyla minuta* and *Pseudopaludicola* sp. (gr. *falcipectus*). *Revista Brasileira de Biologia* 58: 559-562.
- Vaz-Silva, W.; Maciel, N.M.; Nomura, F.; Morais, A.R.; Batista, V.G.; Santos, D.L.; Andrade, S.P.; Oliveira, A.Â.B.; Brandão, R.A. & Bastos, R.P. 2020. *Guia de identificação das espécies de anfíbios (Anura e Gymnophiona) do estado de Goiás e do Distrito Federal, Brasil Central*. Curitiba: Sociedade Brasileira de Zoologia.

Defensive behaviors in *Pleurodema borellii* (Anura: Leptodactylidae) from northwest Argentina

Henrique Folly¹, Juan Carlos Stazzonelli², Clodoaldo Lopes Assis³

¹ Área Herpetología, Unidad Ejecutora Lillo (CONICET-Fundación Miguel Lillo), Miguel Lillo 251, 4000, San Miguel de Tucumán, Argentina.

² Sección Herpetología, Instituto de Vertebrados, Fundación Miguel Lillo, Miguel Lillo 251, 4000, San Miguel de Tucumán, Argentina.

³ Programa de Pós-graduação em Biologia Animal, Departamento de Biologia Animal, Universidade Federal de Viçosa, 36570-000, Viçosa, MG, Brazil.

Recibida: 13 Mayo 2024
 Revisada: 08 Julio 2024
 Aceptada: 31 Julio 2024
 Editora Asociada: S. Quinzio

doi: 10.31017/CdH.2024.(2024-018)

ABSTRACT

Anurans are common prey for several vertebrates and also invertebrates. In response to this predatory pressure, they exhibit various defensive behaviors. In this work we report liquid cloacal discharge, body inflation, stiff-legged posture and body vibration performed by *Pleurodema borellii* from San Miguel de Tucumán, northwest of Argentina. These multiple defensive behaviors performed together can hinder or disrupt the predator's action more efficiently.

Key Words: Anti-Predation Strategy; Body Inflation; Body Vibration; Cloacal Discharge; Stiff-Legged Posture.

RESUMEN

Los anuros son presa común de varios vertebrados y también de invertebrados. En respuesta a esta presión depredadora, exhiben diversos comportamientos defensivos. En este trabajo reportamos descarga cloacal líquida, inflación corporal, postura de piernas rígidas y vibración corporal realizadas por *Pleurodema borellii* de San Miguel de Tucumán, noroeste de Argentina. Estos múltiples comportamientos defensivos realizados juntos pueden obstaculizar o interrumpir la acción del depredador de manera más eficiente.

Palabras claves: Descarga cloacal; Estrategia Anti Depredación; Inflación Corporal; Postura de piernas rígidas; Vibración Corporal.

Anurans are preyed on multiple life stages by different predators like mammals, birds, reptiles, and many invertebrates (Toledo *et al.*, 2007; Fadel *et al.*, 2019). This predatory pressure has been important to the evolution of the large repertoire of defensive behaviors that anurans exhibit, including sound emission, toxic and distasteful skin secretions, cryptic and aposematic coloration, and a variety of visual displays (Martins *et al.*, 1993; Abrahams, 1995; Toledo and Haddad, 2009; Toledo *et al.*, 2011; Mailho-Fontana *et al.*, 2014; Dreher *et al.*, 2015). These behaviors can be performed isolatedly or

combinedly, such as escape followed by cloacal discharge, or immobility accompanied by body inflation (Williams *et al.*, 2000; Toledo *et al.*, 2011; Ferreira *et al.*, 2019).

Currently, more than 30 categories of defensive behaviors in response to predator attacks have been described in anurans, distributed across avoiding detection, preventing attack and counterattacking (Toledo *et al.*, 2011; Ferreira *et al.*, 2019). A reconstruction of ancestral states for the antipredator mechanisms of anurans conducted by Ferreira *et al.* (2019), showed that most of these mechanisms

are plesiomorphic and arose independently across families suggesting extensive homoplasy. However, the same authors highlight that some of the apparently homoplastic antipredator mechanisms may be a consequence of the lack of observations on species displaying them. In fact, records of these defensive behaviors are made through fortuitous observations, which generally occur when individuals are being manipulated in the field or laboratory (e.g., Wells, 2007; Pedroso-Santos *et al.*, 2022).

The genus *Pleurodema* Tschudi, 1838 comprises 15 species and is widely distributed from Panama to southern Argentina and Chile (Frost, 2023). They inhabit an extensive altitudinal range, with species that live at sea level and others in mountains with almost 5.000 m a.s.l. (Seimon *et al.*, 2007; Ferraro and Casagrande, 2009). Among these, *P. borellii* (Peracca, 1895) is a semi-aquatic species with a large size compared to other species in the genus (SVL 40.56 mm \pm 3.73; Ferraro and Barrionuevo, 2022). The species occurs in preserved or disturbed habitats in northwestern Argentina and southern Bolivia, in the Chaco-Yungas transition on the eastern slopes of the Andes and in montane grasslands, at 400 to nearly 3000 m a.s.l. (Cortez *et al.*, 2004; Frost, 2023). For species of the genus *Pleurodema*, defensive behaviors including active escape, body inflation, death feigning with limbs outstretched (later identified as stiff-legged posture), deimatic behaviors such as exposition of lumbar glands and flash coloration, elevation of the pelvic region, emerging from the ground covered with sand, body tilting towards a disturbing stimulus, secretion of the prominent lumbar glands and presence of bright color in the lumbar region have been cited (Martins, 1989; Kolenc *et al.*, 2009; Ferraro *et al.*, 2021; Velasco *et al.*, 2023). For *P. borellii*, the mentioned behaviors include tilting the body laterally in the same direction as a tactile stimulus, exhibiting the prominent lumbar glands, deimatic behavior, body inflation, presence of macrogland in the lumbar position, and bright color (yellow) in the lumbar region and thighs (Kolenc *et al.*, 2009; Ferraro *et al.*, 2021). In this work, we report the occurrence of four defensive behaviors in *P. borellii*, three of which are reported for the first time for this species.

On 6 March 2023 at 7 pm, we collected a juvenile of *Pleurodema borellii* (voucher: FML 31440; SVL: 31 mm) in an urban area of the Capital department, in the main city of San Miguel de Tucumán, province of Tucumán, northwest of

Argentina (26°49'08.50"S 65°14'30.8"W; datum: WGS84; 451 m a.s.l.). The specimen was accommodated in a plastic bag containing humid leaves and posteriorly was taken to the laboratory and transferred to a glass terrarium (30cm x 30cm) containing substrate (sphagnum) and water. The next day, at 9 am, we removed the individual from the terrarium to take photographs and it performed a sequence of four defensive behaviors (Fig. 1; Video 1). When handled, the specimen performed: (1) liquid cloacal discharge, (2) simultaneously body inflation, (3) stiff-legged posture and (4) body vibration. This latter is similar to muscle spasms, visibly occurring in some muscles of the trunk (longissimus dorsi, latissimus dorsi, ilio-lumbaris, coccygeo-iliacus) and the legs (triceps femoris, semimembranosus, gastrocnemius, peroneus), with intense movement of the feet. When placed on a substrate (burlap), it kept the body inflated and stiff-legged vibrating the body for approximately 15s and then returned to normal posture. On the same day, at 5 pm, the individual was handled again and performed the same four behaviors, however, he stretched the legs partially and remained there for 10s before returning to his normal posture. The behavior of stiff-legged while vibrating the body was performed by the same individual in another situation, without being handled. When we removed the pot of water from the terrarium for cleaning, it collided with the side of the terrarium and made a noise/vibration, triggering this behavior in the individual, who remained for 7s with stiff-legged and vibrating before returning to normal posture. After behavioral observations, the individual was killed using 2% lidocaine, fixed in 10% formalin, and transferred to permanent storage in 70% ethanol. We classified the individual as juvenile considering its body size, absence of male sex characters (vocal slits and nuptial pad), and undeveloped gonads. Voucher is housed in the herpetology collection of the Fundación Miguel Lillo (FML), San Miguel de Tucumán municipality, Tucumán province, Argentina. The video of defensive behaviors (ZUEC-VID 1323) is deposited in the audiovisual collection of the Museu de Diversidade Biológica da UNICAMP, Campinas municipality, São Paulo state, Brazil.

Our observations show that *Pleurodema borellii* may exhibit multiple defensive behaviors. When handled, the individual simultaneously displayed cloacal discharge, an inflated body, completely rigid legs with exposed hidden parts, and body vibration.

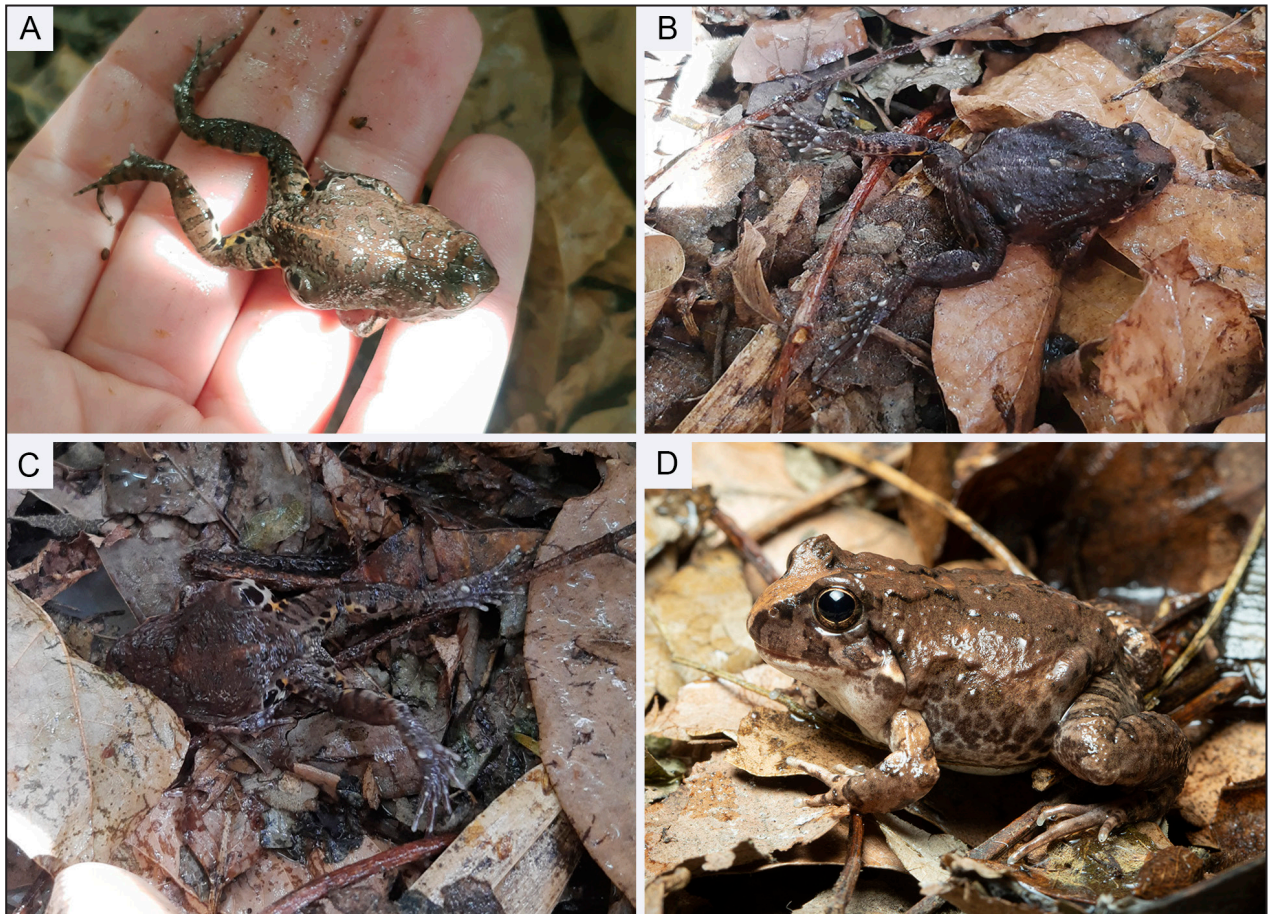


Figure 1. (A) Juvenile of *Pleurodema borellii* (FML 31440, SVL = 31 mm) performing body inflated, stiff-legged posture and vibration in the body when handled; (B) the same individual performing partial and (C) full stretching legs on the burlap substrate; (D) natural posture of the species.

The fact that *P. borellii* demonstrates this defensive repertoire during handling indicates that the trigger for these behaviors is seizure or touch by the predator. This is consistent with cloacal discharge and body inflation behavior, which are performed when an anuran is seized or touched in a predation event (Toledo *et al.*, 2011; Folly *et al.*, 2019). Liquid cloacal discharge can cause a bad taste to the predator if it reaches its mouth, or induce a recoil response in an endothermic predator with the cold liquid, in addition to making the frog lighter and facilitating its escape (Kokubum, 2002; Toledo *et al.*, 2011). Regarding body inflation (also identified as lung inflation and puffing up the body; Wells, 2007; Toledo *et al.*, 2011), it is a behavior that increases the size of the frog in the face of a predator (Stebbins and Cohen, 1995; Williams *et al.*, 2000). This posture makes the prey more difficult to grab and can deter the predator from handling, manipulating, or ingesting it (Caro, 2014).

The stiff-legged posture (also identified as “stretching limbs”; Ferreira *et al.*, 2019), characterized by full or partial extension of the limbs, is also a defensive behavior stimulated by predator touch (Ferreira *et al.*, 2019). This behavior is useful for camouflaging itself on the substrate and avoiding visually oriented predators, being carried out mainly by forest anurans (e.g., Sazima, 1978; Toledo *et al.*, 2011; Mângia and Santana, 2013), but also by species from open areas (e.g., Borteiro *et al.*, 2018, Ferrante *et al.*, 2020; Nehemy *et al.*, 2022). Unlike the stiff-legged posture, in hidden aposematism, there is the exposure of conspicuous parts in the axilla, underside of the body, tongue, thighs or post-femoral region, in order to discourage the predator (Ferreira *et al.*, 2019; Pedroso-Santos *et al.*, 2022). In the case of *Pleurodema borellii*, at first, we thought that the stiff-legged posture could mimic fallen leaves, due to its dorsal color, or a pretense of death. However, when performing body inflation along with rigid legs, both

the glands and the bright coloration (yellow) become evident. The exposure of this bright-coloured part, together with the vibration of the body, would nullify the effect of camouflage or the feigning of death. These sudden displays, known as ‘deimatic displays’, can cause predators to recoil reflexively (Ferraro *et al.*, 2021). In this sense, it is likely that showing the bright region is more important for the species than appearing dead or imitating leaves.

In relation to body vibrations, this behavior resembles preventive sexual vibration behavior (“warning vibration”), a release mechanism observed in some species of the genus *Pleurodema* from Chile and in other anuran genera (Noble and Aronson, 1942; Aronson, 1944; Cei and Espinosa-Aguilera, 1957; Diakow, 1977). This mechanism involves a series of abdominal and thoracic muscular contractions when the animal is stimulated in the dorsal and lateral regions and is typically observed during amplexus in both heterosexual and homosexual pairs (Cei and Espinosa-Aguilera, 1957). In some species, this signal is given simultaneously with a release call (Penna and Veloso, 1982). However, this vibratory behavior seems to be different from that observed in *P. borellii*, as it does not naturally occur in juveniles unless induced by injecting specific hormones (gonadotrophins and testosterone) (Blair, 1946, 47b). Additionally, the individual also performed body vibrations without being touched (which is not consistent with repulsion to amplexus), and moved his feet intensely, a fact not reported during warning vibration. In this case, we propose three hypotheses for this behavior. The first is that this vibration, when made on the ground, could transmit a seismic warning signal to neighboring specimens, since amphibians are exceptionally sensitive to this type of stimulus (Narins, 2019). The second is that body vibration would function as a signal to non-visually oriented predators, as the display of their aposematic coloration would have no effect. Thirdly, the anthropogenic environment from which the individual originates may have triggered a hormonal disorder or imbalance, causing it to exhibit this behavior, consistent with the “warning vibration” mentioned previously. Finally, new studies are needed to understand this behavior in *P. borellii* and to investigate whether this defensive vibration behavior is restricted to this population and/or species or whether it encompasses others of the genus, and whether it was triggered by some environmental factor. Additionally, it would be interesting to study

the presence/absence and structure of this behavior in other populations of the species that live in more preserved habitats.

Acknowledgments

We are grateful to María L. Ponssa for valuable comments, Ana S. Duport-Bru for help in field collection, CONICET for financial support and the Dirección de Flora, Fauna Silvestre y Suelos provided collection permits (number 1865-330-2.015).

Competing interests

The authors declare that they have no conflict of interest.

Literature cited

- Abrahams, M.V. 1995. The interaction between antipredator behaviour and antipredator morphology: experiments with fathead minnows and brook sticklebacks. *Canadian Journal of Zoology* 73: 2209-2215.
- Aronson, L.R. 1944. The sexual behavior of Anura. 6. The mating pattern of *Bufo americanus*, *Bufo fowleri* and *Bufo terrestris*. *American Museum Novitates* 1250, pp. 1-15.
- Borteiro, C.; Rosset, S.D.; Kolenc, F.; Barrasso, D.A.; Lescano, J.N. & Baldo, D. 2018. Stereotyped defensive behaviours in frogs of the genus *Odontophrynus* (Amphibia: Anura: Odontophrynidae). *Current Herpetology* 37: 172-179.
- Blair, A.P. 1946. The effects of various hormones on primary and secondary sex characters of juvenile *Bufo fowleri*. *The Journal of Experimental Zoology* 103, 3.
- Blair, A.P. 1947a. Defensive use of parotoid secretion by *Bufo marinus*. *Copeia* 137.
- Blair, A.P. 1947b. The male warning vibration in *Bufo*. *American Museum Novitates* N9 1344, pp. 1-7.
- Caro, T. 2014. Antipredator deception in terrestrial vertebrates. *Current Zoology* 60: 16-25.
- Cei, J.M.A.M. & Espinosa Aguilera, S. 1957. La vibración sexual preventiva “Warning vibration” en *Pleurodema* chilenas. *Investigaciones zoológicas Chilenas* 4: 15-21.
- Cortez, C.; Reichle, S.; De la Riva, I.; Köhler, J. & Lavilla, E. 2004. *Pleurodema borellii*. 2006 IUCN Red List of Threatened Species. Datos de 22 de Julho de 2007.
- Diakow, C. 1977. Initiation and inhibition of the release croak of *Rana pipiens*. *Physiology & Behavior* 19: 607-610.
- Dreher, C.E.; Cummings, M.E. & Pröhl, H. 2015. An analysis of predator selection to affect aposematic coloration in a poison frog species. *PLoS ONE* 10: e0130571.
- Fadel, R.M.; Thaler, R.; Folly, H.; Galvão, C.; Hoffmann, M.; da Silva, L.A.; Santana, D.J. & Mângia, S. 2019. Predation of anurans across multiple life stages in an Amazon-Cerrado transitional zone. *Herpetology Notes* 12: 895-899.
- Ferrante, L.; Najar, T. & Kaefer, I.L. 2020. Four new anuran defence behaviours observed in the cane toad *Rhinella marina*. *Ethology, Ecology and Evolution* 32: 590-595.
- Ferraro, D.P., Pereyra, M.O., Topa, P.E. & Faivovich, J. (2021). Evolution of macroglands and defensive mechanisms in Leiuperinae (Anura: Leptodactylidae). *Zoological Journal*

- of the Linnean Society 193: 388-412
- Ferraro, D.P. & Barrionuevo, J.S. 2022. Morphometric Variation in *Pleurodema* (Anura: Leptodactylidae: Leiuperinae): Evidence of Fossoriality?. *South American Journal of Herpetology* 24: 44-57.
- Ferraro, D.P. & Casagrande, M.D. 2009. Geographic distribution of the genus *Pleurodema* in Argentina (Anura: Leiuperidae). *Zootaxa* 2024: 33-55.
- Ferreira, R.B.; Lourenço-de-Moraes, R.; Zocca, C.; Duca, C. & Beard, K.H. 2019. Antipredator mechanisms of postmetamorphic anurans: a global database and classification system. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 2019: 1-21.
- Folly, H.; Sestito, G.A.; Pereira, E.A.; Morais, J.F.; Santana, D.J. & Feio, R.N. 2019. Defensive behavior of *Oloolygon carnevallii* Caramaschi and Kistumacher, 1989. *Herpetozoa* 31: 195-200.
- Frost, D.R. 2023. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.1. American Museum of Natural History, New York, USA. Available at <https://amphibiansoftheworld.amnh.org/>. Accessed on 09 March 2023.
- Kokubum, M.N.C. & Menin, M. 2002. *Elachistocleis ovalis* (ncn). Defensive behavior. *Herpetological Review* 33: 198.
- Kolenc, F.; Borteiro, C.; Baldo, D.; Ferraro, D.P. & Prigioni, C. 2009. The tadpoles and advertisement calls of *Pleurodema bibroni* Tschudi and *Pleurodema kriegi* (Müller), with notes on their geographic distribution and conservation status (Amphibia, Anura, Leiuperidae). *Zootaxa* 1969: 1-35.
- Mailho-Fontana, P.L., Antoniazzi, M.M., Toledo, L.F., Verdade, V.K., Sciani, J.M., Barbaro, K.C., Pimenta, D.C., Rodrigues, M.T., & Jared, C. 2014. Passive and active defense in toads: the parotoid macroglands in *Rhinella marina* and *Rhaebo guttatus*. *Journal of Experimental Zoology* 321: 65-77.
- Mângia, S. & Santana, D.J. 2013. Defensive behavior in *Rhinella granulosa* (Spix, 1824) (Amphibia: Anura: Bufonidae). *Herpetology Notes* 6: 45-46.
- Martins, M. 1989. Deimatic behavior in *Pleurodema brachyops*. *Journal of Herpetology* 23: 305-307.
- Martins, M.; Sazima, I. & Egler, S.G. 1993. Predators of the nest building gladiator frog *Hyla faber*, in southeastern Brazil. *Amphibia-Reptilia* 14: 307-309.
- Narins, P.M. 1990. Seismic communication in anuran amphibians. *Bioscience* 40: 268-274.
- Nehemy, I.K.R.; Mângia, S.; Carvalho, P.S. & Santana, D.J. 2022. Defensive Behavior in *Rhinella bergi* and *Rhinella mirandaribeiroi* (Anura, Bufonidae). *Caldasia* 44: 3.
- Noble, G.K., & Aronson, L.A. 1942. The sexual behavior of anura: 1. The normal mating pattern of *Rana pipiens*. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 80: 127-142.
- Pedroso-Santos, F.; de Figueiredo, V.A. & Costa-Campos, C.E. 2022. Defensive behaviors of *Leptodactylus rhodomystax* (Anura: Leptodactylidae) from northern Brazil. *Cuadernos de Herpetología* 36.
- Penna, M., & Veloso, A. 1982. The warning vibration of *Pleurodema thaul*. *Journal of Herpetology* 16: 408-410.
- Sazima, I. 1978. Convergent defensive behavior of two leaf-litter frogs of Southeastern Brazil. *Biotropica* 10: 158-158.
- Seimon, T.A.; Seimon, A.; Daszak, P.; Halloy, S.R.P.; Schloegel, L.M.; Aguilar, C.; Sowell, P.; Hyatt, A.D.; Konecky, B. & Simmons, J.E. 2007. Upward range extension of Andean anurans and chytridiomycosis to extreme elevations in response to tropical deglaciation. *Global Change Biology* 13: 288-299.
- Stebbins, R.C. & Cohen, N.W. 1995. A natural history of amphibians. Princeton: *Princeton University Press*.
- Toledo, L.F.; Silva, R.R. & Haddad, C.F.B. 2007. Anurans as prey: an exploratory analysis and size relationships between predators and their prey. *Journal of Zoology* 271: 170-177.
- Toledo, L.F. & Haddad, C.F.B. 2009. Defensive vocalizations of Neotropical anurans. *South American Journal of Herpetology* 4: 25-42.
- Toledo, L.F.; Sazima, I. & Haddad, C.F.B. 2011. Behavioural defences of anurans: an overview. *Ethology, Ecology and Evolution* 23: 1-25.
- Velasco, M.A.; Ferraro, D.P. & Kacoliris, F.P. 2023. Defensive behaviour of the El Rincón stream frog *Pleurodema somuncurensis* in Argentina. *Herpetological Bulletin* 166: 32-34.
- Wells, K.D. 2007. The ecology and behavior of amphibians. University of Chicago Press, Chicago.
- Williams, C.R.; Brodie Jr.; E.D.; Tyler, M.J. & Walker, S.J. 2000. Antipredator mechanisms of Australian frogs. *Journal of Herpetology* 34: 431-443.

Appendix I

Video 1. Defensive behaviors of *Pleurodema borellii* (ZUEC-VID 1323), deposited in the audiovisual collection of the Museu de Diversidade Biológica da UNICAMP, Campinas municipality, São Paulo state, Brazil. Available at <https://www2.ib.unicamp.br/fnjv/>

Observación del saco endolinfático en la lagartija *Homonota borelli* (Squamata: Phyllodactylidae) en Argentina

Gabriel Natalio Castillo^{1,2}, Cynthia Jesica González- Rivas^{1,3}

¹ Universidad Nacional de San Juan, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales/ Departamento de Biología, Cátedra de Parasitología en Animales Silvestre. Provincia de San Juan, Argentina.

² CIGEOBIO-CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas). Provincia de San Juan, Argentina.

³ Municipalidad de Rivadavia, Centro de Rehabilitación de Fauna Silvestre, Educación Ambiental y Recreación Responsable. Provincia de San Juan, Argentina.

Recibida: 31 Mayo 2024
Revisada: 07 Agosto 2024
Aceptada: 19 Agosto 2024
Editor Asociado: J. Goldberg

doi: 10.31017/CdH.2024.(2024-021)

ABSTRACT

Observation of the endolymphatic sac in the lizard *Homonota borelli* (Squamata: Phyllodactylidae) in Argentina. Increased endolymphatic sac size in reptiles has received little attention in the literature. We present a note based on the observation of inflated endolymphatic sacs in two female specimens of *Homonota borelli* (Phyllodactylidae) from an urbanized site in Argentina. The macroscopic results indicated that the samples analyzed showed a surface with a soft and whitish dermis. Microscopically, a cystic cavity lined by simple epithelium with calcium crystals was observed. We conclude that the endolymphatic sacs presented accumulation of calcium crystals which play a role during the reproductive period in reptiles. This finding represents the first record of a macro- and microscopic analysis of inflated endolymphatic sacs in the bush lizard *H. borelli*.

Key Words: Calcium crystals; Glands; Reptiles; Reproduction; San Juan.

RESUMEN

El aumento de tamaño de los sacos endolinfáticos en reptiles ha recibido escasa atención en la literatura. Presentamos una nota basado en la observación de sacos endolinfáticos inflados en dos ejemplares hembras de *Homonota borelli* (Phyllodactylidae) provenientes de un sitio urbanizado de Argentina. Los resultados macroscópicos indicaron que las muestras analizadas presentaron una superficie con dermis blanda y blanquecina. Microscópicamente se observó una cavidad tapizada por epitelio simple con presencia de cristales de calcio. Concluimos que los sacos endolinfáticos presentaron acumulación de cristales de calcio el cual desempeñarían una función durante el período reproductivo en reptiles. Este hallazgo representa el primer registro de un análisis macro y microscópico de sacos endolinfáticos inflados en la lagartija de monte *H. borelli*.

Palabras claves: Cristales de calcio; Glándulas; Reptiles; Reproducción; San Juan.

Homonota borelli, es una especie de lagartija con distribución en la región del Monte en Argentina en las provincias de Catamarca, Córdoba, La Rioja, Mendoza, Salta, Santa Fe, Santiago del Estero, Tucumán, San Luis y San Juan (Acosta *et al.*, 2017; Williams *et al.*, 2021). Presentan hábitos crepusculares y nocturnos, comunes en viviendas y en construcciones humanas (Gómez *et al.*, 1998; Cruz *et al.*,

2012; Acosta *et al.*, 2017). Su patrón de actividad se relaciona con la temperatura del aire (Acosta *et al.*, 2017). Exhibe una dieta insectívora y reproducción ovípara, realizando una puesta al año de un único huevo (Gómez *et al.*, 1998; Cruz *et al.*, 2012; Acosta *et al.*, 2017).

El oído interno se encuentra comunicado con la cavidad craneana donde se encuentran los sacos

endolinfáticos (Sander, 2015; Lamb *et al.*, 2017). En los reptiles, el saco endolinfático tiene un papel importante en el equilibrio y la regulación de la presión interna en el oído interno. Está involucrado en la producción y absorción de la endolinfa, un fluido que llena el laberinto membranoso y es esencial para la detección de movimientos y la orientación espacial (Wever, 1978). Presentan cristales de calcio que van variando en cantidad según el estado de desarrollo corporal del animal (Tracchia, 2018). La hipótesis más ampliamente aceptada sugiere que los sacos actúan como reservorios de calcio utilizados para la generación de la cáscara del huevo y la osificación durante el desarrollo embriológico (Bauer, 1989; Mangione y Montero, 2001). Algunos autores como Ineich y Gardner (1989) y Sander *et al.* (2015) señalaron que en geckos las hembras adultas y reproductivamente activas tienden a tener hipertrofia de sacos endolinfáticos.

Son escasos los reportes publicados (Ineich y Gardner, 1989; Sander *et al.*, 2015; Lamb *et al.* 2017; Mangione y Montero, 2001; Fenton *et al.*, 2022) que proporcionen detalles macro y microscópicos de sacos endolinfáticos en reptiles de Argentina. Nosotros mencionamos una observación y el primer registro de sacos endolinfáticos inflados en la lagartija de la región fitogeográfica de Monte *H. borelli* en Argentina.

El 17 octubre de 2023 dos ejemplares hembras, longitud hocico- cloaca (LHC) = 4 cm, masa corporal = 15 g de la lagartija de Monte *H. borelli* fueron capturados en una vivienda en una zona urbana (31°31'00"S 68°36'00"O), departamento de Chimbab, Provincia de San Juan, Argentina, los cuales habían sido previamente capturados por un felino doméstico. Los ejemplares llegaron sin vida para su revisión por el profesional veterinario; por lo que posteriormente fueron preparados para necropsia y un análisis macro y microscópico. Durante la revisión rutinaria externa se observaron masas cervicales dorsales bilateralmente grandes. Se realizó un corte en el lóbulo izquierdo (masa cervical). Tras el corte, el lóbulo izquierdo de la masa contenía material viscoso blanco. No se detectaron otros hallazgos macroscópicos clínicamente significativos. Se realizó un frotis con la secreción y con el resto del contenido viscoso blanco, se fijó en formalina al 10 % con tampón neutro y se envió al laboratorio para un análisis macro y microscópicos. Los reptiles fueron depositados en la Colección Parasitológica (hospedador- parásito), Departamento de Biología,

Universidad Nacional de San Juan, Argentina, (UN-SJParHosp 030).

Dos ejemplares hembras de *H. borelli* (Fig. 1A, D) presentaron masas cervicales simétricas (izquierda y derecha) con una inflamación de los tejidos circundantes (Fig. 1B, C) (Fig. 2), con una superficie con dermis blanda y blanquecina. Se observó presencia de cristales de calcio suspendido en la endolinfa (Fig. 3).

Lamb *et al.* (2017) estudiaron la biología reproductiva de la lagartija *Gonatodes antillensis* y demostraron el papel potencial de los sacos endolinfáticos, respaldando el uso de estas estructuras como depósitos de minerales para el desarrollo de huevos. De la misma forma, en la lagartija *H. borelli*, se ha mencionado que probablemente los aumentos de tamaño de los sacos endolinfáticos se encuentran asociados a aspectos reproductivos de hembras. De acuerdo con la literatura consultada, existen casos de estudios similares en el aumento de tamaño en la región cervical asociados a sacos endolinfáticos; en *Amphisbaena darwini* (Mangione y Montero, 2001), en *Gekko gecko* (Sander *et al.*, 2015), en *G. antillensis* (Lamb *et al.*, 2017) y en *Anolis carolinensis* (Fenton *et al.*, 2022). En nuestro análisis de la lagartija *H. borelli* registramos dos hembras sub-adultas con gran acumulación de carbonato de calcio. Nuestros ejemplares hembras analizadas no mostraron signos ni señales de formación de huevos o de haber colocado la primera puesta. Por lo tanto, los cristales de calcio podrían estar destinados a la formación de futuros huevos.

Fenton *et al.* (2022) analizaron la lagartija *A. carolinensis*, donde encontraron aumentos de tamaños cervicales, los cuales se encontraban formados por un material viscoso blanco. Estos autores corroboraron que no se trataba de un absceso o granuloma, si no que la inflamación era de origen quístico (cavidad revestida por epitelio y llena de material líquido o semi-sólido) (Fenton *et al.*, 2022). Estos resultados son similares a los obtenidos en el presente trabajo de *H. borelli*, donde se observó la presencia de masas cervicales dorsales grandes.

Los estudios más recientes mencionan que los sacos endolinfáticos desempeñan un papel en el metabolismo del calcio, actuando como un sitio de almacenamiento de carbonato de calcio que se moviliza durante la formación de huevos (Sander *et al.*, 2015; Fenton *et al.*, 2022). Las hembras reproductivamente activas tienden a tener hipertrofias de los sacos endolinfáticos (Sander *et al.*, 2015). En el

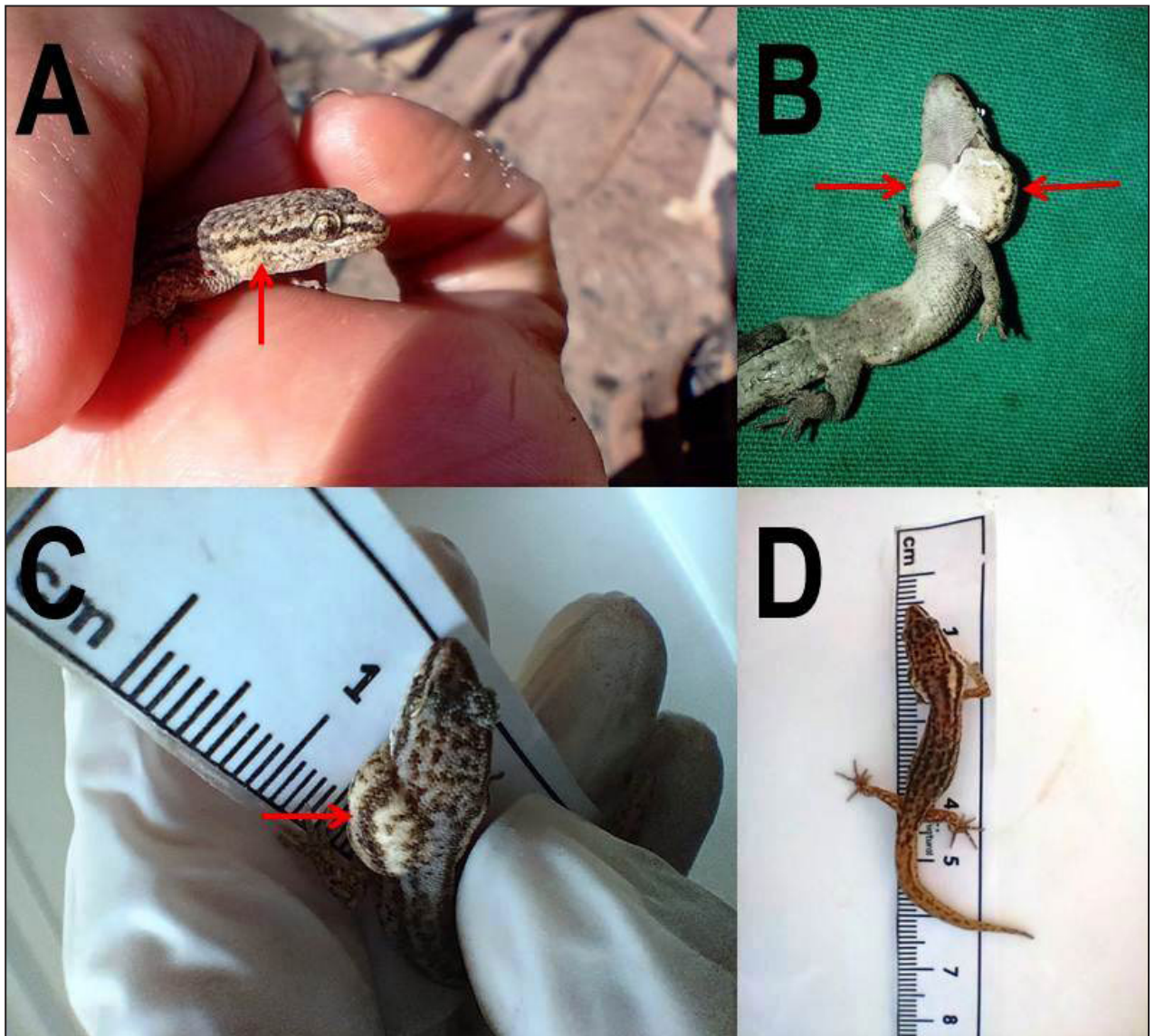


Figura 1. Ejemplar hembra de *Homonota borelli* (UNSParHosp 030). (A) vista lateral ventral del saco endolinfático derecho, (B) vista ventral del saco endolinfático derecho e izquierdo, (C) vista lateral dorsal del saco endolinfático izquierdo, (D) vista de cuerpo completo. Flecha roja indica inflamación del saco endolinfático.

estudio realizado por Fenton et al (2022) se trataba de un macho adulto, por lo que la acumulación de calcio no se encontraría asociado con la puesta de huevos, aunque serían clave en la homeostasis del calcio. En nuestro actual trabajo, si bien, no analizamos individuos machos, nosotros no descartamos que los individuos machos presenten hinchazón o aumento de tamaño de los respectivos sacos.

Agradecimientos

Agradecemos al Dr. José Villavicencio por la información aportada. También agradecemos a los revisores anónimos por las sugerencias que ayudan a mejorar el presente trabajo.

Declaración de financiación

Esta investigación no tuvo ningún tipo de financiación por parte de instituciones u organismos gubernamentales.

Conflictos de intereses

Los autores declaran que no tienen ningún conflicto de intereses en esta publicación.

Literature cited

Acosta, J.C.; Blanco, G.M.; Gómez-Alés, C.R.; Acosta, R.; Piaggio-Kokot, L.E.; Victorica, A.E.; Villavicencio, H.J. & Fava, G.A. 2017. Los reptiles de San Juan. 1° Edición. Editorial Universidad Nacional de San Juan, San Juan, Argentina.

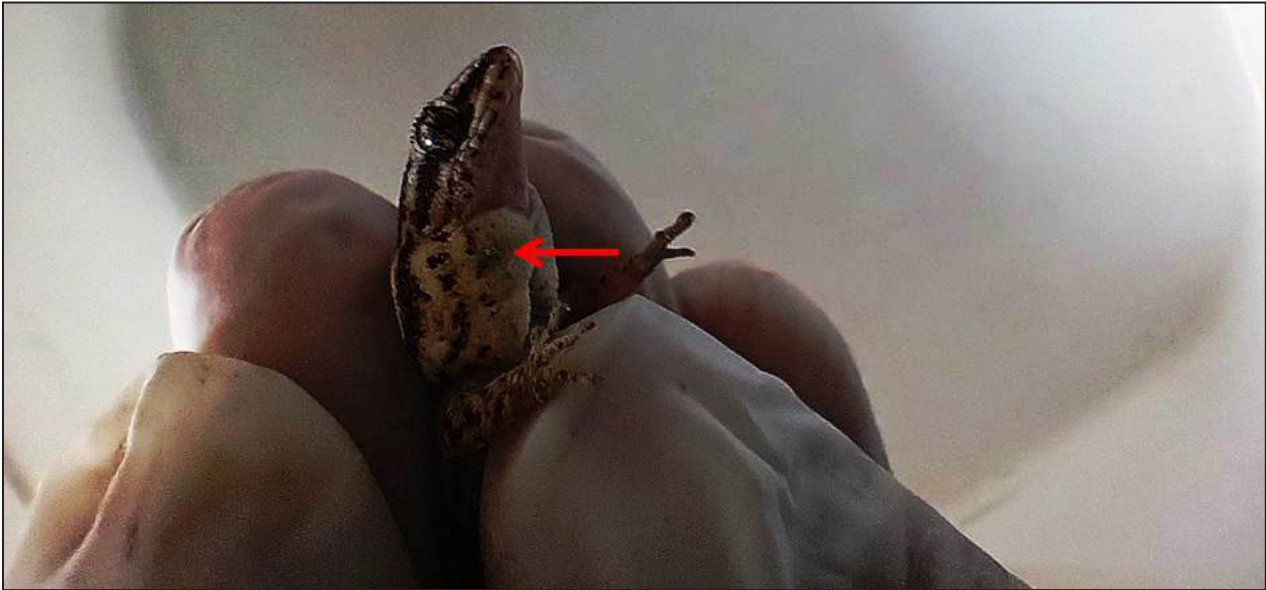


Figura 2. Ejemplar hembra de *Homonota borelli* (UNSParHosp 030). Vista lateral derecha ampliada. Flecha roja indica inflamación del saco endolinfático.

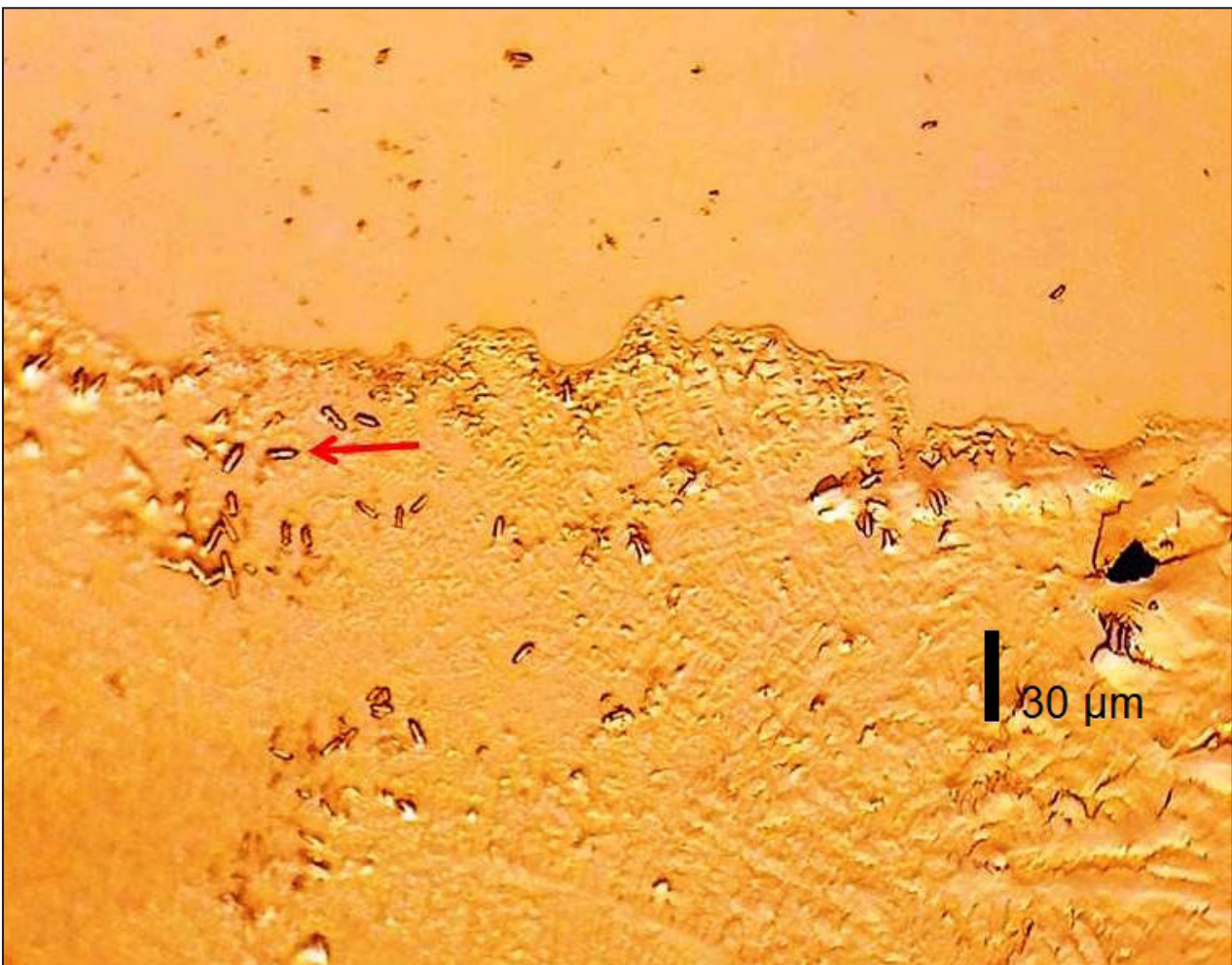


Figura 3. Microfotografía de frotis citológico de la masa extraída del saco endolinfático derecho. Flecha roja indica cristales rectangulares alargados de calcio suspendidos en la endolinfa. (El formol como fijador puede haber alterado la forma, tamaño y el número de los cristales).

- Bauer, A.M. 1989. Extracranial endolymphatic sacs in *Eurydactylodes* (Reptilia: Gekkonidae), with comments on endolymphatic function in lizards. *Journal of Herpetology* 23:172-175.
- Cruz, F.B.; Abdala, C.S. & Scrocchi, G.J. 2012. Los reptiles de La Rioja: Serie. Ciencias Naturales. Argentina: Centro Regional de Investigaciones Científicas y Técnicas de la Rioja (CRILAR).
- Fenton, H.M.A.; Spears, J. & Martinson, S. 2022. Pathology in practice. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 259: 1-3.
- Gómez, P.F. & Acosta, J.C. 1998. Datos biológicos de *Homonota borelli* (Squamata, Gekkonidae) en la provincia de San Juan, Argentina. *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción, Chile* 69: 123-129.
- Ineich, I., & Gardner, A. S. (1989). Qualitative analysis of the development of endolymphatic sacs by a gecko (*Lepidodactylus lugubris*) in French Polynesia. *Journal of Herpetology* 23: 414-418.
- Lamb, A.D.; Watkins-Colwell, G.J.; Moore, J.A.; Warren, D.L.; Iglesias, T.L.; Brandley, M.C. & Dornburg, A. 2017. Endolymphatic sac use and reproductive activity in the Lesser Antilles endemic gecko *Gonatodes antillensis* (Gekkota: Sphaerodactylidae). *Bulletin of the Peabody Museum of Natural History* 58: 17-29.
- Mangione, S. & Montero, R. 2001. The endolymphatic sacs in embryos of *Amphisbaena darwini*. *Journal of Herpetology* 35: 524-529.
- Sander, S.J.; Ossiboff, R.J.; Stokol, T.; Steeil, J.C. Neiffer, D.L. 2015. Endolymphatic sac carcinoma in situ in a Tokay gecko (*Gekko gekko*). *Journal of Herpetological Medicine and Surgery* 25: 82-86.
- Tracchia, A.C. 2018. Medicina en quelonios y otros reptiles. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina: Fundación de Historia Natural Félix de Azara.
- Williams, J.D.; Aguirre, T.M.; Fortunato, D.M. 2021. Anfibios y reptiles: 199- 277. En V. Bauni, C. Bertonatti & A. Giacchino (Eds.), *Inventario Biológico Argentino: Vertebrados*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina: Fundación de Historia Natural Félix de Azara.
- Wever, E.G. 1978. The reptile ear. Princeton University Press. 1023pp

© 2024 por los autores, licencia otorgada a la Asociación Herpetológica Argentina. Este artículo es de acceso abierto y distribuido bajo los términos y condiciones de una licencia Atribución-No Comercial 4.0 Internacional de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

Nuevo registro de la tortuga acuática *Hydromedusa tectifera* (Cope, 1869; Testudines: Chelidae) para la Pampa Deprimida (Buenos Aires, Argentina)

Mauro Iván Bonavita^{1,4}, Candela Victorel¹, Alexis Mauro Aranciaga Rolando², Oscar Aníbal Stelletti³

¹ Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medioambiente (INIBIOMA), CONICET-Universidad Nacional del Comahue, San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina.

² Laboratorio de Anatomía Comparada y Evolución de los Vertebrados, Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia”, C1405DJR, Buenos Aires, Argentina.

³ Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata-CONICET, CC1260, 7600, Mar del Plata, Argentina.

Localidad.— República Argentina. Provincia de Buenos Aires. Partido de General Guido. Laguna El Mirador (36°38'05,1”S; 57°47'55,7”O; Fig.1). Colectores: Mauro Iván Bonavita y Gustavo Bonavita.

Durante una caminata de observación de fauna el día 14 de abril de 2017 a las 17 hs se colectó un individuo que fue depositado en la Colección Herpetológica de la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP

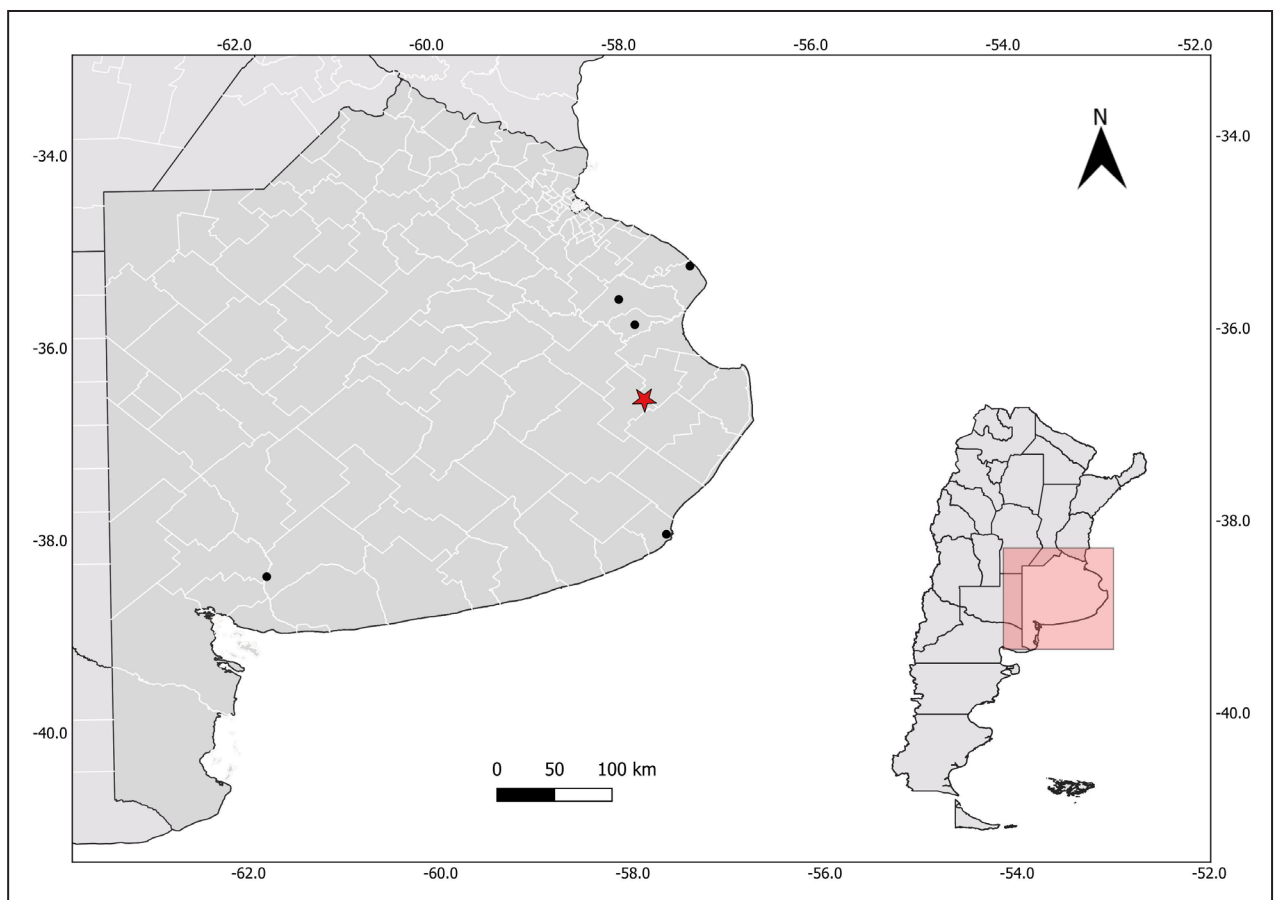


Figura 1. Registros de distribución geográfica de *H. tectifera* más próximos (círculos negros; Clavijo-Baquet et al., 2010; Di pietro et al., 2012; Guerrero y Angolín, 2016; Sánchez et al., 2019; Alcalde et al., 2021) al nuevo registro (estrella roja) hallado en la localidad de General Guido de la Provincia de Buenos Aires.

Autor para correspondencia: maurobonavita@comahue-conicet.gob.ar

1826). El ejemplar presentó una longitud recta de espaldar de 36,95 mm, un ancho máximo de espaldar de 31,02 mm y una masa corporal de 8,54 g (Fig. 2A). Complementariamente, el día 9 de noviembre de 2017 a las 16:30 hs se avistó un ejemplar adulto (longitud espaldar alrededor de 200 mm) en cercanías del sitio donde había sido hallado el juvenil colectado (Fig. 2B). La localidad de Gral. Guido se ubica en la subregión de la Pampa Deprimida dentro de la región Pampeana (Matteucci, 2012).

Comentarios.— *Hydromedusa tectifera* (Cope, 1869) es una tortuga acuática ampliamente distribuida desde el sur-sudeste de Brasil, sudeste de

Paraguay, todo Uruguay y distintas localidades del centro y noreste de Argentina (Alcalde *et al.*, 2021).

En la eco-región Pampa bonaerense, *H. tectifera* habita diversos complejos ecosistémicos (Pampa Serrana: Sierra de La Ventana, Pampa Interserrana: sistema de Lagunas de Punta Mogotes, Pampa Deprimida y Pampa Ondulada: núcleo de su distribución bonaerense con multiplicidad de localidades conocidas; Clavijo-Baquet *et al.*, 2010; Di Pietro *et al.*, 2012; Sánchez *et al.*, 2019; Alcalde *et al.*, 2021). La localidad aquí citada expande 95 km al sur el núcleo de distribución bonaerense de la especie en los complejos Pampa deprimida y Pampa Ondulada

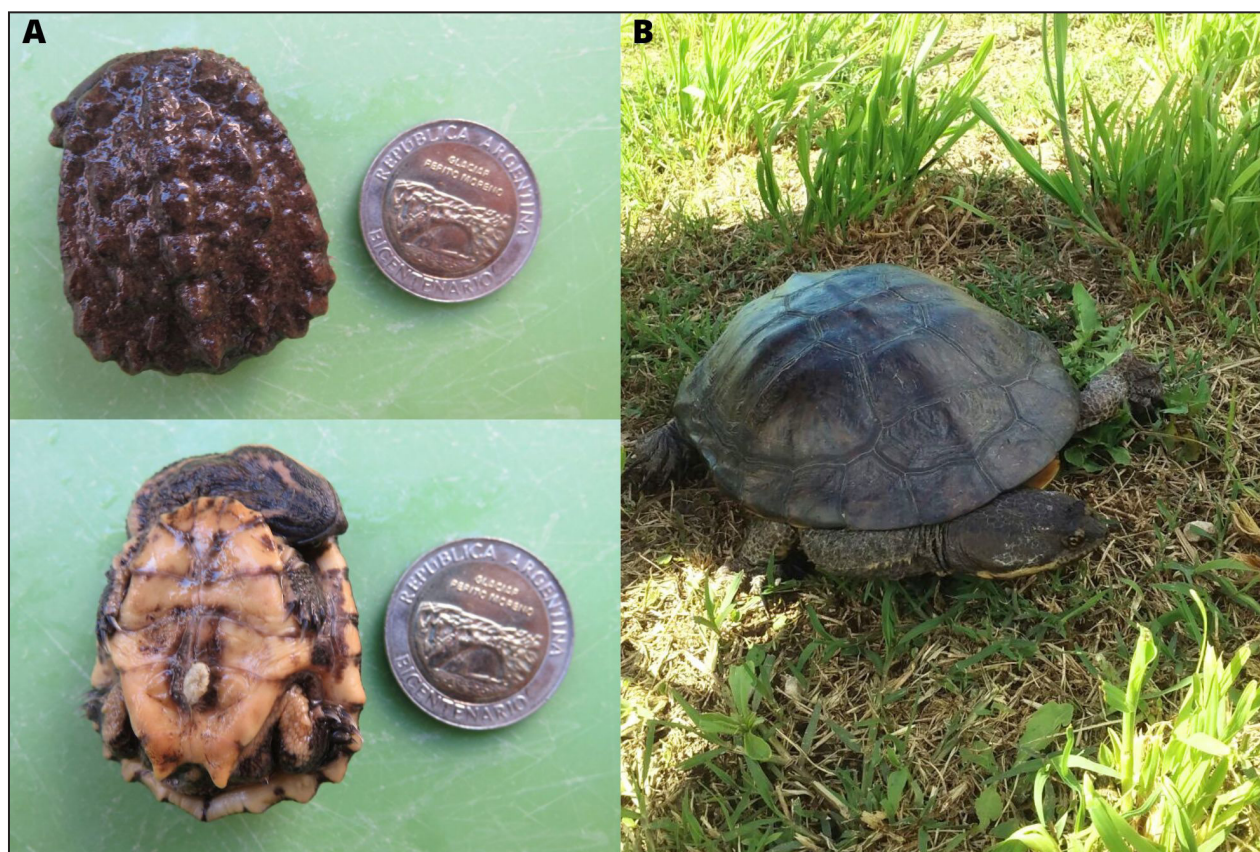


Figura 2. Juvenil (A) y adulto (B) de *H. tectifera* procedentes de Laguna El Mirador, Partido de General Guido, Provincia de Buenos Aires.

y lo acerca a las localidades extralimitales reportadas para la Pampa Interserrana y Pampa Serrana (Di Pietro *et al.*, 2012; Sánchez *et al.*, 2019; Alcalde *et al.*, 2021).

Agradecimientos

Al Sr. Gustavo Bonavita, Sra. Maria Verteche y Srta. Ailen Rocha por brindarnos información de avistajes previos en Gral. Guido.

Literatura citada

- Alcalde, L.; Sánchez, R.M. & Pritchard, P.C.H. 2021: *Hydromedusa tectifera* Cope 1870. South American Snake-necked Turtle, Argentine Snake-necked Turtle, Tortuga Cuello de Vibora, Cágado Pescoco de Cobra. *Chelonian Research Monographs* 5: 1–17
- Clavijo-baquet, S.; Loureiro, M. & Achaval, F. 2010. Morphological Variation in the South American Snake-necked Turtle *Hydromedusa tectifera* (Testudines: Chelidae). *Chelonian Conservation and Biology* 9: 231–237.

- Di Pietro, D.O.; Alcalde, L.; Williams, J.D. & Cabrera, M.R. 2012. *Hydromedusa tectifera* (South American snake-necked turtle). *Herpetology Review* 43: 303.
- Matteucci, S.D. 2012. Ecorregión Pampa: 391-445. En: Morello, J., Matteucci, S.D.; Rodríguez, A.F. & Silva, M.E. (Eds.) Ecorregiones y Complejos Ecosistémicos de Argentina. Orientación Gráfica

- Editora, Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- Sánchez, R.M.; Semeñiuk, M.B.; Cassano, M.J.; Alcalde, L.; Leynaud, G.C. & Moreno, L. 2019. Review of chelid and emydid turtle distributions in southern South America with emphasis on extralimital populations and new records for Argentina. *Herpetological Journal* 29: 219-231.

Recibida: 27 Mayo 2023

Revisada: 04 Septiembre 2023

Aceptada: 11 Marzo 2024

Editora Asociada: S. Quinzio

doi: 10.31017/CdH.2024.(2023-015)

© 2024 por los autores, licencia otorgada a la Asociación Herpetológica Argentina. Este artículo es de acceso abierto y distribuido bajo los términos y condiciones de una licencia Atribución-No Comercial 4.0 Internacional de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

New distribution record and habitat of the Mesoamerican Drunken Toad, *Rhinophrynus dorsalis* Duméril and Bibron, 1841, in Honduras

Anthonie Andino-Mazariegos¹, Ninfa Mejía², José Rene Serrano², Julio E. Mérida¹, Gustavo A. Cruz¹

¹ Museo de Historia Natural-CU, Escuela de Biología, Universidad Nacional Autónoma de Honduras, Tegucigalpa, Honduras.

² Escuela de Biología, Universidad Nacional Autónoma de Honduras, Tegucigalpa, Honduras.

Locality.— An adult, indeterminate sex, of *Rhinophrynus dorsalis* (UNAH 0916) collected in August 1981 at the municipality of Santa Cruz de Yojoa, department of Cortés, Honduras (14° 59' N, 87° 54' W, WGS84). This locality is 22.2 km east-northeast of municipality of Las Vegas, department of Santa Bárbara; 28.7 km south-southeast of municipality of Potrerillos, Cortés; and 29.7 km south of municipality of El Progreso, department of Yoro. An adult male (UNAH 5690) and a female (UNAH 5691) collected in October 2017 at Faust village, municipality of Sonaguera, department of Colón, Honduras (15° 37' 59.99" N, 86° 13' 59.99" W, WGS84). This locality is 18.6 km north of municipality of Saba, Colón; 25.6 km west-southwest of municipality of Tocoa, Colón; and 40.2 km east-northeast of municipality of Olanchito, Yoro. Coordinates of localities were georeferenced to within 3 m using a Garmin eTrex 20 GPS.

Comments.— The Mesoamerican Drunken Toad, *Rhinophrynus dorsalis* Duméril and Bibron, 1841, is the only valid species in the family Rhinophrynidae (Fouquette, 1969). This species is fossorial, remaining inactive underground for most of the year (Duellman, 1971). It emerges only intermittently, particularly following and during intense rainfall (Savage, 2002; Köhler, 2011; Céspedes et al., 2018).

The distribution of *Rhinophrynus dorsalis* occurs from southern Texas in the United States to northeastern Nicaragua in the Caribbean Basin and along the Pacific coast from the Balsas River (Mexico) to Costa Rica (Fouquette, 1969; Köhler, 2011; García-Bañuelos et al., 2017; Céspedes et al., 2018). The altitudinal distribution of the species extends from sea level to an altitude of 1,500 m a.s.l. (above sea level), encompassing three forest types

(Duellman, 1971; McCranie and Wilson, 2002): Lowland Moist Forest (LMF), Lowland Dry Forest (LDF), and Premontane Dry Forest (PDF).

In Honduras, the species has been reported for six localities in the departments of Atlántida, Cortés, Francisco Morazán, Olancho, and Santa Bárbara (McCranie and Castañeda, 2007; McCranie et al., 2012; Henríquez Aguilar and Townsend, 2013; Espinal et al., 2014). However, the specimen from the department of Francisco Morazán was only observed in captivity (McCranie, 2006). This suggests that there is no evidence of the occurrence of this species in its natural habitat in the department of Francisco Morazán to date. Lynch and Fugler (1965) also mentioned that the species would likely occur in the departments of Valle or Choluteca.

In this note we reviewed specimens of *Rhinophrynus dorsalis* previously deposited in the anuran collection of the Museo de Historia Natural-Ciudad Universitaria (MHN-CU) of the Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH) to provide additional data regarding its distribution and habitat occurrence. The specimens were identified as *Rhinophrynus dorsalis* based on Campbell (1999), Köhler (2001, 2011), Köhler et al. (2006), and McCranie and Castañeda (2007). They exhibit the following characteristics: truncated snout in dorsal view; small and narrow head; robust body with tiny eyes; vomerine teeth absent; four toes and a pair of enlarged digging tubercles (Fig. 1). Duméril and Bibron (1841), Campbell (1999), and McCranie and Wilson (2002) considered these latter two features to be autapomorphic characteristics of the species.

The present study provided two new distribution records for Honduras, including the species' first record for the department of Colón (UNAH

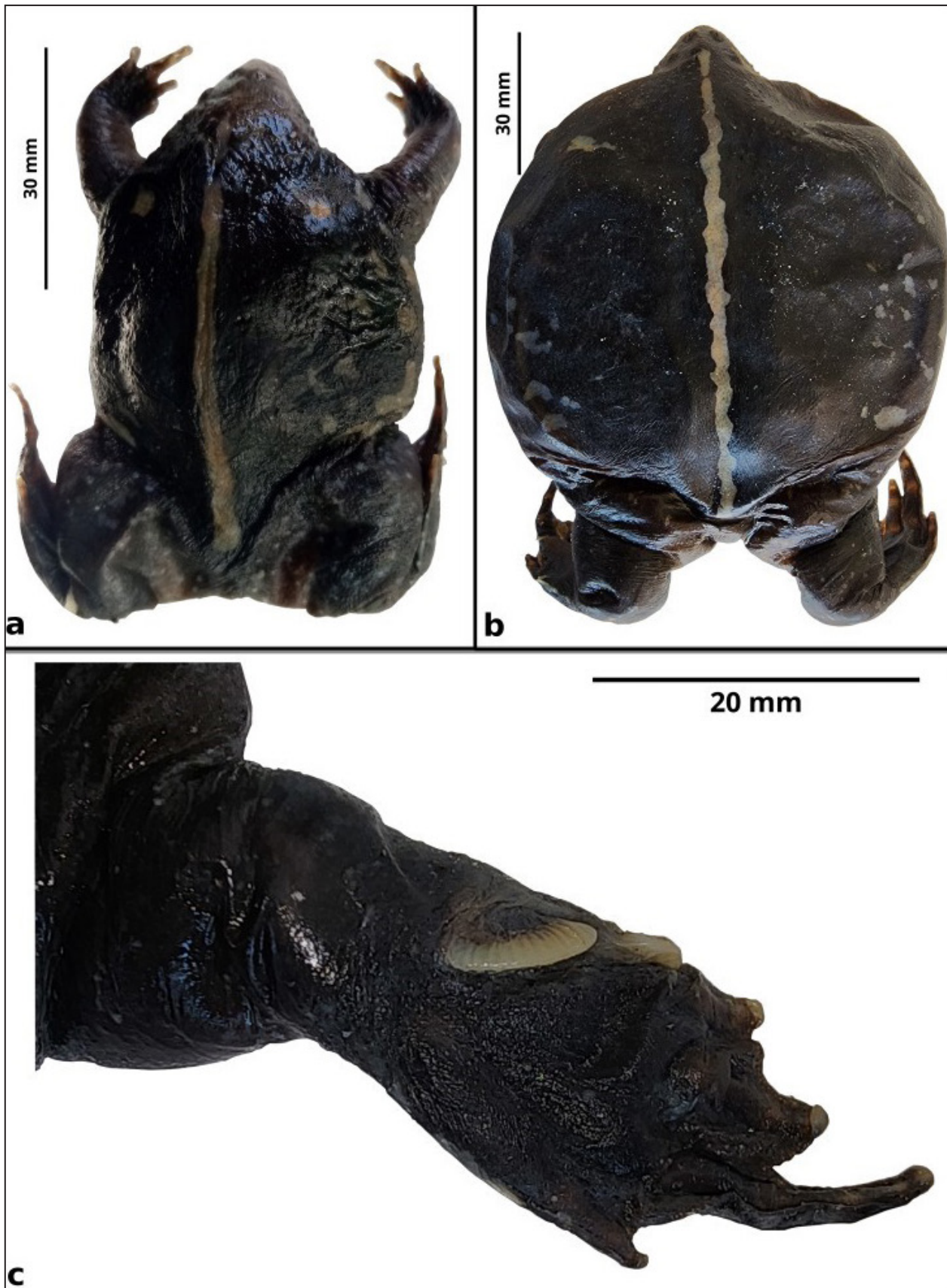


Figure 1. External characteristics of *Rhinophrynus dorsalis*: (a-b, UNAH 5690 and 5691, respectively) truncated snout, small and narrow head, and robust body with tiny eyes; (c, UNAH 5691) four toes and a pair of enlarged digging tubercles.

5690 and 5691). This increases the total to five the number of departments where the species occurs in its natural habitat, extending its range to the north-eastern part of Honduras (Fig. 2).

Furthermore, the new record from Santa Cruz de Yojoa (UNAH 0916) contributes to the knowledge of the habitat occurrence of *R. dorsalis* since that represents the first record of the species in the Premontane Wet Forest (PWF) formation, expanding

the known range to encompass four forest types in Honduras (LMF, LDF, PDF, and PWF formations; Duellman, 1971; McCranie and Wilson, 2002; this study). The PWF formation is characterized by a closed canopy and an open floor (McCranie and Wilson, 2002; Wilson and Townsend, 2006) and is found at elevations between 600 and 1500 m a.s.l., with a mean annual temperature of 18 to 24 °C and precipitation of over 2000 mm.

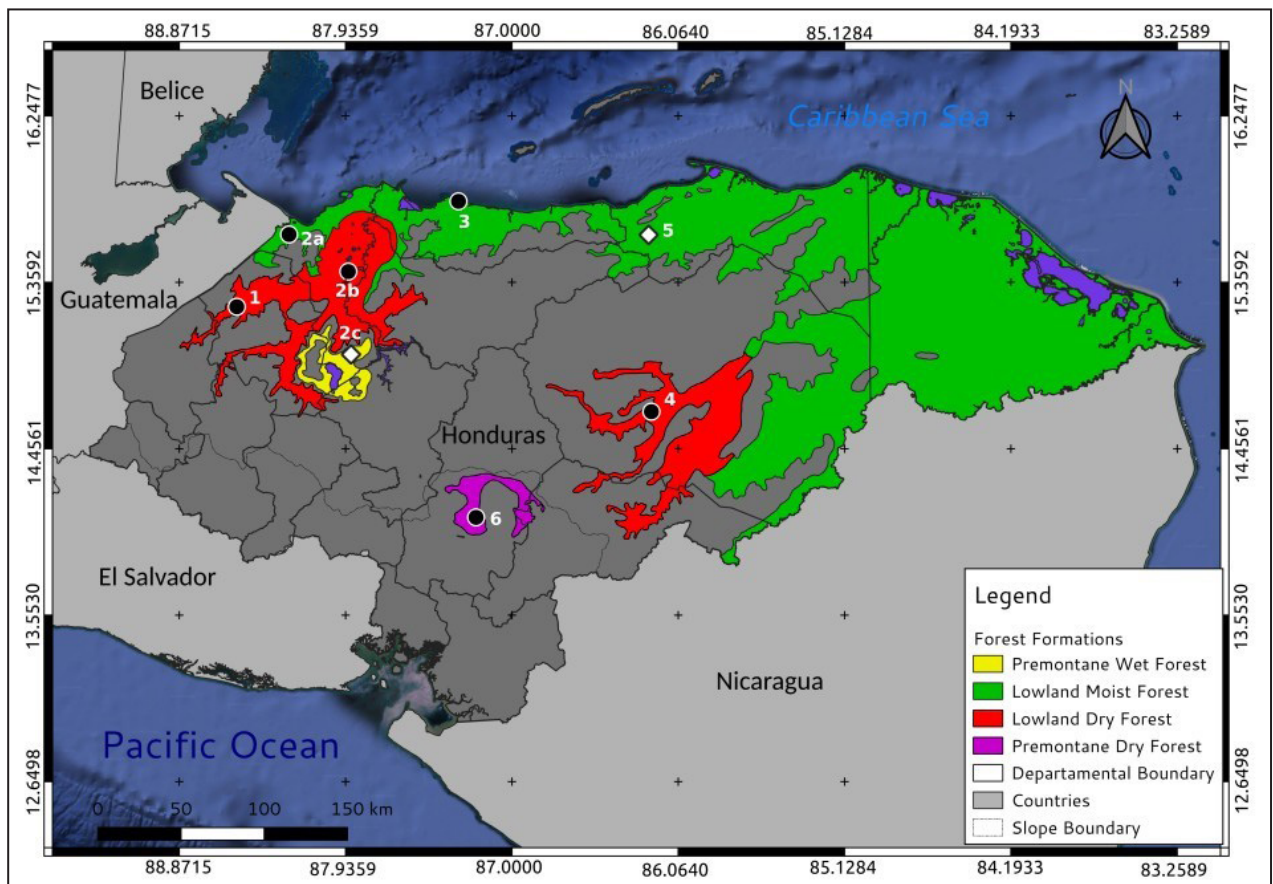


Figure 2. Species distribution record. Circles: old records (1: Santa Bárbara; 2a-2b: Cortés; 3: Atlántida; 4: Olancho; 6: Francisco Morazán, only observed in captivity). Diamonds: new records (2c: Cortés; 5: Colón).

Literature cited

- Campbell, J.A. 1999. Amphibian and Reptiles of Northern Guatemala the Yucatan and Belize. University of Oklahoma Press, Oklahoma, USA.
- Céspedes, J.; Astorga, J.D.D.; Sánchez, J. & Obando, J. 2018. Predation of *Rhinophrynus dorsalis* (Duméril and Bibron, 1841) (Anura: Rhinophrynidae) by *Leptodeira rhombifera* (Günther, 1872) (Serpentes: Dipsadidae), in Guanacaste, Costa Rica. *Herpetology Notes* 11: 959-960.
- Duellman, W.E. 1971. The burrowing toad, *Rhinophrynus dorsalis*, on the Caribbean Lowlands of Central America. *Herpetologica* 27: 55-56.
- Duméril, C.C. & Bibron, G. 1841. *Erpétologie générale, or, Histoire naturelle complète des reptiles*. Nature 28:1-792.
- Espinal, M.; Solís, J.M.; O'Reilly, C.M.; Marineros, L. & Vega, H. 2014. New distributional records for Amphibians and Reptiles from the Department of Santa Bárbara, Honduras. *Mesoamerican Herpetology* 1: 300-303.
- Fouquette, M.J. 1969. Amphibia: Salientia: Rhinophrynidae. *Catalogue of American Amphibians and Reptiles* 78: 1-2.
- García-Bañuelos, P.; Aguilar-López, J.; Pineda, E. & García-Vinalay, A. 2017. A new locality and elevational range extension for *Rhinophrynus dorsalis* Duméril & Bibron, 1841 (Anura: Rhinophrynidae), and a noteworthy record for *Hypopachus variolosus* (Cope, 1866) (Anura: Microhylidae) in Guatemala. *Mesoamerican Herpetology* 4: 688-692.

- Henriquez Aguilar, V.E. & Townsend, J.H. 2013. *Rhinophrynus dorsalis*, Geographic Distribution. *Herpetological Review* 44: 622.
- Köhler, G. 2001. Amphibians and Reptiles of Nicaragua. Herpeton, Offenbach, Germany.
- Köhler, G. 2011. Amphibians of Central America. Herpeton, Verlag Elke Köhler, Offenbach, Germany.
- Köhler, G.; Veselý, M. & Greenbaum, E. 2006. The Amphibians and Reptiles of El Salvador. Krieger Publishing Company, Malabar, Florida, USA.
- Lynch, J.D. & Fugler, C.M. 1965. A survey of the frogs of Honduras. *Journal of the Ohio Herpetological Society* 5: 5-18.
- McCranie, J.R. 2006. Specimen locality data & museum numbers/ Ubicación y números de museo de los especímenes, información complementaria for/a la “Guía de Campo de los Anfibios de Honduras” by/por James R. McCranie y Franklin E. Castañeda. *Smithsonian Herpetological Information Service*, 137: 1-39.
- McCranie, J.R. & Castañeda, F.E. 2007. Guía de campo de los Anfibios de Honduras. Bibliomania, Salt Lake City, USA.
- McCranie, J.R. & Wilson, L.D. 2002. The Amphibians of Honduras, volume 19. Society for the Study of Amphibians and Reptiles. Ithaca, New York, USA.
- McCranie, J.R.; Marineros, L. & Orellana L.V. 2012. *Rhinophrynus dorsalis*, Geographic Distribution. *Herpetological Review* 43: 614.
- Savage, J.M. 2002. The Amphibian and Reptiles of Costa Rica: a herpetofauna between two continents, between two seas. University of Chicago press, Chicago, USA.
- Wilson, L.D. & Townsend, J.H. 2006. The Herpetofauna of the Rainforest of Honduras. *Caribbean Journal of Science* 42: 88-113.

Recibida: 11 Diciembre 2023

Revisada: 18 Junio 2024

Aceptada: 16 Septiembre 2024

Editor Asociado: K. Araujo-Vieira

doi: 10.31017/CdH.2024.(2024-010)

© 2024 por los autores, licencia otorgada a la Asociación Herpetológica Argentina. Este artículo es de acceso abierto y distribuido bajo los términos y condiciones de una licencia Atribución-No Comercial 4.0 Internacional de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

CUADERNOS *de* HERPETOLOGÍA

VOLUMEN 38 - NÚMERO 2 - SEPTIEMBRE 2024

ojs.aha.org.ar - aha.org.ar

VOLUMEN 38 - NÚMERO 2

TRABAJOS

- Color pattern polymorphism and chromatic aberrancies in *Physalaemus fernandezae* (Anura, Leptodactylidae)
Rodrigo Cajade, Guillermo Sebastián Natale, Diego Andrés Barrasso 79
- Reptiles of Santa Catarina Island, Southern Brazil
Ivo Rohling Ghizoni Jr, Tobias Saraiva Kunz 87
- Desde los últimos confines: nueva especie de lagartija *Liolaemus* (Iguania: Liolaemidae) de la estepa patagónica de Santa Cruz, Argentina
Agustina San Millán, Cristian Simón Abdala 109
- NOTAS
- Explorando el reconocimiento químico recíproco madre-cría en un lagarto *Liolaemus vivíparo*
Vanessa Chocobar, Antonieta Labra, Soledad Valdecantos 127
- Are the males of *Dendropsophus minutus* (Peters, 1872) spider devourers?
João Lucas Pereira Ferreira, Kássio de Castro Araújo, Etielle Barroso de Andrade, Caio Vinícius Mira-Mendes 135
- Defensive behaviors in *Pleurodema borellii* (Anura: Leptodactylidae) from northwest Argentina
Henrique Folly, Juan Carlos Stazzonelli, Clodoaldo Lopes Assis 141
- Observación del saco endolinfático en la lagartija *Homonota borelli* (Squamata: Phyllodactylidae) en Argentina
Gabriel Natalio Castillo, Cynthia Jesica González-Rivas 147
- NOVEDADES ZOOGEOGRÁFICAS
- Nuevo registro de la tortuga acuática *Hydromedusa tectifera* (Cope, 1869; Testudines: Chelidae) para la Pampa Deprimida (Buenos Aires, Argentina)
Mauro Iván Bonavita, Candela Victorel, Alexis Mauro Aranciaga Rolando, Oscar Aníbal Stellatelli 153
- New distribution record and habitat of the Mesoamerican Drunken Toad, *Rhinophrynus dorsalis* Duméril and Bibron, 1841, in Honduras
Anthonie Andino-Mazariegos, Ninfa Mejía, José Rene Serrano, Julio E. Mérida, Gustavo A. Cruz 157



Miembro de Publication Integrity & Ethics



Revista de la Asociación Herpetológica Argentina

Indizada en:

Zoological Record, Directory of Open Journals, Latindex, Periódica, Ebsco, Academic Journal Database, Biblat, e-revistas, Cite Factor, Universal Impact Factor, Sedcir, InfoBase Index.