

ISSN 1852 - 5768 (en línea)

CUADERNOS *de* HERPETOLOGÍA

VOLUMEN 34 - NUMERO 1 - MAYO 2020

ppct.caicyt.gov.ar/index.php/cuadherpetol/



Revista de la
Asociación Herpetológica Argentina

Ilustración de tapa: fotografía de Freddy Burgos Gallardo

Volumen 34 - Numero 1 - Mayo 2020

CUADERNOS *de* HERPETOLOGÍA

Revista de la Asociación Herpetológica Argentina

Growing towards disparity: geometric morphometrics reveals sexual and allometric differences in *Aparasphenodon brunoi* (Anura: Hylidae: Lophyohylinae) head shape

Roberta Azeredo Murta-Fonseca^{1,2}, Manuella Folly², Luiz Fernando Carmo², Angele Martins^{2,3}

¹ Laboratório de Zoologia, Campus do Pantanal, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Avenida Rio Branco 1279, Bairro Universitário, Corumbá, MS, CEP 79304-902. Brazil.

² Departamento de Vertebrados, Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Quinta da Boa Vista, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20940-040. Brazil.

³ Departamento de Ciências Fisiológicas, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Campus Darcy Ribeiro, Asa Norte, Brasília, DF, CEP 70910-900. Brazil.

Recibido: 24 Setiembre 2019

Revisado: 08 Enero 2020

Aceptado: 09 Marzo 2020

Editor Asociado: F. Vera Candiotti

doi: 10.31017/CdH.2020.(2019-032)

ABSTRACT

Sexual dimorphism and allometry feature is the main categories of intraspecific variation found in the animal kingdom, and techniques such as Geometric Morphometrics are effective to investigate variations in shape. Considering that many vertebrates exhibit substantial allometry and sexual dimorphism, we test the hypotheses that (1) *Aparasphenodon brunoi* displays ontogenetic and static allometry; and that (2) there is sexual dimorphism in head shape in this species. We analyzed 75 specimens of *A. brunoi* from Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba and found significant ontogenetic and static allometries in head shape, as well as sexual dimorphism after size correction. Regarding sexual dimorphism, females tend to have larger heads, besides slightly anteriorly positioned nostrils, smaller eyes, larger canthal ridges, narrower and longer frontoparietal ridges, and larger and laterally shifted squamosal ridges. We discuss the relevance of head morphology variation in the species, as well as the presumed consequences on the species fitness.

Key words: Casque-headed frog; Sexual dimorphism; Allometric variation; Intraspecific variation; Ontogeny.

RESUMO

Dimorfismo sexual e alometria são as principais categorias de variação intraespecífica encontradas em metazoários e técnicas como a Morfometria Geométrica são eficazes para investigar variações na forma. Considerando que muitos vertebrados exibem considerável alometria e dimorfismo sexual, testamos as seguintes hipóteses: (1) *Aparasphenodon brunoi* exhibe alometria ontogenética e estática; e (2) existe dimorfismo sexual na forma da cabeça nesta espécie. Analisamos 75 espécimes de *A. brunoi* do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e encontramos alometrias ontogenética e estática significativas na forma da cabeça, além de dimorfismo sexual após a correção do tamanho. Em relação ao dimorfismo sexual, as fêmeas tendem a ter cabeças maiores, além de narinas ligeiramente posicionadas mais anteriormente, olhos menores, cristas cantais maiores, cristas frontoparietais mais estreitas e mais longas e cristas esquamosais maiores e deslocadas lateralmente. Discutimos a relevância da variação da morfologia da cabeça na espécie, bem como as consequências presumidas na aptidão da mesma.

Palavras-chave: Perereca-de-capacete; Dimorfismo sexual; Variação alométrica; Variação intraespecífica; Ontogenia.

Introduction

Intraspecific differences in size, shape or other external traits between females and males of a given species are traditionally defined as secondary sexual dimorphism (Shine, 1994; Freeman and Heron, 2007), and such differences may be driven by se-

xual selection (Darwin, 1871), ecological selection (Shine, 1979) or both. Allometry – the dependence of shape on size (Klingenberg, 2010, 2016) – and sexual dimorphism feature as the main categories of intraspecific variation found in the animal kingdom

(Bolnick and Doebeli, 2003), and might be associated with an increase in ecological opportunities for individuals (Schluter, 2000; Agrawal, 2001; Lorch *et al.*, 2003; Lisle and Rowe, 2015). These evolutionary features can be applied to predict species diversification, since sexual selection can promote species reproductive isolation. Such isolation consequently cements speciation and increase the rate of adaptation to a novel environment, with a powerful synergy between natural and sexual selection that can elevate population mean fitness (Schluter, 2000; Agrawal, 2001; Lorch *et al.*, 2003; Lisle and Rowe, 2015).

Amphibians are often sexually dimorphic in several features such as body shape, color, morphology, ornaments, physiology (Kupfer, 2007; Bell and Zamudio, 2012), and, more conspicuously, in body size (see Monnet and Cherry, 2002; Kupfer, 2007). Although several recent studies have assessed amphibians' allometry through the use of geometric morphometrics (e.g., Fratani *et al.*, 2018; Dupont-Bru *et al.*, 2019), studies regarding sexual dimorphism in head size and shape with such methodology are still incipient for anurans (e.g., Vukov *et al.*, 2018a,b). Therefore, proximate causes of allometric scaling in anurans head are still unexplored (Vukov *et al.*, 2018b) and demand further investigation.

Three types of allometry are currently distinguished: (1) ontogenetic allometry – growth is the source of morphological variation, (2) static allometry – reflects covariation of traits among individuals at a particular ontogenetic stage and within a single population, and (3) evolutionary allometry – addresses the variation among phylogenetic lineages considering a similar ontogenetic stage (Cock, 1966; Klingenberg, 1998). The effects of allometric ontogenetic changes on morphology have been examined primarily in larval stages of anurans (e.g., Larson 2002, 2004, 2005); however, the allometric influence (both ontogenetic and static) in post-metamorphic head has been poorly explored so far (e.g., Ponssa and Vera Candiotti, 2012; Vukov *et al.*, 2018a,b; Dupont-Bru *et al.*, 2019; Sanna, 2019) and the studies which did so are usually focused on interspecific differences (e.g., Ponssa and Vera Candiotti, 2012; Dupont-Bru *et al.*, 2019; Sanna, 2019).

The genus *Aparasphenodon* Miranda-Ribeiro, 1920 comprises five species (Frost, 2020) with distribution mainly along the Atlantic coast of Brazil (Neto and Teixeira Jr., 2012; Assis *et al.*, 2013). *Aparasphenodon* spp. are known as “casque-headed frogs” due to their heavily ossified skulls bearing

cranial crests, ridges and flanges (Trueb, 1970). Such skull features have most likely evolved as adaptations to habitats with scarce water (Trueb, 1970) or associated to phragmotic behaviors (e.g. using the head to plug burrows) (Pimenta *et al.*, 2009). *Aparasphenodon brunoi* Miranda-Ribeiro, 1920 is the most well-known taxon of the genus, with several studies focusing on its ecological and osteological aspects (e.g. Trueb, 1970; Andrade and Abe, 1997; Teixeira *et al.*, 2002; Mesquita *et al.*, 2004; Wogel *et al.*, 2006; Jared *et al.*, 2015; Carmo and Woitovicz-Cardoso, 2018). Sexual dimorphism in overall size and in some external characters (Teixeira *et al.*, 2002; Mesquita *et al.*, 2004), as well as ontogenetic variation on dermal bones (Trueb, 1970), have previously been reported in the literature for the species with the use of traditional morphometric analyses.

Geometric Morphometrics offers precise morphological description and provides effective means for visualization, interpretation and communication of the results (Zelditch *et al.*, 2004). Herein we aim to test two main hypotheses through the use of such technique: (1) There are both ontogenetic and static allometry in the head of *Aparasphenodon brunoi* – this hypothesis is based on the fact that many studied vertebrates present conspicuous allometry in such region (Meyer, 1990; Zeffer *et al.*, 2003; Monteiro *et al.*, 2005; Ponssa and Vera Candiotti, 2012; Prevosti *et al.*, 2012; Murta-Fonseca and Fernandes, 2016; Murta-Fonseca *et al.*, 2019); and (2) *A. brunoi* presents sexual dimorphism in head shape – we based this hypothesis considering that females and males tend to differ in size as well as other external characters (Teixeira *et al.*, 2002; Mesquita *et al.*, 2004). We believe that such morphological variation studies are extremely relevant to provide in-depth knowledge about the causes of taxa morphological complexity (Vukov *et al.*, 2018a).

Materials and methods

We analyzed 75 specimens of *A. brunoi* from Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba (22°16'15"S; 41°38'49"W), a sandy coastal environment in the municipalities of Macaé, Carapebus and Quissamã, state of Rio de Janeiro, southeastern Brazil. Specimens examined are deposited in the amphibian collection of Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, state of Rio de Janeiro, Brazil (MNRJ). Referred specimens and data on sex and snout-vent length (SVL) are listed in the Appendix I.

Each individual of *A. brunoi* was photographed twice for head dorsal view, by the same person (LFC) with a time interval, in a Leica M205C stereoscope coupled to a DFC 450 camera. Each picture was then duplicated, generating a total of four images of the same individual. *Aparasphenodon brunoi* has an ossified head with cranial formations of crests, ridges, and flanges which can be seen on the dorsal surface of the head without any kind of preparation due its co-ossification (Trueb, 1970). We selected 26 landmarks based on their ability to represent geometric form and being easily recognized and reproduced (Souto *et al.*, 2019) – the landmarks were analyzed with object symmetry (Fig. 1; Table 1). We used the software TPSUtil 1.4 (Rohlf, 2008) to compile and convert image files to be analyzed; TPSDig version 2.16 (Rohlf, 2010) for landmarks digitization; and MorphoJ 2.0 (Klingenberg, 2011) to superimpose landmark configurations through generalized Procrustes analysis (Rohlf and Slice, 1990), to generate a covariance matrix, and to perform the GM analyses. A multivariate analysis of variance (MANOVA) was performed in Geomorph package 3.0.7 (Adams *et al.*, 2017) of R software (R Core Team, 2014). The osteological terminology follows Trueb (1970). In order to test the error of the position of the specimens during photograph and landmark digitization, we performed an analysis of variance (Procrustes ANOVA) through the comparison of two different

photographs of the same specimen and two different landmark digitizations of the same photograph (see Klingenberg and McIntyre, 1998; Klingenberg *et al.*, 2002; and Klingenberg, 2015 for details on Procrustes ANOVA).

Five different approaches were made to explore the intraspecific variation in *A. brunoi* head: (1) ontogenetic and (2) static allometries, through a regression analysis of Procrustes coordinates on centroid size. For such purposes, we categorized adults, juveniles, males and females based on Mesquita *et al.* (2004). Categorizations were made through direct observation of gonads, vocal slits, nuptial pads and SVL. For static allometry, we selected 29 adult females and 29 adult males ($n=58$), whereas for ontogenetic allometry 17 juveniles (9 females and 8 males) were added to this sample, encompassing a total range of 23.5 to 80.2 mm SVL. The third approach – (3) overall shape – was assessed through Principal Component Analysis (PCA) of the Procrustes coordinates; the residual shape (size corrected) (4) was assessed through PCA of the regression residuals; and the sexual dimorphism of adults (5) was assessed through a discriminant analysis and a leave-one-out cross-validation test (Lachenbruch, 1967). All analyses were made based on the symmetric component. We compared the mean shape of each sex to graphically represent and describe the shape of females and males. Furthermore, we

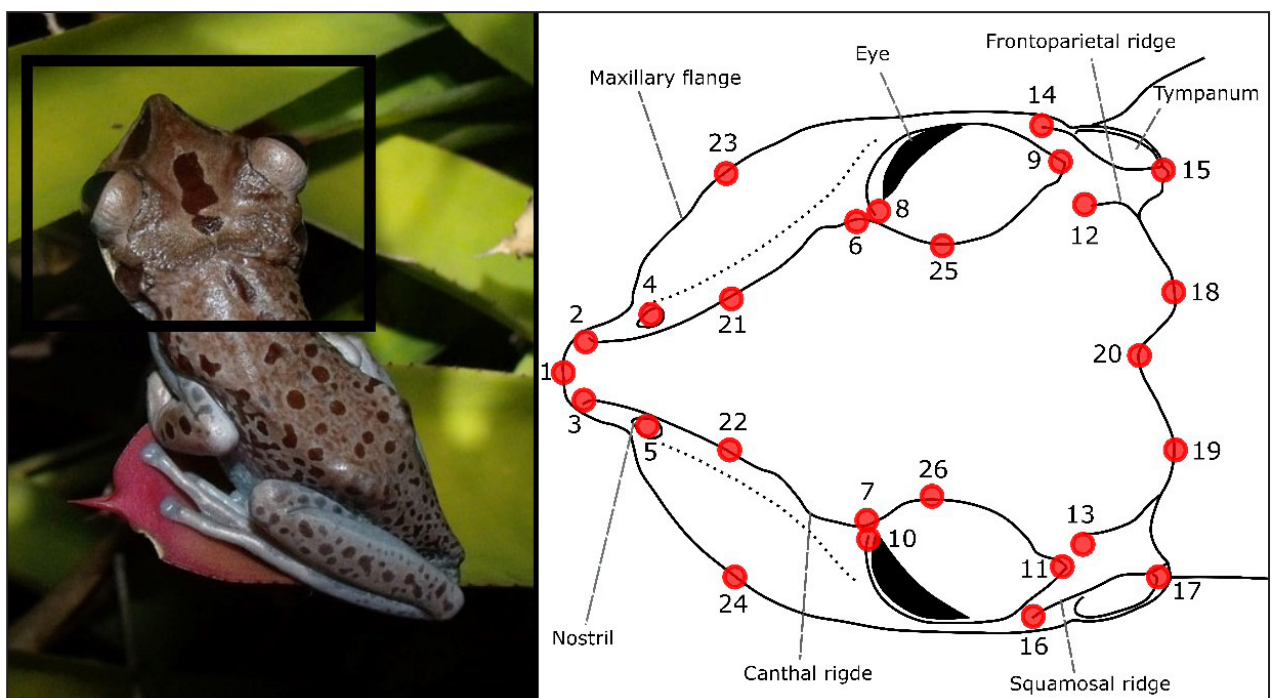


Figure 1. Dorsal view of the head of *A. brunoi* with digitized landmarks for the GM analyses. Photo by Ana Carolina C. Lourenço.

Table 1. Description of landmarks used in the GM analyses of head dorsal view of *Aparasphenodon brunoi*.

Landmark	Description
1	Anteriormost point of snout
2, 3	Anteriormost point of canthal ridge
4, 5	Nostrils
6, 7	Lateralmost point of canthal ridge lateral posterolateral projection
8, 10	Anteriormost point of the eye globe
9, 11	Posteriormost point of the globe eye
12, 13	Posterolateral point of the frontoparietal ridge
14, 16	Anteriormost point of the squamosal ridge
15, 17	Posteriormost point of the squamosal ridge
18, 19	Posterolateral points of the frontoparietal posterior ridge
20	Posteromedial point of the frontoparietal posterior ridge
21, 22	Median points between landmarks 2 and 6 and 3 and 7
23, 24	Maxillary flanges at the level of landmarks 21 and 22
25, 26	Median point of the frontoparietal lateral ridge

performed a MANOVA, considering centroid size, sex, and the interaction between both parameters, in order to evaluate the presence of sexual dimorphism within the species. Considering the different allometric slopes between females and males, the regression analysis was performed within each sex in MorphoJ, through the tool “pooled regression within subgroups”. The regression was performed separately for females and males for the description of the allometric trajectories.

Results

The ANOVA analysis resulted in a smaller difference between photograph and landmark-digitization in comparison to the difference between individuals (Table 2). For this reason, the error was considered negligible and the mean Procrustes coordinates of the four images of each individual was used in subsequent analyses. The MANOVA analysis showed a significant result for the interaction between sex and centroid size, which means that the allometric slopes of both sexes are different (Table 3).

For the ontogenetic allometry, the null hypothesis of isometric growth was rejected for both females and males ($p < 0.05$). For females, 53.19% of all shape variation was an effect of size, while for

males the value was 40.84%. Although the slopes were different for both sexes, the observable shape changes associated to size were the same: larger centroid sizes were related to longer snouts, slightly anteromedially shifted nostrils, larger maxillary flanges, smaller eyes, posterolateral portion of frontoparietal ridge enlarged, and squamosal ridge medially shifted (Fig. 2).

Considering the static allometry, the null hypothesis of isometric growth was also rejected for both sexes ($p < 0.05$). For females, 7.37% of adult shape variation was an effect of size increase, while for males the value was 8.5%. Larger centroid sizes showed, in both sexes, posteromedially displaced nostrils, larger maxillary flanges, and wider posterior region of frontoparietal ridges (“helmet”) (Fig. 3). Considering our results, females tend to grow larger than males.

The first two principal components were responsible for 36.9% of all shape variation considering overall shape. The first component (22.9% of total variation) showed – in the negative extreme – wide and short heads, with smaller eyes positioned more laterally, wider frontoparietal ridges, and squamosal ridges laterally shifted. The PC2 (14%) shows – in the negative values – longer snout, larger maxillary flanges, canthal ridge process posteriorly shifted, and posterolateral portion of the frontoparietal ridge anteromedially shifted (Fig. 4). Although female and males’ components overlap in all axes, PC1 vs. PC2 graphic tends to spread both groups, with females exhibiting more negative values in both axes.

Considering the size corrected PCA, the first two components accounted for 35.8% of all shape variation. The PC1 (18.8% - Fig. 5) showed the same variation as in the PC1 of the overall shape analysis (Fig. 4), although less conspicuous. The PC2 (17% - Fig. 5) exhibited about the same modifications as in the PC2 of the overall shape (Fig. 4).

Besides the interaction of sex and centroid size, the MANOVA also showed a significant value for sex solely, meaning that there are differences in the head shape of females and males. In the discriminant analysis of the size corrected shape, permutation test showed a significant Procrustes distance between both sexes ($p < 0.05$), with the distance between the mean of each sex of 0.01758657. All females were correctly identified, while only two males were misidentified (Fig. 6a). In the cross-validation test, 87% of the females and 76% of the males were correctly identified (Fig. 6b). In general, females showed

Table 2. Measurement error – Procrustes ANOVA considering the difference of Procrustes coordinates between two photographs of the same individuals and two landmark digitization of the same photograph. Sum of squares (SS), mean squares (MS), degree of freedom (DF), F statistics, and P-value.

Effect	SS	MS	DF	F	P (param.)
Individual	0.55531686	0.0003085094	1800	7.18	<.0001
Side	0.02852880	0.0011887000	24	27.67	<.0001
Ind*Side	0.07731553	0.0000429531	1800	1.38	<.0001
Photograph	0.10034666	0.0000312023	3216	1.48	<.0001
Landmark	0.13998549	0.0000211331	6624		

slightly anteriorly positioned nostrils, smaller eyes, larger canthal ridges, narrower and longer fronto-parietal ridges, and larger and laterally shifted squamosal ridges (Fig. 6c, d). Males show the opposite features (Fig. 6e, f). The distance between the mean of each sex was larger than the average distance between two random adult individuals of the same sex (0.0003078318 for females and 0.0002940567 for males).

Discussion

This study evaluates - through the use of GM - the allometry, sexual dimorphism, and morphological variation of *Aparasphenodon brunoi*. We found significant allometry in the head shape of the species (both ontogenetic and static), with 40-53% of all variation related to changes in size through development in both sexes. We also found that the allometric slopes vary in females and males. This result could indicate that some sort of selection, as sexual selection, is causing the differences in the allometric slopes between sexes, which is, in turn, contributing to a sexual dimorphism – a relation that was already found in other organisms (Voje and Hansen, 2012). According to our results, three different sexual dimorphic traits are present in *A. brunoi* head: size, shape, and allometric slopes.

Allometry

Zeng (1988) provided a model to explain the evolution of allometry, indicating that shifts in directional

selection on body size in one sex and correlated shifts in selection on body size in the other sex can lead to the evolution of interspecific allometry. Correlation between selection on male body size and selection on female body size may arise, for example, through shared ecology or the mechanics of reproduction (Lisle and Rowe, 2013). Key features of this model are its prediction that the sex under more intense direct selection will be the more phenotypically divergent and that the response in the second sex will be weaker (Lisle and Rowe, 2013). Thus, the model predicts female-divergent allometry where there is stronger direct selection on female size (Fairbairn, 1997; Lisle and Rowe, 2013). In this sense, female biased sexual size dimorphism, as seen here, may evolve primarily through negative directional selection on male body size or positive directional selection on female body size (Lisle and Rowe, 2013). In a study that investigated such features for more than 1,000 amphibian species, Lisle and Rowe (2013) found that the sexual size dimorphism in this taxon is generally female biased, and a correlation between allometric slopes and sexual size dimorphism supports the hypothesis that selection on female body size has played a key role in generating such variation in amphibians.

Our sample shows females with larger heads than males, as found in their SVL and in previous studies of anurans (e.g., Rivas and Burghardt, 2001; Mesquita *et al.*, 2004), corroborating Lisle and Rowe (2013) data. Our data also supports the idea that the sexual and natural selection for larger females

Table 3. MANOVA considering centroid size, sex, and the interaction between these parameters for *Aparasphenodon brunoi* head shape. Sum of squares (SS), mean squares (MS), degrees of freedom (DF), R squared coefficient (RSQ), F statistics, effect-size (Z), and P-value.

	DF	SS	MS	RSQ	F	Z	Pr(>SS)
Centroid	1	0.070366	0.070366	0.36665	45.3298	6.1161	0.001
Sex	1	0.006304	0.006304	0.03285	4.0609	4.0726	0.001
Centroid*Sex	1	0.003481	0.003481	0.01814	2.2423	2.4209	0.006
Residuals	72	0.111767	0.001552	0.58237			
Total	75	0.191917					

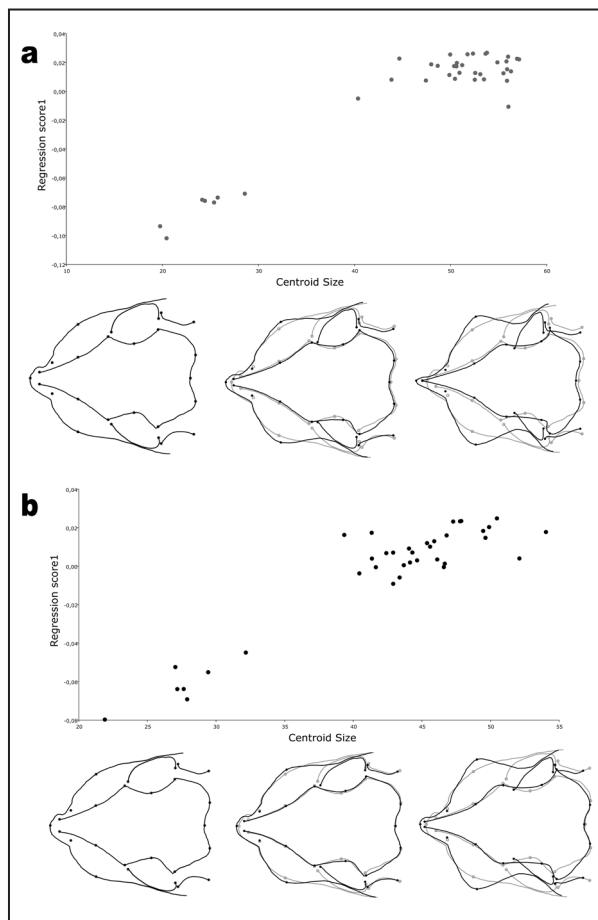


Figure 2. Ontogenetic allometry (whole sample) assessed through regression analysis of the Procrustes coordinates of the dorsal view of the head of *A. brunoi* females (a) and males (b). Grey dots females; black dots males. Shapes on the bottom represent the smaller to larger centroid size, respectively – black lines represent the target and grey lines the mean shape. Asymmetries on the soft outline are merely an artifact of the graphic output.

– which could, for example, harbour more eggs – changed the allometric slopes between females and males and corroborated the sexual dimorphism observed. Different allometric slopes as the source of sexual dimorphism is also known in other species of anurans, as the Bufonidae *Rhinella rubescens* and *R. diptycha* (Arantes *et al.*, 2015). On the other hand, Vukov *et al.* (2018a), investigating sexual dimorphism in the skull of the yellow-bellied toad (*Bombina variegata*), found no differences in the allometric slopes of females and males, but about the same amount of sexual dimorphism found herein (see further in the discussion).

Ontogenetic head/skull shape variation based on GM has been explored in several ways in anuran larval stages (e.g., Larson, 2002, 2004, 2005; Garriga and Llorente, 2012) and post-metamorphic individuals (e.g., Birch, 1999; Ponssa and Vera Candiotti, 2012; Vukov *et al.*, 2018b). Such studies, however,

were conducted so far to the families Leptodactylidae (Ponssa and Vera Candiotti, 2012; Duport-Bru *et al.*, 2019) and Bufonidae (Birch, 1999; Sanna, 2019) and no studies of this kind have ever been performed for hylid frogs. As in our results, such available reports have also recovered a reduction of eye size during post-metamorphic development (Vukov *et al.*, 2018b), which is expected for vertebrates as a result of the reduction of relative size of sensory structures coupled with proportional enlargement of the facial/rostral region (Emmerson and Bramble, 1993; Kaliontzopoulou *et al.*, 2007). Such changes during development of the head have also been found in other areas associated to sensory organs in anurans, as the posterior region of the head (region of squamosal, associated to the otic region) and snout (olfactory organs) (e.g., our study; Vukov *et al.*, 2018b, Duport-Bru *et al.*, 2019). The allometric changes found herein follow a common pattern of vertebrates, with a modular arrangement

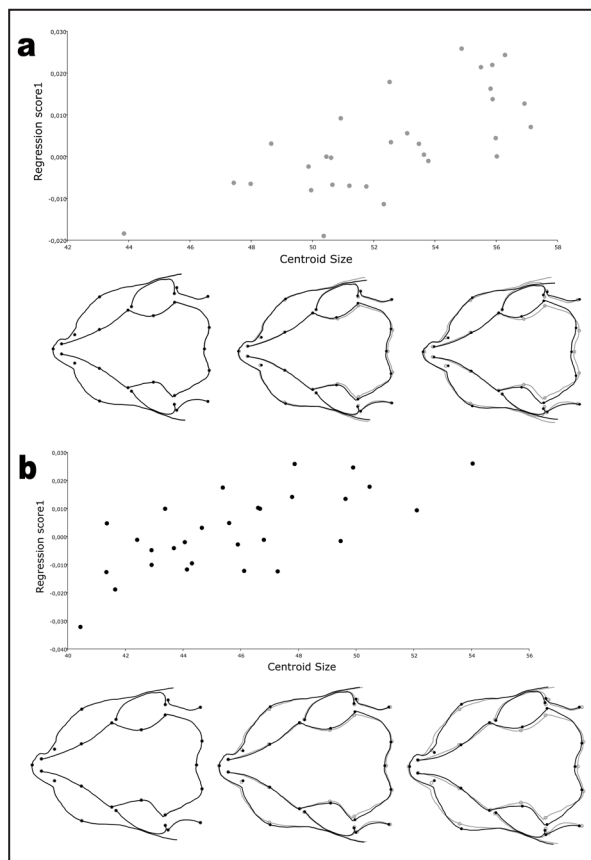


Figure 3. Static allometry (only adults) assessed through regression analysis of the Procrustes coordinates of the dorsal view of the head of *A. brunoi* females (a) and males (b). Grey dots females; black dots males. Shapes on the bottom represent the smaller to larger centroid size, respectively – black lines represent the target and grey lines the mean shape. Asymmetries on the soft outline are merely an artifact of the graphic output.

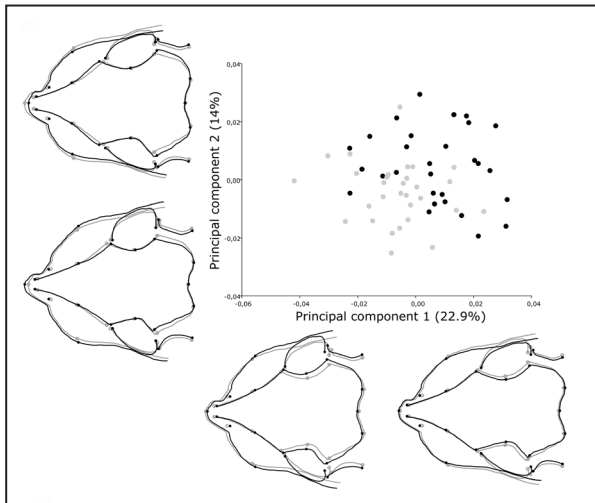


Figure 4. Principal component analysis considering overall shape in *A. brunoi* (only adults). Shapes represent, respectively in counterclockwise, PC2 in 0.04, PC2 in -0.06, PC1 in -0.06 and PC1 in 0.04 – black lines represent the target and grey lines the mean shape. Grey dots females; black dots males. Asymmetries on the soft outline are merely an artifact of the graphic output.

where the neurocranium becomes smaller, while the snout tends to be proportionally larger with growth, besides an anteromedially displacement of nostrils (Emerson and Bramble, 1993; Hanken and Hall, 1993; Dupont-Bru *et al.*, 2019). The amount of shape changes associated to size during growth found herein is also consistent with most of the previous studies regarding this matter (e.g., Birch, 1999; Ponssa and Vera Candiotti, 2012; Vukov *et al.*, 2018b; Sanna, 2019). Such patterns are expected considering that different anatomical regions grow at different rates in order to maintain function that could possibly be lost in the case of isometric growth (Emerson and Bramble, 1993; Vukov *et al.*, 2018b).

Our results show an influence of static allometry in shape diversity around 7-8% for both males and females, which is very similar to the results obtained from Vukov *et al.* (2018a) and to other studies of vertebrates (e.g., Murta-Fonseca *et al.*, 2019). Understanding such allometric changes is crucial for anurans since this group goes through profound morphological changes during metamorphosis, and their skull is structurally repatterned from a larval skull adapted to an aquatic life to a skull adapted to terrestrial life, with functional shifts in feeding, breathing and sensorial system (Hanken and Summers, 1988; Duellman and Trueb, 1994; Vukov *et al.*, 2018a;). Therefore, early and late cranial growth periods probably are not correlated, and shapes could be stage specific (Vukov *et al.*, 2018a).

Observed modifications throughout ontogenetic series might be related to variations in dermal

bones, as previously reported for the species (Trueb, 1970). Juveniles tend to have external nostrils near the end of the snout probably due to the late development of prenasal, which is fully developed only in the adult [head length 25.4 mm, according to Trueb (1970)], when prenasal extends anteriorly beyond external nostrils, making the snout highly acuminate. Trueb (1970) found visible parotic crests in dorsal view of small individuals, a feature that is an outcome of the posterolateral portion of the frontoparietal ridge poorly developed; the anterior and posterior arms of squamosal presented poorly developed dorsal flanges, with the growth of frontoparietal and squamosal flanges articulating with each other in the larger individuals. In such larger specimens (Trueb, 1970) there was an extensive posterolateral development of the frontoparietals. In the juvenile specimens, the maxillaries were widely separated anteriorly, while in a fully developed adult the maxillaries were narrowly separated medially (Trueb, 1970). Except for the last ontogenetic changes mentioned (medial separation of maxillaries), all aforementioned ontogenetic variations were also found as significant ontogenetic shifts in the present study, for both females and males, reflecting the ontogenetic development of the bones.

Sexual dimorphism

Most of the current available studies regarding post-metamorphic amphibian sexual dimorphism in

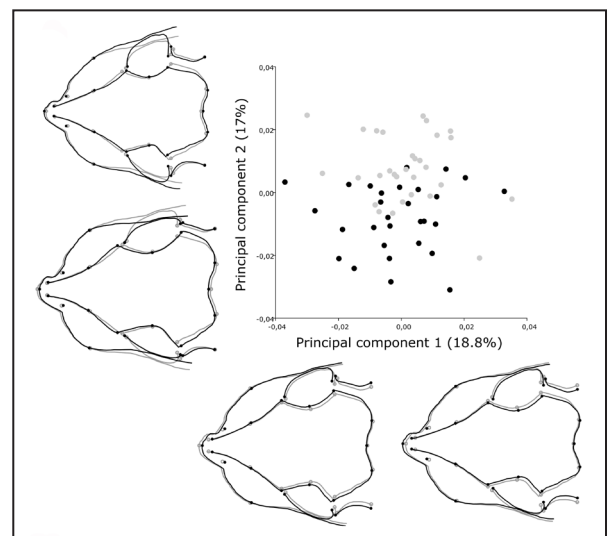


Figure 5. Size corrected principal component analysis of *A. brunoi* (only adults). Shapes represent, respectively in counterclockwise, PC2 in 0.04, PC2 in -0.04, PC1 in -0.04 and PC1 in 0.04 – black lines represent the target and grey lines the mean shape. Grey dots females; black dots males. Asymmetries on the soft outline are merely an artifact of the graphic output.

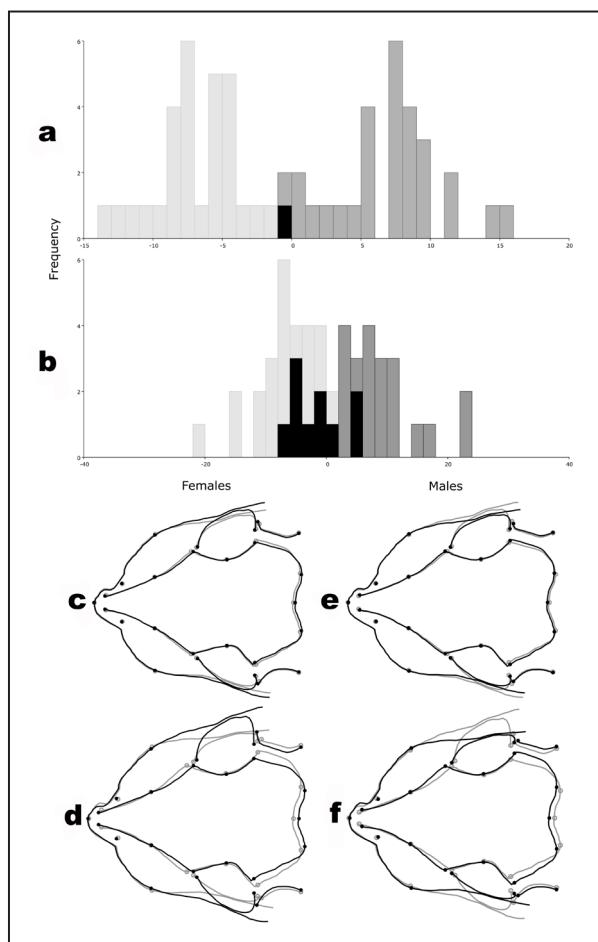


Figure 6. Discriminant analysis (a) and cross-validation (b) test with size corrected head shape of the head of *A. brunoi*. X-axis represents the vector of Fisher's discriminant rule, with the cut-off point at a value of zero – females with positive values were found within male configurations in the cross-validation test, while males with negative values were found within female configurations. Light grey females; dark grey males; black females and males. Mean shape females (c and d) and males (e and f) – c and e represent the real mean and d and f the difference enlarged by 3 times. Asymmetries on the soft outline are merely an artifact of the graphic output.

head/skull size and/or shape is based on linear morphometry (e.g., Katsikaros and Shine, 1993; Teodecki *et al.*, 1998; Kupfer, 2009; Ponssa and Medina, 2016). Little has been explored in that sense through the use of GM, with some studies focusing on salamanders and newts (e.g., Ivanovic and Kalezić, 2012; Alcorn *et al.*, 2013). Data on anurans are still scarce and recent and, to the best of our knowledge, are based exclusively on Vukov *et al.* (2018a).

The amount of divergence between females and males shape found herein was very similar to that found by Vukov *et al.* (2018a) [around 0.017 here and 0.016 in Vukov *et al.* (2018a), in Procrustes distance]. The similarities of the only two studies of cranial/head sexual dimorphism using GM in

anurans (Vukov *et al.*, 2018a and this study) point to the importance of further investigations assessing if such results represent a pattern for anurans. Vukov *et al.* (2018a), however, found males with slightly larger craniums than females, in opposition to what was found in the present study. In the case of the yellow-bellied toad (Vukov *et al.*, 2018a), breeding males are usually involved in territorial behavior, such as short-term spawning aggregations, what can be one of the explanations to the larger heads of the sex. This kind of behavior is not known for *A. brunoi* and, in this case, the pattern of a larger head in females could be only following an also larger body, which appears to be a common trait in amphibians (e.g., Kupfer, 2009).

After correcting our data for the size, the non-allometric shape divergence in the head of *A. brunoi* points out to shape dimorphism mostly associated to the maxilla (maxillary flanges) and posterior skull elements (frontoparietal). Although maxillary shape divergences are traditionally associated to trophic demands in anurans (e.g., Vukov *et al.*, 2018a), the absence of previously reported sexual driven divergences for the species (Mesquita *et al.*, 2004) suggests different dimorphic demands, most likely not associated to feeding. Broader maxillary flanges might also contribute to a more effective bromeliad sealing for females, minimizing evaporative water loss (Andrade and Abe, 1997) as a presumably higher demand on egg development and/or spawning. According to Mesquita *et al.* (2004), there is also an evident correlation between anuran head measurements (=size) and bromeliads size. Considered as one of the largest anurans inhabiting bromeliads in the sandy coastal plains, *A. brunoi* exhibits a phragmotic behavior, in which the body is kept protected in the bromeliad tank while the skull serves as a 'cap'. Our results thus emphasize that variation of specific morphological traits might play an important role in the choice and occupation of bromeliads by females and males, maybe minimizing the competition to shelter between sexes, what could be investigated in further studies. Both the capacity of minimizing water loss and the minimization of competition to shelter between females and males could influence the fitness of the species and select such morphological aspects through the evolutionary history of *A. brunoi*. The influence conditions of the physical environment as a source of morphological variation has already been assessed through GM for anuran populations (e.g., Bandeira *et al.*, 2016), and thus

experimental approaches are needed to assess such responses to the habitat conditions.

The intraspecific morphological variation found in *A. brunoi* (including allometry and sexual dimorphism) highlights the importance of studies assessing such data. The lack of data about cranial sexual size and shape dimorphism keeps us far from large comparative studies and an ultimate ecological understanding of sex-specific cranium evolution (Vukov *et al.*, 2018a). These studies are important on providing valuable information on the species systematics, as well as on understanding factors that lead to polymorphic characters, which are genetically driven or even environmentally influenced and therefore, provide fundamental knowledge on anuran species ecology and evolution.

Acknowledgements

All analyzed specimens are part of the monitoring project of the program *Pesquisas Ecológicas de Longa Duração (PELD): Mudanças Climáticas Globais e o Funcionamento dos Ecossistemas Costeiros da Bacia de Campos: uma perspectiva espaço-temporal* (Long Term Ecological Research program: Global Climate Changes and the Functioning of Coastal Ecosystems in the Bacia de Campos: A space-time perspective), initiated in August 2013 and subsidized by Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). The specimens were collected under permit #38378-11, granted by the Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICM-Bio). We thank J.P. Pombal Jr., U. Caramaschi, M. Voitovicz-Cardoso and P. Pinna for allowing the use of specimens under their care. Furthermore, we are grateful to D.S. Fernandes, M.W. Cardoso, P. Pinna and all the herpetological team of the Jurubatiba PELD project, for collecting the specimens. We are also grateful to A.C.C. Lourenço for providing the image of a live specimens of *A. brunoi*. Angele Martins was supported by Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa no Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ, E-26/202.403/2017) and Manuella Folly by Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ, 154743/2018-6). Nevertheless, we thank J. Freeman for English revision and D.S. Fernandes for valuable suggestions in the manuscript.

Literature cited

Adams, D.C.; Collyer, M.L.; Kaliontzopoulou, A. & Sherratt, E. 2017. Geomorph: geometric morphometric analyses of 2D/3D landmark data. R Package version 3.0.7.

- Agrawal, A.F. 2001. Sexual selection and the maintenance of sexual reproduction. *Nature* 411: 692-695.
- Andrade, D.V. & Abe, A.S. 1997. Evaporative water loss and oxygen uptake in two casque-headed tree frogs, *Aparasphenodon brunoi* and *Corythomantis greeningi* (Anura, Hylidae). *Comparative Biochemistry & Physiology* 118A 3: 685-689.
- Alcorn, M.A.; Deitloff, J.; Graham, S.P. & Timpe, E.K. 2013. Sexual dimorphism in head shape, relative head width, and body size of *Eurycea aquatica* and *Eurycea cirrigera*. *Journal of Herpetology* 47: 321-327.
- Arantes, S.C.; Vasconcellos, M.M.; Boas, T.C.V.; Veludo, L.B.A. & Colli, G.R. 2015. Sexual dimorphism, growth, and longevity of two toad species (Anura, Bufonidae) in a Neotropical Savanna. *Copeia* 103: 329-342.
- Assis, C.L.; Santana, D.J.; Da Silva, F.A.; Quintela, F.M. & Feio, R.N. 2013. A new and possibly critically endangered species of casque-headed tree frog *Aparasphenodon* Miranda-Ribeiro, 1920 (Anura, Hylidae) from southeastern Brazil. *Zootaxa* 3716: 583-591.
- Bandeira, L.N.; Alexandrino, J.; Haddad, C.F.B. & Thomé, M.T.C. 2016. Geographical variation in head shape of a Neotropical group of toads: the role of physical environment and relatedness. *Zoological Journal of the Linnean Society* 179: 354-376.
- Bell, R.C. & Zamudio, K.R. 2012. Sexual dichromatism in frogs: natural selection, sexual selection and unexpected diversity. *Proceedings of the Royal Society of London* 279: 4687-4693.
- Birch, J. 1999. Skull allometry in the marine toad, *Bufo marinus*. *Journal of Morphology* 214: 115-126.
- Bolnick, D.I. & Doebeli, M. 2003. Sexual dimorphism and adaptive speciation: two sides of the same ecological coin. *Evolution* 57: 2433-2449.
- Carmo, L.F. & Voitovicz-Cardoso, M. 2018. Spoiling friendship: First report on predation of anuran by *Aparasphenodon brunoi* Miranda-Ribeiro, 1920 (Anura: Hylidae). *Herpetology Notes* 11: 375-377.
- Cock, A.G. 1966. Genetical aspects of metrical growth and form in animals. *The Quarterly Review of Biology* 41: 131-190.
- Darwin, C. 1871. The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex. John Murray. London.
- Duellman, W.E. & Trueb, L. 1994. Biology of Amphibians. The Johns Hopkins University Press. Baltimore and London.
- Duport-Bru, A.S.; Ponssa, M.L. & Vera Candioti, F. 2019. Postmetamorphic ontogenetic allometry and the evolution of skull shape in Nest-building frogs *Leptodactylus* (Anura: Leptodactylidae). *Evolution & Development* 21: 263-275.
- Emerson, S.B. & Bramble, D.M. 1993. Scaling, allometry, and skull design. 384-421. In: Hanken, J. & Hall, B. (eds.), The Skull, Functional and Evolutionary Mechanisms. University of Chicago Press. Chicago.
- Fairbairn, D.J. 1997. Allometry for sexual size dimorphism: pattern and process in the coevolution of body size in males and females. *Annual Review of Ecology and Systematics* 28: 659-687.
- Fratani, J.; Ponssa, M.L. & Abdala, V. 2018. Evolution of tendon shape in an anuran clade and its relation to size, phylogeny and locomotion. *Journal of Zoology* 203: 233-241.
- Freeman, S. & Herron, J.C. 2007. Evolutionary Analysis. Pearson Prentice Hall. New Jersey.
- Frost, D.R. 2020. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.0. Available at: research.amnh.org/

R.A. Murta-Fonseca *et al.* — *Aparasphenodon brunoi* head shape

- herpetology/amphibia/index.html. Last access: 05 February 2020.
- Garriga N. & Llorente G.A. 2012. Chondrocranial ontogeny of *Pelodytes punctatus* (Anura: Pelodytidae). Response to competition: geometric morphometric and allometric change analysis. *Acta Zoologica* 93:453-464.
- Hanken, J. & Hall, B.K. 1993. Mechanisms of skull diversity and evolution. 1-36. In: Hanken, J. & Hall, B.K. (eds.), *The Skull, Functional and Evolutionary Mechanisms*. The University of Chicago Press. Chicago.
- Hanken, J. & Summers, C.H. 1988. Skull development during anuran metamorphosis: III. Role of thyroid hormone in chondrogenesis. *Journal of Experimental Zoology* 246: 156-170.
- Ivanovic, A. & Kalezić, M. 2012. Sexual dimorphism in the skull geometry of new species of *Ichthyosaura*, *Triturus* and *Lissotriton* (Salamandridae, Caudata, Amphibia). *Zoomorphology* 131: 69-78.
- Jared, C.; Mailho-Fontana, P.L.; Antoniazzi, M.M.; Mendes, V.A.; Barbaro, K.C.; Rodrigues, M.T. & Brodie Jr, E.D. 2015. Venomous frogs use heads as weapons. *Current Biology* 25: 2166-2170.
- Kaliontzopoulou A.; Carretero, M. & Llorente, G. 2007. Head shape allometry and proximate causes of sexual dimorphism in *Podarcis* lizards: joining linear and geometric morphometrics. *Biological Journal of the Linnean Society* 93: 111-124
- Katsikaros, K. & Shine, R. 1997. Sexual dimorphism in the tusked frog, *Adelotus brevis* (Anura: Myobatrachidae): the roles of natural and sexual selection. *Biological Journal of the Linnean Society* 60: 39-51.
- Klingenberg, C.P. 1998. Heterochrony and allometry: the analysis of evolutionary change in ontogeny. *Biological Reviews* 73: 79-123.
- Klingenberg, C.P. 2010. Evolution and development of shape: integrating quantitative approaches. *Nature* 11: 623-634.
- Klingenberg, C.P. 2011. MorphoJ: an integrative software package for geometric morphometrics. *Molecular Ecology Resources* 11: 353-357.
- Klingenberg, C.P. 2015. Analyzing fluctuate asymmetry with geometric morphometrics: concepts, methods, and applications. *Symmetry* 2015: 847-934.
- Klingenberg, C.P. 2016. Size, shape, and form: concepts of allometry in geometric morphometrics. *Development Genes and Evolution* 226: 113-137.
- Klingenberg, C.P. & McIntyre, G.S. 1998. Geometric morphometrics of developmental instability: analyzing patterns of fluctuating asymmetry with Procrustes methods. *Evolution* 52: 1363-1375.
- Klingenberg, C.P.; Barluenga, M. & Meyer, A. 2002. Shape analysis of symmetric structures: quantifying variation among individuals and asymmetry. *Evolution* 56: 1909-1920.
- Kupfer, A. 2007. Sexual size dimorphism in amphibians: an overview. 50-59. In: Fairbairn, D.J.; Blanckenhorn, W.U. & Székely, T. (ed.), *Sex, Size, and Gender Roles: Evolutionary Studies of Sexual Size Dimorphism*. Oxford University Press. New York.
- Kupfer, A. 2009. Sexual size dimorphism in caecilian amphibians: analysis, review and directions for future research. *Zoology* 112: 362-369.
- Lachenbruch, P.A. 1967. An almost unbiased method of obtaining confidence intervals for the probability of misclassification in discriminant analysis. *Biometrics* 23: 639-645.
- Larson, P.M. 2002. Chondrocranial development in larval *Rana sylvatica* (Anura: Ranidae): a morphometric analysis of cranial allometry and ontogenetic shape change. *Journal of Morphology* 252: 131-144.
- Larson, P.M. 2004. Chondrocranial morphology and ontogenetic allometry in larval *Bufo americanus* (Anura, Bufonidae). *Zoomorphology* 123: 95-106.
- Larson, P.M. 2005. Phylogeny, phylogeny, and morphology in anuran larvae: morphometric analysis of cranial development and evolution in *Rana* tadpoles (Anura: Ranidae). *Journal of Morphology* 264: 34-52.
- Lisle, S.P.D. & Rowe, L. 2013. Correlated evolution of allometry and sexual dimorphism across higher taxa. *The American Naturalist* 182: 630-639.
- Lisle, S.P.D. & Rowe, L. 2015. Independent evolution of the sexes promotes amphibian diversification. *Proceedings of the Royal Society* 282: 20142213.
- Lorch, P.D.; Proulx, S.; Rowe, L. & Day, T. 2003. Condition dependent sexual selection can accelerate adaptation. *Evolution Ecology Research* 5: 867-881.
- Mesquita, D.O.; Costa, G.C. & Zatz, M.G. 2004. Ecological aspects of the casque-headed frog *Aparasphenodon brunoi* (Anura, Hylidae) in a Restinga habitat in southeastern Brazil. *Phyllomedusa* 3: 51-60.
- Meyer, A. 1990. Morphometrics and allometry in the trophically polymorphic cichlid fish, *Cichlasoma citrinellum*: alternative adaptations and ontogenetic changes in shape. *Journal of Zoology* 221: 237-260.
- Monnet, J.M. & Cherry, M.I. 2002. Sexual size dimorphism in anurans. *Proceedings Royal Society London* 269: 2301-2307.
- Monteiro, L.R.; Beneditto, A.P.M.D.; Guillermo, L.H. & Rivera, L.A. 2005. Allometric changes and shape differentiation of sagittal otoliths in sciaenid fishes. *Fishes Research* 74: 288-299.
- Murta-Fonseca, R.A. & Fernandes, D.S. 2016. The skull of *Hydrodynastes gigas* (Duméril, Bibron & Duméril, 1854) (Serpentes: Dipsadidae) as a model of snake ontogenetic allometry inferred by geometric morphometrics. *Zoomorphology* 135: 233-242.
- Murta-Fonseca, R.A.; Machado, A.; Lopes, R.T. & Fernandes, D.S. 2019. Sexual dimorphism in *Xenodon neuwiedii* revealed by geometric morphometrics (Serpentes; Dipsadidae). *Amphibia-Reptilia* 40: 461-474.
- Neto, A.M. & Teixeira-Jr, M. 2012. Checklist of the genus *Aparasphenodon* Miranda-Ribeiro, 1920 (Anura: Hylidae): distribution map, and new record from São Paulo state, Brazil. *Check List* 8: 1303-1307.
- Pimenta, B.V.S.; Napoli, M.F. & Haddad, C.F.B. 2009. New species of casque-headed tree frog, genus *Aparasphenodon* Miranda-Ribeiro (Amphibia: Anura: Hylidae), from the Atlantic Rainforest of southern Bahia, Brazil. *Zootaxa* 2123: 46-54.
- Ponssa, M.L. & Vera Candioti, M.F. 2012. Patterns of skull development in anurans: size and shape relationship during postmetamorphic cranial ontogeny in five species of *Leptodactylus fuscus* Group (Anura: Leptodactylidae). *Zoomorphology* 131: 349-362.
- Ponssa, M.L. & Medina, R.G. 2016. Comparative morphometrics in Leptodactyline Frogs (Anura, Leptodactylidae, Leptodactylinae): does burrowing behavior relate to sexual

- dimorphism? *Journal of Herpetology* 50: 604-615.
- Prevosti, F.J.; Turazzini, G.F.; Ercoli, M.D. & Hingst-Zaher, E. 2012. Mandible shape in marsupial and placental carnivorous mammals: a morphological comparative study using geometric morphometrics. *Zoological Journal of the Linnean Society* 164: 836-855.
- R Core Team. 2014. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Rivas, J.A. & Burghardt, G.M. 2001. Understanding sexual size dimorphism in snakes: wearing the snake's shoes. *Animal Behaviour* 62: F1-F6.
- Rohlf, F.J. 2008. TpsUtil, ver. 1.40. Department of Ecology and Evolution, State University of New York at Stony Brook, Stony Brook.
- Rohlf, F.J. 2010. TpsDig, ver. 2.1. Ecology and Evolution, State University of New York at Stony Brook, Stony Brook.
- Rohlf, F.J. & Slice, D. 1990. Extensions of the Procrustes method for the optimal superimposition of landmarks. *Systematic Zoology* 39: 40-59.
- Sanna, G. 2019. Ontogenetic and interspecific variation in skull morphology of two closely related species of toad, *Bufo bufo* and *B. spinosus* (Anura: Bufonidae). *Acta Herpetologica* 14: 117-122
- Schluter, D. 2000. The ecology of adaptive radiation. Oxford University Press. Oxford.
- Shine, R. 1979. Sexual selection and sexual dimorphism in the amphibians. *Copeia* 1979: 297-306.
- Shine, R. 1994. Sexual size dimorphism in snakes revisited. *Copeia* 1994: 326-346.
- Souto, N.M.; Murta-Fonseca, R.A.; Machado, A.S.; Lopes, R.T. & Fernandes, D.S. 2019. Snakes as a model for measuring skull preparation errors in geometric morphometrics. *Journal of Zoology* 309: 12-21.
- Teixeira, R.L.; Schineider, J.A.P. & Almeida, G.I. 2002. The occurrence of Amphibians in bromeliads from a southeastern Brazilian restinga habitat, with special reference to *Aparasphenodon brunoii* (Anura, Hylidae). *Brazilian Journal of Biology* 62: 263-268.
- Teodecki, E.; Brodie, E., Jr., B.; Formanowicz, D.R.; Nussbaum, R. 1998. Head dimorphism and burrowing speed in the African caecilian *Schistometopum thomense* (Amphibia: Gymnophiona). *Herpetologica* 54: 154-160.
- Trueb, L. 1970. Evolutionary relationships of casque-headed tree frogs with co-ossified skulls (family Hylidae). *University of Kansas Publications, Museum of Natural History* 18: 549-716.
- Voje, K.L. & Hansen, T.F. 2012. Evolution of static allometries: adaptive change in allometric slopes of eye span in stalk-eye flies. *Evolution* 67: 453-467.
- Vukov, T.; Krsticic, J.; Petrovic, T. & Kolard, T. 2018a. Patterns of cranial sexual dimorphism in the yellow-bellied toad (*Bombina variegata*, Bombinatoridae). *North-Western Journal of Zoology* 14: 44-49.
- Vukov, T.; Kurucki, M.; Andjelkovic, M. & Kolarov, N. 2018b. Post-metamorphic ontogenetic changes in head size of the pool frog (*Pelophylax lessonae*, Ranidae). *Archives of Biological Sciences* 70: 307-312.
- Wogel, H.; Weber, L.N. & Abrunhosa, P.A. 2006. The tadpole of the casque-headed frog, *Aparasphenodon brunoii* Miranda-Ribeiro 1920 (Anura: Hylidae). *South American Journal of Herpetology* 1: 54-60.
- Zeffer, A.; Johansson, C. & Marmebro, A. 2003. Functional correlation between habitat use and leg morphology in birds (Aves). *Biological Journal of the Linnean Society* 79: 461-484.
- Zelditch, M.L.; Swiderski, D.L.; Sheets, H.D. & Fink, W.L. 2004. Geometric Morphometrics for Biologists: a Primer. Elsevier. San Diego.
- Zeng, Z.B. 1988. Long-term correlated response, interpopulation covariation, and interspecific allometry. *Evolution* 42: 363-374.

Appendix 1

Material Examined

Aparasphenodon brunoii (SVL-mm)

Females: MNRJ 92559 (75.0); 92599 (75.6); 92600 (74.7); 92602 (76.6); 92614 (66.7); 92617 (76.7); 92618 (73.4); 92621 (73.4); 92623 (69.0); 92625 (62.6); 92627 (68.6); 92629 (67.4); 92630 (80.2).

Males: MNRJ 88018 (57.8); 88020 (56.8); 88021 (61.0); 88026 (62.0); 89268 (58.8); 92548 (55.7); 92549 (61.5); 92551 (65.7); 92552 (59.0); 92553 (57.9); 92554 (54.0); 92555 (62.8); 92564 (68.3); 92598 (55.3); 92605 (56.0); 92608 (47.4); 92611 (55.0); 92612 (51.1); 92622 (55.4); 92624 (50.3); 92626 (62.9); 92628 (67.4).

© 2020 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 2.5 Argentina de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/ar/>

Ecología trófica de *Liolaemus espinozai* Abdala, 2005 (Sauria: Liolaemidae) en Campo El Arenal, Catamarca, Argentina

María Paula Cabrera¹, Gustavo José Scrocchi Manfrini^{1,2}

¹ Instituto de Herpetología, Fundación Miguel Lillo, Miguel Lillo 251, Tucumán, Argentina.

² Unidad Ejecutora Lillo. Fundación Miguel Lillo - CONICET. Tucumán, Argentina.

Recibido: 15 Mayo 2019

Revisado: 27 Septiembre 2019

Aceptado: 10 Marzo 2020

Editor Asociado: S. Valdecantos

doi: 10.31017/CdH.2020.(2019-021)

ABSTRACT

Trophic ecology of *Liolaemus espinozai* Abdala, 2005 (Sauria: Liolaemidae) in Campo El Arenal, Catamarca, Argentina. Diet studies are essential to understand the ecological and evolutionary phenomena that influence animals, because they provide information on the species interactions with the environment and with other organisms. We described the trophic ecology of *Liolaemus espinozai* from Campo El Arenal (Catamarca, Argentina), type locality of the species, using the stomach contents of males and females. We determined the importance of each prey item, trophic amplitude and diversity, and similarity of stomach contents between males and females; the stomach volume was compared intra and intersexually and we evaluated the relationship between the size of the individual and preys. We determined a total of 3151 preys grouped into 17 trophic categories. The population is generalist and insectivorous, feeding mainly on ants (formicids); the trophic amplitude is low, with large fluctuations throughout the year. There is no relationship between body and head size of lizards and prey size. Males and females share about 80% of the diet, so there would be competition for food. The differences observed in the different periods would be due to a different activity pattern between sexes

Key words: Diet; Trophic ranging; Stomach contents.

RESUMEN

El estudio de la dieta es fundamental para entender los fenómenos ecológicos y evolutivos que actúan en los animales, ya que brinda información sobre las relaciones de las especies con el ambiente y con otros organismos. Se describe la ecología trófica de una población de *Liolaemus espinozai* de Campo El Arenal (Catamarca, Argentina) localidad tipo de la especie. Con base en el análisis del contenido estomacal de machos y hembras, se determinó la importancia de cada ítem presa, la amplitud y diversidad trófica y la semejanza del contenido estomacal entre los sexos, en diferentes épocas del año; además, se comparó el volumen del contenido estomacal intrasexual e intersexual y se evaluó la relación entre el tamaño del individuo con el de la presa. Se determinó un total de 3151 presas agrupadas en 17 categorías tróficas. La población estudiada es generalista e insectívora, alimentándose principalmente de hormigas (formicidos); presenta una amplitud trófica baja, con grandes fluctuaciones a lo largo del año. No existe relación entre el tamaño del cuerpo y de la cabeza de los individuos con el volumen de las presas consumidas. Machos y hembras comparten alrededor del 80% de la dieta, por lo que existiría competencia por el alimento. Las diferencias observadas en las distintas épocas se deberían a un patrón de actividad distinto entre ellos.

Palabras clave: Dieta; Amplitud trófica; Contenido estomacal.

Introducción

La dieta de las lagartijas puede variar entre diferentes grupos taxonómicos, entre distintas especies simpátricas (Vitt y Zani, 1998), dentro de una misma especie de manera temporal (Halloy *et al.*, 2006; Semhan *et al.*, 2013), o entre poblaciones de la misma especie (Vitt *et al.*, 1997; Cossovich *et al.*, 2011), y puede estar en íntima relación con la abundancia del recurso alimentario, la competencia

(Valdecantos, 2011), las condiciones del hábitat y el crecimiento poblacional de una especie (Aun *et al.*, 1999), pudiendo, además, variar con las estaciones (Valdecantos *et al.*, 2012). Existe una gran cantidad de evidencias sobre los factores ecológicos relacionados con la dieta, pero ésta también puede estar relacionada con limitantes históricos - filogenéticos propios de la especie, aunque los trabajos sobre este

aspecto son escasos (Vitt *et al.*, 1999; Pérez - Barbería y Gordon, 2001; Espinoza *et al.*, 2004; Vitt y Pianka, 2004; Cossovich *et al.*, 2011).

El estudio del nicho trófico permite conocer aspectos relacionados con el espectro nutricional de una población, incluyendo la comparación de las preferencias de los subgrupos sexuales y etarios, y también las variaciones estacionales. Además, permite conocer características comportamentales en la obtención de los recursos (Aun *et al.*, 1999; Teixeira-Fialho *et al.*, 2003). Dentro del nicho trófico, es importante distinguir entre los de los diferentes individuos y los de toda la población (Putman y Wratten, 1984). Una población con un nicho estrecho debe, necesariamente, estar compuesta por individuos con nichos estrechos y especializados, mientras que una población con nicho amplio puede incluir individuos con nichos estrechos o amplios, o una combinación de ambos (Amundsen *et al.*, 1996).

Existen dos componentes separados que contribuyen a la amplitud total de nicho de una población: primero, cada individuo muestra variación en el uso de recursos (denominado componente intra fenotipo, CIF), y segundo, hay variación en el uso de recursos entre individuos (componente entre fenotipos, CEF) (Roughgarden, 1972, 1974; Giller, 1984; Pianka, 1988; Wootton, 1990). La suma de los dos componentes se combina para formar la amplitud total del nicho (Giller, 1984). Una población con un alto componente entre fenotipos estaría compuesta por individuos especializados con poca o ninguna superposición en el uso de recursos, mientras que una población con un componente dentro de fenotipo alto, estaría compuesta de generalistas, cada uno explotando una amplia gama de recursos en superposición (Giller, 1984; Pianka, 1988). Especies que ingieren presas al azar entre las disponibles, son considerados generalistas, mientras que especies que seleccionan porciones específicas del espectro de disponibilidad son especialistas (Vitt y Caldwell, 2014).

Aunque la mayoría de las lagartijas son predadores de pequeños animales, y raramente consumen material vegetal, existen varias especies omnívoras y algunas que son exclusivamente herbívoras (Cooper y Vitt, 2002). No existe un criterio estricto para calificar a las especies según su régimen alimentario; sin embargo, autores como Cooper y Vitt (2002) y Espinoza *et al.* (2004), en base al volumen de vegetales hallados en la dieta, adoptaron las siguientes definiciones: del 0 al 10%, insectívoro; del 10% al 70%, omnívoro; y del 70% al 100%, herbívoro.

Diversos autores observaron diferencias entre machos y hembras de distintas especies (Pérez Mella-do y De la Riva, 1993; Perry y Garland, 2002; Halloy *et al.*, 2006; Castro *et al.*, 2013). Las condiciones climáticas también pueden influir en la actividad reproductiva (Vitt y Carvalho, 1992; Smith *et al.*, 1995) y estos cambios estacionales en los patrones reproductivos, pueden estar acompañados de cambios estacionales en la dieta, ya que los requisitos energéticos deberían cambiar según su estado reproductivo (Semhan *et al.*, 2013); así, los sexos pueden divergir en la selección de los microhábitats usados para el forrajeo, especialmente en épocas en las que las hembras se encuentran grávidas (Barden y Shine, 1994; Semhan *et al.*, 2013). En muchos casos, las diferencias en la dieta se han asociado además, a las divergencias sexuales en el tamaño de la cabeza (e.g., *L. scapularis*, García *et al.*, 1989; *L. wiegmanni*, Aun *et al.*, 1999; *L. multimaculatus*, Vega, 1999; *L. quilmes*, Halloy *et al.*, 2006; *L. pseudoanomalus*; Kozykariski *et al.*, 2011; *L. crepuscularis*, Semhan *et al.*, 2013; *L. ramirezae*, Semhan y Halloy, 2016).

El género *Liolaemus* posee más de 270 especies válidas (Abdala y Quinteros, 2014; Abdala *et al.*, 2016; Verrastro *et al.*, 2017; Aguilar-Puntriano *et al.*, 2019). Dentro del género se encuentra una de las mayores diversidades de formas y adaptaciones ecológicas, exhibiendo numerosas especializaciones morfoanatómicas, fisiológicas, etológicas y reproductivas, lo que hace del género un blanco de estudio desde variadas ópticas de la biología (Cei, 1986, 1993; Ávila *et al.*, 2000; Morando, 2004; Abdala, 2005; Quinteros, 2011, 2012, 2013; Scrocchi *et al.*, 2010; Abdala *et al.*, 2012 b, c). Las especies que lo constituyen habitan a diferentes altitudes (desde el nivel del mar hasta más de 5000 msnm), en diferentes sustratos (arborícolas, arenícolas, saxícolas), asociados a distintas especies de plantas, y con variación en modalidades reproductivas (incluso entre especies relacionadas), encontrando vivíparas u ovíparas. En cuanto a la dieta, pueden ser omnívoras (e.g. *L. koslowskyi*, Aun y Martori, 1998; *L. elongatus*, Quatrini *et al.*, 2001; *L. umbrifer*, O'Grady *et al.*, 2005; *L. cuyanus*, Moreno Azocar y Acosta, 2011), carnívoras (e.g., *L. bibroni*, Belver y Avila, 2002; *L. quilmes* y *L. ramirezae*, Halloy *et al.*, 2006; *L. pseudoanomalus*, Kozykarisky *et al.*, 2011), o herbívoras (e.g., *L. lutzae*, Rocha, 2000; *L. poecilochromus*, Valdecantos *et al.*, 2012; *L. eleodori*; Astudillo *et al.*, 2015). En algunas especies la alimentación fluctúa entre la herbivoría, omnivoría y carnivoría, en coincidencia con los

diferentes estadios ontogenéticos, sexo o estaciones del año (e.g., *L. poecilochromus*, Valdecantos, 2011; *L. crepuscularis*, Semhan *et al.*, 2013; *L. eleodori*; Astudillo *et al.*, 2015).

Liolaemus espinozai es una especie de tamaño mediano (58 mm de longitud hocico-cloaca-LHC, 49,5-62,8 mm [Cabrera y Scrocchi, 2012]), cuya distribución se encuentra restringida a Campo El Arenal, provincia de Catamarca, Argentina; es insectívora, alimentándose principalmente de hormigas (Abdala, 2005). Es ovípara y se reproduce durante primavera-verano (Cabrera, 2017).

El objetivo de este estudio es determinar la composición de la dieta de *Liolaemus espinozai* y la amplitud y diversidad del nicho trófico, discriminado por épocas y estaciones; evaluar si existen diferencias entre machos y hembras en las frecuencias y volúmenes de los ítems dieta consumidos, y en el volumen de contenido estomacal en las distintas épocas y estaciones; estimar la relación entre el tamaño de los individuos y el de las presas, tanto a nivel poblacional, como separado por sexos.

Materiales y métodos

El sitio de estudio está ubicado en Campo El Arenal (27°07'04.9" S; 66°13'04.4" W, 2462 m s.n.m.), departamento Andalgalá, provincia de Catamarca, Argentina. Es una región con comunidades arbustivas y cardonales (Danielle y Natenzon, 1994), comprendida en las provincias fitogeográficas del Monte y Prepuna (Cabrera, 1976); la vegetación herbácea es pobre y el suelo tiene una alta proporción de superficie desnuda; el clima es desértico, con inviernos secos y veranos cálidos, con marcada amplitud térmica diaria. Las precipitaciones son muy escasas y exclusivamente en verano, el promedio anual oscila entre 100-200 mm anuales.

Se analizaron los estómagos de machos (69) y hembras (51) adultos (mayores a 45 mm [Cabrera, 2017]), colectados desde diciembre del 2007 a diciembre de 2009 (sólo durante los meses que se encuentran en actividad, desde octubre a mayo); el número de estómagos analizados se justifica por las comparaciones mensuales y estacionales que se realizan entre los sexos. Se los capturó con lazo y se los sacrificó rápidamente con tiopental sódico, para evitar el sufrimiento de los animales y la digestión de las presas; los ejemplares fueron depositados en la Colección Herpetológica del Instituto de Herpetología de la Fundación Miguel Lillo. En el laboratorio, se

confirmó el sexo de los individuos y se les midió LHC (longitud hocico-cloaca), LCAB (longitud cabeza), ANCAB (ancho cabeza) y ALCAB (alto cabeza); se les extrajo el estómago, y el contenido estomacal se conservó en alcohol etílico al 70%.

Las presas fueron identificadas con lupa estereoscópica, hasta el nivel de orden o familia, se las midió con ocular micrométrico y se calculó el volumen con la fórmula de una esfera elipsoide (Dunham, 1983), $V = 4/3\pi(a/2)(b/2)^2$ (en mm³), en donde a= largo y b= ancho.

La dieta se analizó calculando la frecuencia de ocurrencia ($FO = Ne/NTe$, donde Ne es el número de estómagos con determinado ítem, y NTe es el número total de estómagos), y el volumen (V) de cada ítem presa, para machos y hembras anualmente y separado en épocas (las cuales a su vez, se corresponden con las estaciones del año): pre-reproductiva (otoño-invierno), de abril a agosto; reproductiva (primavera), de septiembre a diciembre; post-reproductiva (verano), de enero a marzo (Cabrera, 2017).

Para conocer la contribución de cada categoría de alimento a la dieta, se calculó el Índice de Importancia Relativa (IRI) propuesto por Pinkas *et al.* (1971): $IRI = \%FO (\%VO + \%N)$, donde %N expresa la importancia numérica, %VO representa la importancia volumétrica, que da una idea del aporte nutricional de cada ítem presa, y %FO expresa la proporción de estómagos conteniendo una categoría de presa específica. Para calcular la jerarquía de las presas en la dieta se aplicó al valor de IRI el índice de jerarquización (DJ), que toma el valor más alto del IRI y calcula el porcentaje de todos los demás valores a partir de él. Si el porcentaje del ítem presa se encuentra incluido entre el 100% y 75% se lo considera fundamental; entre el 75% y 50%, secundario; entre 50% y 25% accesorio, y si está por debajo del 25% se lo considera accidental (Montori, 1991). Esto se realizó para cada sexo, anualmente y por épocas y estaciones.

Para determinar si son insectívoros, herbívoros u omnívoros se siguió a Cooper y Vitt (2002) y Espinoza *et al.* (2004), en base al volumen de vegetales hallados en la dieta; además, se tuvo en cuenta también la frecuencia de ocurrencia.

Para analizar la especialización de la dieta de manera gráfica, se aplicó el Método de Costello modificado (Amundsen *et al.*, 1996) (Fig. 1). Este análisis se basa en la representación en dos dimensiones de los diferentes tipos de presas en la dieta, en un eje la abundancia específica de cada presa y

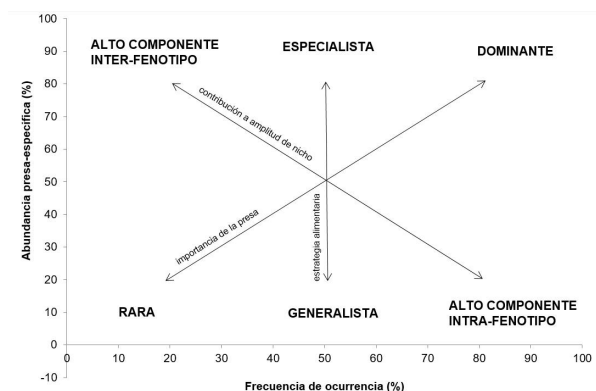


Figura 1. Gráfico de Costello modificado. Diagrama explicativo para la interpretación de la estrategia de alimentación, la contribución de amplitud del nicho y la importancia de la presa.

en el otro la frecuencia de ocurrencia (%FO). Este permite evaluar la estrategia alimentaria (generalista/especializado), la importancia de la presa (rara/dominante) y el componente que contribuye de mayor forma a la amplitud de nicho (componente entre fenotipo, CEF/componente intra fenotipo, CIF) (de la Rosa-Meza *et al.*, 2013).

Para amplitud de nicho, además del análisis gráfico, se calculó el Índice de Levins estandarizado: $B_A = B - 1/n - 1$, donde $B = 1/\sum p_j^2$ que es la medida de la amplitud de nicho; n es número de ítems presa; y p_j es la proporción de cada ítem presa en la dieta; este índice varía de 0 (cuando la población usa un solo recurso) a 1 (cuando la población utiliza los diferentes recursos en iguales proporciones) (Feinsinger y Spears, 1981; Krebs, 1989); se compararon los resultados de este índice con el gráfico de Costello modificado. Para determinar la importancia de los ítems alimentarios, se calculó el índice de Simpson.

Se analizó el grado de semejanza entre los contenidos estomacales de machos y hembras mediante el coeficiente de similitud de Jaccard: $S_j = a/a+b+c$; donde a = número de ítems compartidos por ambos sexos; b = número de ítems presentes únicamente en un sexo; c = número de ítems presentes únicamente en el otro sexo. Se comparó el volumen estomacal mensual y estacional de machos y hembras entre ellos y dentro de cada sexo, aplicando la prueba U de Mann-Whitney (Zar, 1999).

Para evaluar la relación del tamaño del depredador con respecto al de las presas, se realizaron regresiones entre el volumen máximo de las presas en relación a la longitud de la cabeza, altura máxima de la cabeza, ancho de la cabeza y longitud hocico cloaca de los depredadores, teniendo en cuenta a la población completa, como también discriminando

por sexos para ver si estos presentan diferencias.

En todas las pruebas el nivel de significación empleado fue 0.05 y se trabajó con el programa Statistica 9 (StatSoft Inc., 2009).

Resultados

Se determinó un total de 3151 presas agrupadas en 17 categorías tróficas (Tabla 1). Al considerar la representación gráfica dada por el Método de Costello modificado (Fig. 2), se puede observar que las hormigas [himenópteros formícidos (Fm)] se encuentran en más del 90% de la población (Fig. 2A), con los valores más altos de frecuencia de ocurrencia (%FO) y de abundancia presa-específica, además del máximo volumen (%VO) (Tabla 1), y con un IRI que supera el 75%, por lo que se la considera de categoría fundamental (Tabla 1). El resto de las categorías fueron ingeridas sólo ocasionalmente, con IRI menor al 25% (Tabla 1); aun así, los coleópteros (Col), arañas (Ar) y larvas (Lv) tienen %FO que superan el 20% de la población, mientras que el resto quedan agrupadas como presas raras en la esquina inferior izquierda del gráfico, con baja abundancia y %FO (Fig. 2A).

Cuando se observa la %FO por épocas-estaciones (Figs. 2B a 2D), las hormigas continúan encontrándose en más del 90% de la población y sus IRIs siguen siendo los más altos (Tabla 1), pero se encuentran diferencias en la abundancia presa-específica y en el volumen; así, en otoño-invierno (época pre-reproductiva) el valor máximo de abundancia presa-específica y volumen corresponde a ortópteros (ver Fig. 3B y Tabla 1); en primavera (época reproductiva), los mayores valores de ambos parámetros corresponden a formícidos (Fig. 3C y Tabla 1); y en el verano (época post-reproductiva), la mayor abundancia es de hemípteros mientras que el mayor volumen es de formícidos (Fig. 3D y Tabla 1). El resto de las categorías presentaron un IRI menor al 25% (Tabla 1), y porcentajes de FO menor al 50%. Los colémbolos (Cll), frutos (Fr), isópodos (Is), lepidópteros (Le), neurópteros (Ne), pupas (Pu), partes vegetativas (Pv) y semillas (Se) se encontraron siempre agrupados en la esquina inferior izquierda, siendo considerados presas raras (Figs. 2B a 2D). En ninguna época del año, así como tampoco cuando se considera el año completo, el volumen ni la frecuencia de ocurrencia de los vegetales superaron el 7%.

La amplitud trófica de la especie es baja y muestra grandes fluctuaciones a lo largo del año, pre-

Tabla 1. Categorías tróficas con sus respectivos valores anual y por épocas: FO (frecuencia de ocurrencia), VO (volumen de presa), IRI (Índice de Importancia relativa) y Cat (categoría alimentaria: F, fundamental; S, secundaria; A, accesoria y a, accidental). Valores de los índices de Simpson. En negrita se indican los valores máximos.

Categoría trófica	Anual			Pre-reproductiva			Reproductiva			Post-reproductiva		
	FO (%)	VO (%)	IRI	Cat	FO (%)	VO (%)	IRI	Cat	FO (%)	VO (%)	IRI	Cat
ácaro	17,6	0,4	0,2	a	17,6	0,1	0,1	a	16,1	0,4	0,2	a
arácnido	21,8	2,4	0,9	a	11,7	0,5	0,1	a	24,2	5,3	1,3	a
colémbolo	3,4	0,01	<0,01	a	5,9	0,01	0,01	a	30,6	24,2	5,8	a
coleóptero	27,7	14,1	3,5	a	17,6	7,9	1,3	a	-	-	-	-
díptero	7,6	1	0,1	a	-	-	-	-	7,7	1,2	0,1	a
formícido	94,1	30,1	84,2	F	88,2	10,1	74,5	F	91,9	50,1	89,8	F
fruto	1,7	0,21	0,01	a	-	-	-	-	3,2	0,8	0,01	a
hemíptero	25,2	12,7	4,4	a	29,4	11,2	3,0	a	12,9	1,7	0,2	a
himenóptero	8,4	1,02	0,1	a	11,7	2,3	0,3	a	9,7	0,1	0,1	a
isópodo	0,8	<0,01	0,01		-	-	-	-	-	-	-	-
larva	30,2	12,7	3,7	a	29,4	9,7	2,7	a	22,6	12,8	2,4	a
lepidóptero	1,7	0,5	0,01	a	-	-	-	-	1,6	1,4	0,01	a
neuróptero	4,2	0,9	0,04	a	-	-	-	-	4,4	1,3	0,1	a
ortóptero	17,6	20,4	3	a	35,3	58,2	17,7	a	3,2	0,4	0,0	a
parte vegetativa	1,7	0,34	0,01	a	-	-	-	-	-	-	-	-
pupa	0,8	0,01	<0,01	a	-	-	-	-	1,6	0,6	<0,01	a
semilla	5,1	3,1	0,1	a	11,7	0,8	0,1	a	1,6	0,3	0,01	a
índice de Simpson (Dsi)	0,33				0,17				0,23			
												0,43

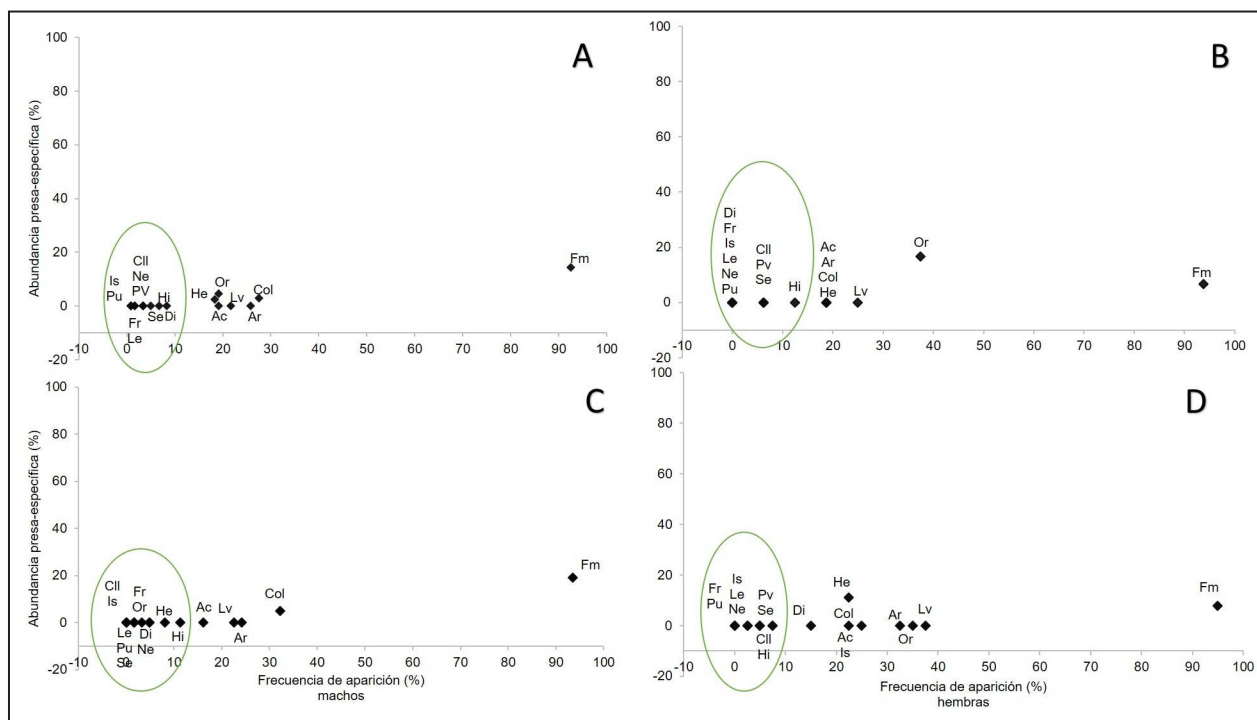


Figura 2. Gráfico de Costello modificado. Presas raras encerradas en elipse. Ac (ácaro), Ar (arácido), Cll (colémbolo), Col (coleóptero), Di (díptero), Fm (formícido), Fr (fruto), He (hemíptero), Hi (himenóptero), Is (isópodo), Lv (larva), Le (lepidóptero), Ne (neuróptero), Or (ortóptero), PV (parte vegetativa), Pu (pupa) y Se (semilla). A: Anual. B: época pre-reproductiva. C: época reproductiva. D: época post-reproductiva.

sentando: anualmente (BA=0,43), en otoño-invierno (época pre-reproductiva) (BA=0,095), en primavera (época reproductiva) (BA=0,225) y en verano (época post-reproductiva) (BA=0,678). Por otro lado el índice de Simpson fue bastante bajo (Tabla 1).

La frecuencia de ocurrencia (%FO), abundancia presa-específica y volumen anuales más altos en machos y hembras pertenecen a hormigas (Fig. 3A) y presentan valor de IRI superior al 75% (Tabla 2), mientras que el resto de las presas fueron ingeridas sólo ocasionalmente cuyo IRI fue menor a 25%, por lo que son consideradas de categoría accidental; aun así, los coleópteros, arañas y larvas y en menor grado ortópteros (Or) y ácaros (Ac) tienen un porcentaje FO que supera el 20% de la población, mientras que el resto quedan agrupados como presas raras en la esquina inferior izquierda del gráfico, con bajo porcentaje FO y abundancia presa-específica (Fig. 3A).

En machos, en todas las épocas-estaciones los formícidos son los de mayor frecuencia (%FO) (Figuras 3B a D), pero tanto la abundancia presa-específica como el volumen presentan diferencias: en la época pre-reproductiva los ortópteros tienen los valores más altos tanto en abundancia presa-específica como volumen; en la época reproductiva tanto abundancia como volumen máximos

corresponde a formícidos, mientras que para la época post-reproductiva la mayor abundancia corresponde a hemípteros y el máximo volumen a formícidos. Por otro lado, mediante cálculo del IRI, en machos los formícidos son un ítem fundamental y el resto accidental en primavera y verano (épocas reproductiva y post-reproductiva), mientras que en otoño-invierno (época pre-reproductiva) aparecen además ortópteros como accesorio (Tabla 3). En el gráfico de Costello, en todas las épocas estudiadas se observa a los formícidos en la esquina inferior derecha (Fig. 3B a D); en la época pre-reproductiva (otoño-invierno), además de los ortópteros que están presentes en casi el 50% de la población, también coleópteros supera el 20% de ocurrencia, mientras el resto queda muy cerca de la esquina inferior izquierda con frecuencias muy bajas (Fig. 3B); en la época reproductiva (primavera) (Fig. 3C), arañas, coleópteros y larvas superan el 20% de ocurrencia y el resto son raras (margen inferior izquierdo); en la época post-reproductiva (verano) (Fig. 3D), larvas, arañas, coleópteros, ortópteros y hemípteros (He) tienen frecuencias de ocurrencia que superan el 30%, mientras el resto aparecen como presas raras (margen inferior izquierdo).

En hembras, en todas las épocas, las hormi-

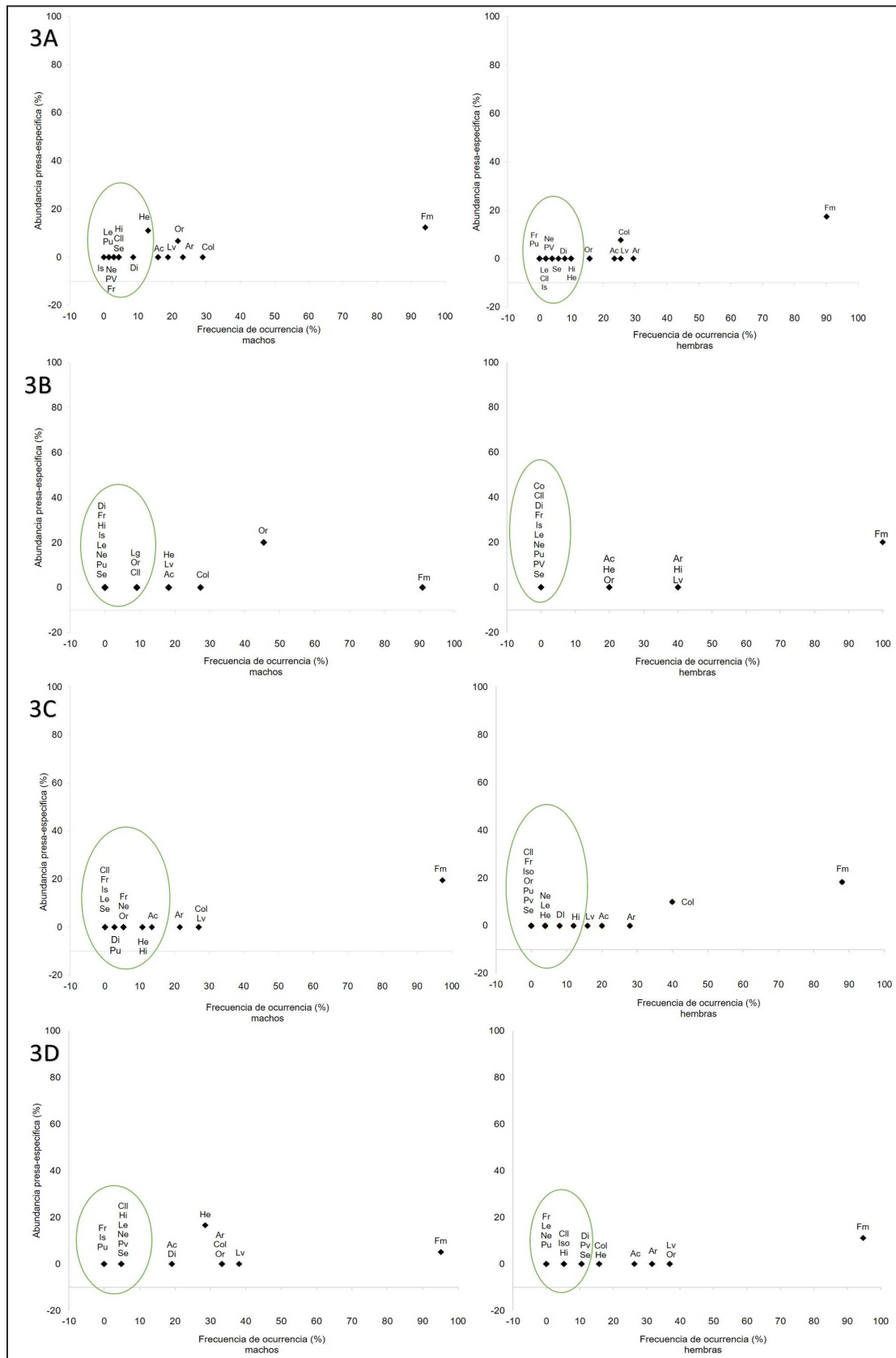


Figura 3. Gráfico de Costello modificado para machos y hembras. Presas raras encerradas en elipse. Ac (ácaro), Ar (arácnido), Cil (colémbolo), Col (coleóptero), Di (díptero), Fm (formicido), Fr (fruto), He (hemíptero), Hi (himenóptero), Is (isópodo), Lv (larva), Le (lepidóptero), Ne (neuróptero), Or (ortóptero), PV (parte vegetativa), Pu (pupa) y Se (semilla). **A:** Anual. **B:** época pre-reproductiva. **C:** época reproductiva. **D:** época post-reproductiva.

Tabla 2. Categorías tróficas en machos y hembras con sus respectivos valores anual: N (número total de presas de cada categoría), FO (frecuencia de ocurrencia), VO (volumen de presa), IRI (Índice de Importancia relativa) y Cat (categoría alimentaria: F, fundamental; S, secundaria; A, accesoria y a, accidental). Valores de los índices de Simpson y Jaccard. En negrita se indican los valores máximos.

Categoría trófica	machos					hembras				
	N	FO (%)	VO (%)	IRI	Cat	N	FO (%)	VO (%)	IRI	Cat
ácaro	16	14,49	0,18	0,13	a	16	22	0,80	0,35	a
arácnido	29	14,49	2,1	0,44	a	26	32	2,96	1,25	a
colémbolo	3	4,34	0,01	0,01	a	1	26	0,01	1,75	a
coleóptero	34	28,98	17,55	4,50	a	17	2	6,94	0,001	a
díptero	5	7,24	0,59	0,05	a	6	8	1,82	0,15	a
formícido	1379	95,65	28,95	83,79	F	1180	92	32,40	85,33	F
fruto	14	2,90	0,31	0,03	a	-	-	-	-	-
hemíptero	74	27,54	8,01	32,69	a	202	22	22	6,51	a
himenóptero	15	7,25	0,7	0,09	a	9	10	1,65	0,19	a
isópodo	-	-	-	-	-	1	2	0,008	0,001	a
larva	55	31,88	15,61	4,75	a	20	28	6,57	1,84	a
lepidóptero	1	1,45	0,141	0,002	a	1	2	1,15	0,02	a
neuróptero	4	4,35	0,43	0,02	a	2	4	1,97	0,07	a
ortóptero	17	20,29	20,47	3,44	a	11	14	19,80	2,39	a
parte vegetativa	1	1,45	0,32	0,004	a	2	2	0,38	0,01	a
pupa	1	1,45	0,02	0,001	a	-	-	-	-	-
semilla	4	2,90	3,87	0,09	a	5	8	1,53	0,12	a
Índice de Simpson (Dsi)	0,30					0,36				
Índice de Jaccard (Sj)	0,83									

gas son las de mayor frecuencia y abundancia (Fig. 3B a D), siendo siempre un ítem fundamental y el resto accidental (Tabla 3); por otro lado, el ítem con mayor volumen en otoño-invierno (época pre-reproductiva) es hemíptero, en primavera (época reproductiva) el mayor volumen consumido corresponde a formícidos y finalmente en verano (época post-reproductiva), los ortópteros son los más importantes en volumen (Tabla 3). En el gráfico de Costello, en todas las épocas, se observa a los formícidos en la esquina inferior derecha (Fig. 3B a D); en la época pre-reproductiva (otoño-invierno), arañas, himenópteros (Hi) y larvas están presentes en casi el 40% de la población, mientras el resto se observan en el margen inferior izquierdo (Fig. 3B); en la época reproductiva (primavera) (Fig. 3C), solo coleópteros y arañas, están presentes en más del 20% de la población, siendo el resto raras (margen inferior izquierda); en la época post-reproductiva (verano) (Fig. 3D), ácaros, arañas, larvas y ortópteros se encuentran en más del 25% de la población, el resto son raras (margen inferior izquierda).

La amplitud trófica en ambos sexos muestra grandes fluctuaciones a lo largo del año, y se observa

la misma tendencia en machos y hembras. Para hembras los valores son: BA=0,499 anual, BA=0,075 en otoño-invierno (época pre-reproductiva), BA=0,137 en primavera (época reproductiva) y BA=0,776 en verano (época post-reproductiva). En machos los valores registrados son: BA=0,356 anual, BA=0,017 otoño-invierno (época pre-reproductiva), BA=0,265 primavera (época reproductiva) y BA=0,512 en verano (época post-reproductiva). Los valores para el índice de Simpson son bastante bajos, con los máximos valores en el verano (época post-reproductiva) (Tabla 3).

El grado de semejanza entre los contenidos estomacales de machos y hembras, mediante el coeficiente de similitud de Jaccard fue de 0,83, encontrándose para machos 2 ítems que hembras no consumieron (pupa y fruto), mientras que en hembras se encontró un solo ítem alimentario que está ausente en machos (isópodo).

No se encontraron diferencias significativas en el volumen de contenido estomacal entre machos y hembras en ninguno de los meses: enero (Mann-Whitney, U=6, p=0,17); febrero (U=7,5, p=0,54); marzo (U=47, p=0,57); mayo (U=27, p=0,43); oc-

Tabla 3. Categorías tróficas con sus respectivos valores anual y por épocas: FO (frecuencia de ocurrencia), VO (volumen de presa), IRI (Índice de Importancia relativa) y Cat (categoría alimentaria: F, fundamental; S, secundaria; A, accesoria y a, accidental). Valores de los índices de Simpson. En negrita se indican los valores máximos.

Categoría trófica	Pre-reproductiva (otoño-invierno)						Reproductiva (primavera)						Post-reproductiva (verano)											
	machos			hembras			machos			hembras			machos			hembras								
	FO (%)	VO (%)	IRI	Cat	FO (%)	VO (%)	IRI	Cat	FO (%)	VO (%)	IRI	Cat	FO (%)	VO (%)	IRI	Cat	FO (%)	VO (%)	IRI	Cat				
ácaro	18,18	0,02	0,11	a	16,67	0,21	0,12	a	13,51	0,33	0,14	a	20	0,50	0,28	a	19,05	0,20	0,20	a	21,05	0,90	0,28	a
arácnido	9,09	0,32	0,05	a	16,67	1,00	0,22	a	21,62	6,24	1,35	a	28	3,24	1,14	a	33,33	0,65	0,53	a	36,84	2,75	1,10	a
colémbolo	9,09	0,02	0,06	a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,76	0,001	0,01	a	5,26	0,01	0,01	a
coleóptero	27,27	9,9	2,33	a	-	-	-	-	24,32	25,97	4,87	a	40	20,14	6,47	a	33,33	17,16	4,77	a	10,53	3,15	0,3	a
díptero	-	-	-	-	-	-	-	-	2,70	1,38	0,03	a	8	0,65	0,08	a	19,05	0,48	0,15	a	10,53	2,81	0,25	a
formicido	90,9	6,87	69,56	F	83,33	22,42	76,20	F	94,59	47,84	89,79	F	88	54,98	90,24	F	95,24	30,15	76,13	F	94,74	25,99	70,1	F
fruto	-	-	-	-	-	-	-	-	5,41	1,15	0,08	a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
himenóptero	27,27	0,58	0,36	a	33,33	52,13	14,41	a	16,22	2,25	0,38	a	8	0,51	0,05	a	52,39	16,52	9,76	a	47,37	25,15	18,15	a
himenóptero	-	-	-	-	33,33	11,38	3,93	a	10,81	0,13	0,15	a	8	0,08	0,03	a	4,76	1,49	0,07	a	5,26	0,15	0,02	a
isópodo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,26	0,01	0,01	-
larvas	18,18	9,77	1,53	a	50	8,88	4,36	a	27,03	12,95	3,14	a	16	12,65	1,52	a	38,10	20,94	7,97	a	36,84	3,67	1,5	a
lepidóptero	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4,54	0,13	a	4,76	0,31	0,02	a	-	-	-	a
neuróptero	-	-	-	-	-	-	-	-	5,41	1,14	0,06	a	4	1,51	0,05	a	4,76	0,26	0,01	a	-	-	-	a
ortóptero	45,45	71,59	25,99	A	16,66	3,71	0,76	a	5,41	0,56	0,03	a	-	-	-	-	33,33	3,05	1,05	a	31,6	32,75	8,27	a
parte vegetativa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,76	0,72	0,03	a	5,26	0,65	0,05	a
pupa	-	-	-	-	-	-	-	-	2,70	0,07	0,004	a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
semilla	9,09	0,91	0,09	a	16,66	0,27	0,04	a	-	-	-	-	4	1,20	0,04	a	4,76	8,05	0,3	a	10,53	2,02	0,21	a
Índice de Simpson (Dsi)	0,15				0,18				0,26				0,18				0,37				0,46			
Índice de Jaccard (Sj)	0,60								0,65															

tubre (U=2, p=0,075); noviembre (U=75,5, p=0,64); diciembre (U=104, p=0,66); tampoco en las épocas pre-reproductiva (U=27, p=0,43); reproductiva (U=507, p=0,34) y post-reproductiva (U=163,5, p=0,22). Sin embargo, dentro de cada sexo sí se observan algunas diferencias del volumen del contenido estomacal entre algunos meses: las hembras tienen volumen mayor en febrero respecto a noviembre (U=4, p<0,05) y diciembre (U=2, p<0,05), y en mayo respecto a octubre (U=0, p<0,05); en machos los valores son mayores en enero, febrero, marzo y mayo respecto a noviembre (U=4, p<0,05; U=2, p<0,05; U=23, p<0,05; U=28, p<0,05, respectivamente) y diciembre (U=9, p=0,004; U=6, p<0,05; U=53, p<0,05; U=52, p<0,05, respectivamente), y en octubre respecto a noviembre (U=36,5, p=0,042). También se encuentran diferencias entre la primavera (época reproductiva) y el verano (post-reproductiva) en ambos sexos (machos U=170, p<0,05 y hembras U=107,5, p<0,05), con los mayores valores en el verano (post-reproductiva), y entre el otoño-invierno (pre-reproductiva) y la primavera (reproductiva) en machos: (U=118,5, p<0,05) siempre con los menores valores en la primavera (reproductiva). No se encontraron diferencias entre el resto de las épocas-estaciones (pre-reproductiva-reproductiva en hembras: U=52,5, p=0,11) y (pre-reproductiva-post-reproductiva en machos: U=101,5, p=0,88 y en hembras: U=63, p=0,69).

A nivel poblacional, no se encontró relación entre ninguna de las variables del cuerpo medidas en las lagartijas y el volumen de la presa consumida: LHC ($r^2=0.0017$, $p=0.657$), Lcab ($r^2=0.0205$, $p=0.123$), Ancab ($r^2=0.001$, $p=0.727$) y Alcab ($r^2=0.024$, $p=0.095$). Tampoco se encontró en cada sexo: en machos (LHC: $r^2=0,0002$, $p=0,8930$; Lcab: $r^2=0,0029$, $p=0,6639$; AnCab: $r^2=0,006$, $p=0,5304$; AlCab: $r^2=0,001$, $p=0,7379$) y en hembras (LHC: $r^2=0,0001$, $p=0,9312$; Lcab: $r^2=0,006$, $p=0,5924$; AnCab: $r^2=0,0125$, $p=0,4380$; AlCab: $r^2=0,0011$, $p=0,8150$).

Discusión

Los datos indican que la población de *Liolaemus espinozai* estudiada es insectívora y generalista, lo que significaría que las lagartijas podrían alimentarse de cualquier insecto que tengan a su alcance, ante cualquier adversidad.

El 52,4% de las especies del subgénero *Eulaemus* son omnívoras, el 38,1% insectívoras y el 9,5%

son consideradas herbívoras; por otro lado, el 76,9% de las especies de *Liolaemus* sensu-stricto son insectívoras, el 23,1% omnívoras, y no se registran casos de herbivoría (Semhan, 2015). *L. espinozai* pertenece a las pocas especies no omnívoras del grupo *Eulaemus*, al igual que *L. darwinii* (Avila y Acosta, 1993), *L. koslowskyi* (Aun y Martori, 1998), *L. pacha* (Halloy et al., 2006) y *L. grosseorum* (Semhan, 2015), especies estrechamente relacionadas filogenéticamente.

En la mayoría de las especies del género estudiadas, las presas principales son las hormigas. En *Eulaemus* esto se verifica para *L. lutzae* (Rocha, 1989); *L. darwinii* (Avila y Acosta, 1993); *L. quilmes* (de Viana et al., 1994); *L. koslowskyi* (Aun y Martori, 1998; Semhan, 2015); *L. wiegmanni* (Aun y Martori, 1999); *L. pacha* (Halloy et al., 2006), *L. chacoensis* (Acosta y Hernando, 2009); *L. pseudoanomalus* (Kozzykariski et al., 2011); *L. cuyanus* (Moreno Azócar y Acosta, 2011); *L. irregularis*, *L. albiceps* y *L. multicolor* (Valdecantos, 2011); *L. crepuscularis* (Semhan et al., 2013) y *L. laurenti* (Gallardo et al., 2018). Dentro de *Liolaemus* sensu stricto, las hormigas son el alimento más importante para *L. fuscus* y *L. lemniscatus* (Hurtubia, 1973); *L. pictus* (Ortiz, 1974); *L. monticola* (Fuentes e Ipinza, 1979); *L. elongatus* (Videla, 1983; Quatrini et al., 2001), y *L. bibronii* (Videla, 1983; Semhan, 2015); *L. curis* (Nuñez, 1996); *L. yanalco* (Valdecantos, 2011); *L. punae* (Mella et al., 2010) y *L. gracilis* (Semhan, 2015).

Si bien los individuos de la población estudiada de *Liolaemus espinozai* consumen como principal fuente de recurso las hormigas, éstas están siempre ubicadas en la esquina inferior derecha en el gráfico de Costello, es decir que, a pesar de que fueron consumidas por la mayoría de los individuos de la población, su contribución promedio al contenido estomacal de estos fue baja; complementariamente, el índice de dominancia resultó bastante bajo, indicando una estrategia de alimentación generalizada, por lo que no pueden considerarse a los individuos de esta población como especialistas en comer hormigas. El alto componente intra fenotipo (CIF), estaría indicando que la mayoría de los individuos utilizan muchos tipos de recursos simultáneamente, reforzando la suposición que son generalistas. El hecho que en varias especies de *Liolaemus* el grupo de insectos más frecuentemente consumido fueron las hormigas, podría deberse a que una vez localizadas representan un valioso recurso concentrado, ya que se encuentran agrupadas en nidos o agregaciones, lo que permitiría que se minimice el gasto energético

en la búsqueda de alimento.

Liolaemus espinozai presenta un nicho trófico fluctuante a lo largo del año, con sus máximos valores en el verano (época post-reproductiva) en ambos sexos. Por otro lado, el índice de similitud muestra que ambos sexos comparten el 82% de los ítems encontrados, por lo que podría considerarse que existiría una alta competencia por el recurso trófico entre los sexos.

Algunos estudios revelan que diferencias morfológicas entre los sexos podrían resultar en diferencias en la composición de la dieta (Fitch, 1978; Schoener *et al.*, 1982). El tamaño de las distintas estructuras corporales es el resultado evolutivo de presiones selectivas, que actúan diferencialmente en machos y hembras, y pueden llegar a reducir el solapamiento de nichos y la competencia entre sexos (Pianka, 1982; Villavicencio *et al.*, 2003). Sin embargo, en este estudio no se encontró relación entre el tamaño de las presas consumidas y las variables corporales analizadas, a pesar que los machos tienen la cabeza más grande que las hembras (Cabrera *et al.*, 2013), y esto también estaría reforzando la idea de competencia entre los sexos por el recurso trófico. Existen otras especies donde tampoco se hallaron contrastes entre sexos, por ejemplo en *L. wiegmannii* (Aun *et al.*, 1999), *L. multimaculatus* (Vega, 1999), *L. albiceps*, *L. irregularis* y *L. multicolor* (Valdecantos, 2011), ni en *L. poecilochromus* (Valdecantos *et al.*, 2012). Por otro lado, sí existe evidencia de relación entre el tamaño de las presas más grandes y algunos caracteres morfológicos de la cabeza en algunas especies, como por ejemplo, *L. koslowskyi*, *L. parthenos* y *L. gracilis* (Semhan, 2015).

En la época pre-reproductiva (otoño-invierno), además de las hormigas que son un ítem fundamental en ambos sexos con sus mayores valores de frecuencia de ocurrencia, los machos presentan un alto volumen de ortópteros, por lo que estos aparecen como ítem accesorio, mientras que en hembras el mayor volumen corresponde a hemípteros. Estas diferencias en el volumen de los ítems consumidos podría deberse a un patrón de actividad diferente entre los sexos; según Cabrera y Scrocchi (2012), los machos presentan áreas de acción y distancias promedio recorridas mayores a las hembras, sugiriendo que podrían ser más activos en la búsqueda de alimento, mientras las hembras presentan menor actividad en esta época. En la época reproductiva (primavera), tanto machos como hembras presentan mayor frecuencia de ocurrencia

y volumen de hormigas, siendo estas un ítem fundamental; Martori (2005), sugiere que los machos acompañan a las hembras durante esta época, y a esto podría deberse que no haya diferencias entre los sexos, a diferencia de lo que ocurre en las otras épocas. Por otro lado, en la época post-reproductiva (verano), ambos sexos presentan mayor frecuencia de ocurrencia de hormigas, pero en machos el mayor volumen corresponde a hormigas, mientras que en hembras este corresponde a ortópteros; a pesar de estas diferencias, hormigas sigue siendo el ítem fundamental en la dieta, y el resto accidental. Durante esta época, las hembras tienen mayor actividad de forrajeo, ya que necesitarían reponer el peso perdido luego de la oviposición y antes de entrar en letargo (Cabrera y Scrocchi, 2014), y a esto podía deberse estas diferencias intersexuales en el volumen de los ítems consumidos. Se han informado diferencias en las preferencias de dieta entre machos y hembras en algunas especies de *Liolaemus*, como *L. scapularis* (García *et al.*, 1989), en *L. quilmes* de Salta (De Viana *et al.*, 1994), y en *L. wiegmannii* (Aun *et al.*, 1999). Otros autores no encontraron diferencias entre machos y hembras, por ejemplo en *L. boulengeri* (Acosta *et al.*, 1996) y *L. koslowskyi* (Aun y Martori, 1998).

El mayor volumen de contenido estomacal encontrado en los machos, desde enero a mayo y en octubre respecto a noviembre y diciembre, podría deberse a la actividad de estos (como se mencionó en el párrafo anterior). Para Cabrera y Scrocchi (2014), la mayor actividad de los machos en la época reproductiva podría estar relacionada con la necesidad de estos de definir su territorio y de estar listos para reproducirse antes de la emergencia de las hembras (Stamps, 1983), la que ocurre a fines de octubre y principios de noviembre. Es decir, que durante el mes de octubre y a principios de año, los machos tienen una mayor actividad de forrajeo, mientras que en noviembre y diciembre (época reproductiva), estarían más abocados a la búsqueda de pareja que a la alimentación. Martori (2005), registró algo parecido en *L. koslowskyi* y sugiere que el macho, por acompañar a la hembra, en sus actividades de defensa del territorio reduce su área de influencia y su actividad trófica.

En hembras, el mayor volumen de contenido estomacal observado entre febrero y mayo, respecto al resto de los meses, podría deberse, como se expresó anteriormente, a que estas se alimentarían más para recuperar el peso perdido después de la puesta, antes de la hibernación (Cabrera y Scrocchi, 2014);

además, el bajo volumen de ingesta desde diciembre a enero, se debería a que los huevos ocupan lugar, quitando espacio al estómago (hecho encontrado también en otras especies de *Liolaemus*, como *L. koslowskyi* (Martori, 2005) y *L. crepuscularis* (Semhan *et al.*, 2013).

El mayor valor de amplitud trófica encontrado en el verano (época post-reproductiva), así como también los mayores volúmenes de contenido estomacal en ambos sexos, coincide con la época más lluviosa en el área de estudio y esto podría estar relacionado con una mayor disponibilidad de alimento.

En conclusión, machos y hembras de *Liolaemus espinozai* son oportunistas y generalistas, alimentándose de los insectos que encuentren a su alcance. Aunque no puede considerarse a la especie como especialista en el consumo de hormigas, estas se presentan como un ítem fundamental en la dieta. La gran similitud encontrada en la dieta de ambos sexos, sumado a que se alimentan de presas del mismo tamaño, indicaría que existe competencia entre estos por el recurso trófico; por otro lado, las diferencias observadas en el volumen consumido de ortópteros y hemípteros en la época pre-reproductiva y la reproductiva entre los sexos, dependería de la actividad diferente entre estos y de las de las necesidades energéticas de cada uno.

Agradecimientos

A la Fundación Miguel Lillo por la ayuda financiera y a la Dirección de Fauna de Catamarca por los permisos para el trabajo de campo. A la Colección Herpetológica del Instituto de Herpetología (Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina). A N. Riera y M. Iruzubieta por su ayuda en el trabajo de campo.

Literatura citada

Abdala, C.S. 2005. Una nueva especie del género *Liolaemus* perteneciente al complejo *darwinii* (Iguania: Liolaemidae) de la provincia de Catamarca, Argentina. *Revista Española de Herpetología* 19: 5-17.

Abdala, C.S.; Acosta, J.L.; Acosta, J.C.; Álvarez, B.B.; Arias, F.; Ávila, L.J.; Blanco, M.G.; Bonino, M.; Boretto, J.M.; Brancatelli, G.; Breitman, M.F.; Cabrera, M.R.; Cairo, S.; Corbalán, V.; Hernando, A.; Ibarguengoytía, N.R.; Kacolibris, F.; Laspiur, A.; Montero, R.; Morando, M.; Pelegrin, N.; Fulvio Pérez, C.H.; Quinteros, A.S.; Semhan, R.V.; Tedesco, M.E.; Vega L. & Zalba, S.M. 2012a. Categorización del estado de conservación de las lagartijas y anfibios de la República Argentina. *Cuadernos de Herpetología* 26 (Supl. 1): 215-248.

Abdala, C.S.; Semhan, R.V.; Moreno Azocar, D.L.; Bonino, M.; Paz, M.M. & Cruz, F.B. 2012b. Taxonomic study and morphology based phylogeny of the patagonian clade *Liolaemus melanops* group (Iguania: Liolaemidae), with the

description of three new taxa. *Zootaxa* 3163: 1-32.

Abdala, C.S.; Díaz Gómez, J.M. & Heredia, V.I.J. 2012c. From the far reaches of Patagonia: new phylogenetic analyses and description of two new species of the *Liolaemus fitzingerii* clade (Iguania: Liolaemidae). *Zootaxa* 3301: 34-60.

Abdala, C. S. y S. Quinteros. 2014. Los últimos 30 años de estudios de la familia de lagartijas más diversa de Argentina. Actualización taxonómica y sistemática de Liolaemidae. *Cuadernos de Herpetología* 28: 00-00.

Abdala, C.S., Juárez, R.A.; Baldo, D.G. & Espinoza, R.E. 2016. The first parthenogenetic Pleurodont Iguanian: A new allfemale *Liolaemus* (Squamata: Liolaemidae) from Western Argentina. *Copeia* 104: 487-497.

Acosta, J.L. & Hernando, A.B. 2009. Dieta de una población de *Liolaemus chacoensis* (Squamata: Liolaemidae) en una localidad del chaco semiárido de Argentina. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2009. Universidad Nacional del Nordeste. Resumen.

Aguilar-Puntriano, C.; C. Ramírez; E. Castillo; A. Mendoza; V.J. Vargas & J.W. Sites Jr. 2019. Three new lizard species of the *Liolaemus montanus* group from Perú. *Diversity* 11: 1-19.

Amundsen, P.A.; Gabler, H.M. & Staldvik, F.J. 1996. A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data modification of the Costello (1990) method. *Journal of Fish Biology* 48: 607-614.

Astudillo, V.; Acosta, J.C.; Villavicencio, H.J. & Carranza. 2015. Ecología trófica y dimorfismo sexual del lagarto endémico *Liolaemus eleodori* (Iguania: Liolaemidae) del Parque Nacional San Guillermo, San Juan. *Cuadernos de Herpetología* 29: 27-39.

Aun, L. & Martori, R. 1998. Reproducción y dieta de *Liolaemus koslowskyi* Etheridge 1993. *Cuadernos de Herpetología* 12: 1-9.

Aun, L.; Martori, R. & Rocha, C. 1999. Variación estacional de la dieta de *Liolaemus wiegmanni* (Squamata: Tropicuridae) en un agroecosistema del sur de Córdoba, Argentina. *Cuadernos de Herpetología* 13: 69-80.

Ávila, L.J. & Acosta, J.C. 1993. Notas sobre el comportamiento de *Liolaemus darwinii* (Sauria: Tropicuridae) en el sur de la Provincia de Mendoza. *FACENA* 10: 57-61.

Ávila, L.J.; Montero R. & Morando, M. 2000. Categorización de las lagartijas y anfibios de Argentina: 51- 74. En: Lavilla, E.; E. Richard y G. Scrocchi (eds.). Categorización de los anfibios y reptiles de la República Argentina. Asociación Herpetológica Argentina, Tucumán.

Ávila, L.J.; Martínez, L.E. & Morando, M. 2013. Checklist of lizards and amphisbaenians of Argentina: an update. *Zootaxa* 3616: 201-238.

Ayarde, H. & Boero, C. 1999. Vegetación y Flora: 33-73. En: Lavilla, E.O. & J.A. González (eds.). Biodiversidad de Agua Rica (Catamarca, Argentina). BHP Copper. Fundación Miguel Lillo. Tucumán.

Ballinger, R.E. 1977. Reproductive strategies: food availability as a source of proximal variation in a lizard. *Ecology* 58: 628-635.

Ballinger, R.E. 1983. Life-history variations: 241-260. En: Huey, R.B.; Pianka, E.R. & Schoener, T.W. (eds.) Lizard ecology: studies of a model organism. Harvard University Press, Cambridge, Mass.

Barden, G. y R. Shine. 1994. Effects of sex and reproductive mode on dietary composition of the reproductively bimodal scincid lizard, *Lerista bougainvillii*. *Australian Zoologist* 29: 3-4.

Begon, M.; Harper, J.L. & Townsend, C.R. 1986. Ecology. Individuals, Populations, and Communities. Sinauer

- Associates, Inc., Sunderland, Massachusetts.
- Belver, L.C. & Ávila, L.J. 2001. Ritmo de actividad diaria y estacional de *Cnemidophorus longicaudus* (Squamata: Teiidae: Teiinae) en el Norte de La Rioja, Argentina. *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción Chile* 72: 31-36.
- Belver, L.C. & Ávila, L.J. 2002. Diet composition on *Liolaemus bibronii* (Iguania: Liolaemidae) in southern Rio Negro Province, Argentina. *Herpetological Journal* 12: 39-42.
- Cabrera, A.L. 1976. *Regiones fitogeográficas argentinas*. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Ed. Acme, Buenos Aires.
- Cabrera, M.P. 2017. Historia de Vida de *Liolaemus espinozai* (Sauria: Liolaemidae) en Campo El Arenal, Catamarca, Argentina. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Naturales e I.M.L., Tucumán, Argentina.
- Cabrera, M.P. & Scrocchi, G.J. 2012. Áreas de acción en *Liolaemus espinozai* (Squamata: Liolaemidae) en Campo El Arenal, Catamarca, Argentina. *Acta Zoológica Lilloana* 56: 54-65.
- Cabrera, M. P.; Scrocchi, G.J. & Cruz, F.B. 2013. Sexual size dimorphism and allometry in *Liolaemus* of the *L. laurenti* group (Sauria: Liolaemidae): Morphologic lability in a clade of lizards with different reproductive modes. *Zoologischer Anzeiger* 252: 299-306.
- Cabrera, M.P. & Scrocchi, G.J. 2014. Patrones de actividad y abundancias de una población de *Liolaemus espinozai* Abdala, 2005 (Iguania: Liolaemidae) en Campo El Arenal, Catamarca, Argentina. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s) 30: 459-470.
- Castro, S.A.; Laspiur, A. & Acosta, J.C. 2013. Variación anual e intrapoblacional de la dieta de *Phymaturus cf. palluma* (Iguania: Liolaemidae) de los Andes centrales en Argentina. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 84: 1258-1265.
- Cei, J.M. 1986. Reptiles del centro, centro-oeste y sur de la Argentina. Herpetofauna de las zonas áridas y semiáridas. *Museo Regionale di Scienze Naturali, Torino, Monografie* 4: 1-527.
- Christie, M.I. 1984. Determinación de las prioridades de conservacionistas para la fauna de vertebrados patagónicos. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, Bs. As. *Zoología* 13: 535-539.
- Cooper Jr., W.E. & Vitt, L.J. 2002. Distribution, extent, and evolution of plant consumption by lizards. *Journal of Zoology* 57: 487-517.
- Cossovich, S.; Aun, L. & Martori, R. 2011. Análisis trófico de la herpetofauna de la localidad de Alto Alegre (Depto. Unión, Córdoba, Argentina). *Cuadernos de Herpetología* 25: 11-19.
- Cuevas, M.F. & Martori, R. 2007. Diversidad trófica de dos especies sintópicas del género *Leptodactylus* (Anura: Leptodactylidae) del sudeste de la provincia de Córdoba, Argentina. *Cuadernos de Herpetología* 21: 7-19.
- Danielle, C. & Natenzon, C. 1994. Las Regiones Naturales de la Argentina: caracterización y diagnóstico: 1-31. *En: El Sistema Nacional de Áreas Protegidas de la Argentina*. APN. Bs. As.
- de la Rosa-Meza, K.; Sosa-Nishizaki, O. & de la Cueva-Salcedo, H. 2013. Feeding habits of the speckled guitarfish *Rhinobatos glaucostigma* (Elasmobranchii, Batoidea) in the southeastern Gulf of California. *Ciencias Marinas* 39: 277-290.
- De Viana, M.L.; Jovanovich, C. & Valdes, P. 1994. Hábitos alimentarios de *Liolaemus darwini* (Sauria: Liolaemidae), en el Valle de Tin Tin, Argentina. *Revista de Biología Tropical* 42: 379-381.
- Donoso-Barros, R. 1966. *Reptiles de Chile*. Ediciones Universidad de Chile. Santiago, Chile.
- Dunham, A.E. 1978. Food availability as a proximate factor influencing individual growth rates in the Iguanid lizard *Sceloporus merriami*. *Ecology* 59: 770-778.
- Dunham, A.E. 1983. Realized niche overlap, resource abundance, and intensity of interspecific competition: 261-280. *En: Huey, R.B.; Pianka, E.R. & Schoener, T. W. (Eds.). Lizard Ecology: Studies of a Model Organism*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- Dunham, A.E. & Miles, D.B. 1985. Patterns of covariation in the life history traits of squamate reptiles: the effect of size and phylogeny reconsidered. *The American Naturalist* 16: 231-257.
- Eckhardt, R.C. 1979. The adaptative syndromes of two guilds of insectivorous birds in the Colorado Rocky Mountains. *Ecological Monographs* 49: 129-149.
- Espinosa, R.E.; Wiens, J.J. & Tracy, C.R. 2004. Recurrent evolution of herbivory in small, cold-climate lizards: breaking the ecophysiological rules of reptilian herbivory. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 101: 16819-16824.
- Etheridge, R. & Frost, D.R. 2010. Catalogues of the pleurodont iguanian families: Liolaemidae. Version 1. Disponible en: <<http://research.amnh.org/vz/herpetology/f/Liolaemidae.pdf>>. Último acceso: 19 de mayo de 2010.
- Feinsinger, P. & Spears, E.E. 1981. A simple measure of niche breadth. *Ecology* 62: 27-32.
- Fitch, H. 1978. Sexual size differences in the genus *Sceloporus*. *The University of Kansas Science Bulletin* 51: 441-461.
- Fuentes, E.R. 1976. Ecological convergence of lizard communities in Chile and California. *Ecology* 57: 3-17.
- Fuentes, E.R. & Ipinza, J. 1979. A note on the diet of *Liolaemus monticola* (Reptilia, Lacertilia, Iguanidae). *Journal of Herpetology* 13: 123-124.
- Gallardo, G.A.; Barrionuevo, M.J. & Scrocchi, G.J. 2018. Dieta de la lagartija arenícola *Liolaemus laurenti* (Sauria: Liolaemidae) en un bioma de desierto de Argentina. *Cuadernos de Herpetología* 32: 61-66.
- García, S., J. M. Chani y M. T. De Mandri. 1989. Rasgos particulares en la dieta de *Liolaemus scapularis* Laurent, 1982 (Lacertilia: Iguanidae). *Cuadernos de Herpetología* 4: 1-3.
- Giller, P.S. 1984. *Community Structure and the Niche*. London: Chapman y Hall.
- González, J. 2005. Los insectos en Venezuela. Fundación Bigott. Colección Venezuela N° 11. Caracas, Venezuela.
- Halloy, M.; Robles, C. & Cuzzo, F. 2006. Diet in two syntopic neotropical lizard species of *Liolaemus* (Liolaemidae): interspecific and intersexual differences. *Revista Española de Herpetología* 20: 47-56.
- Huey, R.B. & Pianka, R. 1981. Ecological consequences of foraging mode. *Ecology* 62: 991-999.
- Hurtubia, J. 1973. Trophic diversity measurement in sympatric predatory species. *Ecology* 54: 885-890.
- Jones, S.M.; Ballinger, R.E. & Porter, W.P. 1987. Physiological and Environmental Sources of Variation in Reproduction: Prairie Lizards in a Food Rich Environment. *Oikos* 48: 325-335.
- Kozykariski, M.L.; Belver, L.C. & Avila, L.J. 2011. Diet of the desert lizard *Liolaemus pseudoanomalus* (Iguania: Liolaemini) in northern La Rioja Province, Argentina. *Journal of Arid Environments* 75: 1237-1239.
- Krebs, C.J. 1989. *Ecological Methodology*. Harper Collins

- Publishers, New York.
- Lobo, F.; Espinoza, R.E. & Quinteros, S. 2010. A critical review and systematic discussion of recent classification proposals for Liolaemid lizards. *Zootaxa* 2549: 1-30.
- Martínez Gómez, J. 2013. Historias de Vida: 335-373. En: Gómez de Silva & Oliveras de Ita (eds.). Conservación de Aves. Museo de Historia Natural, México D.F.
- Martori, R.A. 2005. Reproducción y reclutamiento en una población de *Liolaemus koslowskyi* Etheridge 1993 (Tropiduridae, Squamata). Tesis de Doctorado en Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias Físicoquímicas y Naturales, Universidad Nacional de Río Cuarto, Argentina.
- Martori, R.A.; Juárez, R. & Aun, L. 2002. La taxocenosis de lagartos de Achiras, Córdoba, Argentina: parámetros biológicos y estado de conservación. *Revista Española de Herpetología* 16: 73-91.
- Mella, J., C. Tirado, A. Cortés y M. A. Carretero. 2010. Seasonal variation of prey consumption by *Liolaemus barbarae*, a highland lizard endemic to Northern Chile. *Animal Biology* 60: 413-421.
- Montori, A. 1991. Alimentación de los adultos de *Eoproctus asper* (Dugés 1853) en la montaña media del Pirineo catalán (España). *Revista Española de Herpetología* 5: 23-36.
- Morando, M.; Ávila, L.J.; Baker, J. & Sites, J.Jr. 2004. Phylogeny and phylogeography of the *Liolaemus darwini* complex (Squamata: Liolaemidae): evidence for introgression on incomplete lineage sorting. *Evolution* 58: 842-861.
- Moreno Azócar, D.L. & Acosta, J.C. 2011. Feeding habits of *Liolaemus cuyanus* (Iguania: Liolaemidae) from the Monte Biogeographic Province of San Juan, Argentina. *Journal of Herpetology* 45: 283-286.
- Núñez, H. 1996. Autoecología comparada de dos especies de lagartijas de Chile central. *Publicaciones ocasionales del Museo Nacional de Historia Natural de Chile* 50: 5-59.
- Núñez, H.; Marquet, P.A.; Medel, R.G. & Jaksic, F.M. 1989. Niche relationships between two sympatric *Liolaemus* in a fluctuating environment: the "lean" versus "feast" scenario. *Journal of Herpetology* 23: 22-28.
- O'Grady, S.P.; Morando, M.; Ávila, L.J. & Dearing, M.D. 2005. Correlating diet and digestive tract specialization: examples from the lizard family Liolaemidae. *Zoology*, 108: 201-210.
- Ortiz, J.C. 1974. Reptiles del Parque Nacional Vicente Pérez Rosales. I. Hábitos alimenticios de *Liolaemus pictus pictus*, Dumeril et Bibron (Squamata - Iguanidae). *Anales del Museo Nacional de Historia Natural de Valparaíso* 7: 317-326.
- Perez-Mellado, V. & de la Riva, I. 1993. Sexual size dimorphism and ecology: the case of a tropical lizard, *Tropidurus melanopleurus* (Sauria: Tropiduridae). *Copeia* 1993: 969-976.
- Perry, G. 1999. The evolution of search modes: ecological versus phylogenetic perspectives. *American Naturalist* 153: 98-109.
- Perry, G. & Garland, T.Jr. 2002. Lizard home ranges revisited: effects of sex, body size, diet, habitat and phylogeny. *Ecology* 83: 1870-1885.
- Pérez-Barbería, F.J. & Gordon, I. J. 2001. Relationships between oral morphology and feeding style in the Ungulata: a phylogenetically controlled evaluation. *Proceeding of the Royal Society of London* 268: 1023-1032.
- Pianka, E.R. 1966. Convexity, desert lizards, and spatial heterogeneity. *Ecology* 47: 1055-1059.
- Pianka, E.R. 1973. The structure of lizard communities. *Annual Review of Ecology and Systematics* 4: 53-74.
- Pianka, E.R. 1982. Ecología evolutiva. Universidad de Texas, Austin.
- Pianka, E.R. 1988. Evolutionary Ecology, 4th edn. New York: Harper Collins.
- Pincheira Donoso, D. 2008. Testing the Accuracy of Fecal-Based Analyses in Studies of Trophic Ecology in Lizards. *Copeia* 2008: 322-325.
- Pinkas, L.; Oliphant, M. & Iverson, Z. 1971. Food habits of albacore bluefin tuna and bonito in California waters. *Department of Fish and Games Fish Bulletin* 152: 1-105.
- Putman, R.J. & Wratten, S.D. 1984. Principles of Ecology. London: Croom Helm.
- Quatrini, R.; Albino, A. & Barg, M. 2001. Variación morfológica y dieta en dos poblaciones de *Liolaemus elongatus* Koslowsky, 1896 (Iguania: Tropiduridae) del noroeste patagónico. *Revista Chilena de Historia Natural* 74: 639-651.
- Quinteros, A.S. 2011. Filogenia morfológica y molecular del grupo *alticolor* (Iguania: Liolaemidae). Evolución de caracteres del dimorfismo sexual. Tesis doctoral. Universidad Nacional de Tucumán.
- Quinteros, A.S. 2012. Taxonomy of the *Liolaemus alticolor-bibronii* group (Iguania: Liolaemidae), with descriptions of two new species. *Herpetologica* 68: 100-120.
- Quinteros, A.S. 2013. A morphology-based phylogeny of the *Liolaemus alticolor-bibronii* group (Iguania: Liolaemidae). *Zootaxa* 3670: 1-32.
- Reca, A.; Ubeda, C. & Grigera, D. 1994. Conservación de la fauna de tetrápodos. Un índice para su evaluación. *Mastozoología Neotropical* 1: 17-28.
- Rocha, C.F.D. 1989. Diet of a tropical lizard (*Liolaemus lutzae*) of southeastern Brazil. *Journal of Herpetology* 23: 292-294.
- Rocha, C.F.D. 2000. Selectivity in plant food consumption in the lizard *Liolaemus lutzae* from southeastern Brazil. *Studies on Neotropical Fauna Environment* 35: 14-18.
- Rocha, C.F.D.; Dutra, G.F.; Vrcibradic, D. & Menezes, V.A. 2002. The terrestrial reptile fauna of the Arolhos archipelago: species list and ecological aspects. *Brazilian Journal of Biology* 62: 285-291.
- Rocha, C.F.D.; Vrcibradic, D. & Van Sluys, M. 2004. Diet of the lizard *Mabuya agilis* (Sauria: Scincidae) in an insular habitat (Ilha Grande, RJ, Brazil). *Brazilian Journal of Biology* 64: 135-139.
- Roca, V. 1999. Relación entre las faunas endoparásitos de reptiles y su tipo de alimentación. *Revista Española de Herpetología* 13: 101-121.
- Roughgarden, J. 1972. Evolution of niche width. *American Naturalist* 106, 683-718.
- Roughgarden, J. 1974. Niche width: biogeographic patterns among *Anolis lizard* populations. *American Naturalist* 108, 429-442.
- Schoener, T. 1969. Models of optimal size for a solitary predator. *American Naturalist* 103: 277-313.
- Schoener, T. 1971. Theory of feeding strategies. *Annual Review in Ecology and Systematics* 2: 103-114.
- Schoener, T.W.; Slade, J.B. & Stinson, C.H. 1982. Diet and sexual dimorphism in the very catholic lizard genus *Leiocephalus* of the Bahamas. *Oecologia* 53: 160-169.
- Scrocchi, G.J.; Abdala, C.S.; Nori, J. & Zaher, H. 2010. Reptiles de la provincia de Río Negro, Argentina. Fondo Editorial Rionegrino, Viedma.
- Semhan, R.; Halloy, M. & Abdala, C. 2013. Diet and reproductive states in a high altitude neotropical lizard, *Liolaemus crepuscularis* (Iguania: Liolaemidae). *South American Journal of Herpetology* 8: 102-108.

- Semhan, R. 2015. Análisis comparativo de ensambles de lagartos del género *Liolaemus*: factores ecológicos y limitantes históricos. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Naturales e I.M.L., Tucumán, Argentina.
- Semhan, R. y Halloy, M. 2016. Diet and reproductive states in a high altitude Neotropical lizard species, *Liolaemus ramirezae* (Iguania: Liolaemidae). *Journal of Herpetology* 50: 589-593.
- Sih, A. & Christensen, B. 2001. Optimal diet theory: when does it work, and when and why does it fail? *Animal Behaviour* 61: 379-390.
- Stamps, J.A. 1983. Sexual selection, sexual dimorphism, and territoriality. Pp. 169-204. *En*: R. B. Huey, E. R. Pianka, & T. W. Schoener (eds.), *Lizard Ecology: Studies of a Model Organism*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- Stearns, S.C. 1984. The effects of size and phylogeny on patterns of covariation in the life history traits of lizards and snakes. *The American Naturalist* 123: 56-72.
- Stearns, S.C. 1992. *The Evolution of Life Histories*. Oxford University Press. Oxford.
- Stephens, D.W. & Krebs, J.R. 1986. *Foraging theory*. Princeton University Press. Princeton, New Jersey.
- Teixeira-Fialho, P.F.; Rocha, C.F. & Ribas, S.C. 2003. Relative feeding specialization may depress ontogenetic, seasonal and sexual variation in diet: the endemic lizard *Cnemidophorus littoralis* (Teiidae). *Brazilian Journal of Biology* 63: 321-328.
- Tinkle, D.W. 1972. The dynamics of a Utah population of *Sceloporus undulatus*. *Herpetologica* 28: 351-359.
- Turner, F.B.; Hoddenbach, G.A.; Medica, P.A. & Lannom, J.R. 1970. The demography of the lizard *Uta stansburiana* Baird and Girard in southern Nevada. *Journal of Animal Ecology* 39: 505-519.
- Valdecantos S. 2011. Coexistencia entre especies: competencia, agresión o indiferencia en lagartijas de la puna del género *Liolaemus* (Squamata: Iguania: Liolaeminae). Tesis de Doctorado en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Valdecantos, M.S.; Arias, F. & Espinoza, R.E. 2012. Herbivory in *Liolaemus poecilochromus*, a small, cold-climate lizard from the Andes of Argentina. *Copeia* 2012: 203-210.
- Valido, A. & Nogales, M. 2003. Digestive ecology of two omnivorous Canarian lizard species (*Gallotia*, Lacertidae). *Amphibia-Reptilia* 24: 331-344.
- Vega, L. E. 1999. Ecología trófica de *Liolaemus multimaclulatus* (Sauria: Tropicuridae). *Bolletino Museo Regionale Scienze Naturali Torino* 16: 27-38.
- Verrastro, L.; Maneyro, R.; Da Silva, C.M. & Farias, I. 2017. A new species of lizard of the *L. wiegmannii* group (Iguania: Liolaemidae) from the Uruguayan Savanna. *Zootaxa* 4294: 443-461.
- Vidal, M.A. 2007. Variación geográfica en *Liolaemus pictus* (Liolaeminae) del Archipiélago de Chiloé: el rol de las glaciaciones y la insularidad en la divergencia molecular, fisiológica y morfológica. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias, Universidad de Chile.
- Vidal, M.A. & Ortiz, J.C. 2003. *Callospistes palluma* (Chilean Racerunner, Iguana Chilena). Cannibalism. *Herpetological Review* 34: 364-365.
- Vidal, M.A. & Labra, A. 2008. *Herpetología de Chile*. Science Verlag, Santiago, Chile.
- Videla, F. 1983. Hábitos alimentarios en iguánidos del oeste árido de la Argentina. *Deserta* 7: 192-202.
- Villavicencio, H.J.; Acosta, J.C.; Cánovas, G. & Marinero, J. 2003. Variación intrapoblacional en el patrón de actividad estacional de *Liolaemus pseudoanomalus* (Squamata: Tropicuridae) en el centro de San Juan, Argentina. *Nótulas Faunísticas, Segunda Serie* 15: 1-6.
- Villavicencio, H.J.; Acosta, J.C. & Cánovas, M.G. 2005. Dieta de *Liolaemus ruibali* (Iguanidae: Liolaeminae) en la reserva de usos múltiples Don Carmelo, San Juan, Argentina. *Multequina* 14: 47-52.
- Vitt, L.J. & Pianka, E.R. 2007. Feeding ecology in the natural world. The evolutionary consequences of foraging mode: 141-172. *En*: Reilly, S.M.; Mcbrayer, L.D. & Miles, D.B. (eds.). *Lizard ecology*. Cambridge University Press, New York.
- Vitt, L. J., J. P. Caldwell, P. A. Zani y T. A. Titus. 1997. The role of habitat shift in the evolution of lizard morphology: evidence from tropical *Tropidurus*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* 94: 3828-3832.
- Vitt, L. J. & P. A. Zani. 1998. Ecological relationships among sympatric lizards in a transitional forest in the northern Amazon of Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 14: 63-86.
- Vitt, L. & Caldwell, J.P. 2014. Foraging ecology and diet. In: *Herpetology. An introductory Biology of Amphibians and Reptiles*. Fourth Edition. Academic Press, San Diego.
- Vrcibradic, D. & Rocha, C.F.D. 1995. Ecological observations of the scincid lizard *Mabuya agilis* in a Brazilian restinga habitat. *Herpetological Review* 26: 129-131.
- Vrcibradic, D. & Rocha, C.F.D. 1996. Ecological differences tropical sympatric skinks (*Mabuya agilis* and *Mabuya macrorhyncha*) in Southeastern Brazil. *Journal of Herpetology* 30: 60-67.
- Wootton, R.J. 1990. *Ecology of Teleost Fishes*. London: Chapman y Hall.
- Zar, J. 1999. *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall, USA.

Biología reproductiva de *Bothrops alternatus* en un área templada de América del Sur: ciclo reproductivo masculino

Gisela Paola Bellini^{1,2}, Vanesa Arzamendia^{1,2}, Diana Alberto¹, Alejandro Raúl Giraudo^{1,2}

¹ Laboratorio de Herpetología, Instituto Nacional de Limnología - CONICET-UNL - Paraje El Pozo s/n, Ciudad Universitaria, 3000 Santa Fe, Argentina.

² Facultad de Humanidades y Ciencia - Universidad Nacional del Litoral- Santa Fe, Argentina.

Recibido: 11 Noviembre 2019

Revisado: 16 Diciembre 2019

Aceptado: 26 Diciembre 2019

Editor Asociado: J. Goldberg

doi: 10.31017/CdH.2020.(2019-044)

ABSTRACT

Reproductive biology of *Bothrops alternatus* in a South America template area: male reproductive cycle. The pitviper *Bothrops alternatus* is one of the most widely distributed and abundant venomous snake species in the South America template area. However, knowledge about their reproductive biology is mostly known for data from Brazilian populations, finding few data for the Argentine populations. The life history of snakes is influenced by ecological factors such as regional variations in climatic seasons, generating differences in reproductive biology between populations in different regions. We present the male reproductive cycle of *B. alternatus* at its southern distribution limit, based on morpho-anatomical and histological data. The testicular volume varied throughout the seasons, coinciding its increase and decrease with the increase and decrease in temperature. However, the morpho-anatomical measures did not show all the different stages through which the *B. alternatus* testicle passes. In spring the testicles were in recrudescence and in summer began the spermiogenesis that extended until the beginning of autumn (April). Testicular regression began in May (autumn) and in winter the seminiferous epithelium of the testicles retracts completely, being in total regression towards July and until the beginning of September (winter). Males of *B. alternatus* were reproductively active during spring / summer and reproductively inactive during autumn / winter, determining a seasonal reproductive cycle. However, sperm were found in the deferens ducts throughout all the year. With this study, we provide evidence to support the importance of the microscopic approach for studies of reproductive cycles. Finally, we discuss the synchronization of the male reproductive cycle with the female reproductive cycle in the southernmost population of *B. alternatus*.

Key words: Ecological factors; Histology; Sperm cycle; Asynchronic cycles.

RESUMEN

La yarará grande *Bothrops alternatus* es una especie de serpiente venenosa ampliamente distribuida y abundante en el área templada de América del Sur. Sin embargo el conocimiento sobre su biología reproductiva es mayormente conocido por datos de poblaciones brasileñas, existiendo escasos datos de las poblaciones argentinas. La historia de vida de las serpientes está influenciada por factores ecológicos como las variaciones regionales en las estaciones climáticas, generando diferencias en la biología reproductiva entre las poblaciones de diferentes regiones. Presentamos el ciclo reproductivo masculino de *B. alternatus* en su límite de distribución austral, basado en datos morfo-anatómicos e histológicos. El volumen testicular varió a lo largo de las estaciones, coincidiendo su aumento y disminución con el aumento y disminución de la temperatura. Sin embargo, las medidas morfo-anatómicas no mostraron todos los diferentes estadios por los que atraviesa el testículo de *B. alternatus*. En primavera los testículos estuvieron en recrudescencia y en verano comenzó la espermiogénesis que se extendió hasta el inicio del otoño (abril). La regresión testicular comenzó en mayo (otoño) y en invierno el epitelio seminífero de los testículos se retrae totalmente, encontrándose en regresión total hacia julio y hasta comienzos de septiembre (invierno). Los machos de *B. alternatus* estuvieron reproductivamente activos durante la primavera / verano y reproductivamente inactivos durante el otoño / invierno, determinando un ciclo reproductivo estacional. No obstante, se encontraron espermatozoides en los túbulos deferentes a lo largo de todos los meses del año. Con este estudio, aportamos evidencia para apoyar la importancia del enfoque microscópico para los estudios de los ciclos reproductivos. Finalmente, discutimos la sincronización del ciclo reproductivo masculino con el ciclo femenino en la población más austral de *B. alternatus*.

Palabras clave: Factores ecológicos; Histología; Ciclo espermático; Ciclos asincrónico.

Introducción

La reproducción es una función biológica importante, ya que es el medio por el cual los organismos transmiten sus genes a la próxima generación, haciendo su estudio esencial para comprender el ciclo de vida de un organismo (Shine, 2003; Almeida-Santos *et al.*, 2014; Van Dyke *et al.*, 2014). La biología reproductiva de las serpientes abarca diferentes parámetros, como el modo y los ciclos reproductivos, la fecundidad, la edad y el tamaño en la madurez, el dimorfismo sexual, los sistemas de apareamiento y el comportamiento reproductivo (Almeida-Santos *et al.*, 2014). Sin embargo la cantidad de los datos sobre la reproducción de las serpientes neotropicales difieren entre los sexos (Rojas *et al.*, 2013). Hasta hace poco tiempo la mayoría de ellos correspondían a hembras, encontrándose datos confiables para muchos linajes (e.g. Shine, 1977, 1994; Almeida-Santos y Salomão, 2002; Pizzatto *et al.*, 2008; Bellini *et al.*, 2017). Esto se debe en parte a que la reproducción se consideraba energéticamente más costosa para las hembras (Shine, 2003), y en parte a que sus ciclos reproductivos pueden ser inferidos a partir de la observación directa de sus gónadas, mediante el análisis de sus folículos y huevos (Almeida-Santos *et al.*, 2014). Actualmente se sabe que incluso en regiones templadas y cálidas el costo que demanda la reproducción en los machos es significativa, determinando que los ciclos reproductivos masculinos de muchas especies sean estacionales, y no continuos como se consideraba hasta hace poco tiempo (e. g. Barros *et al.*, 2014; Almeida-Santos *et al.*, 2017). Por otro lado, la mayoría de los estudios que incluyen eventos reproductivos masculinos se basan en observaciones morfo-anatómicas sin incluir análisis histológicos que los corroboren (Mathies, 2011; Rojas *et al.*, 2013).

El género *Bothrops* cuenta actualmente con 45 especies, distribuidas desde México a Argentina (Martins *et al.*, 2002; Bisneto y Kaefer, 2019; Uetz y Hošek 2019). Las serpientes pertenecientes a este género tienen un patrón reproductivo complejo, con diferentes estrategias, para posibilitar una reproducción exitosa (Almeida-Santos y Salomão, 2002). En los últimos veinte años, se han publicado varios trabajos sobre la biología reproductiva de diferentes especies *Bothrops*, con una amplia preponderancia de estudios desarrollados en Brasil (e.g. Almeida-Santos y Salomão, 2002; Valdujo *et al.*, 2002; Nogueira *et al.*, 2003; Hartmann *et al.*, 2004; Nunes *et*

al., 2010; Barros *et al.*, 2014; Bisneto y Kaefer, 2019). Estos estudios muestran que varios aspectos de la reproducción, como la viviparidad y la existencia de un ciclo reproductivo estacional se conservan en el grupo, evidenciando la influencia filogenética en la biología reproductiva de este género (Bisneto y Kaefer, 2019). Sin embargo, la estacionalidad reproductiva es común entre las serpientes y los ciclos reproductivos pueden estar correlacionados con variables climáticas (temperatura, precipitaciones, fotoperíodo), factores ecológicos como disponibilidad de recursos, modo reproductivo y su historia filogenética, generando diferencias en la cronología reproductiva entre las poblaciones de diferentes regiones (Pizzatto y Marques, 2007; Rebelato *et al.* 2016; Bellini *et al.*, 2017; Silva *et al.*, 2019; Silva *et al.* 2019)

Según Shine (2003) las serpientes coordinan sus decisiones reproductivas con fluctuaciones temporales en la disponibilidad de energía, ya que los costos reproductivos imponen una fuerte presión de selección que las obliga a ajustar sus estrategias reproductivas a las condiciones locales. Además, los factores ecológicos y geográficos condicionan la madurez, la fecundidad y el dimorfismo sexual, generando divergencia en las tácticas reproductivas entre y dentro de las especies (Vitt y Vangilder, 1983; Shine, 2003; Bellini *et al.*, 2018). Esto implica que suponer similitudes ecológicas o filogenéticas entre diferentes poblaciones de serpientes puede generar sesgos de interpretación sobre la biología reproductiva de las mismas.

Bothrops alternatus Duméril, Bibron & Duméril (1854) es una serpiente robusta de hábitos exclusivamente terrestres que se distribuye en Paraguay, Uruguay, Argentina y Brasil, ocupando un gradiente latitudinal y climático que incluye regiones tropicales y subtropicales hasta templadas (Giraudó, 2001, 2014). Esta especie habita principalmente formaciones abiertas, como pastizales, sabanas, humedales, bosques abiertos y arbustales (no selvas) de las regiones fitogeográficas Pampeana, Espinal, Chaco húmedo, Paranaense y del Cerrado, incluidas también áreas agrícolas, suburbanas y perturbadas (Giraudó y Scrocchi, 2002; Campbell y Lamar, 2004; Giraudó *et al.*, 2008; Nunes *et al.*, 2010). La biología reproductiva de machos y hembras de esta especie de yararará es conocida principalmente por datos de poblaciones subtropicales de Brasil (Almeida-Santos y Salomão, 2002; Nunes *et al.*, 2010). Para las poblaciones subtropicales-templadas argentinas se encuentran publicados solo datos sobre la bio-

logía reproductiva de las hembras (Giraud *et al.*, 2008; Bellini *et al.*, 2018). El objetivo de este estudio es describir el ciclo reproductivo masculino de *Bothrops alternatus* en un área subtropical-templada de América del Sur, considerando tanto aspectos morfo-anatómicos como histológicos. Finalmente discutimos la sincronización del ciclo reproductivo masculino con el ciclo femenino en la población más austral de *B. alternatus*.

Materiales y métodos

Área de estudio. El estudio de campo se llevó a cabo en un área subtropical-templada de América del Sur entre 24°30 S y 35°30 S de latitud, y 65° O y 53° O de longitud, una región en el dominio del Chaco (sensu Morrone, 2014). La geomorfología y el paisaje de esta región están fuertemente influenciados por los grandes ríos de la cuenca del Plata: Paraguay, Paraná y Uruguay que se unen para formar el río de La Plata, y presentan amplias llanuras de inundación que dan origen a diferentes tipos de humedales (Arzamendi y Giraud, 2009). La vegetación es un mosaico formado por sabanas y pastizales húmedos, bosques subtropicales húmedos a subxerófilos, bosques en galería y una amplia variedad de humedales -ríos, arroyos, lagunas, esteros- (Cabrera, 1976; Prado, 1993). El clima es estacional, con 4 estaciones marcadas, las temperaturas medias varían entre 17 y 21° C con mínimas rondando 0° C en otoño e invierno, y máximas de 35 a 40° C en primavera y verano. Las precipitaciones anuales varían entre 1000 y 1800 mm (Prado, 1993).

Recolección de datos. Los ejemplares analizados se obtuvieron mediante 460 muestreos de campo, entre enero de 1990 y julio de 2019. Se utilizaron 2 métodos de muestreo (Campbell y Christman, 1982): 1) búsquedas con un vehículo por rutas y caminos, a velocidades bajas y constantes (40-50 km/h); 2) búsquedas intensivas a pie sin rutas o caminos y encuentros ocasionales en recorridos en embarcaciones por los diferentes hábitats y horas del día, registrando ejemplares activos y ocultos en refugios (Scott, 1994; Valdujo *et al.*, 2002). Los ejemplares atropellados y los muertos por lugareños encontrados en buenas condiciones fueron conservados para su estudio y depositados en la colección del Instituto Nacional de Limnología (INALI-CONICET-UNL).

Los eventos reproductivos se describieron según las estaciones australes. El ciclo reproductivo

de los machos maduros se analizó considerando los cambios morfológicos y anatómicos, tanto a nivel macroscópico como microscópico de los testículos y túbulos deferentes.

Registros morfo-anatómicos. Los ejemplares conservados fueron sexados por medio de una incisión debajo de la cloaca y se les tomaron los siguientes caracteres: 1) longitud hocico cloaca (LHC); 2) masa corporal (MC); y 3) largo, ancho y alto del testículo derecho. Todas las medidas fueron tomadas en milímetros utilizando cinta métrica y calibre de vernier.

Los machos se consideraron adultos cuando tuvieron testículos túrgidos y conductos deferentes enrollados y opacos (Almeida-Santos *et al.*, 2014). Se calculó el volumen testicular (VT) que refleja actividad reproductiva, usando la fórmula del elipsoide ($4/3\pi abc$, donde $a = \text{largo}/2$, $b = \text{ancho}/2$, $c = \text{alto}/2$, Pleguezuelos y Feriche, 1999).

Histología. Para analizar el ciclo espermático a nivel microscópico, se utilizaron fragmentos de testículo y tubo deferente de ejemplares fijados y conservados previamente. Las muestras se deshidrataron en concentraciones crecientes de etanol (70%, 96% y 100%), se clarificaron en tres baños de xilol e incluyeron en parafina. Se obtuvieron secciones histológicas transversales de 5 μm de espesor a partir de un micrótomos de rotación (Microm HM 325) y se fijaron a portaobjetos albuminizados. Se utilizó el método de tinción histológica hematoxilina y eosina (H&E) (Junqueira *et al.*, 1979). Por último, se montaron con bálsamo de Canadá sintético (Biopack). Las observaciones se realizaron bajo un microscopio óptico Leica DM3000 LED utilizando un aumento de 200X y 400X y se obtuvieron registros fotográficos con una cámara digital (Leica DFC7000 T) conectada al microscopio.

El ciclo espermatogénico se dividió en tres etapas: (1) regresión, presencia de una o dos capas de células (espermatogonias y células de Sertoli) en los túbulos seminíferos que pueden mostrar en la luz del tubo algunos espermatozoides producidos en la estación espermatogénica previa, (2) recrudescencia (fase mitótica y meiótica), caracterizada por la proliferación de células del linaje seminífero, con presencia de espermatogonias, espermatocitos y espermátidas iniciales, y (3) espermiogénesis, cuando los túbulos seminíferos muestran filas de espermátidas metamórficas y esperma abundante en el lumen (Alberto Barros *et al.*, 2014).

Análisis estadísticos. La correlación entre las mediciones testiculares morfo-anatómicas y la longitud corporal (LHC) se probó mediante regresión lineal (Shine, 1977). Se utilizó el análisis de covarianza (ANCOVA) para evaluar la variación estacional en el volumen de los testículos, utilizando LHC como covariable. Realizamos regresiones lineales utilizando solo MC como la variable predictiva, porque LHC y MC estaban fuertemente correlacionadas ($r = 0,66$; $p < 0,0001$). Por lo tanto, analizamos la relación entre las siguientes variables: MC vs. VT. Los análisis estadísticos se realizaron con el software Infostat, versión 5.1 (Di Rienzo *et al.*, 2005), con un nivel de significancia del 5% para rechazar la hipótesis nula. La asunción de normalidad fue probada con la prueba Shapiro-Wilk.

Resultados

Analizamos un total de 66 machos maduros de *Bothrops alternatus*. Tanto el largo testicular ($n=47$;

$R^2=0,11$; $F=5,45$; $p=0,02$) como el ancho testicular ($n=47$; $R^2= 0,28$; $F =17,19$; $p = <0,0001$) estuvieron significativamente correlacionados con el LHC de los individuos, a diferencia del alto testicular que no mostró diferencias significativas. A pesar de ser correlaciones significativas el R^2 fue bajo debido a la dispersión de los datos, ya que individuos con similar LHC encontrados en diferentes estaciones tuvieron gónadas de muy diferente tamaño. Por ejemplo dos ejemplares con el mismo LHC (715 mm) que se encontraron uno en verano y otro en invierno tuvieron un volumen testicular de 542 mm^3 y 163 mm^3 respectivamente. Esto se debe a que el LHC es una variable intrínseca a los individuos, independiente de la estacionalidad climática, como sí lo es el volumen testicular. El volumen testicular mostró una relación significativa con la masa corporal ($n=46$; $R^2= 0,26$; $F =15,46$; $p=0,0003$). La variación estacional de los parámetros morfométricos de los órganos reproductores masculinos fue estadísticamente identificable. El volumen de los testículos

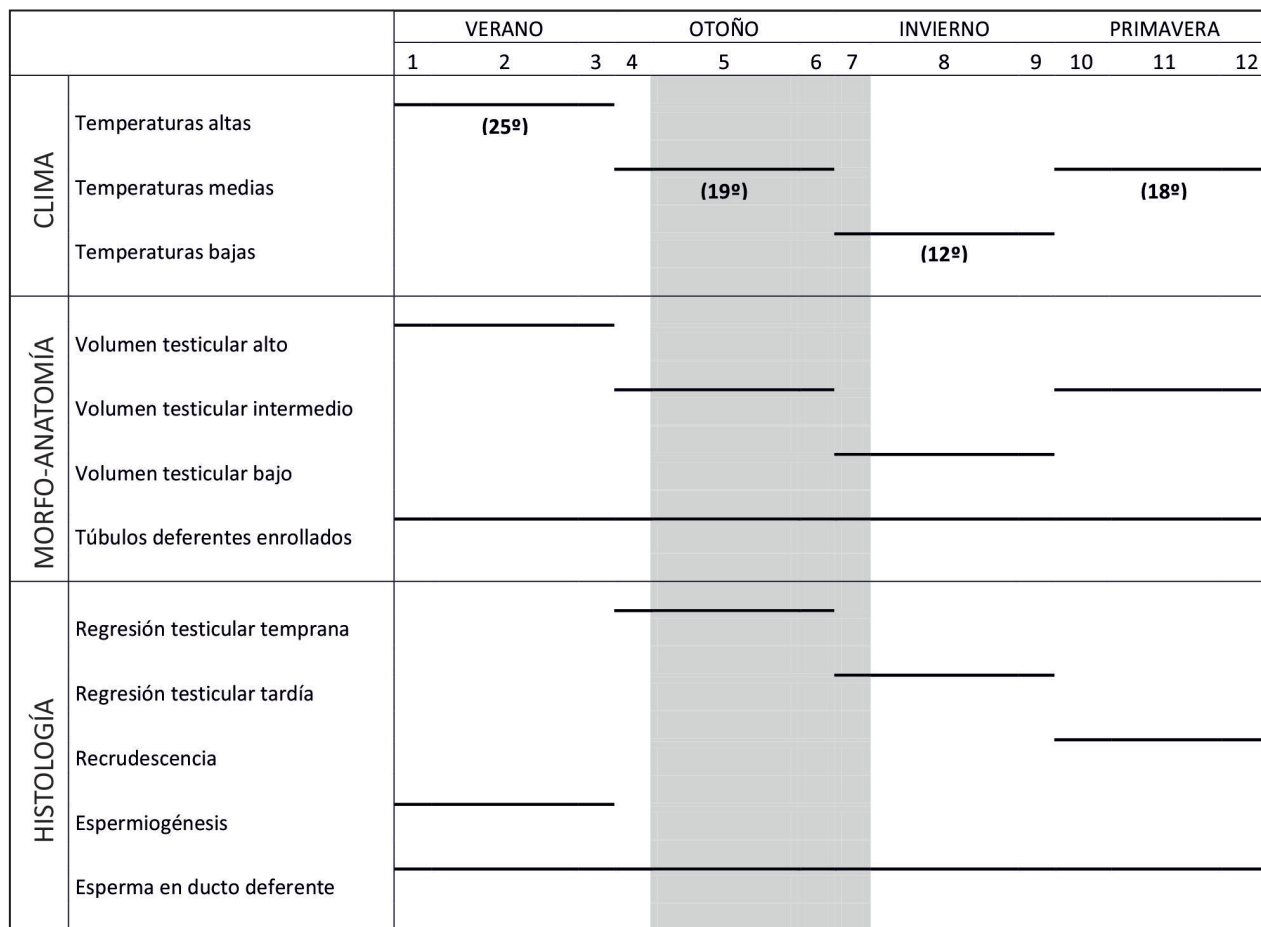


Figura 1. Esquema del ciclo reproductivo masculino de *Bothrops alternatus* en un área subtropical-templada de América del Sur. Entre paréntesis se muestran las temperaturas medias de cada estación. El evento de la cópula (mayo a julio) se muestra en color gris claro.

disminuyó durante el invierno y aumento de tamaño en el verano, mientras que en el otoño y la primavera se encontraron volúmenes intermedios ($F=18,62$, $p<0.0001$) (Figs. 1 y 2). Cuando analizamos los cortes histológicos observamos que los machos estuvieron reproductivamente activos durante la primavera / verano y reproductivamente inactivos durante el otoño / invierno. El estudio del epitelio seminífero evidenció células germinales en diferentes estadios de división celular, sucesivamente distribuidos desde la membrana basal al lumen tubular: espermatogonias, espermatocitos primarios, espermátidas y espermatozoides. En primavera los machos mostraron testículos en recrudescencia, evidenciado por la proliferación de espermatogonias y espermatocitos primarios y secundarios asociados a células de Sertoli (Figs. 1 y 3 A). En verano se observó el estadio de espermiogénesis que se extendió hasta el inicio del otoño (abril), con abundantes espermatozoides en la luz de los túbulos seminíferos (Figs. 1 y 3 B). La regresión testicular (temprana) comenzó en mayo (otoño) mostrando dos capas germinativas y espermatozoides en la luz del túbulo, que fueron

producidos en los meses previos. También se encontraron células de Sertoli rodeando a las células gametogénicas, formando cistos en los cuales las células del linaje gamético que se encuentran en su interior tienen aproximadamente el mismo grado de desarrollo, es decir son todos espermatozoides (Figs. 1 y 3 C). El espacio intersticial situado entre los túbulos seminíferos durante la regresión testicular temprana es poco evidente. En invierno se retrajo totalmente el epitelio seminífero de los testículos, encontrándose en regresión total hacia julio y hasta comienzos de septiembre (invierno). El espacio intersticial entre los túbulos seminíferos durante este estadio se hace más evidente y se puede ver como vacío (Figs. 1 y 3 D). Los espermatozoides estuvieron presentes durante todo el año en el conducto deferente (Figs. 1 y 4).

Discusión

La reproducción en reptiles está influenciada por factores ecológicos y filogenéticos (Cadle y Greene, 1993; Shine, 2003; Bellini *et al.*, 2017, 2018).

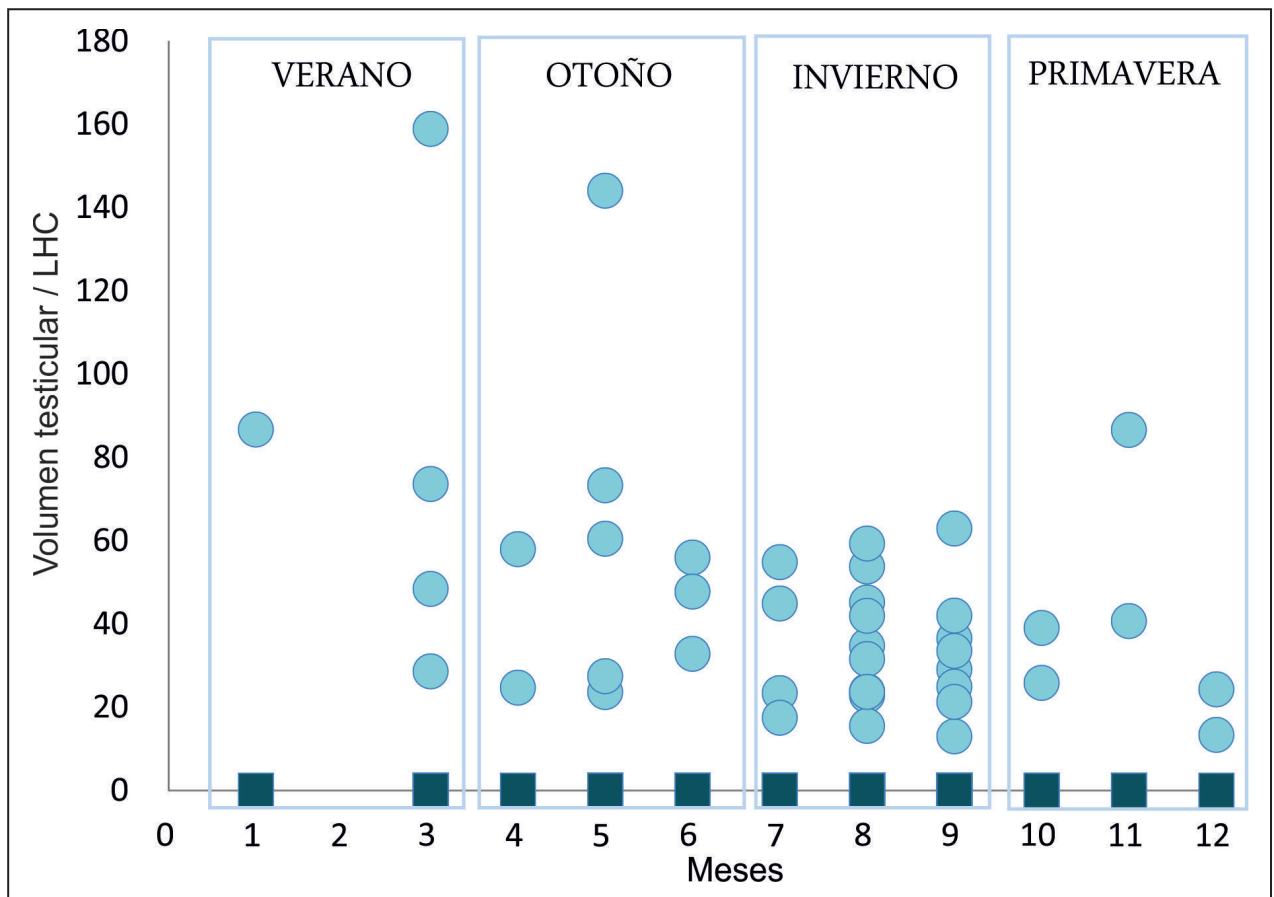


Figura 2. Variación estacional del volumen testicular de *Bothrops alternatus* en un área subtropical-templada de América del Sur. Los túbulos enrollados se muestran como cuadrados en la base de cada mes.

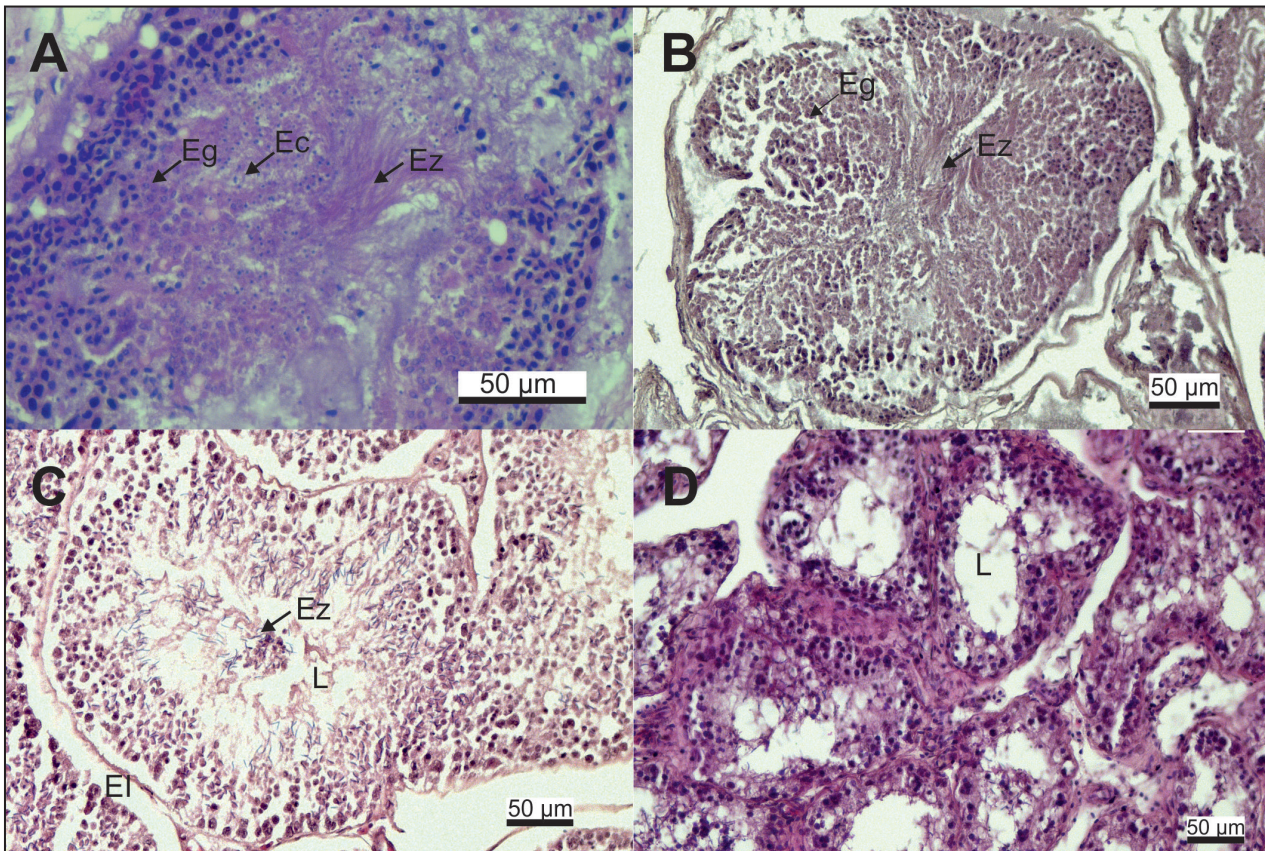


Figura 3. Secciones histológicas del testículo en diferentes estadios del ciclo espermático de *Bothrops alternatus* en un área subtropical-templada de América del Sur. En (A) Primavera, Recrudescencia (B) Verano, proceso de espermiogénesis (C) Otoño, con túbulos seminíferos en regresión temprana (D) Invierno epitelio seminífero en regresión total. Ec=Espermatocito, EI=Espacio Intersticial, Eg=Espermatogonia, Ez=espermatozoide, L=Luz del túbulo seminífero.

La influencia de la estacionalidad climática en la reproducción de los machos de *Bothrops alternatus* fue evidente cuando se analizaron los datos tanto morfo-anatómicos como los histológicos. El volumen testicular varió a lo largo de las estaciones, coincidiendo su aumento y disminución con el aumento y disminución de la temperatura. El volumen testicular alto encontrado en verano se podría correlacionar con el mayor desarrollo celular o actividad reproductiva que implica la espermiogénesis, y el volumen testicular bajo de invierno con el menor desarrollo celular o inactividad reproductiva que se da en la regresión testicular (Volsøe, 1944). Sin embargo Almeida-Santos *et al.* (2014) ponen en tela de juicio la utilización de medidas morfo-anatómicas como únicas indicadoras de la espermatogénesis, sobre todo en animales de colecciones, en parte debido a factores como mala compresión, deshidratación y fijación inadecuada. Por otro lado, también encontramos que las medidas morfo-anatómicas no fueron sensibles a todos los diferentes estadios por los que atraviesa el testículo de *B. alternatus*. En primavera y otoño se desarrollan dos estadios totalmente

distintos (recrudescencia y regresión temprana respectivamente), lo cual fue indistinguible mediante el análisis de los datos morfo-anatómicos. Por tanto, no incluir análisis microscópicos en los estudios de eventos reproductivos masculinos puede conducir a conclusiones engañosas (Mathies, 2011; Rojas *et al.*, 2013; Almeida-Santos *et al.*, 2014). Otra consecuencia de la falta de información detallada de los ciclos reproductivos fue por mucho tiempo la suposición que los machos de las serpientes de áreas tropicales y subtropicales poseían un ciclo reproductivo continuo (Almeida-Santos *et al.*, 2002). Nuestros resultados muestran que el ciclo espermatogénico de *Bothrops alternatus* se extendió pero no fue continuo durante todo el año; considerándose por tanto estacional. Los ciclos espermatogénicos estacionales son comúnmente encontrados en serpientes de áreas templadas (Loebens *et al.*, 2017). La causa principal de la regresión testicular en las especies templadas es la temperatura, mientras que en las especies tropicales es la lluvia (Krohmer y Lutterschmidt, 2011). En concordancia, encontramos que la espermatogénesis de *B. alternatus* comenzó en primavera

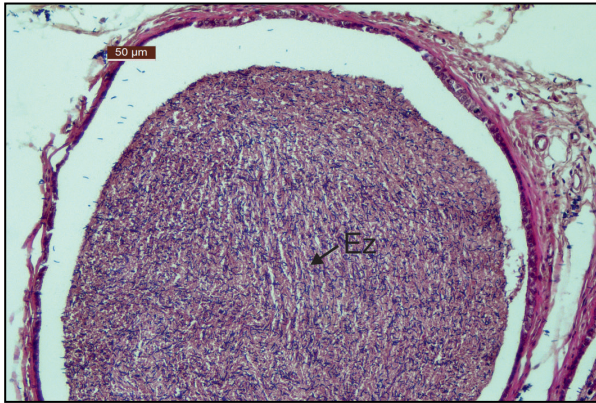


Figura 4. Detalle del túbulo deferente de *Bothrops alternatus* en un área subtropical-templada de América del Sur. Ez=espermatozoide.

y la espermiogénesis se completó en verano hasta inicios del otoño. La regresión del epitelio seminífero se produjo desde mediados del otoño hasta fines del invierno. Las temperaturas frías del invierno se consideran la principal restricción en la duración de la temporada reproductiva, porque solo en verano la temperatura y la insolación son lo suficientemente altas como para permitir el desarrollo embrionario (Gregory, 2009). En un estudio realizado en el sur de Brasil también se postula que la producción de espermatozoides de *B. alternatus* es estacional y por tanto el ciclo reproductivo masculino, pero esto es inferido sólo en base a datos morfo-anatómicos (Nunes *et al.*, 2010).

Los túbulos deferentes presentaron espermatozoides en la luz durante todo el año, probablemente cumpliendo un rol en el almacenamiento de espermatozoides a largo plazo. Esto indicaría que los machos pueden ser capaces de copular en cualquier momento, independientemente de la espermatogénesis, y por ende adaptarse al ciclo reproductivo femenino (Almeida - Santos *et al.*, 1998; Almeida - Santos y Salomão, 2002; Loebens *et al.*, 2017). Sin embargo todos los registros de cópula indican que ésta se da entre los meses de mayo a julio, apenas posterior a la espermiogénesis, aunque cabe destacar que son todos datos de organismos en cautiverio (Araujo y Ely, 1980; Giraudó *et al.*, 2008; Nunes *et al.*, 2010). Las hembras al momento de la cópula se encuentran recién comenzando la fase de vitelogénesis secundaria, lo que indica un desfase entre la cópula y la fecundación (Bellini *et al.*, 2018). Además, si consideramos que la gestación son aproximadamente 170 días, también existe asincronía entre la cópula y el momento de parición, por lo que se postula que las que reservan espermatozoides, en unas estructuras

especiales del útero posterior denominadas “uterine muscular twisting” (UMT), son las hembras de *B. alternatus* (Almeida - Santos y Salomão, 2002; Nunes *et al.*, 2010).

En conclusión, nuestros resultados indican que los machos de *B. alternatus* tienen un patrón reproductivo estacional en su límite más austral de distribución. Si bien los resultados de los análisis morfo-anatómicos y los histológicos guardaron cierta congruencia, es evidente que el solo uso de los primeros no es suficiente para describir acertadamente el ciclo reproductivo masculino de *Bothrops alternatus*. Las conclusiones sobre los patrones reproductivos de las serpientes basados sólo en métodos morfo-anatómicos son poco confiables, y la histología se convierte en una herramienta esencial para revelar el tiempo preciso de algunos eventos reproductivos.

Agradecimientos

Agradecemos especialmente a Gladys Hermida y Javier Goldberg por brindarnos sus valiosos conocimientos y a Exequiel O. Furlán por la colaboración en la edición de las imágenes. Agradecemos al revisor por sus sugerencias y comentarios que mejoraron el trabajo. Este trabajo fue financiado con proyectos otorgados por: Universidad Nacional del Litoral (CAI+D 20016) y Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (PICT 2016-1415, PICT 2017-3610).

Literatura citada

- Almeida-Santos, S. M.; Salomão, M. G.; Peneti, E.A.; Sena, P. S. & Guimarães, E.S. 1998. Predatory combat and tail wrestling in hierarchical contests of the Neotropical rattlesnake *Crotalus durissus terrificus* (Serpentes: Viperidae). *Amphibia-Reptilia* 20: 88-96.
- Almeida-Santos, S.M. & Salomão, M.G. 2002. Reproduction in Neotropical pitvipers, with emphasis on species of the genus *Bothrops*: 445-462. En: Schuett, G.W.; Höggren, M.; Douglas, M.E. & Greene, H.W. (eds.), *Biology of the Vipers*. Eagle Mountain Publishing, Eagle Mountain.
- Almeida-Santos, S.M.; Braz, H.B.; Santos, L.C.; Sueiro, L.R.; Barros, V.A.; Rojas, C.A. & Kasperoviczus, K.N. 2014. Biología reproductiva de serpientes: recomendações para a coleta e análise de dados. *Herpetologia Brasileira* 3: 14-24.
- Almeida-Santos, S.M.; Barros, V.A.; Rojas, C.A.; Sueiro, L.R. & Nomura, R.H.C. 2017. Reproductive Biology of the Brazilian Lancehead, *Bothrops moojeni* (Serpentes, Viperidae), from the State of São Paulo, Southeastern Brazil. *South American Journal of Herpetology* 12: 174-182.
- Araujo, M. & Ely L.A.M. 1980. Notas sobre a biologia de tanatofídeos criados em cativeiro-2a. parte (Ophidia-Elapidae e Viperidae). *Iheringia (Zool.)* 55: 9-26.
- Arzամենдіа, V. & Giraudó, A.R. 2009. Influence of large South

G. Bellini *et al.* — Ciclo reproductivo masculino de *Bothrops alternatus*

- American rivers of the Plata Basin on distributional patterns of tropical snakes: a panbiogeographical analysis. *Journal of Biogeography* 36: 1739-1749.
- Barros, V.A.; Rojas, C.A. & Almeida-Santos, S.M. 2014. Reproductive biology of *Bothrops erythromelas* from the Brazilian Caatinga. *Advances in Zoology* 2014: 1-11.
- Bellini, G.P., Arzamendia, V. & Giraudo, A.R. 2017. Is Xenodontine snake reproduction shaped by ancestry, more than by ecology? *Ecology and Evolution* 7: 263-271.
- Bellini, G.P., Arzamendia V. & Giraudo A.R. 2018. Reproductive life history of snakes in temperate regions: what are the differences between oviparous and viviparous species? *Amphibia-Reptilia* 40: 291-303.
- Bisneto, P.F. & Kaefer, I.L. 2019. Reproductive and feeding biology of the common lancehead *Bothrops atrox* (Serpentes, Viperidae) from central and southwestern Brazilian Amazonia. *Acta Amazonica* 49: 105-113.
- Cabrera, A.L. 1976. Regiones fitogeográficas argentinas. Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería. Acme, Buenos Aires.
- Cadle, J.E. & Greene, H.W. 1993. Phylogenetic patterns, biogeography, and the ecological structure of Neotropical snake assemblages: 281-293. *En: Ricklefs, R.E. & Schluter, D. (eds.), Species Diversity in Ecological Communities: Historical and Geographical Perspectives.* University of Chicago Press, USA.
- Campbell, H.W. & Christman, S.P. 1982. Field Techniques for Herpetofaunal Community Analysis: 193-200. *En: Scott, N.J. Jr. (ed.), Herpetological communities: a symposium of the Society for the Study of Amphibians and Reptiles and Herpetologists League, August 1977.* U.S. Fish and Wildlife Service research report, 13. Washington, D.C. USA.
- Campbell, J.A. & Lamar, W.W. 2004. The Venomous Reptiles of the Western Hemisphere. Ithaca and London: Comstock Publishing Associates.
- Di Rienzo, J.A.; Robledo, C.W.; Balzarini, M.G.; Casanoves, F.; González, L. & Tablada, M. 2005. InfoStat Software Estadístico. Universidad Nacional de Córdoba. <http://www.infostat.com.ar>.
- Giraudo, A.R. 2001. Diversidad de serpientes de la selva Paranaense y del Chaco húmedo. Taxonomía, biogeografía y conservación. Literature of Latin America, Buenos Aires.
- Giraudo, A.R. 2014. Diversidad e historia natural de serpientes de interés sanitario del nordeste argentino: 9-68. *En: Peichotto, M.E. & Salomón, D. (eds.), La problemática del ofidismo en la región nordeste de Argentina. Una mirada científica integradora.* Puerto Iguazú: Instituto Nacional de Medicina Tropical, Misiones.
- Giraudo, A.R. & Scrocchi, G.J. 2002. Argentinian snakes: an annotated checklist. *Smithsonian Herpetological Information Service*.
- Giraudo, A.R.; Arzamendia V.; López M.S.; Quaini R.O.; Prieto Y.; Leiva L.A.; Regner S. & Urban J.M. 2008. Serpientes venenosas de Santa Fe, Argentina: conocimientos sobre su historia natural aplicados para la prevención de ofidismo. *Fabriz* 12: 69-89.
- Gregory, P.T. 2009. Northern Lights and Seasonal Sex: The Reproductive Ecology of Cool-Climature Snakes. *Herpetologica* 65: 1-13.
- Hartmann, M.T.; Marques O.A. & Almeida-Santos S.M. 2004. Reproductive biology of the southern Brazilian pitviper *Bothrops neuwiedi pubescens* (Serpentes, Viperidae). *Amphibia-Reptilia* 25: 77-85.
- Junqueira, L.C.U.; Bignolas, G. & Brentani, R. 1979. Picrosirius staining plus polarization microscopy, a specific method for collagen detection in tissue sections. *Histochemical Journal* 11: 447-455.
- Krohmer, R.W. & Lutterschmidt, D.I. 2011. Environmental and Neuroendocrine Control in Snakes: 289-346. *En: Aldridge R.D. & Sever D.M. (eds.), Reproductive Biology and Phylogeny of Snakes.* Enfield: Science Publishers.
- Loebens, L.; Cechin, S.Z.; Theis, T.F.; Moura, L.B. & Almeida-Santos, S.M. 2017. Reproductive biology of *Philodryas patagoniensis* (Snakes: Dipsadidae) in South Brazil: male reproductive cycle. *Acta Zoologica* 98: 329-339.
- Mathies, T. 2011. Reproductive cycles of tropical snakes: 511-550. *En: Aldridge, R.D. & Sever D.M. (eds.), Reproductive Biology and Phylogeny of Snakes.* Enfield, Science Publishers.
- Martins, M.; Marques, O.A.V.; Sazima, I. 2002. Ecological and phylogenetic correlates of feeding habits in Neotropical pitvipers (genus *Bothrops*): 307-328. *En: Schuett, G.W.; Höggren, M.; Douglas, M.E.; Greene, H.W. (eds.), Biology of the Vipers.* Eagle Mountain Publishing, Utah.
- Morrone JJ. 2014. Cladistic biogeography of the Neotropical region: indentifying the main events in the diversification of the terrestrial biota. *Cladistics* 30: 202-214.
- Nogueira, C.C.; Sawaya, R.J. & Martins, M. 2003. Ecology of the pitviper, *Bothrops moojeni*, in the Brazilian Cerrado. *Journal of Herpetology* 37: 653-659.
- Nunes, S.F.; Kaefer, I.L.; Leite, P.T. & Cechin, S.Z. 2010. Reproductive and feeding biology of the pitviper *Rhinocerophis alternatus* from subtropical Brazil. *Herpetological Journal* 20: 31-39.
- Pizzatto, L.; Jordao R.S. & Marques O.A.V. 2008. Overview of reproductive strategies in Xenodontini (Serpentes: Colubridae: Xenodontinae) with new data for *Xenodon neuwiedii* and *Waglerophis merremii*. *Journal of Herpetology* 42: 153-162.
- Pleguezuelos, J.M. & Feriche M. 1999. Reproductive ecology of the horseshoe whip snake, *Coluber hippocrepis*, in the southeast of the Iberian Peninsula. *Journal of Herpetology* 33: 202-207.
- Prado, D.E. 1993. What is the Gran Chaco vegetation in South America? II. A redefinition. Contribution of the study of the flora and vegetation of the Chaco. VII. *Candollea* 48: 615-629.
- Pizzatto, L., & Marques, O.A.V. 2007. Reproductive ecology of boine snakes with emphasis on Brazilian species and a comparison to pythons reproductive ecology of boine snakes with emphasis on Brazilian species and a comparison to pythons. *South American Journal of Herpetology* 2: 107-122.
- Rebelato, M.M., Pontes, G.M.F., & Tozetti, A.M. 2016. Reproductive biology of *Thamnodynastes hypoconia* (Serpentes: Dipsadidae) in Brazilian subtemperate wetlands. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 88: 1699-1709.
- Rojas, C.A.; Barros, V.A. & Almeida-Santos, S.M. 2013. The reproductive cycle of the male sleep snake *Sibynomorphus mikanii* (Schlegel, 1837) from southeastern Brazil. *Journal of Morphology* 274: 215-228.
- Sarquis, J.A.; Cristaldi, M.A.; Arzamendia, V.; Bellini, G.P. & Giraudo, A.R. 2018. Species distribution models and empirical test: Comparing predictions with well-understood geographical distribution of *Bothrops alternatus* in

- Argentina. *Ecology and Evolution* 8: 10497-10509.
- Silva, K.M.P., Silva, K.B., Sueiro, L.R., Oliveira, M.E.E.S. & Almeida-santos, S.M. 2019. Reproductive Biology of *Bothrops atrox* (Serpentes, Viperidae, Crotalinae) from the Brazilian Amazon. *Herpetologica* 75: 198-207.
- Scott Jr., N.J. 1994. Complete species inventories: 78-79. En: Heyer, R.W.; Donnelly, M.A.; McDiarmid, R.W.; Hayk L.A.C. & Foster, M.S (eds.), *Measuring and monitoring biological diversity standard methods for amphibians*. Smithsonian Institution, Washington, D.C. USA.
- Shine, R. 1977. Reproduction in Australian elapid snakes. II. Testicular cycles and mating seasons. *Australian Journal of Zoology* 25: 647-653.
- Shine, R. 1994. Sexual size dimorphism in snakes revisited. *Copeia* 1994: 326-346.
- Shine, R. 2003. Reproductive strategies in snakes. *Proceedings of the Royal Society of London, Serie B* 270: 995-1004.
- Uetz, P. & Hošek, J. 2019. The Reptile Database. *Disponibile en:* <http://www.reptile-database.org>. Último acceso: 01 de noviembre 2019.
- Valdujo, P.H.; Nogueira, C.C. & Martins, M. 2002. Ecology of *Bothrops neuwiedi pauloensis* (Serpentes: Viperidae: Crotalinae) in the Brazilian Cerrado. *Journal of Herpetology* 36: 169-176.
- Van Dyke, J.U.; Brandley, M.C. & Thompson, M.B. 2014. The evolution of viviparity: Molecular and genomic data from squamate reptiles advance understanding of live birth in amniotes. *Reproduction* 147: 1741-7899.
- Vitt, L.J. & Vangilder, L.D. 1983. Ecology of a snake community in northeastern Brazil. *Amphibia-Reptilia* 4: 273-296.
- Volsoe, H. 1944. Seasonal variation of the male reproductive organs of *Vipera berus* (L.). *Spolia Zoology Musei Hauniensis* 5: 1-157.

© 2020 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 2.5 Argentina de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/ar/>

Use of microhabitat, shelter preference, activity patterns, population structure and sexual dimorphism of the Andean lizard *Riama striata* (Squamata: Gymnophthalmidae) in a high-altitude urban area of Colombia

Miguel Ángel Méndez-Galeano

Grupo de investigación de Morfología y Ecología Evolutiva, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

Recibido: 23 Mayo 2019

Revisado: 29 Julio 2019

Aceptado: 09 Marzo 2020

Editor Asociado: A. S. Quinteros

doi: 10.31017/CdH.2020.(2019-022)

ABSTRACT

Gymnophthalmidae is a family of Neotropical lizards from which its ecology has been widely studied in the lowlands. However, the life history of Andean species is still poorly known. Apparently, these species are tolerant to anthropic habitats. The objective of this study is to describe some aspects of the biology of one species of this family, *Riama striata*, in a highly urbanized locality in the Eastern Cordillera of the Colombian Andes. I describe microhabitat use, shelter preference, activity patterns, population structure and sexual dimorphism of the species. *Riama striata* uses both artificial and natural substrates that are mainly microhabitats of rock or concrete, and males prefer bricks even though this is the least frequent refuge available. The species has a bimodal diurnal activity, particularly on sunny days. It is sexually dimorphic in the size of the head; males have larger heads. There is a high abundance of individuals, with a greater number of females and juveniles than males. These results, together with those of other Andean species contrast sharply with the studies in gymnophthalmids and alopoglosids of the lowlands and raise new hypotheses about the ecology and life history of these lizards and how they respond to the effects of anthropic impact.

Key words: Andean species; Urbanization; Artificial substrate; Sexual dimorphism; Anthropic impact; Gymnophthalmidae.

RESUMEN

La familia Gymnophthalmidae comprende lagartos neotropicales cuya ecología ha sido ampliamente estudiada en tierras bajas. Sin embargo, la historia de vida de especies andinas ha sido poco estudiada. Aparentemente, algunas de estas especies son tolerantes a hábitats antrópicos. El objetivo de este estudio es describir algunos aspectos de una especie de esta familia, *Riama striata*, en un área altamente urbanizada en la cordillera oriental de los andes colombianos. Se estimó el uso del microhábitat, preferencia de refugios, patrones de actividad, estructura poblacional y dimorfismo sexual de la especie. *R. striata* usa tanto sustratos artificiales como naturales, principalmente microhábitats de roca y concreto, y los machos prefieren ladrillos incluso siendo este el refugio menos frecuente. Además, esta especie presenta una actividad diurna bimodal, particularmente en días soleados; dimorfismo sexual en el tamaño de la cabeza, siendo los machos aquellos con cabezas más grandes; y alta abundancia, con una mayor cantidad de hembras y juveniles que de machos. Estos resultados, junto con los de otras especies andinas, contrastan fuertemente con los estudios en gimnophthalmidos y alopoglosidos de tierras bajas y plantean nuevas hipótesis sobre la ecología e historia de vida de estas lagartijas y cómo responden estas frente a los efectos del impacto antrópico.

Palabras clave: Especies andinas; Urbanización; Sustrato artificial; Dimorfismo sexual; Impacto antrópico, Gymnophthalmidae.

Introduction

The Gymnophthalmidae family is made up of about 257 described species of lizards distributed from southern Central America to southern South America (Soares de Oliveira and Machado-Pessanha, 2013;

Vitt and Caldwell, 2013; Uetz *et al.*, 2019). These small to medium size lizards with limb reduction and elongated bodies have fosorial, semifosorial and terrestrial habits; and can be found under leaf litter

or in terrestrial vegetation (Gomes dos Santos *et al.*, 2012; Soares de Oliveira and Machado-Pessanha 2013; Garda *et al.*, 2014).

Most studies of the ecology and life history of gymnophthalmid (or microteiid) species have been conducted in lowland areas, particularly in Brazil both in tropical forests (Vitt and Avila-Pires, 1998; Vitt *et al.*, 1998; Teixeira and Fonseca, 2003; Vitt *et al.*, 2003; Maia *et al.*, 2011) and in open areas (Maia *et al.*, 2011; Soares de Oliveira and Machado Pessanha, 2013; Dal Vechio *et al.*, 2014). This family is the most species rich in the Brazilian Amazon (Vitt and Avila-Pires, 1998; Vitt *et al.*, 1998, 2003, 2007). However, in the Andean region there are few studies on the ecology of gymnophthalmids (as an example see Doan, 2008; Ramos-Pallares *et al.*, 2015) or of species of the family Alopoglossidae (Anaya-Rojas *et al.*, 2010), a closely related clade that has several ecological or morphological similarities to the family Gymnophthalmidae (Goicoechea *et al.*, 2016).

Studies in the Andean areas have shown that gymnophthalmids are usually found in areas with high human disturbance, represented by changes in use such as agriculture and urbanization (Doan, 2008; Anaya-Rojas *et al.*, 2010; Ramos-Pallares *et al.*, 2015). These authors suggest that the apparent tolerance to this type of human activities could be related to changes in the availability of resources created by human activities, being advantageous for these type of species.

Riama (Gray, 1858) contains 15 species distributed in Ecuador, Colombia and Venezuela (Sánchez-Pacheco *et al.*, 2017). *Riama striata* (Peters, 1862) is distributed in the Eastern Cordillera of Colombia in the departments of Boyacá, Cundinamarca and Santander, between 1800 and 3300 m above sea level (m a.s.l.) in pastures, Andean forests and subparamo (Castaño-Mora *et al.*, 2000; Arredondo and Sánchez-Pacheco, 2010; Hernández, 2008; Méndez-Narváez, 2014; Méndez-Galeano and Pinto-Erazo, 2018). Lynch and Renjifo (2001) and Méndez-Galeano and Pinto-Erazo (2018) suggest that this diurnal and semifossorial lizard species is highly tolerant of human disturbance. It is found in pastures as well as under various artificial refuges such as bricks, concrete and wood (Lynch and Renjifo, 2001; Méndez-Galeano and Pinto-Erazo, 2018). Based on this hypothesis, this study aims to describe several ecological features of a population of *R. striata* in an area that is highly intervened by urbanization. Thus, this study constitutes a contri-

bution to the ecology of the gymnophthalmid lizards of the Andes that will help us to understand how different human activities in the habitat could be modifying the autoecology of the species, by generating a possible resilience or specific responses to these changes. Additionally, sexual dimorphism and a brief characterization of population structure were made to contribute to our knowledge about these Andean gymnophthalmids.

Materials and methods

Study area

The study was carried out in grassland (*Pennisetum clandestinum*) within the campus of the National University of Colombia in Bogotá (4°38'08" N; 74°04'58" W, 2560 m a.s.l.), department of Cundinamarca, Colombia. Bogotá is a city with a population density of 16,900 people per km² in its 562 km² metropolitan area (DEMOGRAPHIA, 2013). The region can be characterized as semi-dry with a bimodal rainfall regime, with peaks of rain during April-May and October-November and an average annual rainfall of 850 mm (Moreno-Arias and Urbina-Cardona, 2013). In the study area, the mean annual temperature is 14.9°C (IDEAM, 2017). After knowing that this species occurs at the University campus, the first step was to identify sites with apparently high-density populations and delimited two quadrants of 30 m² each one for sampling. The two quadrants are located in areas with a high degree of anthropic intervention, represented mainly by grazing cattle and horses and by the presence of construction debris such as bricks, pieces of concrete, boards and pieces of metal.

Use of microhabitat, shelter preference and activity patterns

To determine the use of microhabitats and the patterns of daily activity, me and other observer gathered data one day per week from January to December 2016. We observed specimens and captured the vast majority of them by hand by active search during one-hour sampling per day, for a total of 49 hours of sampling. I defined the following microhabitat categories according to the type of substrate where the specimens were found: rock, trunk and boards, grass, brick, concrete and metal. Except for the category "grass", all the microhabitats were considered shelters and were quantified by number of shelters for each category within the quadrants.

For the diurnal activity patterns, I estimated the number of observations that I made during the sampling days only from February 5 to June 9 2016. Since lizards were searched only one-hour per sampling day, I alternated the one-hour sampling between 8:00 and 16:00 hours for each day to complete the daily activity pattern of the species within this range of hours, preserving the same sampling effort per daily hour. For each observation throughout of the study, I defined the climatic conditions as sunny, partially sunny and cloudy.

Population structure and sexual dimorphism

Using a digital caliper (precision 0.05 mm) I took measurements of the snout-vent length (SVL), tail length (TL) when it was not regenerated, head length (HL) and head width (HW) for captured specimens to determine sexual dimorphism. I measured each specimen's body mass by using a Pesola precision scale (accuracy 0.5 g). I sexed each animal, considered males those lizards that had a number equal to or greater than 5 femoral pores in each hind limb (zero to four in females) (Méndez-Galeano and Pinto-Eraza, 2018), and registered reproductive condition of adult females (distended abdomens in gravid females).

I marked the specimens by toe clipping and released each animal after the data collection. I recorded recaptures of individuals throughout the study in order to avoid pseudo-replicas (Hurlbert, 1984). Also, I defined age categories as adults and juveniles based on the SVL of the known smallest female (SVL = 46 mm) and male (SVL = 50 mm) with vitellogenesis (yolk deposition) and convolute epididymides, respectively (Méndez-Galeano and Pinto-Eraza, 2018), being adults those with SVL equal to or greater than these measures.

Statistical analysis

Use of microhabitat and activity patterns – Recapture data were excluded to avoid pseudo-replicas for a possible fidelity of individuals to microhabitats (Hurlbert, 1984). The "metal" substrate category was excluded from all analyses due to a very low number of samples (N = 1). I tested if there were differences in the use of the microhabitat according to each type of substrate between sexes and ages by means of the G-test. For a comparison between sexes I did multiplicative coding of the frequencies by two, because more than 20% of the frequencies were less than 5, which allowed performing the test

and in turn it does not affect the proportions of each frequency (Sokal and Rohlf, 1995). To know if the number of observations per month was associated with the climatic conditions of the sampling days, I administered a Friedman test.

Shelter preference - In order to know the degree of specialization of *R. striata* for shelter use and taking into account the availability of each refuge in the sampling area, I calculated the Levins index (B'_A) for both the species and for each sex and age with the Hurbert correction for the availability of each shelter item (Guisande *et al.*, 2006) as follows:

$$B'_A = \frac{\left(\frac{1}{\sum_{j=1}^n \left(\frac{p_j^2}{a_j} \right)} \right) - a_{\min}}{1 - a_{\min}}$$

Where p_j is the proportion of individuals using the resource j ; j is the type of resource (each refuge item); a_j is the proportion of resource j versus total resources in the habitat, n is the total of resource categories j ; and a_{\min} is the minimum observed value of a_j (Guisande *et al.*, 2006). Thus, the values of this index go from zero (highly specialized species) to one (highly generalist species).

Population structure and sexual dimorphism - To estimate the number of lizards in the sampling area and for each quadrant, I estimated the population density by calculating the monthly average of observed individuals, including recaptures, divided into the sampling area (60 m²) and by each quadrant (30 m²). Likewise, I calculated the sex ratio (male/female) and the percentage of adult and juvenile individuals. To evaluate sexual dimorphism by body size (SVL) in adults, I applied the Mann-Whitney U test. To evaluate sexual dimorphism in body mass and head size in terms of the length (HL) and width (HW) of the head, I used a one-way ANCOVA for each variable using snout-vent length (SVL) as a covariate, thus eliminating the effect of body size. For sexual dimorphism in body mass I excluded gravid females.

I performed all analyses through the StatR application of the RWizard v3.5 (Guisande *et al.*, 2014) software and the graphics were generated through the use of the SigmaPlot program (Systat Software, San Jose, CA).

Results

Use of microhabitat, shelter preference and activity patterns

The substrates most used by *Riama striata* were rock (n = 44, 40%) and concrete (n = 26, 23%), followed by logs or wood (n = 17, 15%), brick (n = 14, 13%), grass (n = 9, 8%) and, at a minimal proportion (n = 1, 1%), metal (Fig. 1A). I found no significant differences between juvenile and adult individuals in the use of different microhabitats (G-test: $G = 1.893$, $df = 4$, $P > 0.05$), but I did find significant differences between adult males and adult females in the use of the different substrates (G-test: $G = 18.9$, $df = 4$, $P < 0.05$). I found males mostly on concrete substrates (36%), followed by substrates of rock (23%) and brick (23%), while females mostly used rock substrates (45%), followed by concrete substrates (21%, Fig. 1A). Proportionally, I found more males on brick substrates than in the case of adult females, and these in turn exhibited a greater proportional use of trunks and boards (18%) with respect to the males (Fig. 1A).

The Levins index suggested that *Riama striata* tends to be a generalist in the use of shelter ($B'_A = 0.7$). This same pattern was repeated for adults ($B'_A = 0.75$), juveniles ($B'_A = 0.64$) and adult females ($B'_A = 0.77$). Both adult females and juveniles used concrete in lower proportion than that offered by the habitat (Fig. 1B). On the other hand, adult males tended to be specialists in the use of microhabitat for the substrate categories ($B'_A = 0.4$). This trend was due to the fact that adult males use bricks more than expected by its low availability (the item of lowest supply, 4%), while concrete substrate is used by adult males in the same proportion in which this item existed (Fig. 1B).

I found two diurnal activity peaks between 10: 00-12: 00 and 13: 00-14: 00, thus it was a kind of bimodal daytime activity pattern (Fig. 2). I found significant differences in the monthly observations of the individuals in different climatic conditions ($X^2 = 7.167$, $df = 2$, $P < 0.05$); I found the largest number of individuals in sunny weather with direct incidence of sunlight (n = 59, 58%), followed by cloudy weather (n = 26, 26%) and partly cloudy (n = 16, 16%).

Population structure and sexual dimorphism

I captured a total of 115 individuals of which 62 (53.9%) were adults and 53 (46.1%) were juveniles. Among adult individuals, I captured a total of 23 (20%) males and 39 (33.9%) females in a sex ratio of 1: 1.69 male/female. The total population density was 0.19 ind / m² (quadrant 1 = 0.27 ± 0.09 ind / m²; quadrant 2 = 0.49 ± 0.14 ind / m²).

The different morphological measurements, as well as the body mass of males, females, juveniles and all individuals are listed in Table 1, and the snout-vent length distribution for males, females and juveniles is shown in Figure 3. Males were not significantly larger than females ($Z = 0.282$, $P > 0.05$).

There was a positive linear relationship between SVL and body mass for both sexes (Fig. 4A). However, I found no significant differences in body mass between sexes by removing the effect of the SVL variable (one-way ANCOVA: $F_{1,34} = 0.775$, $P > 0.05$), suggesting that adult males and females have similar body mass to similar sizes. Likewise, the HL (Fig. 4B) and HW (Fig. 4C) measurements had a positive linear relationship in both sexes with respect to SVL. However, males had longer and wider heads with respect to females in the same proportion of SVL. The analysis of covariance confirmed this trend, showing significant differences between

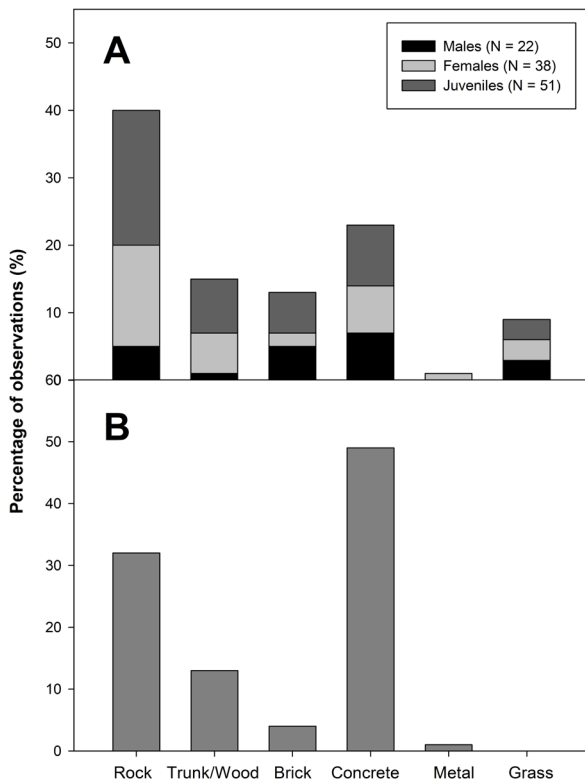


Figure 1. (A) Percentages of observations of *Riama striata* individuals in different types of substrates or microhabitats. (B) Percentages of observations of each “shelter” type of substrates or microhabitat. “Grass” category wasn’t quantified for percentages of microhabitat observations.

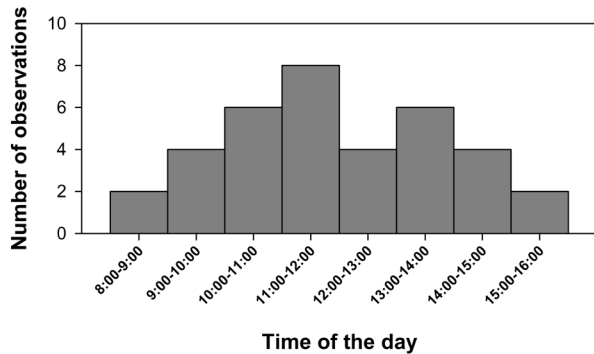


Figure 2. Diurnal activity patterns of *Riama striata* at the Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

sexes of HL (one-way ANCOVA: $F_{1,54} = 34.39$, $P < 0.05$) and HW (one-way ANCOVA: $F_{1,54} = 78.2$; $P < 0.05$) removing the effect of the SVL variable, suggesting sexual dimorphism for *R. striata* in the size of the head.

Discussion

The study population of *Riama striata* used mostly microhabitats of rock and concrete, being the concrete a more abundant microhabitat than rocks, woods and bricks. In general, *R. striata* used both natural and artificial shelters in equal proportion. The high preference for microhabitats of rock has also been recorded in different species of *Proctoporus* from Peru and to a lesser extent in *Ptychoglossus bicolor* (Doan, 2008; Anaya-Rojas *et al.*, 2010), both species occur in high elevation habitats. These observations contrast with studies of Amazonian species, Atlantic moist forest or "Atlantic forest" and *cerrado* in Brazil, where most species use mainly litter (Vitt and Avila-Pires, 1998; Vitt *et al.*, 1998; Teixeira and Fonseca, 2003; Vitt *et al.*, 2003, 2007; Maia *et al.*, 2011; Teixeira Jr. *et al.*, 2013). However, Soares de Oliveira and Machado-Pessanha (2013) find *Anotosaura vanzolinia* in leaf litter associated with rocky outcrops in the Brazilian *caatinga*, and Dal Vechio *et al.* (2014) find that *Micrablepharus maximiliani* mainly uses grass and sandy soil in the Brazilian *cerrado*, both in open areas, which could

also indicate that the differences in the use of the microhabitat could be due to the absence of forests that generate litter in the understory that, in these cases, is replaced by new microhabitats. Rocks and artificial microhabitats are absent in lowland habitats like the amazonian rainforest; therefore, no use can be measured.

The above highlights a methodological problem of the present study that could be obscuring the use of the *Riama striata* microhabitat. The "grass" category is, in fact, the most abundant microhabitat, given that it is the vegetation matrix in which the rest of the microhabitats are located, and could not be possible sampled in its majority due to its thickness and rooting. Also, the use of the area of study by cattle and horses could have diminished detection of individuals and, thus, underestimated the value for its use. If grass was the most utilized substrate, it would suggest another panorama in the use of the microhabitat for *R. striata*, similar to the Amazonian studies already mentioned and for *Micrablepharus maximiliani* (Dal Vechio *et al.*, 2014) studies where the matrix of the dominant vegetation is grass or litter as the most used microhabitat. This, however, remains somewhat speculative.

In spite of this, the high abundance of *R. striata* individuals found in 49 samplings by two observers is underlined here, with a total effort of only 96 man-hours of searching during 12 months of fieldwork. These results contrasted with lowland studies in gymnophthalmids and alopoglossids in areas with little disturbance, where a lesser number of individuals (<100 individuals) was found, sometimes in more than 12 months of sampling, and/or combined visual searches with pitfall traps (Table 2; Vitt and Avila-Pires, 1998; Vitt *et al.*, 1998, Fitzgerald *et al.*, 1999, Vitt *et al.*, 2003, 2007; Maia *et al.*, 2011; Gomes Dos Santos *et al.*, 2012; Soares de Oliveira and Machado-Pessanha, 2013; Teixeira Jr. *et al.*, 2013; Dal Vechio *et al.*, 2014). Similarly, Andean species in disturbed areas, with field days of 8–12 total months, found greater abundances of individuals (> 100 individuals; Doan, 2008; Anaya-Rojas *et al.*, 2010;

Table 1. Summary of morphological measures and corporal mass averages of *Riama striata* males, females, juvenile and total individuals. \pm SD: standard deviation, N = sample size.

	SVL (mm) \pm SD (N)	TL (mm) \pm SD (N)	HL (mm) \pm SD (N)	HW (mm) \pm SD (N)	W (g) \pm SD (N)
Males	58.04 \pm 5.82 (23)	112.34 \pm 10.67 (5)	12.36 \pm 1.52 (22)	8.71 \pm 1.16 (22)	4.0 \pm 0.7 (15)
Females	55.46 \pm 5.11 (39)	83.74 \pm 22.71 (15)	10.60 \pm 0.97 (36)	7.03 \pm 0.56 (36)	3.6 \pm 0.9 (21)
Juveniles	37.02 \pm 5.18 (53)	63.76 \pm 13.48 (26)	8.21 \pm 0.87 (49)	5.36 \pm 0.56 (49)	1.3 \pm 0.6 (20)
Total	47.57 \pm 11.07 (115)	76.10 \pm 22.90 (46)	9.85 \pm 1.96 (107)	6.60 \pm 1.49 (107)	2.6 \pm 1.4 (72)

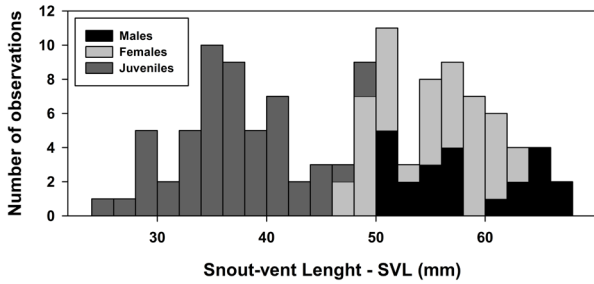


Figure 3. Distribution of snout-vent length (SVL) measures of *Riama striata* males, females and juvenile individuals.

Ramos-Pallares *et al.*, 2015), something that contrasts with *Leposoma scincoides*, a species from the lowlands found in Atlantic forest cover (along with coffee crops that undergo constant vegetation burns) where 31 individuals were observed during total fieldwork of 5 months (Table 2; Teixeira and Fonseca, 2003). Doan (2008) comments that *Proctoporus* spp. in Peru are usually found in disturbed areas from the time of the Inca civilization, and they suggest that the rock walls made by the Incas have served as artificial refuges for these species, in addition to providing a suitable food supply (arthropods with affinity for these shelters) for the species. Also, *Ptychoglossus bicolor* usually inhabits premontane moist forest mixed with organic coffee shade plantation in the Colombian Andes and *Bachia bicolor* is found underground in the gardens of houses in Bucaramanga, Colombia (department of Santander) (Anaya-Rojas *et al.*, 2010; Ramos-Pallares *et al.*, 2015).

All of this suggests that perhaps the Andean and high Andean species of gymnophthalmids and alopoglosids are to a certain degree tolerant around human disturbance or they could even benefit from anthropic disturbance, for example, when there is an increase in the abundance and diversity of prey (Doan, 2008; Anaya-Rojas *et al.*, 2010; Ramos-Pallares *et al.*, 2015), which have also been reported for some lizards species from other families (Stellatelli *et al.*, 2013; Wolf *et al.*, 2013; Rodewald and Gehrt, 2014; Pellitteri-Rosa *et al.*, 2017). However, additional studies on the ecology of lowland gymnophthalmids in disturbed habitats such as the one conducted by Teixeira and Fonseca (2003), as well as in undisturbed parts of Andean region, including non-disturbed populations of *Riama striata*, as well as populations of *Anadia bogotensis*, a vulnerable gymnophthalmid species that is codistributed with *R. striata* (Jerez & Calderón-Espinosa 2014), are necessary to confirm and support these claims.

Unlike most of other studies, this research

evaluated the possible differences between juveniles and adults and between adult males and females in their use of microhabitats, and it found differences between the sexes in adults. Preferences of males for other types of microhabitat with respect to females has been documented particularly in lizards of the genus *Anolis* (Schoener, 1967; Butler *et al.*, 2000). However, in those cases the microhabitats are natural, whereas in the case of *R. striata* the males used more artificial microhabitats (bricks and concrete) and the females used more the natural ones (rocks and trunks), something that has not been reported before in other studies of gymnophthalmids or alopoglosids.

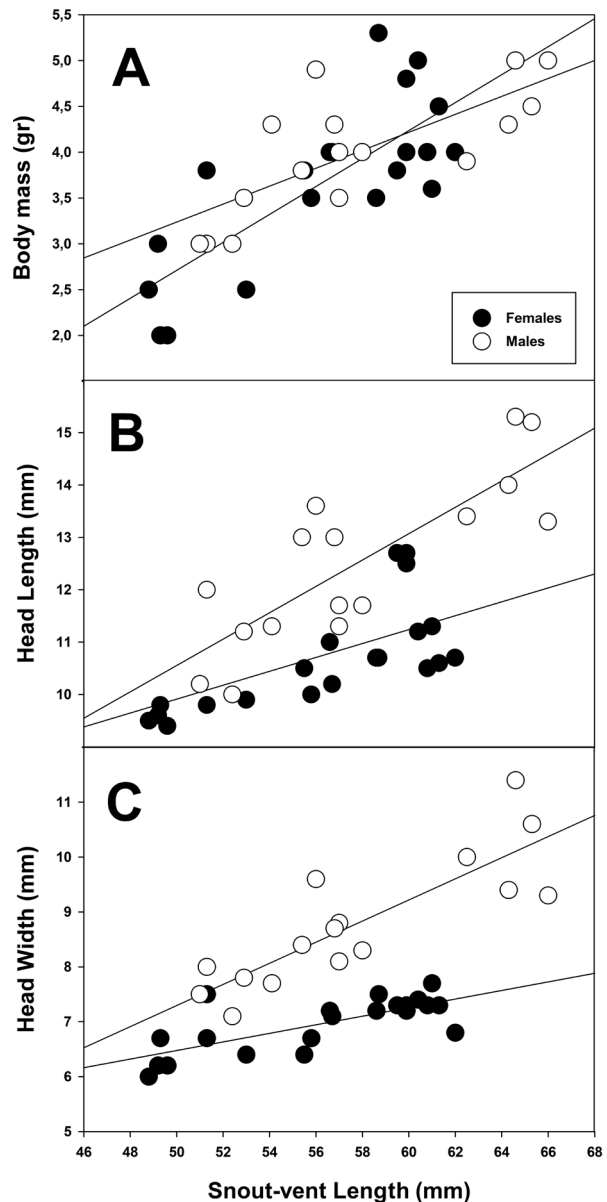


Figure 4. Relation between body mass (A), head length (B) and head width (C) with snout-vent length of adult males and females of *Riama striata*.

Table 2. Abundance of some gymnophthalmid and alopoglosid lizard species, with the duration of the field sampling in each study in parenthesis. Vegetation cover in the study area, the altitudinal range of the species and the study sources are showed.

Species	Altitudinal distribution	Vegetation cover	Abundance (Duration)	Source
<i>Potamites ecleopus</i>	Lowland	Amazon rainforest	N = 39 (3 months)	Vitt and Avila-Pires, 1998
<i>Potamites juruazensis</i>	Lowland	Amazon rainforest	N = 48 (3 months)	Vitt and Avila-Pires, 1998
<i>Cercosaura eigenmanni</i>	Lowland	Amazon rainforest	N = 71 (8 months)	Vitt <i>et al.</i> , 1998
<i>Cercosaura argulus</i>	Lowland	Amazon rainforest	N = 14 (5 months)	Vitt <i>et al.</i> , 2003
<i>Cercosaura oshaughnessyi</i>	Lowland	Amazon rainforest	N = 74 (6 months)	Vitt <i>et al.</i> , 2003
<i>Alopoglossus angulatus</i>	Lowland	Amazon rainforest	N = 59 (14 months)	Vitt <i>et al.</i> , 2007
<i>Alopoglossus atriventris</i>	Lowland	Amazon rainforest	N = 22 (14 months)	Vitt <i>et al.</i> , 2007
<i>Nothobachia ablephara</i>	Lowland	Brazilian Caatinga	N = 12 (1.5 months)	Gomes dos Santos <i>et al.</i> , 2012
<i>Anotosaura vanzolinia</i>	Lowland	Brazilian Caatinga	N = 46 (4 months)	Soares de Oliveira and Machado Pessanha, 2013
<i>Bachia geraldista</i>	Lowland	Brazilian Cerrado	N = 10 (4 months)	Teixeira Jr. <i>et al.</i> , 2013
<i>Micrablepharus maximiliani</i>	Lowland	Brazilian Cerrado	N = 67 (2.2 months)	Dal Vechio <i>et al.</i> , 2014
<i>Vanzosaura rubricauda</i>	Lowland	Argentinan Dry Chaco	N = 71 (18 months)	Fitzgerald <i>et al.</i> , 1999
<i>Pantodactylus schreibersi</i>	Lowland	Argentinan Dry Chaco	N = 1 (18 months)	Fitzgerald <i>et al.</i> , 1999
<i>Ecleopus gaudichaudii</i>	Lowland	Mata Atlantica	N = 26 (33 months)	Maia <i>et al.</i> , 2011
<i>Leposoma scincoides</i>	Lowland	fragmented Mata Atlantica with coffee plantations and burns	N = 31 (5 months)	Teixeira and Fonseca, 2003
<i>Proctoporus</i> spp.	Highland	Andean forest and puna with crops	N = 138 (3 months)	Doan, 2008
<i>Ptychoglossus bicolor</i>	Highland	pre-montane humid forest with coffee plantations	N = 218 (12 months)	Anaya-Rojas <i>et al.</i> , 2010
<i>Bachia bicolor</i>	Highland	Urban gardens	N = 156 (8 months)	Ramos-Pallares <i>et al.</i> , 2015
<i>Riama striata</i>	Highland	Urban grassland	N = 115 (12 months)	This study

Sexual dimorphism has been found in head size (broad and long) that has been documented several times in other gymnophthalmids and alopoglosids (Cruz, 1994; Vitt and Avila-Pires, 1998; Vitt *et al.*, 2003, 2007; Dal Vechio *et al.*, 2014, Garda *et al.*, 2014, Ramos-Pallares *et al.* 2015). Males and females of *R. striata* of similar size do not differ in body mass, which in principle could suggest that sexual dimorphism is not associated with differences in diet. Some studies suggest that sexual dimorphism is mainly due to sexual selection by females for males with larger heads or more robust bodies or competition between males for territory or females (Vitt and Avila-Pires, 1998; Vitt *et al.*, 2003, 2007; Dal Vechio *et al.*, 2014, Garda *et al.*, 2014). In this sense, the sexual dimorphism found for *R. striata* could then be attributed to sexual selection and territoriality, where males could find a new habitat occupied less frequently by other individuals on artificial brick substrates (Stamps, 1983, Stamps *et al.*, 1997).

As in most gymnophthalmids, *Riama striata* is a diurnal species with bimodal activity pattern, which contrasts only with diurnal and nocturnal activity in *Bachia geraldista* and *Nothobachia ablephara* (Gomes dos Santos *et al.*, 2012; Teixeira Jr. *et al.*, 2013) and a unimodal activity pattern reported in the gymnophthalmid *Potamites ecleopus* (Vitt and Avila-Pires, 1998).

The population of *R. striata* evaluated here had more females than males, unlike *Bachia bicolor* where the sexes are at the same ratio, and both juveniles and gravid females appeared throughout the year of the present study, something that also occurs in *B. bicolor* (Ramos-Pallares *et al.*, 2015). Likewise, recaptures allowed us to observe in a preliminary way that the mobility of the individuals was low. I recaptured some few individuals in the same refuges where they were captured for the first time, from periods of from one day to 7 months. So, I used the area of the quadrants to calculate the density of the

population. This was higher, although relatively similar to that recorded for *Gymnophthalmus pleei* (0.134 ind / m²), but considerably higher than that recorded for *G. underwoodii* (0.0127 ind / m²) in Dominica, a lowland diurnal species that inhabits open and xerophilous zones (Turk *et al.*, 2010). However, the spatial restriction of the population not only to the study quadrants, but to all the grassland coverage in the University campus (approximately 1.2 km²) together with the high frequency of recaptures (18%), suggested that this population of *R. striata* might be highly vulnerable to local extinction.

Further studies in populations of *Riama striata* or other species of gymnophthalmids or alopoglossids of the lowlands or in the Andes in both natural habitats and in disturbed habitats are needed. I recommend the development of an experimental design through the use of pitfall traps (Teixeira Jr. *et al.*, 2013) for a superior estimation of microhabitats, which are particularly difficult to sample, such as in the case of grass. Studies in thermal biology, diet, dynamics and population genetics could help to better elucidate the panorama shown for this population of *R. striata*.

Acknowledgements

I would like to thank Professor M. L. Calderón for the equipment for data collection in the field. I also thank R. A. Moreno-Arias and J. E. Carvajal-Cogollo for their suggestions on the collection and analysis of the data and C. Guisande for their help and suggestions for the statistical analysis of the data. Thanks to M. A. Pinto-Erazo and to the herpetology student group of the National University of Colombia for their invaluable help in the field, to M. P. Ramírez-Pinilla, A. Jerez and an anonymous reviewer for their valuable comments on the manuscript and to T. Defler for the translation of the manuscript into English.

Literature cited

Anaya-Rojas, J.M.; Serrano-Cardozo, V.H. & Ramírez-Pinilla, M.P. 2010. Diet, microhabitat use, and thermal preferences of *Ptycho glossus bicolor* (Squamata: Gymnophthalmidae) in an organic coffee shade plantation in Colombia. *Papéis Avulsos de Zoologia* 50: 159-166.

Arredondo, J.C. & Sánchez-Pacheco, S.J. 2010. New endemic species of *Riama* (Squamata: Gymnophthalmidae) from northern Colombia. *Journal of Herpetology* 44: 610-617.

Butler, M.A.; Schoener, T.W. & Losos, J.B. 2000. The relationship between sexual size dimorphism and habitat use in Greater Antillean *Anolis* lizards. *Evolution* 54: 259-272.

Castaño-Mora, O.V.; Hernández, E. & Cárdenas, G. 2000.

Reptiles: 614-618. *En*: Rangel-Ch, J. O. (ed.), Colombia Diversidad Biótica III La región de vida paramuna. Guadalupe Ltda. Bogotá.

Cruz, F. B. 1994. Actividad reproductiva en *Vanzosaura rubricauda* (Sauria: Teiidae) del Chaco occidental en Argentina. *Cuadernos de herpetología* 8: 112-118

Dal Vechio, F.; Recoder, R.; Zaher, H. & Rodrigues, M.T. 2014. Natural history of *Micrablepharus maximiliani* (Squamata: Gymnophthalmidae) in a Cerrado region of northeastern Brazil. *Zoologia* 31: 114-118.

DEMOGRAPHIA. 2013. Demographia World Urban Areas. 9th annual edition. Available at: <http://www.demographia.com/db-worldua.pdf>. Last access: 27 February 2017.

Doan, T.M. 2008. Dietary variation within the Andean lizard clade *Proctoporus* (Squamata: Gymnophthalmidae). *Journal of Herpetology* 42: 16-21.

Fitzgerald, L. A.; Cruz, F. B. & Perotti, G. 1999. Phenology of a lizard assemblage in the dry Chaco of Argentina. *Journal of Herpetology* 526-535.

Garda, A.A.; De Medeiros, P.H.; Lion, M.B.; De Brito, M.R.; Vieira G.H. & Mesquita, D. O. 2014. Autoecology of *Dryadosaura nordestina* (Squamata: Gymnophthalmidae) from Atlantic forest fragments in Northeastern Brazil. *Zoologia* 31: 418-425.

Goicoechea, N.; Frost, D.R.; De la Riva, I.; Pellegrino, K.; Sites, J.; Rodrigues, M.T. & Padial, J. M. 2016. Molecular systematics of teioidea/lizard (Teioidea/Gymnophthalmoidea: Squamata) based on the analysis of 48 loci under tree-alignment and similarity-alignment. *Cladistics* 32: 624-671.

Gomes dos Santos, M.V.G.; Macedo, I.G.S.; De Sousa, R.S.; Gogliath, M. & Ribeiro, L.B. 2012. Diet of *Nothobachia ablephara* (Squamata: Gymnophthalmidae) in a Caatinga area of the San Francisco Valley in northeastern Brazil. *Herpetology Notes* 5: 305-307.

Guisande, C.; Heine, J.; González-DaCosta, J. & García-Roselló, E. 2014. RWizard Software Version 3.5. University of Vigo. Vigo, Spain. Available at: <http://www.ipez.es/RWizard/>. Last access: 13 June 2018.

Guisande, C.A.; Barreiro, A.; Maneiro, I.; Riveiro, I.; Vergara, A. & Vaamonde, A. 2006. Tratamiento de datos. Díaz de Santos. Vigo.

Hernández, E.J. 2008. Los reptiles de la región del transecto Sumapaz: 289-310 *En*: Van Der Hammer, T. (ed.), La cordillera Oriental Colombiana. Transecto Sumapaz. Studies on Tropical Andean Ecosystems. Volumen 7. J. Cramer in der Gebr. Borntraeger Verlagsbuchhandlung. Berlin-Stuttgart.

Hurlbert, S.H. 1984. Pseudoreplication and the design of ecological field experiments. *Ecological Monographs* 54: 187-211.

IDEAM. 2017. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia, versión 2011. Available from: www.ideam.gov.co. Accessed on 27 February 2017.

Jerez, A. & Calderón-Espinosa, M. L. 2014. *Anadia bogotensis* (Peters, 1862). *Catálogo de Anfibios y Reptiles de Colombia* 2: 30-35.

Lynch, J.D. & Renjifo, J.M. 2001. Guía de los anfibios y reptiles de Bogotá y sus alrededores. Impresol Ltda. Bogotá.

Maia, T.; Almeida-Gomes, M.; Siqueira, C.C.; Vrcibradic, D.; Kiefer, M.C. & Rocha, C.F.D. 2011. Diet of the lizard *Eclepopus gaudichaudii* (Gymnophthalmidae) in Atlantic Rainforest, state of Rio de Janeiro, Brazil. *Zoologia* 28:

- 587-592.
- Méndez-Galeano, M.A. & Pinto-Eraza, M.A. 2018. *Riama striata* (Peters, 1862). *Catálogo de Anfibios y Reptiles de Colombia* 4: 61-67.
- Méndez-Narváez, J. 2014. Diversidad de anfibios y reptiles en hábitats altoandinos y paramunos de la cuenca del río Fúquene, Cundinamarca, Colombia. *Biota Colombiana* 15: 94-103.
- Moreno-Arias, R.A. & Urbina-Cardona, J.N. 2013. Population Dynamics of the Andean Lizard *Anolis heterodermus*: Fast-slow Demographic Strategies in Fragmented Scrubland Landscapes. *Biotropica* 45: 253-261.
- Pellitteri-Rosa, D.; Bellati, A.; Cocca, W.; Gazzola, A.; Martín, J. & Fasola, M. 2017. Urbanization affects refuge use and habituation to predators in a polymorphic lizard. *Animal Behaviour* 123: 359-367.
- Ramos-Pallares, E.; Anaya-Rojas, J.M.; Serrano-Cardozo, V.H. & Ramírez-Pinilla, M.P. 2015. Feeding and Reproductive Ecology of *Bachia bicolor* (Squamata: Gymnophthalmidae) in Urban Ecosystems from Colombia. *Journal of Herpetology* 49: 108-117.
- Rodewald, A. D. & Gehrt, S. D. 2014. Wildlife population dynamics in urban landscapes: 117-147. In: McCleery, R. A.; Moorman, C. & Peterson, M. N. (eds). *Urban wildlife conservation*. Springer, Boston, MA.
- Sánchez-Pacheco, S.J.; Torres-Carvajal, O.; Aguirre-Peñafiel, V.; Nunes, P.M.S.; Verrastro, L.; Rivas, G.A.; Rodríguez, M.T.; Grant, T. & Murphy, R.W. 2017. Phylogeny of *Riama* (Squamata: Gymnophthalmidae), impact of phenotypic evidence on molecular datasets, and the origin of the Sierra Nevada de Santa Marta endemic fauna. *Cladistics* 34: 260-291.
- Schoener, T.W. 1967. The ecological significance of sexual dimorphism in size in the lizard *Anolis conspersus*. *Science* 155: 474-477.
- Soares De Oliveira, B.H. & Machado-Pessanha, A.L. 2013. Microhabitat use and diet of *Anotosaura vanzolinia* (Squamata: Gymnophthalmidae) in a Caatinga area, Brazil. *Biota Neotropica* 13: 193-198.
- Sokal, R.R. & Rohlf, F.J. 1995. *Biometry: the principles and practice of statistics in biological sciences*. WH Free Company. New York.
- Stamps, J.A. 1983. Sexual selection, sexual dimorphism, and territoriality: 169-204. En: Huey, R.B.; Pianka, E.R. & Schoener, T.W. (eds.), *Lizard ecology: studies of a model organism*. Harvard University Press. Cambridge.
- Stamps, J.A.; Losos, J.B. & Andrews, R.M. 1997. A comparative study of population density and sexual size dimorphism in lizards. *The American Naturalist* 149: 64-90.
- Stellatelli, O. A.; Vega, L. E.; Block, C. & Cruz, F. B. 2013. Effects of tree invasion on the habitat use of sand lizards. *Herpetologica* 69: 455-465.
- Teixeira, R.L. & Fonseca, F.R. 2003. Tópicos ecológicos de *Leposoma scincoides* (Sauria, Gymnophthalmidae) da região de Mata Atlântica de Santa Teresa, Espírito Santo, sudeste do Brasil. *Boletim do museu de biologia Mello Leitão* 15: 17-28.
- Teixeira Jr. M.; Recoder, R.S.; Camacho, A.; De Sena, M.A.; Navas, C.A. & Trefaut Rodrigues, M. 2013. A new species of *Bachia* Gray, 1845 (Squamata: Gymnophthalmidae) from the Eastern Brazilian Cerrado, and data on its ecology, physiology and behavior. *Zootaxa* 3616: 173-189.
- Turk, P.A.; Wyszynski, N.N.; Powell, R. & Henderson, R.W. 2010. Population densities and water-loss rates of *Gymnophthalmus pleii*, *Gymnophthalmus underwoodi* (Gymnophthalmidae), and *Sphaerodactylus fantasticus fuga* (Sphaerodactylidae) on Dominica, West Indies. *Salamandra* 46: 125-130.
- Uetz, P.; Freed, P. & Hošek, J. 2019. The Reptile Database. Available at: <http://www.reptile-database.org>. Last access: 05 May 2019.
- Vitt, L.J. & Avila-Pires, T.C.S. 1998. Ecology of two sympatric species of *Neusticurus* (Sauria: Gymnophthalmidae) in the western Amazon of Brazil. *Copeia* 1998: 570-582.
- Vitt, L.J. & Caldwell, J. P. 2013. *Herpetology: an introductory biology of amphibians and reptiles*. Fourth Edition. Academic Press. London-Waltham-San Diego.
- Vitt, L.J.; Avila-Pires, T.C.S.; Zani, P.A.; Espósito, M.C. & Sartorius, S.S. 2003. Life at the interface: ecology of *Prionodactylus oshaughnessyi* in the western Amazon and comparisons with *P. argulus* and *P. eigenmanni*. *Canadian Journal of Zoology* 81: 302-312.
- Vitt, L.J.; Ávila-Pires, T.C.S.; Espósito, M.C.; Sartorius, S.S. & Zani, P.A. 2007. Ecology of *Alopoglossus angulatus* and *A. atriventris* (Squamata, Gymnophthalmidae) in western Amazonia. *Phyllomedusa: Journal of Herpetology* 6: 11-21.
- Vitt, L.J.; Sartorius, S.S.; Avila-Pires, T.C.S. & Espósito, M.C. 1998. Use of time, space, and food by the gymnophthalmid lizard *Prionodactylus eigenmanni* from the western Amazon of Brazil. *Canadian Journal of Zoology* 76: 1681-1688.
- Wolf, A. J.; Hellgren, E. C.; Bogosian, V. & Moody, R. W. 2013. Effects of habitat disturbance on Texas horned lizards: an urban case study. *Herpetologica* 69: 265-281.

Taxocenosis de las Serpientes (Sauropsida: Squamata) de la provincia de Jujuy, Argentina

Freddy Burgos Gallardo^{1,2}, Jorge Luis Baldo^{2,3}, Juan Diego Baldo⁴

¹ Instituto de Ecorregiones Andinas (UNJu-CONICET), Cátedra de Evolución, Facultad de Ciencias Agrarias, Alberdi 47, CP 4600, Jujuy, Argentina.

² Colección de Vertebrados, Instituto de Biología de la Altura. UNJu, Avda. Bolivia 1239, Jujuy, Argentina.

³ VICAM-CONICET, Cátedra de Evolución, Facultad de Ciencias Agrarias, UNJu, Jujuy, Argentina.

⁴ Laboratorio de Genética Evolutiva, Instituto de Biología Subtropical, Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Misiones-CONICET, Misiones, Argentina.

Recibido: 06 Noviembre 2019

Revisado: 08 Enero 2020

Aceptado: 09 Marzo 2020

Editor Asociado: J. Nori

doi: 10.31017/CdH.2020.(2019-042)

ABSTRACT

Taxocenosis of Serpentes (Sauropsida: Squamata) of Jujuy province, Argentina. In this work, we present a review on the composition and geographic distribution of the taxocenose of the snakes from Jujuy province (Argentina), based on the analysis of field-work records, specimens housed in public collections and literature revision. We analyzed a total of 819 records from 42 taxa belonging to Leptotyphlopidae (2), Boidae (2), Viperidae (3), Elapidae (1), Colubridae (3), and Dipsadidae (31). We discuss records relevant for conservation and biogeography of 18 species. Species richness is heterogeneous and variable depending on phytogeographic province and altitude. The highest numbers of species were recorded in the Yungas and Chaco, which reinforces the need to preserve and conserve these ecoregions in Jujuy. The models of potential distribution of viperid and elapid overlap with the most populated areas, thus indicating the need for the promotion of science divulgation to prevent conflicts with people and as a contribution to public health.

Key words: Snakes; Central Andes, Biogeography, Forest Biome, Conservation.

RESUMEN

Presentamos una revisión sobre la taxocenosis y distribución geográfica de serpientes en la provincia de Jujuy (Argentina) a partir del análisis de especímenes obtenidos en trabajos de campo, especímenes depositados en colecciones públicas y de la revisión crítica de la literatura. Analizamos un total de 819 registros distribuidos en 42 taxones pertenecientes a: Leptotyphlopidae (2), Boidae (2), Viperidae (3), Elapidae (1), Colubridae (3) y Dipsadidae (31). Discutimos registros relevantes para la conservación y la biogeografía de 18 especies de serpientes. La riqueza específica se distribuye de forma heterogénea y variable al considerar las diferentes unidades fitogeográficas y la altitud; determinamos que el mayor número de especies de serpientes se encuentra en sectores de Bosques de las Yungas y el Chaco, lo que refuerza la necesidad de preservar y conservar estas ecorregiones en Jujuy. Los modelos de distribución potencial de víperidos y elápidos, coincidentes con las regiones de mayor densidad poblacional, indican que es necesario fomentar la divulgación científica y realizar trabajos de concientización para prevenir accidentes ofídicos.

Palabras clave: Serpientes; Andes Centrales; Biogeografía, Bosques; Conservación.

Introducción

Una de las claves para la conservación de genes, especies y ecosistemas, consiste fundamentalmente en aumentar el conocimiento de la biodiversidad y del papel vital que cumple en la sociedad humana (Andelman y García Fernández, 2000), así como en la comprensión, reconocimiento y adopción por parte de la ciudadanía de los derechos propios de la “naturaleza”, respetando su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales,

estructura, funcionamiento y procesos evolutivos (Zaffaroni, 2012).

Las serpientes atraen nuestra imaginación y provocan el rechazo de la mayoría de la población, debido al temor que causa su veneno y a su apariencia y hábitos tan diferentes de los animales con los que tenemos mayor contacto; atracción que va acompañada generalmente de muchas falsas creencias, repulsión y eliminación, sin mediar un real

conocimiento de sus formas de vida ni un reconocimiento de su importancia ecológica. Esto determina muchas veces que no sean tradicionalmente motivo de preocupación desde el punto de vista de su conservación (Lavilla *et al.*, 2000; Scrocchi *et al.*, 2006).

Las aproximadamente 3.700 especies de serpientes conocidas a nivel mundial, se encuentran distribuidas en hábitats acuáticos y terrestres, de climas templados y tropicales (Wallach *et al.*, 2014; Uetz *et al.*, 2019). La mayor diversidad de serpientes se encuentra en las regiones tropicales; Sudamérica presenta un 23,89 % de la riqueza específica mundial con aproximadamente 886 especies (Guedes *et al.*, 2018).

En Argentina la información sobre la distribución de numerosas serpientes sigue siendo aún escasa y parcial (Giraudó, 2001) como sucede en gran parte del Neotrópico (Guedes *et al.*, 2018). Ante este “déficit walleciano” (Lomolino, 2004), y al aumento alarmante de la pérdida de hábitat y disminución de diversas poblaciones de especies en las últimas décadas, resulta de importancia registrar la biodiversidad y contar con inventarios sólidos (Mullin *et al.*, 2009; Meyer *et al.*, 2015).

Para Argentina se citan 136 especies de serpientes (Giraudó *et al.*, 2012), existiendo una llamativa disparidad entre el volumen de la información disponible para las áreas montañosas y altiplanicies del noroeste argentino y la referida a las regiones chaqueñas, mesopotámicas y pampeanas. Mientras que para estas últimas se dispone de un conjunto de datos, diagnóstico, listas regionales y revisiones (Di Fonzo de Ábalos y Bucher, 1981, 1983; Cei, 1986; Leynaud y Bucher, 1999; Giraudó, 2001; Arzamendia y Giraudó, 2002; Cabrera, 2004; Scrocchi y Giraudó, 2005; Arzamendia y Giraudó, 2004, 2009; Scrocchi *et al.*, 2010; Nori *et al.*, 2011; Cruz *et al.*, 2012), el noroeste aún se encuentra en fase de exploración, particularmente en los sectores de la puna, los valles longitudinales, los bosques, selvas y pastizales subtropicales de las laderas orientales andinas (Laurent, 1980; Cei, 1993).

En las últimas décadas, desde la publicación de los trabajos monográficos regionales de Cei (1993), se ha registrado un esfuerzo creciente para llevar a cabo inventarios de serpientes. Scrocchi *et al.* (2006) en un trabajo de recopilación y síntesis de las serpientes del noroeste argentino, destacan que la fauna de ofidios de esta región representa más del 40% de las especies que existen en el país.

La ubicación geográfica de Jujuy, en los Andes Centrales a la latitud del Trópico de Capricornio, y con un gradiente altitudinal muy marcado, permite

que dentro de sus límites se presente una variedad de climas y con una multiplicidad de ambientes. Presenta un relieve compuesto por cordones montañosos elevados, abarcando los rangos altitudinales desde los 300 m s.n.m. en el SE hasta casi los 6.000 m s.n.m. en la sierra del Chañi, con otros picos que superan los 5.000 m s.n.m. (Braun Wilke *et al.*, 2001).

Los principales inventarios sobre biodiversidad en Jujuy se centraron en plantas (Cabrera, 1977; 1978, 1983, 1993), anfibios (Lavilla *et al.*, 2000; Vaira, 2001), mamíferos (Díaz y Bárquez, 2007) y aves (Camperi *et al.*, 2012, 2013), entre otros, siendo limitada y escasa la información sobre serpientes, incluso de elápidos y vipéridos considerados peligrosos (Giraudó, 2014). En términos de políticas públicas de salud resulta clave el conocimiento de las áreas de distribución geográfica para abordar la problemática del ofidismo (Nori *et al.*, 2014).

En este estudio presentamos y analizamos la composición y distribución de la taxocenosis de serpientes de Jujuy, exploramos sus relaciones con la altitud y las provincias fitogeográficas, destacando aquellas especies de interés sanitario y para la conservación.

Materiales y métodos

Área de estudio. La provincia de Jujuy, con una superficie de 53.219 km² representa aproximadamente el 1,4% de la superficie total de la República Argentina y se encuentra ubicada en el extremo noroeste; limita al norte con Bolivia, al oeste con Chile y Bolivia, y al este y al sur con la provincia de Salta (Instituto Geográfico Militar, 1998). Casi el 75% de su territorio está ocupado por cordones montañosos andinos y subandinos y altiplanicies, el resto son valles, llanuras y formaciones submontañosas que se encuentran principalmente por debajo de los 1.300 m s.n.m. (Braun Wilke *et al.*, 2001).

La hidrografía de Jujuy se puede agrupar en tres sistemas principales: 1) “Río Grande-San Francisco”, que desemboca en el Río Bermejo, es el de mayor extensión y caudal, en sus márgenes se desarrollan las principales poblaciones urbanas; 2) “Río Grande de San Juan - La Quiaca”, que abarca dos áreas reducidas del extremo norte de la provincia y forma parte de la cuenca alta del Río Pilcomayo y 3) “Cuencas endorreicas del Altiplano” que presenta un sistema integrado por cursos reducidos, generalmente temporarios y que en algunos casos presenta grandes sistemas lagunares y salares (Braun Wilke *et al.*, 2001).

El clima de Jujuy se caracteriza por grandes contrastes, atribuidos fundamentalmente a la topografía del área, la orientación de las sierras y valles con respecto a las corrientes predominantes de la atmósfera libre y a la exposición respecto del sol, también interviene en estos cambios, el altiplano o puna y particularmente, la Cordillera de los Andes (Buitrago, 1999). De acuerdo con Beck *et al.* (2018), cuya clasificación basada en el sistema Köppen-Geiger, que relaciona la vegetación natural con la precipitación y la temperatura, existen en Jujuy tres de los cinco grupos fundamentales: el Seco, el Templado Moderado Lluvioso y el Polar. Fitogeográficamente pertenece a la Región Neotropical y tiene representación de tres dominios (Amazónico, Chaqueño y Andino-Patagónico), (Fig.1) con cinco provincias fitogeográficas (Cabrera, 1994):

- 1) De las Yungas (YU) incluye el Distrito de Selvas de Transición, el Distrito de las Selvas Montanas y el Distrito de los Bosques Montanos.
- 2) Chaqueña (CH), incluye el Distrito Chaqueño Serrano y el Distrito Chaqueño Occidental.

- 3) Prepuneña (PR) sin divisiones a nivel de Distrito
- 4) Puneña (PU) sin divisiones a nivel de Distrito.
- 5) Provincia Altoandina (AQ) en Jujuy solo se encuentra representada por el Distrito fitogeográfico Altoandino Quichua.

Métodos. Los datos de presencia de serpientes fueron obtenidos de registros propios y de terceros realizados entre los años 1997 y 2019, de una exhaustiva consulta bibliográfica y de la revisión de ejemplares depositados en las siguientes colecciones: Fundación Miguel Lillo, Tucumán (FML); Colección del Laboratorio de Genética Evolutiva, Instituto de Biología Subtropical (UNaM-CONICET), Posadas, Misiones (LGE); Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia incluye Colección Félix de Azara (CFA) y la colección del Dr. Avelino Barrios (exCENAI), Buenos Aires (MACN); Instituto Nacional de Limnología, Santa Fe (INALI); Instituto de Biología de Altura, Universidad Nacional de Jujuy, Jujuy (INBIAL); Museo de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta,

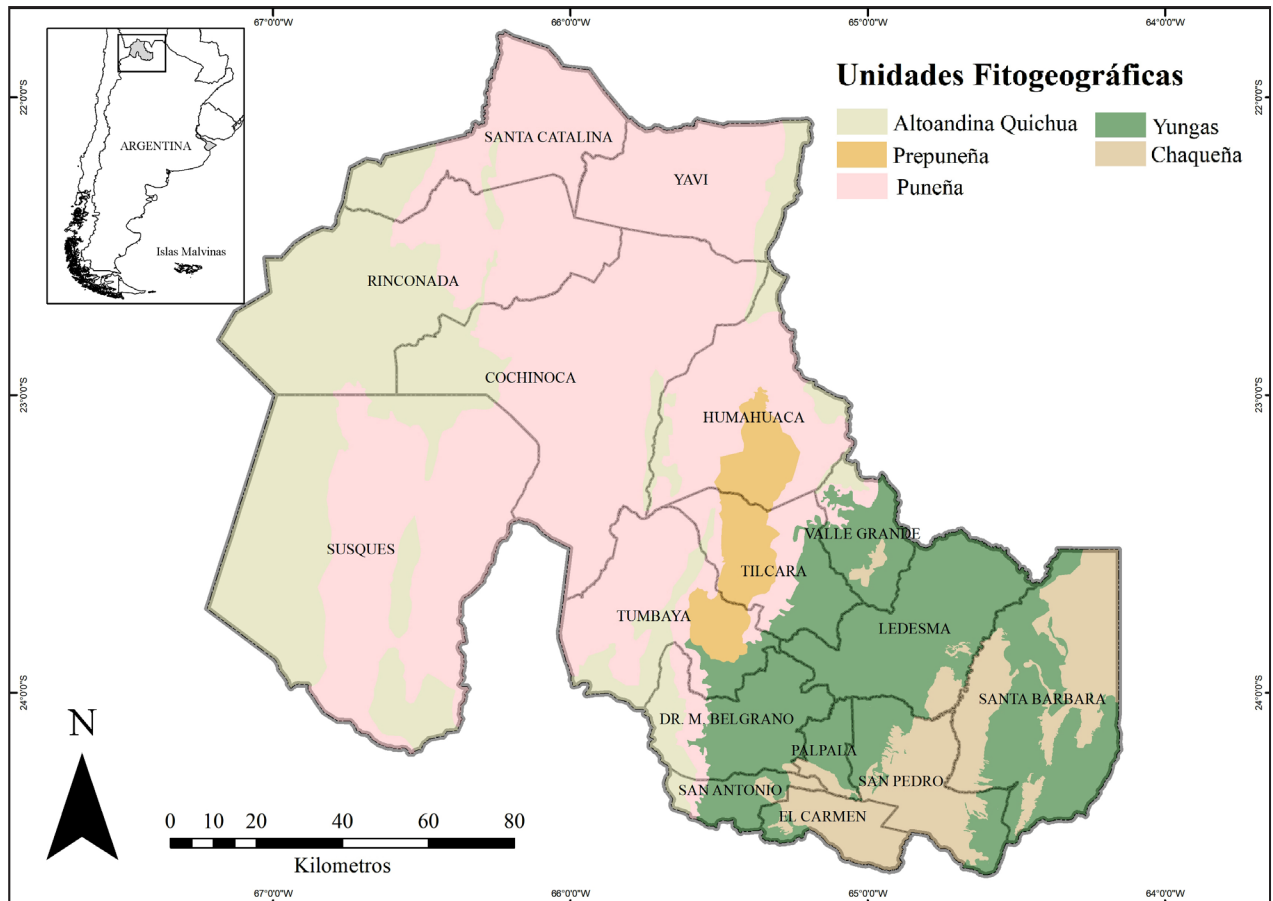


Figura 1. Ubicación geográfica de la provincia de Jujuy, Argentina y mapa esquemático fitogeográfico elaborado utilizando como base a Cabrera (1994).

Salta (MCN); Cátedra de Vertebrados, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy, Jujuy (VUJ); Cátedra de Zoología, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy, Jujuy (CZFCA); Base de datos Instituto Butantan de São Paulo, Brasil (IBSP); Base de Datos Museo de Historia Natural de Nueva York, USA (MNHN); Base de Datos Museo de Zoología de Vertebrados de la Universidad de California, USA (MVZ); Base de Datos Museo Sueco de Historia Natural, Suecia (NRM); Base de Datos Museo regional de Ciencias Naturales de Torino, Italia (MRSN-R-); Museo de Historia Natural de Dinamarca (ZMUC).

La identificación taxonómica se realizó mediante el examen de caracteres morfológicos externos, siguiendo principalmente a Peters y Orejas Miranda (1970); Vanzolini (1986); Cei (1986, 1993); Giraudo (2001); Scrocchi *et al.* (2006) y trabajos puntuales para determinados géneros o especies. Para la nomenclatura seguimos a nivel de familias a Zaher *et al.* (2019) y a nivel específico principalmente a Uetz *et al.* (2019).

Todos los datos obtenidos de las serpientes, fueron georreferenciados y sistematizados elaborando una matriz de presencia/ausencia, donde en cada registro propio se caracterizó el tipo de vegetación dominante. Esta información sirvió, además como puntos de control para el ajuste del mapa fitogeográfico, el que fue elaborado principalmente en base a Cabrera (1978, 1983, 1994), además de otras fuentes como Salfity (1997) y la Ley de Bosques N° 5674/2008 (Fig. 1). Las localidades con registros de serpientes obtenidas de la revisión de museos y datos bibliográficos, fueron adjudicadas mediante un análisis de los datos geográficos a cada una de las unidades fitogeográficas delimitadas.

La riqueza específica fue calculada para cada provincia fitogeográfica a partir de todos los registros obtenidos. La altitud fue calculada a partir de un modelo digital de elevación con resolución de 90 metros.

Distribución de las especies de interés sanitario

Para determinar el área de distribución geográfica de las serpientes de interés sanitario se confeccionaron mapas de puntos en base a los registros del Apéndice 1 y se aplicaron técnicas de modelado ecológico usando el algoritmo de MaxEnt. Esta técnica busca la distribución más uniforme posible (probabilidad de máxima entropía) para la especie (Phillips *et al.*, 2017). Enfoques similares en especies venenosas, excepto para *Bothrops jonathani*, fueron abordados en una escala nacional (Di Cola y Chiaraviglio, 2011;

Nori *et al.*, 2014; Sarquist *et al.*, 2018).

Se modeló el área de distribución potencial para *Bothrops aff. diporus*, *B. jonathani*, *Crotalus durissus* y *Micrurus pyrrhocryptus*, empleando el programa MaxEnt 3.4.1 (Phillips *et al.*, 2017), combinando 19 variables bioclimáticas (disponibles en [<http://www.worldclim.org/>]) con los datos de presencia (Apéndice 1). Se realizaron 5000 interacciones con los siguientes parámetros: máxima sensibilidad de entrenamiento más especificidad, Jackknife para medir la importancia de cada variable, semilla aleatoria y validación cruzada como el tipo de ejecución replicada. El fondo se definió en el área de interés (Jujuy) y se establecieron 10000 puntos aleatorios. Utilizamos el CloLog predeterminado del programa para representar la idoneidad climática o ambiental de la especie como una probabilidad, donde los valores más altos representan condiciones idóneas para la presencia de la misma (Phillips *et al.*, 2017). Para evaluar el rendimiento del modelo optamos por utilizar el área bajo la curva AUC (Fielding y Bell, 1997), donde $AUC = 1$ indica el ajuste perfecto del modelo y un $AUC \leq 0,5$ indica que el modelo no funcionó mejor que uno aleatorio (Elith *et al.*, 2011). Esta metodología de amplio uso tiene la ventaja de que el umbral se mantiene independiente (Lobo *et al.*, 2008) y para el conjunto de nuestros datos es el más parsimonioso al no disponer de ausencias verdaderas.

Resultados y Discusión

Se analizaron un total de 819 registros, 568 especímenes depositados en colecciones científicas y 274 sin coleccionar (Apéndice 1), de los cuales en cuatro no se logró una identificación a nivel específico y 17 fueron excluidos por carecer de localidad precisa, considerando en los análisis un total de 802 registros. La composición de la taxocenosis de serpientes (Sauropsida, Squamata) en la provincia de Jujuy, está conformada por 42 taxones distribuidos en las siguientes familias: Leptotyphlopidae (2), Boidae (2), Elapidae (1); Colubridae (3), Dipsadidae (31) y Viperidae (3) (Tabla 1).

De los resultados obtenidos se destacan las siguientes especies, por constituir registros zoogeográficos novedosos o de interés para la conservación.

Epictia striatula: esta especie considerada "Amenazada" a nivel nacional; es conocida sólo para un área reducida en la provincia de Salta, al límite con Bolivia; especializada en el uso de hábitat y se estima

Tabla 1. Composición de la taxocenosis de serpientes de la provincia de Jujuy, Argentina y registros en cada unidad fitogeográfica: YU: Yungas, CH: Chaqueña, PR: Prepuneña, P: Puneña, AQ: Altoandino Quichua. CC= Categorías de conservación (Giraudo *et al.*, 2012). NA: No Amenazada, VU: Vulnerable, AM: Amenazada, EP: En Peligro, IC: Insuficientemente Conocida. Altitud en m s.n.m.: metros sobre el nivel del mar.

Familia/Taxón	Unidades Fitogeográficas					CC	Altitud (m s. n. m.) min. - máx.
	YU	CH	PR	PU	AQ		
Leptotyphlopidea							
<i>Epictia albipuncta</i> (Burmeister, 1861)	18	4	-	-	-	NA	346–1903
<i>Epictia striatula</i> (Smith & Laufe, 1945)	4	1	-	-	-	AM	1161–1450
Boidae							
<i>Boa constrictor</i> Linnaeus, 1758	1	11	-	-	-	AM	352–765
<i>Epicrates alvarezii</i> Abalos, Baez & Nader, 1964	5	-	-	-	-	AM	346-469
Viperidae							
<i>Bothrops aff. diporus</i> Cope, 1862	46	12	-	-	-	NA	345–2085
<i>Bothrops jonathani</i> Harvey, 1994	12	-	2	-	-	IC	1479–2671
<i>Crotalus durissus</i> Linnaeus, 1758	10	15	-	-	-	NA	401–2084
Elapidae							
<i>Micrurus pyrrhocryptus</i> (Cope, 1862)	16	7	-	-	-	NA	345–1055
Colubridae							
<i>Leptophis ahaetulla</i> (Linnaeus, 1758)	23	2	-	-	-	NA	353–887
<i>Palusophis bifossatus</i> (Raddi, 1820)	16	8	-	-	-	NA	343–630
<i>Tantilla melanocephala</i> (Linnaeus, 1758)	4	-	-	-	-	VU	552–686
Dipsadidae							
<i>Apostolepis multicincta</i> Harvey, 1999	2	-	-	-	-	NC	1481
<i>Atractus bocki</i> Werner, 1909	14	1	-	-	-	IC	1197–2131
<i>Boiruna maculata</i> (Boulenger, 1896)	20	13	-	-	-	NA	353–1426
<i>Dipsas lavillai</i> Scrocchi, Porto & Rey, 1993	-	1	-	-	-	NA	No dispone
<i>Dipsas turgidus</i> (Cope, 1868)	31	11	-	-	-	NA	353–1347
<i>Erythrolamprus ceii</i> (Dixon, 1991)	48	5	3	-	-	NA	353–2486
<i>Erythrolamprus macrosomus</i> (Linnaeus, 1758)	15	-	-	-	-	VU	398–1438
<i>Erythrolamprus sagittifer</i> (Jan, 1863)	1	-	-	-	-	NA	353
<i>Erythrolamprus semiaureus</i> (Cope, 1862)	1	-	-	-	-	NA	353
<i>Erythrolamprus</i> sp.	1	-	-	-	-	-	1521
<i>Hydrodynastes gigas</i> (Duméril, Bibron & Duméril, 1854)	2	4	-	-	-	NA	469–677
<i>Mussurana bicolor</i> Peracca, 1904	5	-	-	-	-	NA	353–552
<i>Oxyrhopus rhombifer</i> Duméril, Bibron & Duméril, 1854	33	4	-	-	-	NA	353–1609
<i>Paraphimophis rusticus</i> (Cope, 1878)	25	1	-	-	-	NA	353–1987
<i>Phalotris bilineatus</i> (Duméril, Bibron & Duméril, 1854)	1	-	-	-	-	NA	1359
<i>Phalotris punctatus</i> (Lema, 1979)	3	-	-	-	-	NA	401–590
<i>Phalotris sansebastiani</i> Jansen & Köhler, 2008	4	-	-	-	-	IC	353–1193
<i>Philodryas aestiva</i> (Duméril, Bibron & Duméril, 1854)	31	1	-	-	-	NA	353–2851
<i>Philodryas agassizii</i> (Jan, 1863)	2	-	-	-	-	AM	353
<i>Philodryas baroni</i> Berg, 1895	3	16	-	-	-	NA	353–1177
<i>Philodryas olfersii latirostris</i> (Lichtenstein, 1823)	20	4	-	-	-	NA	398–1329
<i>Philodryas psammophidea</i> Günther, 1872	18	10	7	-	-	NA	353–2780
<i>Philodryas varia</i> (Jan, 1863)	42	-	-	-	-	NA	351–2964

<i>Tachymenis peruviana</i> Wiegmann, 1834	14		7	47	4	NA	1600–4522
<i>Taeniophallus occipitalis</i> (Jan, 1863)	17	-	-	-	-	NA	343–2061
<i>Thamnodynastes chaquensis</i> Bergna & Alvarez, 1993	3	-	-	-	-	NA	1773–2084
<i>Thamnodynastes</i> sp.	3	-	-	-	-	-	1389–1562
<i>Tomodon orestes</i> Harvey & Muñoz, 2004	9	-	-	-	-	IC	1501–3267
<i>Xenodon dorbignyi</i> (Bibron, 1854)	1	1	-	-	-	NA	345–723
<i>Xenodon merremi</i> (Wagler, 1824)	69	2	1	-	-	NA	353–2098
<i>Xenodon pulcher</i> (Jan, 1863)	2	2	-	-	-	NA	353–588
Taxones= 42	595	136	20	47	4	10	(343–4522)

que su potencial reproductivo es reducido (Kretzschmar y Scrocchi, 2012). Se registraron 5 especímenes provenientes de Jujuy (Apéndice 1), distribuidos entre los 1000 y 1500 m s.n.m., en sectores serranos del Chaco y las Yungas (Tabla 1).

Boa constrictor: uno de los bóidos de amplia distribución continental, asociado a diversos biomas en Sudamérica. La forma austral *B. c. occidentalis* se encuentra en el apéndice I de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de fauna y flora silvestres (CITES) por lo que resulta de interés para la conservación. En Argentina se encuentra principalmente en la región chaqueña, asociada a bosques y matorrales (Di Cola *et al.*, 2008; Waller *et al.*, 2010). La especie es considerada “Amenazada” a nivel nacional dada las altas tasas de deforestación de la región donde habita y el uso de su cuero para el comercio (Chiaraviglio *et al.*, 2012a). Fue señalada para Jujuy por Serié en 1936 con base en dos cráneos (MACN 6212–3) sin mayores detalles. Waller *et al.* (2010) recopilan 6 registros para la provincia. Adicionamos un espécimen (LGE 06230) y 11 registros (Apéndice 1). En Jujuy se localiza por debajo de los 900 m s.n.m. ocupando principalmente la provincia fitogeográfica del Chaco. El registro en la provincia de las Yungas (Tabla 1), corresponde a un sector de selva de transición, considerado como el núcleo del pedemonte subandino, de los Bosques Secos Estacionales Neotropicales (BSEN), un nuevo dominio fitogeográfico en sí (Prado y Gibbs, 1993; Pennington *et al.*, 2000; Prado, 2000; Mogni *et al.*, 2015).

Epicrates alvarezii: considerada endémica de la región chaqueña, se distribuye en el sureste de Bolivia, el oeste de Paraguay y el norte de Argentina, principalmente en sectores de bosques xéricos estacionales (Leynaud y Bucher, 1999; Passos y Fernandes, 2008; Rivera *et al.*, 2011). Actualmente se encuentra “Amenazada” a nivel nacional y en el Apéndice II de CITES debido a la degradación y pérdida acelerada de su ambiente

(Chiaraviglio *et al.*, 2012b). Registrada para Jujuy por Correa y Pautassi (1986) con base en dos ejemplares de Yuto. Adicionamos cuatro nuevos registros (Apéndice I), en localidades ubicadas por debajo de los 500 m s.n.m. habitando sectores del piso inferior de las Yungas (BSEN) en contacto con áreas chaqueñas.

Bothrops jonathani: vipérido originalmente descrito en Bolivia y con escasa información biológica en todo su rango de distribución (Harvey, 1994). Incluida en Argentina con base en tres ejemplares, de los cuales el espécimen FML 01050, es proveniente de Cachipunco, del Dpto. de Santa Bárbara, Jujuy (Carrasco *et al.*, 2009). Dado el escaso conocimiento sobre su historia natural y su distribución geográfica se la categorizó como “Insuficientemente Conocida” (Scrocchi y Giraud, 2012a). Se adicionan 13 nuevos registros (Apéndice 1). En Jujuy *B. jonathani* habita principalmente zonas entre 1500 y 3000 m s.n.m., en ambientes ecotonales de bosques y pastizales del Distrito de los Bosques Montanos de la Provincia Fitogeográfica de las Yungas y zonas colindantes con arbustales y cardonales xéricos pre puneños.

Tantilla melanocephala: colúbrido ampliamente distribuido en Sudamérica, pero poco conocido en Argentina debido a los escasos ejemplares presentes en colecciones (Etchepare, 2005). La especie es considerada “Vulnerable” dada la alta tasa de transformación de los pastizales donde habita (Etchepare, 2012). En Jujuy fue registrada por Ramos *et al.* (2013) basados en ejemplares provenientes del Parque Nacional Calilegua. Se adicionó un espécimen (LGE 21212) a los previamente conocidos. Los escasos registros en Jujuy se encuentran localizados entre los 500–700 m s.n.m. habitando formaciones boscosas en el piso inferior de las Yungas (Tabla 1) conocida como el núcleo del pedemonte subandino de los BSEN.

Apostolepis multicincta: especie descrita originalmente de Bolivia (Harvey, 1999) y citada recientemente en Argentina en base a dos ejemplares de Jujuy provenientes de la localidad de El Fuerte a 1430 m s.n.m. La especie fue colectada en bancos de arena en ambientes degradados del distrito del Bosque Montano de la Provincia de las Yungas (Burgos Gallardo *et al.*, 2017).

Atractus bocki: serpiente conocida a partir de siete especímenes distribuidos en el sur de Bolivia y norte de Argentina en las provincias de Salta y Jujuy (Scrocchi y Cei, 1991; Passos *et al.*, 2009). Es considerada “Insuficientemente conocida” en el país, debido al desconocimiento de aspectos fundamentales de su biología (Scrocchi y Kretzschmar, 2012b). Se adicionan 11 nuevos registros para Jujuy (Apéndice 1). Los datos disponibles indican que *A. bocki* (Fig. 2) se distribuye en la provincia entre los 1200–2100 m s.n.m., habitando principalmente las selvas, bosques y pastizales montanos de las Yungas y en menor medida en el Chaco (Tabla 1).

Erythrolamprus semiaureus: serpiente acuática que habita la Llanura Chaco-Pampeana en grandes ríos de inundación con extensos valles aluviales en las provincias de Buenos Aires, Chaco, Corrientes, Entre Ríos, Formosa, Misiones y Santa Fe (Giraudo *et al.*, 2006). Durante la revisión de colecciones se

localizó un espécimen (FML 01177) proveniente de Yuto (Dpto., Ledesma) obtenido por F. Contino el 01 de diciembre de 1954. El espécimen presentó conteo de escamas dorsales de 17,17,15, un largo total de 72 cm (cola 13,1 cm) con 8 supralabiales y 10/9 infra-labiales, presencia de loreal y 177 escamas ventrales, la placa anal dividida y 19+1 subcaudales (Fig. 3). Es necesario confirmar la persistencia de poblaciones actuales, considerando la disponibilidad de hábitat en los ríos Lavayén y San Francisco.

Erythrolamprus macrosomus: forma parte del grupo *E. reginae*, el cual comprende un conjunto de formas distribuidas principalmente en sectores cisandinos desde Colombia hasta Argentina, donde alcanza su límite meridional e ingresa en forma disyunta por el noroeste y nordeste (Dixon, 1983; Cei, 1993; Scrocchi *et al.*, 2006). La forma que habita en Argentina es considerada escasa y en situación “Vulnerable” (Arzamendia *et al.*, 2012) y abarca Misiones y el nordeste de Corrientes, Formosa, el norte de Salta y Jujuy (Dixon, 1983; Álvarez *et al.*, 1995; Giraudo, 2001; Scrocchi y Giraudo, 2005; Arzamendia, 2016). Ascenso *et al.* (2019) en una revisión del grupo de *E. reginae* elevan la forma *E. r. macrosomus* a especie, señalando el norte argentino como área de distribución, basado principalmente en la literatura (Ascenso *et al.*, 2019). Revisamos los ejemplares procedentes del noroeste y nordeste argentino que se encuentran depositados en LGE. Todos los especímenes examinados presentan una estría negra bien delimitada que subdivide las supralabiales y que es un carácter típico de las especies del grupo de *E. reginae* (Dixon, 1983; Cei, 1993), en tanto los caracteres taxonómicos asignables a las especies *E. macrosomus* y *E. dorsocorallinus* según Ascenso *et al.* (2019), no fueron concluyentes para separar los especímenes examinados, por lo que preferimos ser cautos y mantener nuestros registros como de *E. macrosomus* hasta disponer de mayores análisis. Adicionamos 15 registros, ubicados por debajo de los 1300 m s.n.m. (Apéndice 1, Fig. 4). La especie habita principalmente las selvas de transición de las Yungas (Tabla 1) también conocidas como BSEN.

Hydrodynastes gigas: una de las serpientes de mayor tamaño y con una amplia distribución en Sudamérica. En Argentina se distribuye principalmente en la región del nordeste asociada a humedales y sabanas inundables del Paraná-Paraguay (Giraudo *et al.*, 2014). Actualmente se encuentra en el Apéndice II

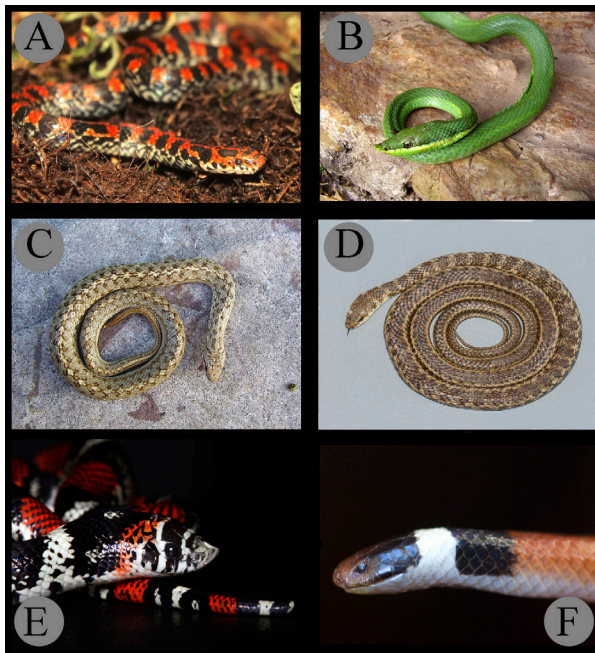


Figura 2. Fotografías de algunas de las serpientes de la provincia de Jujuy, Argentina. A) *Atractus bocki* B) *Philodryas baroni* C) *Tachymenis peruviana* D) *Philodryas varia* E) *Xenodon pulcher* F) *Phalotris sansebastiani*.



Figura 3. Fotografías del ejemplar FML 01177 *Erythrolamprus semiaureus*.

de Cites. En el noroeste argentino fue mencionada con base en dos registros en áreas de humedales del río Bermejo de la provincia de Salta (Scrocchi *et al.*, 2006; Toro *et al.*, 2010). Se cita para Jujuy por primera vez, confirmando su presencia en el noroeste argentino, mediante seis registros (Apéndice 1), habitando en ambientes de humedales asociados a los ríos San Francisco-Lavayén, por debajo de los 600 m s.n.m., en las provincias fitogeográficas del Chaco y las Yungas (Tabla 1).

Phalotris sansebastiani: serpiente fosorial descrita en la región de la Chiquitania boliviana por Jansen y Köhler (2008) y recientemente citada en Argentina con base en cinco especímenes provenientes de las Yungas de Salta y Jujuy por Scrocchi y Giraudo (2012c). Se desconocen aspectos básicos de la historia natural de la especie por lo que es considerada “Insuficientemente conocida” (Scrocchi y Giraudo, 2012d). Se adicionan dos registros, extendiendo su distribución aproximadamente 70 km al sur de su localidad más austral conocida (Fig. 2). En Jujuy se distribuye entre los 400–1250 m s.n.m. en la provincia de las Yungas (Tabla 1).

Philodryas agassizii: serpiente “Amenazada” en el ámbito nacional, se distribuye por el centro y sur de Brasil, Uruguay, nordeste y centro de la Argentina, siendo escasa en todo su rango de distribución (Etchepare *et al.*, 2012). Considerada especialista en su

alimentación y en el uso de hábitat, siendo sensible a las alteraciones del mismo (Di Pietro *et al.*, 2013). Dos especímenes examinados (FML 00833 y FML 01083) que datan de la década del 50 y 60 respectivamente fueron citados en Scrocchi *et al.* (2006). Es necesario confirmar su presencia actual en Jujuy.

Philodryas baroni: se distribuye en Paraguay, Bolivia y Argentina donde habita las subregiones occidental y serrana de la región chaqueña (Leynaud y Bucher, 1999). Citada para Jujuy por Correa y Pautassi (1986), con base en tres ejemplares colectados hace más de 50 años en Yuto. Se adicionan 16 registros (Apéndice 1, Fig. 2) confirmando su presencia en Jujuy, en ambientes chaqueños (Tabla 1) por debajo de los 1300 m s.n.m.

Philodryas olfersii latirostris: subespecie del grupo *P. olfersii*, el cual presenta amplia distribución continental y se encuentra en diferentes biomas desde el norte de Sudamérica hasta áreas subtropicales de Argentina y Uruguay (Thomas, 1976). Arredondo (2011) analizó la taxonomía de este complejo y concluyó que la coloración y morfología de la subespecie *P. o. latirostris* es lo suficientemente consistente para ser considerada una especie plena. En Argentina esta forma se distribuye en las provincias de Corrientes, Chaco, Santa Fe, Salta, Formosa y Jujuy (Ceí, 1993; Leynaud y Bucher, 1999; Giraudo, 2001). En esta última provincia fue señalada por un



Figura 4. Fotografías de *Erythrolamprus macrosomus*.

único espécimen (FML 00622) citado en Thomas (1976). Adicionamos 24 nuevos registros para el área de estudio (Apéndice 1), donde se distribuye principalmente en las partes bajas de las Yungas en contacto con el Chaco.

Tomodon orestes: descrita originalmente en Bolivia (Harvey y Muñoz, 2004) y citada para Jujuy y Salta en Argentina (Chebez, 2009: p.138; Akmentins y Vaira, 2010; Burgos Gallardo *et al.*, 2014) donde es considerada “Insuficientemente conocida” (Scrocchi y Kretzschmar, 2012e). Recientemente reportada en la localidad de Banderita, al pie de la sierra del Aconquija en la provincia de Tucumán, extendiendo su límite conocido unos 240 km al sur (Scrocchi *et al.*, 2019). En Jujuy, *T. orestes* fue incluida con base en dos especímenes y cuatro observaciones (Chebez, 2009; Burgos Gallardo *et al.*, 2014), adicionamos tres nuevos registros (Apéndice 1). Los datos disponibles indican que la especie habita entre los 1500–3300 m s.n.m. en el piso superior de las Yungas (Tabla 1).

Xenodon dorbignyi: serpiente con escasos registros en la región del noroeste argentino (Scrocchi *et al.*, 2006, 2010). Incluida en la lista de especies de Jujuy en base a un espécimen (MCN 0039) colectado por F. Contino el 1961 en la localidad de Yuto (Correa y Pautassi, 1986). Adicionamos un registro (Apéndice 1) perteneciente a un ejemplar no colectado, el 10 de febrero de 2013, en un arenal al borde del Arroyo Chico (afluente del Río San Juan de Dios, Dpto. Santa Bárbara). Es necesario disponer de mayor información para esclarecer su distribución y hábitat en la provincia.

Se excluyeron del análisis los siguientes taxones, por las razones que se detallan a continuación.

Bothrops alternatus: Chebez *et al.* (2004) la incluyen como parte del elenco de reptiles del PN Calilegua sin mayores detalles. Scrocchi *et al.* (2006) mapea un espécimen (FML 01050) para la provincia, el cual posteriormente fue identificado como *B. jonathani* (Carrasco *et al.*, 2009). Los modelos de distribución potencial de Di Cola y Chiaraviglio (2011) señalan altos valores de idoneidad para *B. alternatus* en el este de la provincia. Estos resultados fueron contrastados por Sarquist *et al.* (2018) quien en una revisión exhaustiva de su distribución en Argentina no la señalan para Jujuy, refiriendo que la especie no se encuentra en los bosques (Sarquist *et al.*, 2018). Preferimos no incluir la especie por

no contar con especímenes de referencia.

Bothrops ammodytoides: citada sin detalles ni especímenes de referencia por Koslowksy (1896). Posteriormente Correa y Pautassi (1986) citan un ejemplar de Yuto (MCN 0053) el cual se encuentra extraviado en dicha colección. El área de donde proviene este registro se localiza cerca al Río San Francisco por debajo de los 400 m s.n.m. y presenta vegetación selvática por lo que consideramos poco probable su presencia en este ambiente. Carrasco *et al.* (2010) la incluyen para Jujuy en base a la observación de J. Moreta en Tres Cruces (Dpto. Humahuaca). Moreta (*com. pers.*) señaló que su observación corresponde a una localidad de la provincia de Salta, con flora típica de la provincia fitogeográfica del “Monte”. Szumik *et al.* (2016) la incluyen entre los reptiles señalados por los pobladores de San Francisco de Alfarcito (Dpto. Cochino), en la Puna Jujeña. Otros autores como Cei (1986, 1993); Giraudo y Scrocchi (2002) y Scrocchi *et al.* (2006) no señalan a Jujuy como área de distribución de la especie. Debido a la ausencia de registros documentados (i.e. especímenes colectados o fotografías) y considerando que *B. ammodytoides* se distribuye en regiones áridas típicas del Monte y la estepa patagónica (Cei, 1993; Carrasco *et al.*, 2010), ambientes no presentes en la provincia, consideramos que se debe excluir de la lista de ofidios de Jujuy.

Micrurus frontalis: mencionada en el catálogo de Anfibios y Reptiles del Museo de Historia Natural de Dinamarca ZMUC-R y disponible en <http://data.gbif.org/occurrences/462386767>. Mogens Andersen (curador) examinó el espécimen y envió fotografías detalladas del mismo, el cual resultó ser *M. pyrrhocryptus*.

Helicops leopardinus: una serpiente de hábitos acuáticos de amplia distribución en Sudamérica y que se extiende a través de la vegetación en galería en la región noreste de Argentina, hasta la provincia de Buenos Aires (Scrocchi *et al.*, 2006; Arzamendia y Giraudo, 2009). Correa y Pautassi (1986) señalan dos especímenes obtenidos por F. Contino, cercana al Río San Francisco en el año 1957 (MCN 0009) y 1959 (MCN 0018). Los ejemplares no se localizaron en el museo de Ciencias Naturales de Salta, y si bien existiría hábitat adecuado en el valle de inundación del Río San Francisco, coincidimos con Scrocchi *et al.* (2006) quienes señalan la necesidad de confirmar mediante ejemplares su presencia en la región.

Erythrolamprus poecilogyrus: citado para Jujuy en Correa y Pautassi (1986) cuyos ejemplares de referencia no pudieron ser localizados. En consideración de los aportes taxonómicos de Dixon (1991) y Dixon y Markezic (1992) que describen *Liophis (Erythrolamprus) ceii* para el noroeste argentino y áreas limítrofes de Bolivia, y del análisis de numerosos ejemplares en el área de estudio correspondientes todos a esta última especie (Apéndice 1), optamos por excluirla hasta que se disponga de evidencia.

El análisis de la riqueza de serpientes registradas en el área de estudio, en relación a las unidades fitogeográficas (Tabla 1, Fig. 5), reveló que las “Yungas” presenta la mayor riqueza específica del área, con 41 taxones y 595 registros. Seguida por la región “Chaqueña” con 24 taxones y 136 registros, mientras que la “Prepuneña” presenta 5 especies con 20 registros en total. En tanto que la provincia fitogeográfica “Puneña” se registró una sola especie con 47 registros y en la unidad fitogeográfica “Altoandina Quichua” una especie con cuatro registros.

La ofidiofauna en Jujuy está distribuida en forma heterogénea entre las unidades fitogeográficas analizadas. Las provincias de las Yungas y el Chaco presentaron los mayores valores de riqueza específica de serpientes, en coincidencia con lo señalado para Sudamérica, donde la diversidad más alta de serpientes se encuentra en áreas de Bosques (Guedes *et al.*, 2018). La riqueza específica (24) en el Chaco de Jujuy, fue coincidente con el patrón señalado para las serpientes del chaco sudamericano por Leynaud y Bucher (1999).

En el área de estudio se observa una disminución en el número de especies, en sentido este-oeste, a medida que aumenta la altitud. Esta reduc-

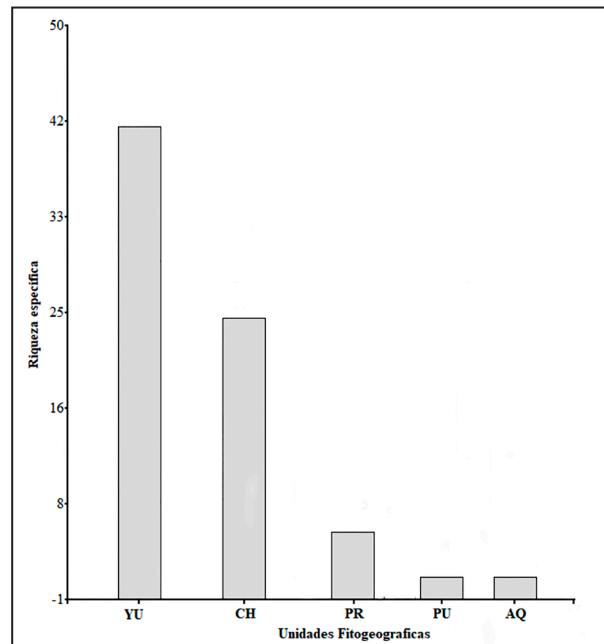


Figura 5. Riqueza específica de serpientes de la provincia de Jujuy, Argentina por unidad fitogeográfica: YU= Yungas; CH= Chaqueña; PR= Prepuneña; PU= Puneña y AQ= Altoandino Quichua.

ción, ya fue señalada para otras áreas de montaña, donde a medida que se asciende en altura existe un notable cambio en la estructura y composición de la vegetación y por ende de su fauna asociada, determinando la presencia o ausencia, ya sea por la disponibilidad de alimentos o por la tolerancia térmica particular de cada especie (Llorente Bousquets y Morrone, 2001; Vitt y Caldwell, 2009; Lomolino *et al.*, 2010).

Las distribuciones geográficas de los 42 taxones en relación con las Unidades Fitogeográficas de la provincia de Jujuy, se muestran en las Figuras 6 a la 19.

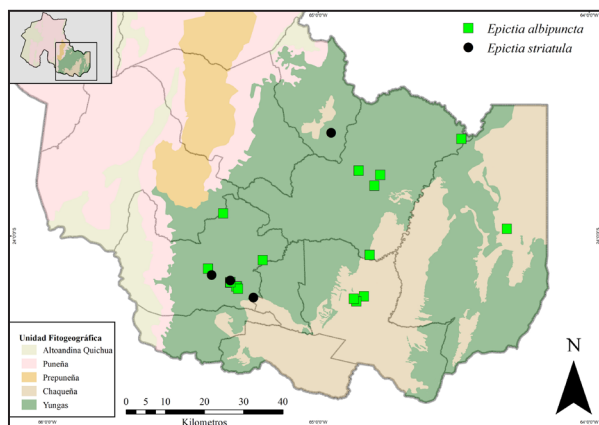


Figura 6. Distribución geográfica de los taxones de la familia LEPTOTYPHLOPIDAE en la provincia de Jujuy, en relación con las Unidades Fitogeográficas.

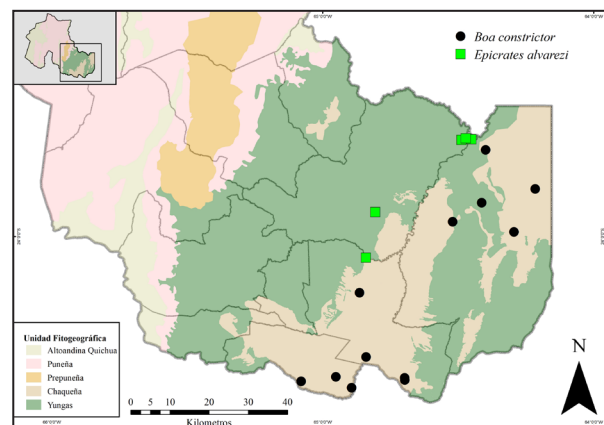


Figura 7. Distribución geográfica de los taxones de la familia BOIDAE en la provincia de Jujuy, en relación con las Unidades Fitogeográficas.

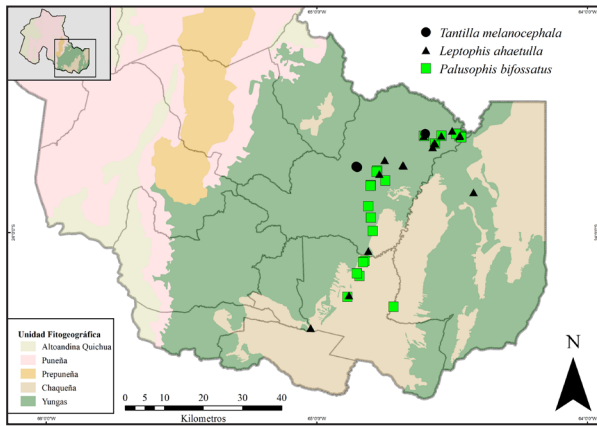


Figura 8. Distribución geográfica de los taxones de la familia COLUBRIDAE en la provincia de Jujuy, en relación con las Unidades Fitogeográficas.

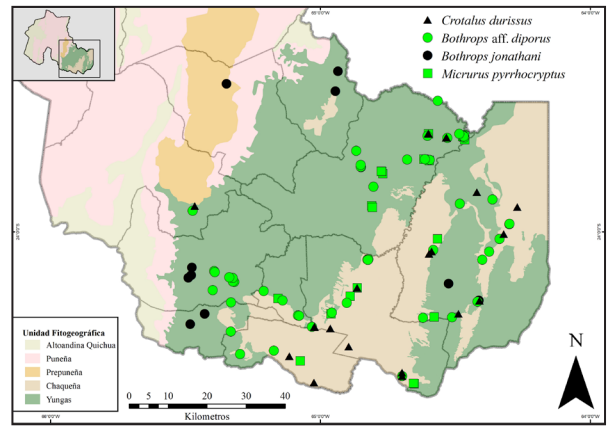


Figura 9. Distribución geográfica de los taxones de la familia ELAPIDAE y VIPERIDAE en la provincia de Jujuy, en relación con las Unidades Fitogeográficas.

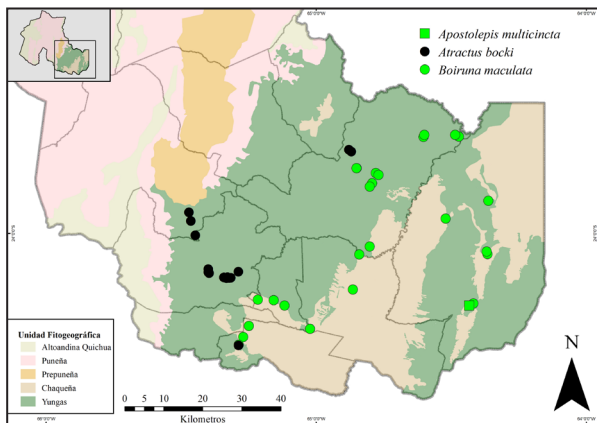


Figura 10. Distribución geográfica de los taxones de la familia DIPSADIDAE (I) en la provincia de Jujuy, en relación con las Unidades Fitogeográficas.

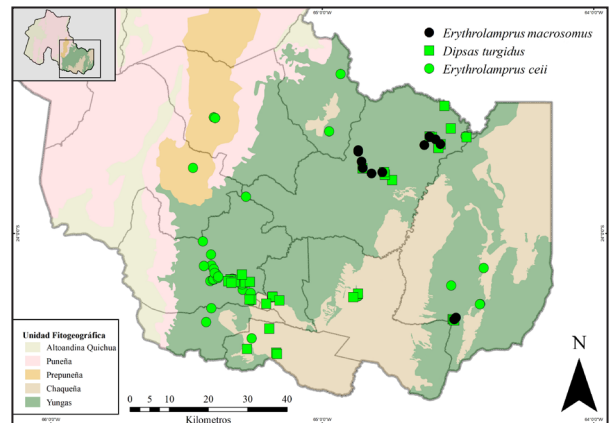


Figura 11. Distribución geográfica de los taxones de la familia DIPSADIDAE (II) en la provincia de Jujuy, en relación con las Unidades Fitogeográficas.

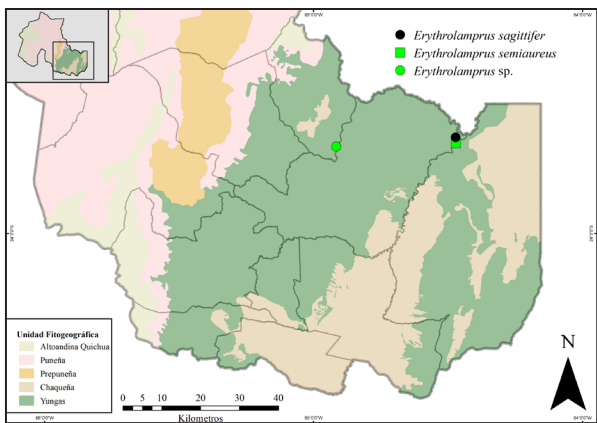


Figura 12. Distribución geográfica de los taxones de la familia DIPSADIDAE (III) en la provincia de Jujuy, en relación con las Unidades Fitogeográficas.

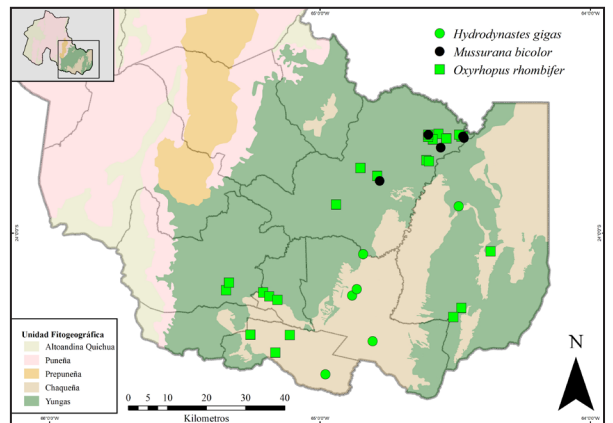


Figura 13. Distribución geográfica de los taxones de la familia DIPSADIDAE (IV) en la provincia de Jujuy, en relación con las Unidades Fitogeográficas.

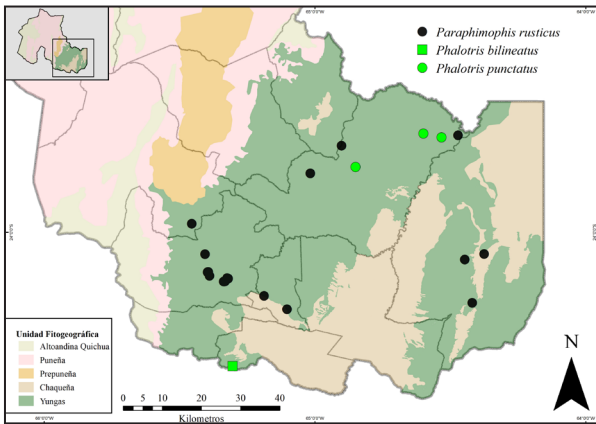


Figura 14. Distribución geográfica de los taxones de la familia DIPSADIDAE (V) en la provincia de Jujuy, en relación con las Unidades Fitogeográficas.

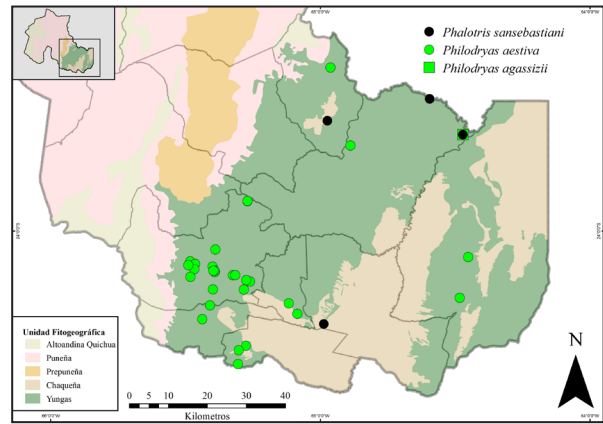


Figura 15. Distribución geográfica de los taxones de la familia DIPSADIDAE (VI) en la provincia de Jujuy, en relación con las Unidades Fitogeográficas.

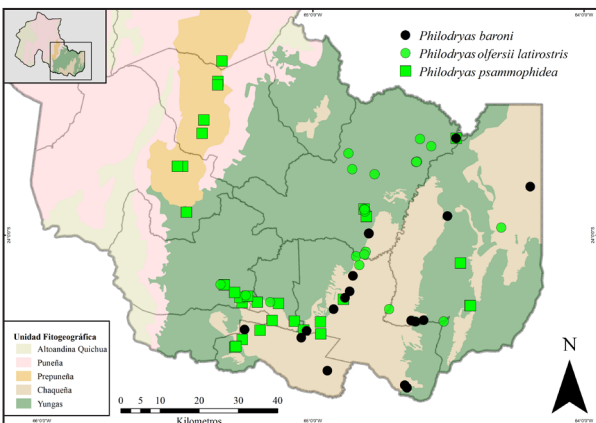


Figura 16. Distribución geográfica de los taxones de la familia DIPSADIDAE (VII) en la provincia de Jujuy, en relación con las Unidades Fitogeográficas.

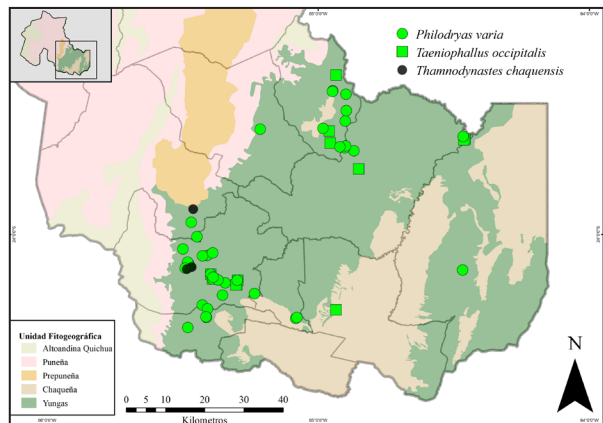


Figura 17. Distribución geográfica de los taxones de la familia DIPSADIDAE (VIII) en la provincia de Jujuy, en relación con las Unidades Fitogeográficas.

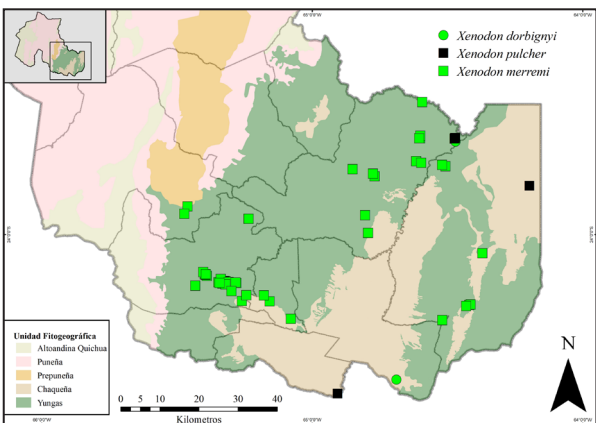


Figura 18. Distribución geográfica de los taxones de la familia DIPSADIDAE (IX) en la provincia de Jujuy, en relación con las Unidades Fitogeográficas.

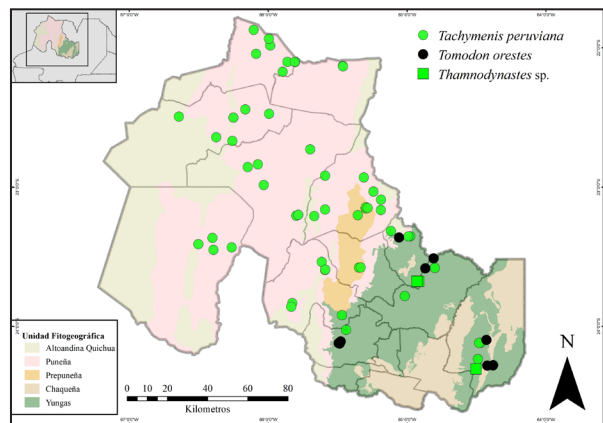


Figura 19. Distribución geográfica de los taxones de la familia DIPSADIDAE (X) en la provincia de Jujuy, en relación con las Unidades Fitogeográficas.

Serpientes de interés sanitario

Los resultados de este trabajo confirmaron la presencia de cuatro serpientes que revisten interés sanitario (Tabla 1, Fig. 20), ampliando el conocimiento de su distribución geográfica.

Bothrops aff. diporus conocida como Yarára chica, en Jujuy fue citada con base en dos ejemplares del año 1897 obtenidos por Erland Nordenskiöld en el paraje “La Quinta” Dpto. Santa Bárbara (Lönnberg, 1902) y dispone de escasos registros señalados en Leynaud y Bucher (1999); Cei (1993); Scrocchi *et al.* (2006) y Carrasco *et al.* (2019). Se adicionan 50 registros (Apéndice 1) a los previamente señalados. La especie se encuentra distribuida en los departamentos: Santa Bárbara, San Pedro, Ledesma, El Carmen, San Antonio, Palpalá, Dr. Manuel Belgrano y Tumbaya (Fig. 21a). El modelo (AUC=0,958) detectó hábitat idóneo en áreas bajas al este de la provincia y también en los departamentos de Tilcara y Valle Grande, donde no dispone de registros formales. A su vez el modelo mostró un bajo rendimiento al no poder predecir la presencia de un espécimen de Volcán (Dpto. Tumbaya). *Bothrops aff. diporus* en Jujuy habita principalmente por debajo de los 2100 m s.n.m. en diversos ambientes, principalmente

xéricos, incluyendo áreas urbanas.

Bothrops jonathani: llamada Yarára de altura o “Cascabel negra” por su comportamiento de golpear la cola contra el suelo y su coloración oscura. Se registraron ejemplares en los departamentos: Santa Bárbara, Valle Grande, San Antonio, Tilcara y Dr. Manuel Belgrano. El modelo (AUC=0,967) detectó hábitat adecuado, además, para áreas de los departamentos de Tumbaya, Humahuaca, Ledesma, El Carmen, Palpalá y San Pedro. El modelo también señala dos áreas reducidas y aisladas, con baja idoneidad de hábitat en los departamentos de Yavi (A) y Santa Catalina (B) al límite con Bolivia, ambas pertenecientes a la cuenca alta del río Pilcomayo (Fig. 21b). Estas dos áreas (A y B) se encuentran próximas a la localidad de Curqui, (Tarija; Bolivia) donde la especie fue colectada entre 3000-3500 m s.n.m. (Carrasco *et al.*, 2010). En Jujuy habita principalmente ambientes ecotonales de bosque montano y pastizales de altura de las Yungas, en laderas de la Cordillera Oriental y en sectores elevados de las Sierras Subandinas. También se registró en bosques xéricos de *Prosopis ferox* y cardonales (*Trichocereus* spp.) de la Quebrada de Humahuaca, siendo probable su presencia en áreas puntuales de Puna.



Figura 20. Serpientes de interés sanitario de la provincia de Jujuy, Argentina. A) Yarára de altura (*Bothrops jonathani*). B) Yarára chica (*B. aff. diporus*) C). Cascabel (*Crotalus durissus*) D). Víbora de Coral (*Micrurus pyrrhocryptus*).

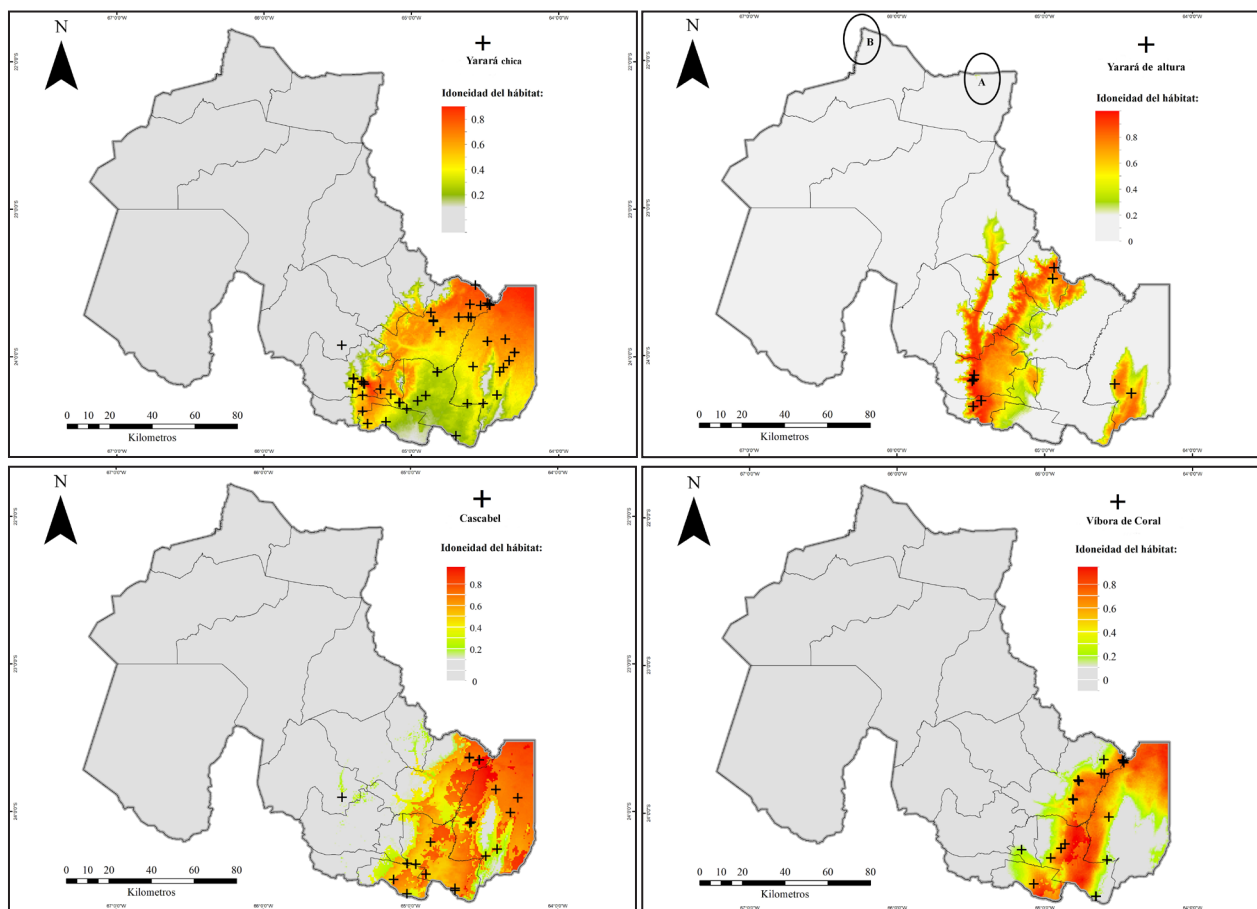


Figura 21. (a) Distribución potencial y registros (+) de la Yarára chica (*Bothrops* aff. *diporus*); (b) de la Yarára de Altura (*B. jonathani*). En círculos zonas señaladas como potenciales para la especie y discutidas en el texto: A) Yavi, B) El Angosto de San Juan de Oro; (c) de la Cascabel (*Crotalus durissus*) y (d) de la Vibora de Coral (*Micrurus pyrrhocryptus*) en la provincia de Jujuy, Argentina.

Crotalus durissus: conocida como Cascabel, es una serpiente robusta y de considerable tamaño que supera los 160 cm de largo (Scrocchi *et al.*, 2006). Se encuentra distribuida en gran parte de Argentina (Ceí, 1993; Scrocchi *et al.*, 2006), siendo escasos los datos provenientes de Jujuy, donde es conocida a partir de un único ejemplar (MACN 5653). Confirmamos su presencia para la provincia, y ampliamos su distribución conocida (Apéndice 1). La especie se registró en los departamentos: Santa Bárbara, San Pedro, Ledesma, El Carmen y Tumbaya (Fig. 21c). El modelo (AUC=0,930) detectó hábitat idóneo en los departamentos de Valle Grande y Dr. Manuel Belgrano. “La Cascabel” habita en la provincia principalmente áreas xéricas de bosque y en pastizales montanos y serranos, entre los 405–2085 m s.n.m.

Micrurus pyrrhocryptus: conocida como Coral, se distribuye por el norte del país hasta las provincias de Chubut y Río Negro (Scrocchi *et al.*, 2006, 2010). En Jujuy dispone de los registros de Correa y Pautassi (1986) y Scrocchi (1990). Se compilaron 25 registros

(Apéndice 1) distribuidos en los departamentos de: Palpalá, Ledesma, San Pedro y Santa Bárbara (Fig. 21d). El modelo (AUC=0,950) detectó hábitat idóneo en todas las áreas donde la especie contaba con registros, además mostró un buen rendimiento al predecir hábitat idóneo en áreas principalmente en la cuenca de los ríos Grande-San Francisco donde es expectable su presencia. La especie habita en diversos ambientes, entre los 345–1055 m s.n.m., incluyendo áreas urbanas.

Los resultados obtenidos mediante MaxEnt, y seleccionados usando los valores AUC (>0,9) presentaron alto rendimiento y fueron concordantes con los puntos de presencia de las especies de interés sanitario. La distribución potencial de las mismas coincide con las áreas de mayor densidad poblacional en Jujuy (DIPPEC, 2010), por lo que realizar trabajos de prevención y concientización es de importancia para evitar accidentes ofídicos.

Serpientes de interés para la conservación

Reportamos información para 10 especies cate-

gorizadas a nivel nacional, de las cuales, *Epictia striatula*, *Boa constrictor*, *Epicrates alvarezi* y *Philodryas agassizi* se encuentran Amenazadas; *Tantila melanocephala* y *Erythrolamprus macrosomus* en situación Vulnerable y *Bothrops jonathani*, *Atractus bocki*, *Phalotris sansebastiani* y *Tomodon orestes* se encuentran Insuficientemente Conocidas.

Para la provincia de Jujuy, además, la información aportada sobre la riqueza específica y los ensambles de especies asociadas a las unidades fitogeográficas y la altitud, contribuye a la identificación de áreas prioritarias para la conservación y la planificación territorial, que contemple la continuidad de los procesos naturales a escala regional, como señala Giraudó (2001).

En coincidencia con los resultados obtenidos por otros autores para otros grupos taxonómicos (Prado, 1995; Morales *et al.*, 1995; Capllonch, 1997; Jayat *et al.*, 2009), que señalan la importancia del piso altitudinal inferior de las Yungas, donde se observa una elevada riqueza específica y la presencia de ensambles y elementos singulares dentro de la biodiversidad de la provincia (*Epicrates alvarezi*, *Micrurus pyrrhocryptus*, *Leptophis ahaetulla*, *Palusophis bifossatus*, *T. melanocephala*, *Erythrolamprus macrosomus*, *E. sagittifer*, *Phalotris punctatus*, *P. sansebastiani*, *P. olfersii latirostris*, *Xenodon pulcher* y *Dipsas turgidas*).

Estas selvas, consideradas dentro del Distrito de las Selvas de Transición (Cabrera, 1994) o el de las Selvas Pedemontanas (Brown, 1995) dentro de la Provincia de las Yungas, según algunos autores desde un punto de vista florístico están estrechamente vinculadas a las Caatingas y a la Provincia Guajira del Noreste de Colombia y Noroeste de Venezuela. Incluso, estudios recientes las señalan como una provincia fitogeográfica en sí misma, considerada como el núcleo del pedemonte subandino, dentro los Bosques Secos Estacionales Neotropicales (BSEN), un nuevo dominio fitogeográfico (Prado y Gibbs, 1993; Pennington *et al.*, 2000; Prado, 2000; Moggi *et al.*, 2015). A su singularidad biogeográfica, se suma su estado de conservación regional crítico, con nula representación en el sistema provincial de áreas protegidas.

Otro sitio prioritario, coincidentemente con lo expresado para anfibios por Vaira (2001) y aves por Stattersfield *et al.* (1998), es la franja altitudinal que abarca los bosques y selvas nubladas de Sudamérica, que son considerados sitios prioritarios para la conservación mundial debido a su diversa

biota, con distribuciones restringidas y a menudo endémicas (Myers *et al.*, 2000). En Jujuy esta franja está caracterizada por la presencia de *Bothrops jonathani*, *Tomodon orestes*, *Atractus bocki*; *Philodryas varia*, *P. aestiva*, *Apostolepis multicincta*. Recomendamos proteger principalmente áreas de pastizales y matorrales asociados al bosque montano, debido a que su representación en el sistema de áreas protegidas nacional y provincial es a través de superficies reducidas y completamente aisladas entre sí, como señaló Brown (1995).

Los escasos registros de *Hydrodynastes gigas*, *Erythrolamprus semiaureus* y *Mussurana bicolor*, en los ambientes acuáticos y humedales del eje fluvial San Francisco-Lavayén, sumado a la probable presencia de otras especies (i.e. *Helicops leopardinus* y *E. poecilogyrus*), señalan la importancia de gestionar la conservación de estos ambientes, que no se encuentran representados en el sistema provincial de áreas protegidas. Además de considerar su conectividad con las áreas de selvas pedemontanas y bosques chaqueños, se requiere trabajar en su descontaminación, porque se encuentran afectados por una intensa actividad agro-industrial, o son directamente desecados para ser incorporados como áreas cultivables.

Finalmente los bosques chaqueños de la provincia de Jujuy, que incluyen los del Chaco Serrano de mayor extensión y los del Chaco occidental con una representación de menos del 3% de la superficie provincial, presentan un numeroso ensamble de serpientes (*Boa constrictor*, *Crotalus durissus*, *Bothrops diporus*, *Micrurus pyrrhocryptus*, *Leptophis ahaetulla*, *Palusophis bifossatus*, *Boiruna maculata*, *Dipsas lavillai*, *D. turgidas*, *Oxyrophus rhombifer*, *Philodryas baroni*, *P. olfersii latirostris*, *P. psammophidea*, *Xenodon pulcher* y *X. dorbignyi*) las cuáles, a excepción de *D. lavillai*, son compartidas con las contiguas selvas de transición (BSEN). Se destaca además la ausencia de registros en estos bosques de especies esperables como *Epicrates alvarezi*, *Erythrolamprus sagittifer*, *Phalotris punctatus*, *P. bilineatus*, *Taeniophallus occipitalis* y *Thamnodynastes chaqueensis* entre otras, consideradas típicas del Chaco y con registros cercanos en áreas limítrofes (Leynaud y Bucher, Cei, 1993; Scrocchi y Giraudó, 2005; Scrocchi *et al.*, 2006, Andrade-Díaz *et al.*, 2019). Esta ausencia de registros puede deberse a la escasa representación de los bosques chaqueños de llanura en Jujuy y al difícil acceso a las propiedades privadas para ser relevadas. Destacamos la urgente necesidad de crear áreas protegidas provinciales que

incluyan una muestra representativa de los bosques chaqueños occidentales en Jujuy.

El mantenimiento de los bosques y selvas de Jujuy y la biodiversidad que contienen solo será posible si la planificación es realizada en el contexto más amplio a escalas de paisaje y regional, permitiendo la continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos cruciales para las metapoblaciones que los habitan (Hanski 1999; Lavilla *et al.*, 2000; y Vaira 2001), como decreta la ley Provincial de Medio Ambiente N° 5.063 en su artículo 12: “asegurar la preservación y conservación de la diversidad biológica y el mantenimiento de los diversos ecosistemas que existen en la Provincia” y la Ley 26.331 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos.

Agradecimientos

Muy especialmente a Gustavo Scrocchi por su colaboración sustancial en la identificación de ejemplares y aportes al presente trabajo. A Sonia Z. Kretzschmar de la Colección Herpetológica de la Fundación Miguel Lillo por la determinación taxonómica y comentarios referidos a la familia Leptotyphlopidae y la atención brindada durante las consultas. A Javier Torres de la Colección Herpetológica LGE por la colaboración y la atención durante numerosas consultas. A Julián Faivovich y Santiago Nenda de la Colección Herpetológica del MACN por su disponibilidad en las consultas. A Emma Alfaro, María Inés Zamar, Mario Linares y Cecilia Hamity del Instituto de Biología de Altura de la UNJu. A Yanina Arzamendia por los ejemplares aportados y las sugerencias y colaboración en diferentes etapas del manuscrito. A los compañeros del Parque Nacional Calilegua, especialmente Guillermo Nicolossi, Cristian Sanconte, Mario López, Ariel López, Lucia Brunneto y Nelson Valiente. También agradecemos a Francisco Cornell, Darío Zambrano, Luis Biancucci, Jorge Juárez, Andres Brunnetti, Martin Pereyra y Familia Strelkov-Cuñado por toda la información brindada y los ejemplares aportados. A los amigos, Américo Apostolepis Vilte, Luis Bothrops Calizaya y Baltasar Micrurus Ramos por las fotografías y su amistad. A María Elina Domínguez y Silvana Sánchez, quienes, durante su gestión en la Secretaria de Medio Ambiente de Jujuy, apoyaron este trabajo. Este trabajo se deriva de la tesina de grado de FBG en la Licenciatura en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Jujuy.

Literatura citada

Akmentins, M.S. & Vaira, M. 2010. Reptilia, Squamata, Dipsadidae, *Tomodon orestes* Harvey and Muñoz, 2004:

- Distribution extension, new country record. *Check List* 6: 248-249.
- Álvarez B.B.; Lions M.L., Aguirre R.; Céspedes J.A.; Hernando A.B. & Tedesco, M.E. 1995. Herpetofauna del área de influencia del embalse de la represa Yacretá (Argentina-Paraguay). *Facena* 11: 57-73.
- Andelman, M. & García Fernández, J. 2000. Una agenda para conservar el patrimonio natural de la Argentina. Fundación C&M -FUCEMA - Grupo Nacional de Biodiversidad de la UICN. Buenos Aires, Argentina.
- Andrade-Díaz, M.S., Giraud, A.R., Loiselle, B.A., & Díaz-Gómez, J. M. 2019. Expansion of the agricultural frontier in the largest South American Dry Forest: Identifying priority conservation areas for snakes before everything is lost. *Plos One* 1-23.
- Arzamendia, V. 2016. New southern record of *Erythrolamprus reginae* (Linnaeus, 1758) (Serpentes: Dipsadidae), a vulnerable species in Argentina. *Check List* 12: 1-4.
- Arzamendia, V. & Giraud, A.R. 2002. Lista y distribución de los ofidios (Reptilia: Serpentes) de la Provincia de Santa Fe, Argentina. *Cuadernos de Herpetología* 16: 15-32.
- Arzamendia, V. & Giraud, A.R. 2004. Usando patrones de biodiversidad para la evaluación y diseño de áreas protegidas: las serpientes de la Provincia de Santa Fe (Argentina) como ejemplo. *Revista Chilena de Historia Natural* 77: 335-348.
- Arzamendia, V. & Giraud, A.R. 2009. Influence of large South American rivers of the Plata Basin on distributional patterns of tropical snakes: a panbiogeographical analysis *Journal of Biogeography* 36: 1739-1749.
- Arzamendia, V.; Giraud, A.R. & Bellini, G.P. 2012. *Erythrolamprus reginae* (Linnaeus, 1758). Culebra acuática de panza anaranjada. En: Categorización del Estado de Conservación de la Herpetofauna de la República Argentina. Ficha de los Taxones. Serpientes. *Cuadernos de Herpetología* 26: 352.
- Arredondo, J.C. 2011. Revisão taxonômica do complexo *Philodryas olfersii* (Lichtenstein 1823) (Serpentes: Dipsadidae). Disertación de Maestría en Zoología: Instituto de Biociências, Universidad de São Paulo. (disponible en <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41133/tde-13072012-122455/es.php>).
- Ascenso, A.C.; Costa, J.C.L. & Prudente, A.L.C. 2019. Taxonomic revision of the *Erythrolamprus reginae* species group, with description of a new species from Guiana Shield (Serpentes: Xenodontinae). *Zootaxa* 4586: 65-97.
- Bailey, J.R.; Thomas, R.A. & Silva, N.J. 2005. A revision of the South American snake genus *Thamnodynastes* Wagler, 1830 (Serpentes, Colubridae, Tachymenini). I. Two new species of *Thamnodynastes* from Central Brazil and adjacent areas, with a redefinition of and neotype designation for *Thamnodynastes*. *Phyllomedusa* 4: 83-101.
- Bailey, J.R. & Thomas R.A. 2007. A revision of the South American snake genus *Thamnodynastes* Wagler, 1830 (Serpentes, Colubridae, Tachymenini). II. Three new species from northern South America, with further descriptions of *Thamnodynastes gambotensis* Pérez-Santos y Moreno. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales* 166: 7-27.
- Beck, H.E.; Zimmermann N.E.; McVicar, T.R.; Vergopolan, N.; Berg, A. & Wood E.F. 2018. Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution. *Scientific Data* 5:180214.

- Burgos Gallardo, F., Stazonelli, J.C. & Baldo, J. 2014. Ampliación del rango de distribución de *Tomodon orestes* Harvey y Muñoz, 2004 (Serpentes: Dipsadidae) para el territorio argentino. *Cuadernos de Herpetología* 28:161-163.
- Burgos Gallardo, F.; Baldo, J.L.; Vilte, A. & Scrocchi Manfrini, G.J. 2017. *Apostolepis multicincta* Harvey 1999 (Squamata, Dipsadidae) in argentina. *Check List* 13: 913-916.
- Buitrago, L. 1999. El clima de la provincia de Jujuy. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy, Jujuy.
- Braun Wilke, R.H.; Santos, E.E.; Picchetti, L.P.E.; Larran, M.T.; Guzmán, G.F. & Colarich, C.R. 2001. Carta de aptitud ambiental de la Provincia de Jujuy. San Salvador de Jujuy, Argentina: Departamento de Suelos y Ecología, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy. Jujuy.
- Brown A. D. 1995. Las selvas de montaña del noroeste de Argentina: problemas ambientales e importancia de su conservación. pp. 9–18 en Investigación, Conservación y Desarrollo en Selvas subtropicales de Montañas. Brown D. A. & H. R. Grau (eds.). *Laboratorio de Investigaciones Ecológicas de las Yungas*, Tucumán.
- Cabrera A.L. 1977. Flora de la Provincia de Jujuy. Parte II – Pteridophyta Colección Científica del INTA. Buenos Aires.
- Cabrera A.L. 1978. Flora de la Provincia de Jujuy. Parte X – Compositae Colección Científica del INTA. Buenos Aires.
- Cabrera, A.L. 1983. Flora de la Provincia de Jujuy. Parte VIII – Clethraceas a Solanaceas Colección Científica del INTA. Buenos Aires.
- Cabrera, A.L. 1993. Flora de la Provincia de Jujuy. Parte IX – Verbenáceas a Caliceráceas Colección Científica del INTA. Buenos Aires.
- Cabrera, A.L. 1994. Regiones Fitogeográficas Argentinas 85 pp. En Kugler WF (ed.) *Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería*. Tomo 2. 2a edición. Fascículo 1. ACME. Buenos Aires.
- Cabrera, M.R. 2004. Las Serpientes de Argentina Central. Publicaciones de la Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba.
- Camperi, A.R.; Darrieu, C.A.; Grilli P. & Burgos Gallardo, F. 2012. Avifauna de la Provincia de Jujuy, Argentina: Lista de especies (no paseriformes). *Acta Zoologica Lillioana* 56: 82-140.
- Camperi, A.R.; Darrieu, C.A.; Grilli P. & Burgos Gallardo, F. 2013. Avifauna de la Provincia de Jujuy, Argentina: Lista de especies (paseriformes). *Acta Zoologica Lillioana* 57: 72-129.
- Capllonch, P. 1997. La avifauna de los Bosques de Transición del Noroeste Argentino. Tesis doctoral. UNT.
- Carrasco, P.A.; Harvey, M.B. & Muñoz Saravia, A. 2009. The rare Andean pitviper *Rhinocerophis jonathani* (Serpentes: Viperidae: Crotalinae): redescription with comments on its systematics and biogeography. *Zootaxa* 2283: 1-15.
- Carrasco, P.A.; Leynaud, G.C. & Scrocchi, G.J. 2010. Redescription of the southernmost snake species *Bothrops ammodytoides* (Serpentes: Viperidae: Crotalinae). *Amphibia Reptilia* 31: 323-338.
- Carrasco, P.A., Grazziotin, F.G., Santa Cruz Farfán, R., Koch, C., Ochoa, J.A., Scrocchi, G. J., Leynaud, G. C. & Chaparro, J. 2019. A new species of *Bothrops* (Serpentes: Viperidae: Crotalinae) from Pampas del Heath, southeastern Peru, with comments on the systematics of the *Bothrops neuwiedi* species group. *Zootaxa*, 4565: 301–344.
- Cei, J.M. 1986. Reptiles del Centro, centro- oeste y Sur de Argentina. Herpetofauna de las zonas áridas y semiáridas, Museo Regionale Scienze Naturali Torino, Vol. 4.
- Cei, J.M. 1993. Reptiles del noroeste, nordeste y este de la Argentina. Herpetofauna de las selvas subtropicales, puna y pampas. *Museo Regionale Scienze Naturali*, Torino.
- Correa, A. & Pautassi, C.V. 1986. Catálogo sistemático de la colección de ofidios. Universidad Nacional de Salta, Museo de la Facultad de Ciencias. Naturales. Salta.
- Chebez, J.C., Rey, N.R. & Williams, J.D. 2004. Reptiles de los Parques Nacionales de Argentina. *L.O.L.A.* Buenos Aires.
- Chebez, J.C. 2009. Otros que se van. Fauna argentina amenazada. Editorial Albatros. Buenos Aires.
- Chiaraviglio, M.; Cardozo, G.; Rivera, P.; Di Cola, V.; Giraudo, A.R.; Arzamendia, V. 2012a. *Boa constrictor occidentalis* Philippi, 1873. Lampalagua/Ampalagua/Boa de las vizcacheras. En: Categorización del Estado de Conservación de la Herpetofauna de la República Argentina. Ficha de los Taxones. Serpientes. *Cuadernos de Herpetología* 26: 331.
- Chiaraviglio, M.; Cardozo, G.; Rivera, P.; Di Cola, V.; Giraudo, A.R.; Arzamendia, V. 2012b. *Epicrates alvarezii* Ábalos, Báez & Nader, 1964. Boa arco iris chaqueña. En: Categorización del Estado de Conservación de la Herpetofauna de la República Argentina. Ficha de los Taxones. Serpientes. *Cuadernos de Herpetología* 26: 331.
- Cruz F.; Abdala C.S. & Scrocchi G.J. 2012. Los reptiles de la Rioja. 2012. Serie Ciencias Naturales, Editorial De Gorla, CRILAR.
- Di Cola, V.; Cardozo, G.; Lamfri, M.; Scavuzzo, C.M. & Chiaraviglio, M. 2008. Modelling the distribution of the vulnerable snake's species' *Epicrates cenchria alvarezii* and *Boa constrictor occidentalis* (Boidae) in the Gran Chaco. *Amphibia-Reptilia* 29: 299-310.
- Di Cola, V. & Chiaraviglio, M. 2011. Establishing species' environmental requirements to understand how the southernmost species of South American pitvipers (*Bothrops*, Viperidae) are distributed: a niche-based modelling approach. *Austral Ecology* 36: 90-98.
- Di Fonzo de Ábalos, A. & Bucher, E.H. 1981. La fauna de serpientes de la Provincia de Córdoba, Argentina. I: Lista y distribución, *Ecosur* 8: 89-98.
- Di Fonzo de Ábalos A. & Bucher, E. H. 1983. La fauna de serpientes de la Provincia de Córdoba, Argentina. II: Comunidades asociadas a formaciones vegetales, *Ecosur* 10: 19-35.
- Di Pietro, D.O.; Christie, M. & Williams, J. 2013. Nuevos registros de *Philodryas agassizii* (Serpentes: Dipsadidae: Xenodontinae) en la Argentina. *Cuadernos de Herpetología* 27: 59-62.
- Díaz, M.M. & Barquez, R.M. 2007. The wild mammals of Jujuy province, Argentina: systematics and distribution. Pp. 417-578, En: The quintessential naturalist: honoring the life and legacy of Oliver Pearson (Kelt, D.A.; Lessa, E.P.; Salazar-Bravo, J.A. & Patton, J.L. (eds.). University of California Publications in Zoology 134: 1-981.
- Dixon, J.R. 1983. Systematics of *Liophis reginae* and *L. williamsi* (Serpentes, Colubridae), with a description of a new species. *Annals of Carnegie Museum* 52: 113-138.
- Dixon, J.R. 1991. Geographic variation and taxonomy of *Liophis almadensis* (Wagler) (Serpentes: Colubridae), and description of a new species of *Liophis* from Argentina and Bolivia. *Texas Journal of Science* 43: 225-236.
- Dixon, J.R. & Markezich, A.L. 1992. Taxonomy and geographic variation of *Liophis poecilogyrus* (Wied) from south America (Serpentes: Colubridae). *Texas Journal of Science* 44: 131-166.
- DIPPEC. 2010. Censo Poblacional. Dirección provincial de planeamiento, estadística y censos de la Provincia de Jujuy.

- <http://www.dippec.jujuy.gov.ar/index.html>.
- Elith, J., S. Phillips, T. Hastie, M. Dudik, Y. E. Chee and C. J. Yates. 2011. A statistical explanation of MaxEnt for ecologists. *Diversity and Distributions* 17:43-57.
- Etchepare, E. 2005. Nuevo registro de *Tantilla melanocephala* para la provincia de Entre Ríos, Argentina. *Facena* 21: 137-138.
- Etchepare, E. 2012. *Tantilla melanocephala* (Linnaeus, 1758). Culebra de cabeza negra. En: Categorización del Estado de Conservación de la Herpetofauna de la República Argentina. Ficha de los Taxones. Serpientes. *Cuadernos de Herpetología* 26: 344.
- Etchepare, E.; Giraud, A.R. & Arzamendia, V. 2012. *Philodryas agassizii* Jan, 1863. Culebra verde listada. En: Categorización del Estado de Conservación de la Herpetofauna de la República Argentina. Ficha de los Taxones. Serpientes. *Cuadernos de Herpetología* 26: 360.
- Fielding, H.A. & Bell, F.J. 1997. A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models. *Environmental Conservation* 24: 38-49.
- Gallardo, G.A.; Nenda, S.J. & Scrocchi, G.J. 2019. *Tachymenis peruviana* Wiegmann, 1834 (Serpentes, Dipsadidae) in Argentina: geographic distribution and a new province record. *Check List* 15: 7-12.
- Giraud, A.R. 2001. Diversidad de Serpientes de la Selva Paranaense y del Chaco Húmedo. Taxonomía, Biogeografía y Conservación. L.O.L.A.. Buenos Aires.
- Giraud, A. 2014. Diversidad e historia natural de serpientes de interés sanitario del nordeste argentino. 9-68. En: Salomón O.D. & Peichoto M.E. (ed.). La problemática del ofidismo en la región nordeste de Argentina. Una mirada científica integradora. Instituto Nacional de Medicina Tropical. Iguazú.
- Giraud, A.R. & Scrocchi, G.J. 2002. Argentinean snakes: an annotated checklist. Smithsonian Herpetological Information Service 132. Smithsonian Institution, Washington, D. C.
- Giraud, A.R.; Arzamendia, V. & Cacciali, P. 2006. Geographic variation and taxonomic status of the southernmost populations of *Liophis miliaris* (Linnaeus, 1758) (Serpentes: Colubridae). *Herpetological Journal* 16: 213-220.
- Giraud, A.R.; Arzamendia, V.; Bellini, G.P.; Bessa, P.C.; Calamante, C.C.; Cardozo, G.; Chiaraviglio, M.; Costanzo, M.B.; Etchepare, E.G.; Di Cola, V.; Di Pietro, D.O.; Kretzschmar, S.; Palomas, S.; Nenda, S.J.; Rivera P.C.; Rodríguez, M.A.; Scrocchi, G.J. & Williams, J.D. 2012. Categorización del estado de conservación de las Serpientes de la República Argentina. *Cuadernos de Herpetología* 26: 303-326.
- Giraud, A.R., Arzamendia, V., Bellini, G.P., Bessa, C. A. & Costanzo, M.B. 2014. Ecología de una gran serpiente sudamericana, *Hydrodynastes gigas* (Serpentes: Dipsadidae). *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: 1206-1216.
- Guedes, T.B.; Sawaya, R.J.; Zizka, A.; Laffan, S.; Faurby, S.; Pyron, R.A.; Bérnils, R.S.; Jansen, M.; Passos, P.; Prudente, A.L.C.; Cisneros-Heredia, D.F.; Braz, H.B.; de C. Nogueira, C. & Antonelli, A. 2018. Patterns, biases and prospects in the distribution and diversity of Neotropical snakes. *Global Ecology and Biogeography* 27: 14-21.
- Hanski, I. 1999. Metapopulation Ecology. Oxford University Press, New York.
- Harvey, M.B. 1994. A new montane pitviper (Viperidae: *Bothrops*) from Cochabamba, Bolivia. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 107: 60-66.
- Harvey, M.B. 1999. Revision of Bolivian *Apostolepis* (Squamata: Colubridae). *Copeia* 1999: 388-409.
- Harvey, M.B. & Muñoz S.A. 2004. A new species of *Tomodon* (Serpentes: Colubridae) from high elevations in the Bolivian Andes. *Herpetologica* 60: 364-372.
- Instituto Geográfico Militar. 1998. Atlas geográfico de la República Argentina. Instituto Geográfico Militar, Buenos Aires.
- Jansen, M. & Köhler, G. 2008. A new species of *Phalotris* from the eastern lowland of Bolivia (Reptilia, Squamata, Colubridae). *Senckenbengiana Biologica* 88: 103-110.
- Jayat, P; Ortiz, P.E & Miotti M.D. 2009. Mamíferos de la Selva Pedemontana del noroeste argentino. Pp. 273-316, En: Brown, A.D; Blendinger P.G.; Lomáscolo, T. y García, P. (Eds.), Selva Pedemontana de las Yungas, Historia Natural, Ecología y Manejo de un Ecosistema en Peligro. Ediciones del Subtrópico, Tucumán, Argentina.
- Kretzschmar, S. & Scrocchi, G.J. 2012. *Epictia striatula* (Smith & Lafe, 1945). Víbora ciega. En: Categorización del Estado de Conservación de la Herpetofauna de la República Argentina. Ficha de los Taxones. Serpientes. *Cuadernos de Herpetología* 26: 329.
- Koslowsky, J. 1898. Enumeración sistemática y distribución geográfica de los reptiles argentinos. *Revista del Museo de La Plata* 8: 161-200.
- Laurent, R.F. 1980. Herpetofauna of the forest remnants of northwestern Argentina. *National Geographic Society. Research*. 1977 Reports: 417-427.
- Lavilla, E.O.; Vaira, M.; Ponssa, M.L. & Ferrari, L. 2000. Batracofauna de las Yungas Andinas de Argentina: una síntesis. *Cuadernos de Herpetología* 14: 5-26.
- Leynaud, G. & Bucher, E. 1999. La fauna de serpientes del Chaco Sudamericano: Diversidad, distribución y estado de conservación. *Academia Nacional de Ciencias Miscelánea* 98. Córdoba.
- Lobo, J. M., A. Jiménez-Valverde and R. Real. 2008. AUC: a misleading measure of the performance of predictive distribution models. *Global Ecology and Biogeography* 17: 145-151.
- Lomolino, M.V. 2004. Conservation biogeography In: Lomolino, M.V. & Heaney, L.R.(ed). *Frontiers of Biogeography: new directions in the geography of nature.* Sinauer Associates. Massachusetts.
- Lomolino, M.V.; Riddle, B.R.; Whittaker, R.J. & Brown, J.H. 2010. *Biogeography*, 4th ed. Sinauer Associates, Sunderland, MA.
- Lönnberg, E. 1902. On a collection of snakes from north-western Argentina and Bolivia containing new species. *The Annals and Magazine of Natural History* 7: 457-462.
- Llorente Bousquets, J. & Morrone, J.J. 2001. Introducción a la biogeografía en Latinoamérica: Teorías, conceptos, métodos y aplicaciones. Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Meyer, C.; Kreft, H., Guralnick, R., & Jetz, W. 2015. Global priorities for an effective information basis of biodiversity distributions. *Nature Communications* 6: 8221.
- Myers, N.; Mittermeier, R. A.; Mittermeier, C.G.; da Fonseca, G.A.B. & Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- Mogni, V.Y.; Oakley, L.J.; Maturó, H.M.; Galetti, L.A. & Prado, D.E. 2015. Biogeografía y Florística de los Bosques Secos Estacionales Neotropicales (BSEN).
- Morales, J. M.; Sirombra, M. & Brown, A.D. 1995. Riqueza de árboles en las Yungas argentinas. En: Brown, D. A. y Grau, H. R. (ed). Investigación, conservación y desarrollo en selvas

- subtropicales de montaña. Proyecto de Desarrollo Forestal -L.I.E.Y. Tucumán, Argentina.
- Mullin, S.J. & Seigel, R.A. (Eds.). 2009. Snakes: ecology and conservation. Cornell University Press, Ithaca.
- Nori, J.; Díaz Gómez, J.M. & Leynaud, G.C. 2011. Biogeographic regions of Central Argentina based on snake distribution: evaluating two different methodological approaches, *Journal of Natural History* 45: 1005-1020.
- Nori, J.; Carrasco, P.A. & Leynaud, G.C. 2014. Venomous snakes and climate change: ophidism as a dynamic problem. *Climatic Change* 122: 67-80.
- Passos, P. & Fernandes, R. 2008. Revision of the *Epicrates cenchria* complex (Serpentes: Boidae). *Herpetological Monographs* 22: 1-30.
- Passos, P.; Aguayo, R. & Scrocchi, G.J. 2009. Rediscovery of the rare *Atractus bocki*, with assessment of the taxonomic status of *Atractus canedii* (Serpentes: Colubridae: Dipsadinae). *Journal of Herpetology* 43: 710-715.
- Pennington, R.; Prado D.E & Pendry, C. 2000. Neotropical seasonally dry forests and Quaternary vegetation changes. *Journal of Biogeography* 27: 261-273.
- Peters, J.A. & Orejas-Miranda, B. 1970. Catalogue of the Neotropical Squamata: Part I. Snakes. *Bulletin - United States National Museum* 297: 1-347.
- Phillips, S.; Anderson R.; Dudík M.; Schapire E.R. & Blair, M. 2017. Opening the black box: an open-source release of MaxEnt. *Ecography* 40: 887-893.
- Prado, D.E. & Gibbs, P.E. 1993. Patterns of species distributions in the dry seasonal forests of South America. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 80: 902-927.
- Prado, D. 1995. Selva pedemontana: contexto regional y lista florística de un ecosistema en peligro. Pp. 19-52. *En: Brown, A. & H. Grau (ed). Investigación, Conservación y Desarrollo en Selvas Subtropicales de Montaña. L.I.E.Y. (UNT)/ Proyecto de Desarrollo Agroforestal, Tucumán, Argentina.*
- Prado, D. 2000. Seasonally dry forests of tropical South America: from forgotten ecosystem to a new phytogeographic unit. *Edinburgh Journal of Botany* 57: 437-461.
- Ramos, B.; Burgos Gallardo, F. & Baldo, J.L. 2013. *Tantilla melanocephala* (Linnaeus, 1758) (Serpentes: Colubridae). Primeros registros para la Provincia de Jujuy y confirmación de su presencia en el noroeste argentino. *Cuadernos de Herpetología* 26: 96-98.
- Rivera, P.C.; Di Cola, V.; Martínez, J.J.; Gardenal, C.N. & Chiaraviglio, M. 2011. Species delimitation on the continental forms of the genus *Epicrates* (Serpentes, Boidae) integrating phylogenetics and environmental niche models. *Plos One*. 6: e22199.
- Salfity, J.A. 1997. Mapa de vegetación (escala 1:500.000). *En: Estudio de Impacto Ambiental de Gasoducto Atacama, Vector Argentina S. A., ENARGAS, Argentina.*
- Sarquis, J.A, Cristaldi, M.A. Arzamendia, V. Bellini G., Giraudo, A.R. 2018. Species distribution models and empirical test: Comparing predictions with well-understood geographical distribution of *Bothrops alternatus* in Argentina. *Ecology and Evolution*. 8: 10497-10509.
- Scrocchi, G.J. 1990. El género *Micrurus* (Serpentes: Elapidae) en la República Argentina. *Bollettino Museo regionale di Scienze Naturale di Torino* 8: 343-368.
- Scrocchi, G.J. & Cei, J.M. 1991. A new species of the genus *Atractus* from the northwestern Argentina (Serpentes, Colubridae). *Bollettino del Museo Regionale di Scienze Naturali di Torino* 9: 205-208.
- Scrocchi, G.J. & Giraudo, A.R. 2005. Reptiles de la Reserva El Bagual: 155-198. *En: Di Giacomo, A.G. & Krapovickas, S.F. (eds.). Historia Natural y paisaje de la Reserva El Bagual, Provincia de Formosa, Argentina. Inventario de la Fauna de vertebrados y de la flora vascular de un área protegida del Chaco Húmedo. Temas de la Naturaleza y Conservación* 4. Buenos Aires.
- Scrocchi, G.J.; Moreta, J.C. & Kretzschmar, S. 2006. Serpientes del noroeste Argentino, Fundación Miguel Lillo. Tucumán.
- Scrocchi, G.J.; Abdala, C.S.; Nori, J. & Zaher, H. 2010. Reptiles de la Provincia de Río Negro, Argentina. Fondo Editorial Rionegrino. Río Negro.
- Scrocchi, G.J. & Giraudo, A.R. 2012a. *Bothrops jonathani* Harvey, 1994. Yará. *En: Categorización del Estado de Conservación de la Herpetofauna de la República Argentina. Ficha de los Taxones. Serpientes. Cuadernos de Herpetología* 26: 336.
- Scrocchi, G.J. & Kretzschmar, S. 2012b. *Atractus bocki* Werner, 1909. *En: Categorización del Estado de Conservación de la Herpetofauna de la República Argentina. Ficha de los Taxones. Serpientes. Cuadernos de Herpetología* 26: 346.
- Scrocchi, G.J. & Giraudo A.R. 2012b. First records of *Phalotris sansebastiani* Jansen and Köhler, 2008 (Serpentes: Dipsadidae) from Argentina. *Check List* 8: 900-902.
- Scrocchi, G.J. & Giraudo A.R. 2012d. *Phalotris sansebastiani* Jansen & Köhler, 2008. Categorización del Estado de Conservación de la Herpetofauna de la República Argentina. Ficha de los Taxones. Serpientes. *Cuadernos de Herpetología* 26:
- Scrocchi, G.J. & Kretzschmar, S. 2012e. *Tomodon orestes* Harvey & Muñoz, 2004. *En: Categorización del Estado de Conservación de la Herpetofauna de la República Argentina. Ficha de los Taxones. Serpientes. Cuadernos de Herpetología* 26: 367.
- Scrocchi, G.; Stazonelli J. & Cabrera, P. 2019. Nuevas citas de Squamata (Gekkonidae, Phyllodactylidae y Dipsadidae) para la provincia de Tucumán, Argentina. *Cuadernos de Herpetología*, Argentina. Disponible en: <<http://ppct.caicyt.gov.ar/index.php/cuadherpetol/article/view/15460>>. Último acceso: 29 oct. 2019.
- Serié, P. 1936. Nueva enumeración sistemática de los ofidios argentinos. Instituto y Museo Universidad Nacional de La Plata. Obra cincuentenaria: 33-68.
- Stattersfield, A.J.; Crosby, M.J.; Long, A.J. & Wege, D. C. 1998. Endemic Bird Areas of the World: Priorities for Biodiversity Conservation. BirdLife International, Cambridge, UK.
- Szumik C.; Molina A.; Rajmil J.; Aagesen L., Correa C.; Pereyra V.V. & Scrocchi G.J. 2016. El maravilloso mundo de los animales y plantas de la Puna. Alfarcito, Laguna de Guayatayoc, Jujuy, Argentina. *Serie Conservación de la Naturaleza* 22: 1-174. Tucumán.
- Toro V.V.; Nigro, N. & Romero, L. 2010. Una nueva localidad para la ñacaniná de estero (*Hydrodynastes gigas* (Duméril & Bibron, 1854) (Serpentes: Colubridae) en la Provincia de Salta, Argentina. *Nótulas Faunísticas* 49.
- Thomas, R.A. 1976. A revision of the South American snake genus *Philodryas* Wagler, 1830. Ph.D. Thesis Texas A&M University.
- Uetz, P. & Hošek, J. 2019. The Reptile Database. Disponible en: <<http://www.reptile-database.org>>. Último acceso: 28 de Agosto 2019.
- Vaira, M. 2001. Distribución espacial de una comunidad de anuros de las Yungas Andinas de Argentina. *Cuadernos de*

Herpetología 15: 45-57.

Vanzolini, P.E. 1986. Addenda and corrigenda to the catalogue of Neotropical Squamata. *Smithsonian Herpetological Information Service* 70: 1-25.

Vitt, L.J. & Caldwell, J.P. 2009. *Herpetology: An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles*. Third Edition. Burlington, Massachusetts.

Waller, T.; Patricio, A.; Micucci, P.; Barros, M.; Draque, J. & Estavillo, C. 2010. Conservación de la Boa ampalagua (*Boa constrictor occidentalis*) en Argentina. a 20 años de su inclusión en el Apéndice I. Proyecto CITES No. S298.

Walker, W.F. 1945. A Study of the Snake, *Tachymenis peruviana* Wiegmann and its Allies. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology* 96: 1-56.

Wallach V.; Williams K.M. & Boundy, J. 2014. Snakes of the World. A Catalogue of the Living and Extinct Species. Taylor & Francis Group. USA.

Zaffaroni, E. R. 2012. La Pachamama y el Humano. Editorial Colihue, Buenos Aires, Argentina.

Zaher, H.; Murphy, R.W.; Arredondo, J.C.; Graboski, R.; Machado-Filho, P.R.; Mahlow, K.; Montingelli, G.G.; Botallos Quadros A.; Orlov, N.L.; Wilkinson, M.; Zhang, Y.-P. & Grazziotin, F.G. 2019. Large-scale molecular phylogeny, morphology, divergence-time estimation, and the fossil record of advanced caenophidian snakes (Squamata: Serpentes). *Plos One* 14.

Apéndice 1. Listado de ejemplares de serpientes de la provincia de Jujuy, Argentina, analizados en este estudio. **FML:** Fundación Miguel Lillo, Tucumán; **LGE:** Colección del Laboratorio de Genética Evolutiva, Instituto de Biología Subtropical (UNaM-CONICET), Posadas, Misiones; **MACN:** Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia; incluye Colección Félix de Azara (CFA) y la colección del Dr. Avelino Barrios (exCENAI), Buenos Aires, **INALI:** Instituto Nacional de Limnología, Santa Fe; **INBIAL:** Instituto de Biología de Altura, Universidad Nacional de Jujuy, Jujuy; **IBIGEO:** Instituto de Bio y Geociencias del Noroeste Argentino (Conicet- Universidad Nacional de Salta); **MCN:** Museo de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta, Salta.; **VUJ:** Cátedra de Vertebrados, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy, Jujuy; **CZFCA:** Cátedra de Zoología, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy, Jujuy; **IBSP:** Base de datos Instituto Butantan de São Paulo, Brasil; **MNHN:** Base de Datos Museo de Historia Natural de Nueva York, USA; **MVZ:** Base de Datos Museo de Zoología de Vertebrados de la Universidad de California, USA; **NRM:** Base de Datos Museo Sueco de Historia Natural, Suecia; **MRSN-R-:** Base de Datos Museo regional de Ciencias Naturales de Torino. Italia; **ZMUC:** Museo de Historia Natural de Dinamarca. Referencias: (n)= número de ejemplares, (coordenadas geográficas en grados decimales, datum WGS84) Dpto.=Departamento; RN=Ruta Nacional, RP: Ruta Provincial, PN: Parque Nacional, RNP: Reserva Natural Provincial, PP: Parque Provincial, S/C= individuos sin coleccionar.

-*Epictia albipuncta* (22): Dpto. Dr. Manuel Belgrano: Las Capillas MACN 3067 (-24.089418, -65.204262); San Pablo de Reyes (-24.147527, -65.396066); LGE 21170, 21177, 21182; San Salvador de Jujuy, FML 17800 (-24.185878, -65.299510), 25061 (-24.170463, -65.324461), 25062 (-24.172180, -65.324504), 25527 (-24.171406 -65.323604), LGE 02585 (-24.178611,-

65.283444) , MACN 25397(-24.120525, -65.406393) , MLP-JW 0277 (-24.186545, -65.302319) 0278 (-24.194507,-65.295146); Dpto. Ledesma: Aguas Negras FML 06018 (-23.760210, -64.850305), 24652 (-23.917289, -65.350155); Calilegua FML 01229 (-23.775608, -64.770757); Chalicán MACN 3027 (-24.070498, -64.809640); Libertador Gral. San Martín, FML 17799 (-23.815324, -64.792799); Yuto, FML 01319 (-23.643265, -64.471095); Dpto. San Pedro, Ingenio La Esperanza, FML 01326 (-24.222634, -64.830522), 01947 (-24.241513, -64.858705), 25544 (-24.231917, -64.868326); Dpto. Santa Bárbara, Palma Sola, FML 25545 (-23.973944, -64.303562).

-*Epictia striatula* (5): Dpto. Dr. Manuel Belgrano: San Pablo de Reyes: FML 17804 (-24.144577, -65.392753); San Salvador de Jujuy, FML 17801 (-24.164617, -65.324055), 17802 (-24.164617, -65.324055); Dpto. Palpalá: Río Blanco, FML 17803 (-24.227118, -65.238485); Dpto. Valle Grande: San Francisco, FML 23205 (-23.620838, -64.951560).

-*Boa constrictor* (14): Dpto. El Carmen: Aguas Calientes, 1 S/C (-24.559002, -64.893364); Río las Pavas, 1 S/C (-24.535269, -65.079542; Río Lavallén, 1 S/C (-24.445158; -64.839764); Serranía de Puesto Viejo, 1 S/C (-24.518563, -64.950986); Dpto. San Pedro: Arroyo Quisto, 1 S/C (-24.530096, -64.696875); Laguna La Jujeña, 1 S/C (-23.875709, -64.412866); Las Vertientes RP 13, 1 S/C (-23.825281, -64.215741); San Juan de Dios, 1 S/C (-23.825281, -64.215741); San Pedro, LGE 06230 (-24.208230, -64.863630); Dpto. Santa Bárbara: Arroyo el Típal y RP 1, 1 S/C (-23.946197, -64.520042); Palma Sola, 1 S/C (-23.984044, -64.293922); Vinalito, 1 S/C (-23.680848, -64.398267); localidad desconocida: MACN 6212-3 (dos cráneos).

-*Epicrates alvarezii* (6): Dpto. Ledesma: Finca Chalicán, orillas del Río Negro, 1 S/C (-24.078419, -64.840058); Río Ledesma y RN 34, FML 17927(-23.910644, -64.806163); Yuto (-23.641160, -64.450717) exCENAI 2823, MCN 0011, 0049; localidad desconocida, IBSP 8250.

-*Bothrops aff. diporus* (58): Dpto. Dr. Manuel Belgrano: Juan Galán, FML 17917 (-24.217035, -65.398888); San Salvador de Jujuy, FML 17922 (-24.186613, -65.318800), 18144 (-24.185012, -65.324413), 25549, (-24.172053, -65.324662), LGE 21208 (-24.172053, -65.324662); Yala, San Pablo de Reyes, LGE 02588 (-24.146487, -65.393578), 21206 (-24.150106, -65.390889); Dpto. Ledesma: Arroyo Los Berros, 1 S/C (-23.732289, -64.678352); Caimancito, FML 17913 (-23.733725, -64.595056), 1 S/C(-23.731576, -64.612839); PN Calilegua, Aguas Negras, MVZ 127510 (-23.760640, -64.849449), 1 S/C; PN Calilegua, La Lagunita, 1 S/C (-23.752133, -64.850697); PN Calilegua, Mesada de Las Colmenas, LGE 06238 (-23.699826, -64.866982); PN Calilegua, Yacimiento Caimancito, 1 S/C (-23.644893, -64.602887); Reserva Privada El Pantanoso, El Bananal, 1 S/C (-23.514607, -64.564750); Yuto (-23.646651; -64.468646) FML 00267a, 00267b, 0595a, 0595b, MCN 0020, 0023, 0062, 0083, 2 S/C; Libertador General San Martín, 1 S/C (-23.832981; -64.803232); Dpto. Palpalá: Carahunco (-24.310750, -65.083225) FML 17920, 2 S/C; RP 56 acceso a Mina 9 de octubre, 1/SC (-24.255275, -65.139919); Zapla Forestal, Arroyo Los Blancos, FML 17919 (-24.220544, -65.209917); Dpto. San Pedro: El Sauzal, La Mendieta, 1 S/C (-24.300657, -64.957511); El Quemado, 3 S/C (-24.102050, -64.821800; -24.105063, -64.823405; -24.103867, -64.825392); RP 56 a la altura del Matadero 1 S/C (-24.263952, -64.902073), San Pedro, Finca Las Lauras, 1 S/C (-24.535840, -64.696749); Dpto. San Antonio: Los Alisos, FML 25530 (-24.262440, -65.331306); San Antonio, 2 S/C (-24.370556, -65.331705); Dpto. El Carmen: Arroyo Las Lanzas, FML 30180

(-24.454184, -65.297632); Monterrico, LGE 21176 (-24.441336, -65.172623); Dpto. Santa Bárbara: Abra de los Morteros, FML 25551 (-24.317508, -64.512292); El Fuerte, 1 S/C (-24.259556, -64.417938); El Palmar de Lambrisca, FML 25076 (-24.067914, -64.581298); Isla Chica, FML 25542 (-24.026965, -64.335821); La Quinta (-23.896532; -64.483370), NRM 30934a, 30934b, 30934c; Palma Sola (-23.972152; -64.299566) LGE 21181, 21209, 1 S/C (-23.970781, -64.298766), Puesto Nuevo 1 S/C (-23.880607, -64.362396); RNP Las Lancitas, FML 25550 (-24.073961, -64.374584); Santa Clara, 1 S/C (-24.319425, -64.619949); Villa Monte, FML 25074 (-24.103939, -64.400045); Dpto. Tumbaya, Laguna Volcán, LGE 21166 (-23.922458, -65.473153).

-Bothrops jonathani (14): Dpto. Dr. Manuel Belgrano, Abra de Salvear, FML 30169 (-24.132658, -65.476089); Hotel Termas de Reyes FML 23203 (-24.171036, -65.489203), 23204 (-24.171036, -65.489203), RP 4 Mirador Termas de Reyes, FML 24235 (-24.161329, -65.478486); Dpto. San Antonio: Abra de Cañas FML 30182 (-24.343384, -65.482091); Los Paños (-24.304823, -65.428721) FML 30170-2; Dpto. Valle Grande, Valle Colorado, 1 S/C (-23.405201, -64.934583); Valle Grande, FML 25075 (-23.478879, -64.944356); Dpto. Santa Bárbara: Cachipunco, FML 01050 (-24.192653, -64.524990); El Fuerte, 1 S/C (-24.255271, -64.412550); Dpto. Tilcara: Huacalera (-23.451729, -65.347931) LGE 21174, 1 S/C.

-Crotalus durissus (26): Dpto. El Carmen: Arroyo Los Matos, 1 S/C (-24.353561, -65.022603); Ovejera, INBIAL S/N (-24.462057, -65.114793); Saladillo, Serranía de Puesto Viejo, 1 S/C (-24.425960, -64.894894); Dto. Ledesma: Arroyo Yuto cruce con Gasoducto Atacama (-23.650856, -64.532650) FML 17925, 17934, 1 S/C (-23.650911, -64.533642); PN Calilegua, Yacimiento Caimancito, 1 S/C (-23.634947, -64.599665), 1 S/C (-23.637108, -64.599338); Dpto. San Pedro: Arroyo Quisto, 1 S/C (-24.559228, -65.023755); Finca Las Lauras, 1 S/C (-24.535840, -64.696749); Paraje Las Lajitas, cerca de La Mendieta, 3 S/C (-24.353561, -65.022603; -24.352216, -65.022114; -24.354237; -65.022931); San Juan de Dios, 1 S/C (-24.522119, -64.697675); San Pedro, 1 S/C (-24.208231, -64.863631), El Cuarteadero, 1 S/C (-24.358693, -64.963435); Dpto. Santa Bárbara: El Alumbre, cerca de Palma Sola, 1 S/C (-23.908503, -64.270437); El Fuerte, 1 S/C (-24.304189, -64.488389), 2 S/C (-24.256255, -64.410655); El Palmar RP 1, FML 17936 (-24.081829, -64.597490), 1 S/C (-24.073272, -64.587678); Isla Chica, FML 30192 (-24.008306, -64.320454); Siete Aguas, FML 17935 (-23.852908, -64.420208); Dpto. Tumbaya; Volcán, 1 S/C (-23.904666, -65.465537); localidad desconocida: MACN 5653.

-Micrurus pyrrhocryptus (25): Dpto. El Carmen: Los Lapachos, INBIAL S/N (-24.479244, -65.074595); Dpto. Ledesma: Calilegua, LGE 02581 (-23.784853, -64.769006), 2 S/C (-23.735698, -64.596500), Caimancito, LGE 06231 (-, 1 S/C (-23.730544, -64.616833), 1 S/C (-23.735698, -64.596500); Yuto (-23.647571, -64.470020) exCENAI 3398, MCN 0003, 0006, 0008, 00024; PN Calilegua, Yacimiento Caimancito, 1 S/C (-23.637108, -64.599339); RN 34 y acceso a Caimancito, 1 S/C (-23.904133, -64.810328); Caimancito, 1 S/C (-23.735698, -64.596500); RN 34 y Río Ledesma, 2 S/C (-23.909740, -64.807706); Dpto. Palpalá: Zapla Forestal, RP 56, acceso a Mina 9 de octubre, FML 17639 (-24.247814, -65.157336); Dpto. San Pedro: Afatal, FML 30174 (-24.316558, -64.578820); Finca Las Lauras, LGE 22446 (-24.563945, -64.652052), 1 S/C (-24.562359, -64.652622); La Mendieta, 1 S/C (-24.304446, -64.960464); San Pedro, 1 S/C (-24.239123, -64.889963), 1 S/C (-24.208231, -64.863631); Dpto. Santa Bárbara: RP 1 Saladillo, 1

S/C (-24.026707, -64.566438). localidad desconocida: ZMUC-R 6599-100.

-Leptophis ahaetulla (25): Dpto. Ledesma: Arroyo Yuto y RN 34, FML 17812 (-23.644084, -64.540013); Arroyo Zanjón Seco y RN 34, FML 17816 (-23.686666, -64.571613); Calilegua, Arroyo Canteras, 2 S/C (-23.734108, -64.748947); Chalicán, FML 23552 (-24.068733, -64.809936); PN Calilegua, Aguas Negras, 1 S/C (-23.756593, -64.849899); PN Calilegua, Yacimiento Caimancito, 1 S/C (-23.645133, -64.605250); Río Zora y RN 34, FML 17815 (-23.752069, -64.682250), 17818 (-23.752069, -64.682250), 25064 (-23.754385, -64.679484); RN 34 acceso a pozos petroleros de Caimancito, FML 17813 (-23.672844, -64.563252), 1 S/C (-23.670946, -64.566480); Yuto (-23.646050, -64.473316) FML 00598, 00619, MACN 37630, MCN-0033, 0069, 0070, 0071, 0072, 0075, 1 S/C; Dpto. San Pedro: Carahunco, 1 S/C (-24.352442, -65.022779); San Pedro, FML 17814 (-24.231471, -64.881020); Dpto. Santa Bárbara: Siete Aguas, FML 23550 (-23.852677, -64.420929).

-Palusophis bifossatus (24): Dpto. Ledesma: Arroyo Yuto y RN 34, 1 S/C (-23.643921 -64.539683); Calilegua, FML 17860 (-23.772125, -64.776584), 1 S/C (-23.776851 -64.778841); Fraile Pintado, Colonia 8 de septiembre, FML 18141 (-23.903711, -64.809434), 1 S/C (-23.994483, -64.793214); Libertador General San Martín, FML 17857 (-23.826488 -64.800221), 1 S/C (-23.828344, -64.801597); Libertador General San Martín, Río San Lorenzo, FML 17859 (-23.808877, -64.746427); RN 34 acceso a pozos petroleros de Caimancito, FML 17855 (-23.672844 -64.563253), 1 S/C (-23.644803, -64.603025); PN Calilegua, Yacimiento Caimancito, 1 S/C (-23.644803, -64.603025), 1 S/C (-23.644507, -64.604677); RN 34 y Río Ledesma, LGE 04905 (-23.945540, -64.800267); Yuto, MACN 38830, (-23.646050, -64.473310), MCN-0076, 0096 (-23.645473, -64.467431), 0096, 1 S/C (-23.637217, -64.485142); Dpto. San Pedro: El Quemado, FML 17858 (-24.104724, -64.823873); Monte Alto, Lote Arrayanal, FML 17856 (-24.150847, -64.851581), LGE 04902 (-24.160533, -64.842293), 1 S/C (-24.109350, -64.828553), 1 S/C (-24.150847 -64.851581); San Pedro, 1 S/C (-24.237433, -64.886977); Dpto. Santa Bárbara: RP 1 en margen izquierda Río Lavayén, 1 S/C (-24.273760, -64.716725).

-Tantilla melanocephala (4): Dpto. Ledesma: PN Calilegua, Aguas Negras, LGE 21212 (-23.759806, -64.850436), 1 S/C (-23.759806, -64.850436); PN Calilegua, mirador al Río San Lorenzo, 1 S/C (-23.757694, -64.854480); PN Calilegua, Yacimiento Caimancito, LGE 02577 (-23.63710, -64.599339).

-Apostolepis multicincta (2): Dpto. Santa Bárbara, El Fuerte (-24.267306, -64.432858) FML 28566, 28567.

-Atractus bocki (15): Dpto. Dr. Manuel Belgrano: San Salvador de Jujuy, FML 23551 (-24.164509, -65.315791), 30166 (-24.162945, -65.327728), 30195 (-24.142422, -65.287569), LGE 02596 (-24.165117, -65.321888), 1 S/C (-24.166300, -65.332048), 1 S/C (-24.163717, -65.341563); Yala, MRSN-R-106 (-24.132694, -65.399311); Yala, San Pablo de Reyes, LGE 21201 (-24.147527, -65.396066), 1 S/C (-24.143925, -65.399124); Dpto. El Carmen: El Carmen, INALI-3851 (-24.414642, -65.287108); Dpto. Ledesma, PN Calilegua, Mesada de Las Colmenas, MACN 34796 (-23.698553, -64.869330); Sevenguillar, 1 S/C (-23.691490, -64.878741); Dpto. Tumbaya: Bárcena, FML 17641 (-23.955333, -65.463525); Corte Azul, LGE 02592 (-24.008220, -65.447301); Laguna Volcán, FML 17640 (-23.923272, -65.470854).

-Boiruna maculata (33): Dpto. El Carmen: Arroyo Los Matos y RN. 9, FML 17828 (-24.342747, -65.249067), 1 S/C (-24.411961, -65.286428); El Carmen, FML 17786 (-24.383631, -65.270039),

1 S/C (-24.342747, -65.249067); Dto. Ledesma: Calilegua, LGE 06246 (-23.784853, -64.769006), 1 S/C (-23.777514, -64.779175), 1 S/C (-23.784853, -64.769006); Chalicán, 1 S/C (-24.049556, -64.801366); Libertador General San Martín, FML 17829 (-23.815324, -64.792799), 1 S/C (-23.828344, -64.801597); PN Calilegua, Aguas Negras, LGE 02813 (-23.760211, -64.849567), 1 S/C (-23.759806, -64.850436); PN Calilegua, Yacimiento Caimancito, FML 23198 (-23.644705, -64.602374), 1 S/C (-23.637108, -64.599339); Yuto (-23.643265, -64.471095) MCN 0002, 0040, 2 S/C (-23.637217, -64.485142); Dpto. Palpalá: Palpalá, 1 S/C (-24.246017, -65.215944), Arroyo Pacara 1 S/C (-24.267658, -65.117064); RP 56, acceso a Mina 9 de octubre, Zapla Forestal (-24.247814, -65.157336) FML 17830, 1 S/C. Dpto. San Pedro; La Mendieta, 1 S/C; Las Lajitas RP 56 (-24.353561, -65.022603) FML 17827, 1 S/C.; San Pedro (-24.208231, -64.863631), 2 S/C.; Dpto. Santa Bárbara: El Fuerte, 1 S/C (-24.259556, -64.417938), Arroyo el Típal y RP 1 (-23.946197, -64.520042), FML 17926, 1 S/C; Puesto Nuevo, 1 S/C (-23.880607, -64.362396); RNP Las Lancitas, FML 25529 (-24.077317, -64.365548), 1 S/C (-24.067979, -64.368439).

-*Dipsas lavillai* (1): orillas del Río Grande, FML 00151 (sin coordenadas).

-*Dipsas turgidus* (44): Dpto. Dr. Manuel Belgrano: San Salvador de Jujuy, FML 00450 (-24.170543, -65.337654), 17609 (-24.181354, -65.283059), 17611 (-24.176966, -65.345535), 17612 (-24.245050, -65.260401), 17618 (-24.244568, -65.268002); San Salvador de Jujuy B° Alto La Viña (-24.179262, -65.266366) LGE 21194, 21196, 1S/C; San Salvador de Jujuy, B° Alto Comedero, 1 S/C; San Salvador de Jujuy, B° Alto Padilla, 1 S/C (-24.182713, -65.334172); San Salvador de Jujuy, RP 35 y B° Suipacha, 1 S/C (-24.152399, -65.295293); Dpto. Ledesma: Calilegua, LGE 02597 (-23.784853, -64.769006), 06235 (-23.775216, -64.771182); Libertador Gral. San Martín, Río San Lorenzo, FML 17610 (-23.804866, -64.742082); RN 34 acceso a Yuto, FML 17613 (-23.614845, -64.526211); RN 34 y acceso a pozos petroleros de Caimancito, 1 S/C (-23.686667, -64.571614); RN 34 y Arroyo Zanjón Seco, 1 S/C (-23.686652, -64.571494); Yuto (-23.647203, -64.467933) MCN 0037, 0063, 0081; PN Calilegua, Aguas Negras FML 07938 (-23.761344, -64.851120); PN Calilegua, Yacimiento Caimancito, LGE 02617 (-23.646016, -64.594687), 06228 (-23.644795, -64.604159); Reserva Privada El Pantanoso, El Bananal, 1 S/C (-23.532005, -64.549548); Dpto. Palpalá: Palpalá, FML 25528 (-24.259801, -65.206057); Zapla Forestal, FML 17615 (-24.235560, -65.183441) 17616-7 (-24.234255, -65.182684), Acceso a Mina 9 de octubre, LGE 02589 (-24.247814, -65.157336); Dpto. El Carmen: Monterrico, FML 18142 (-24.440186, -65.169040), 1 S/C (-24.444753, -65.166233); Club Yate, FML 25526 (-24.426176, -65.277001); Severino (-24.351447, -65.195001) LGE 21175, 21178, 1 S/C; Dpto. San Pedro: El Afatal, FML 25547 (-24.317050, -64.518947), 25548 (-24.316804, -64.516948); San Pedro (-24.222634, -64.867871) FML 01235a, 01235b, MACN 6967 (-24.235600, -64.885521); Dpto. Santa Bárbara: Abra de los Morteros (-24.320765, -64.513359) FML 30185, 30186; localidad desconocida, MLP-JW 0270, 1961.

-*Erythrolamprus ceii* (56): Dpto. Dr. Manuel Belgrano: Los Nogales LGE 21197 (-24.120964, -65.435696); Lozano: FML 17844 (-24.078481, -65.409305); Río Catre, FML 25539 (-23.865869, -65.280640); Río León, FML 17849 (-24.030266, -65.439633); Río Reyes y vieja RN 9, LGE 21185 (-24.161991, -65.388679), 1 S/C (-24.161955, -65.388750); San Salvador de Jujuy, FML 17793 (-24.207892, -65.292872), 17794 (-24.220440,

-65.263844), 17795 (-24.176656, -65.345989), 17796 (-24.249800, -65.260932), 17846 (-24.185928, -65.300772), 25058 (-24.167850, -65.331339), 25093 (-24.188585, -65.294393), 25554 (-24.169611, -65.324318), 1 S/C (-24.179008, -65.322025); Villa Jardín de Reyes (-24.165522, -65.389605), LGE 02598, 02610, 02615, 21180 (-24.169805, -65.399850), 21210 (-24.176550, -65.411799), 6 S/C (-24.171712, -65.403168; -24.169587, -65.397662; -24.169851, -65.399800; -24.149997, -65.390578; -24.165467, -65.384011; -24.165522, -65.389606), FML 17845 (-24.165038, -65.386477); Yala, FML 07958 (-24.119192, -65.407908), 1 S/C (-24.120964, -65.435696); Yala, San Pablo de Reyes, FML 17848 (-24.132353, -65.399412), LGE 21184 (-24.150106, -65.390889), 21188 (-24.153393, -65.388889), 21189 (-24.159757, -65.388823), 21192 (-24.147527, -65.396066), 21199 (-24.159757, -65.388823), 1 S/C (-24.146907, -65.396234) 1 S/C (-24.149997, -65.390578); Dpto. Tilcara: Tilcara, FML 17847 (-23.573954, -65.399277), 17851 (-23.576073, -65.394101); Dpto. San Antonio: Río Los Paños, LGE 05971 (-24.276523, -65.408025); Dpto. El Carmen: El Carmen (-24.387135, -65.259772) INALI 3852-3; Río Morado, toma de Agua de San Antonio, 1 S/C (-24.327326, -65.427385); Dpto. Ledesma: Yuto (-23.643265, -64.471095) MCN 0030, FML 0799 (-23.643265, -64.471095); Calilegua, 1 S/C (-23.775408, -64.777945); RP N° 83 acceso a PN Calilegua, LGE 02608 (-23.780144, -64.817686); Dpto. Palpalá; Zapla Forestal, RP 56, cerca del cruce hacia El Algarrobal, 1 S/C (-24.236375, -65.184549); Dpto. San Pedro: San Pedro, FML 30176 (-24.232136, -64.867992); Dpto. Santa Bárbara: Cachipunco, FML 01051 (-24.192653, -64.524990); El Fuerte, FML 25540 (-24.260782, -64.418090), 25552 (-24.261484, -64.419226); RNP Las Lancitas, FML 25553 (-24.128505, -64.404626); Dpto. Tumbaya: Chañarcito, RN 9, FML 17850 (-23.760253, -65.475867); Dpto. Valle Grande: Abra de Cañas, FML 0690 (-23.625652, -64.974173); Valle Colorado, FML 17843 (-23.414750, -64.932061).

-*Erythrolamprus macrosomus* (15): Dpto. Ledesma: Calilegua, LGE 02613 (-23.775943, -64.778071); PN Calilegua, Aguas Negras (-23.759806, -64.850436) LGE 02604, 02607, 02612; PN Calilegua, Arroyo El Negrito 1 S/C (-23.736561, -64.854936); PN Calilegua, Arroyo Seco, Toma del Anta, MCN S/N (-23.675872, -64.623290); PN Calilegua, Mesada de Las Colmenas, FML 30194 (-23.694155, -64.866915), MCN S/N (-23.699959, -64.866911); PN Calilegua, Yacimiento Caimancito, FML 23548 (-23.654712, -64.582099), 4 S/C (-23.644949, -64.603904; -23.644865, -64.604910; -23.645024, -64.603795; -23.672520, -64.564077); Dpto. Santa Bárbara, El Afatal, FML 25546 (-24.317508, -64.512977), Abra de los Morteros, 1 S/C (-24.310815, -64.506720).

-*Erythrolamprus sagittifer* (1): Dpto. Ledesma, Yuto, FML 0940 (-23.643265, -64.471095).

-*Erythrolamprus semiaureus* (1): Dpto. Ledesma, Yuto, FML 01177 (-23.665309, -64.470167).

-*Erythrolamprus sp.* (1): Dpto. Valle Grande, Abra de Cañas RP 83, FML 25046 (-23.677616, -64.915526).

-*Hydrodynastes gigas* (6): Dpto. El Carmen: Manantiales, 1 S/C (-24.523142, -64.980100); Dpto. Ledesma: Chalicán, 1 S/C (-24.078419, -64.840028); Dpto. San Pedro: San Pedro, FML 17924 (-24.231471, -64.881020), 1 S/C (-24.208231, -64.863631); Lobatón, 1 S/C (-24.400971, -64.805482); Dto. Santa Bárbara, Laguna Sausalito, 1 S/C (-23.901315, -64.487262).

-*Mussurana bicolor* (5): Dpto. Ledesma: Arroyo Sausalito, FML 17787 (-23.684869, -64.553117); Ledesma, ex CENAI-3507 (-23.807545, -64.778968); PN Calilegua, Yacimiento Caimancito,

1 S/C (-23.637108, -64.599339; Yuto, FML 00798 (-23.643265, -64.471095, ex CENAI 3594 (-23.649144, -64.467142).

-*Oxyrhopus rhombifer* (37): Dpto. El Carmen, Planta Compresora de YPF, FML 25067 (-24.376337, -65.257301); Monterrico, FML 30191 (-24.442574, -65.164883); Perico, 2 S/C (-24.377939, -65.111394); Dpto. Dr. Manuel Belgrano: San Salvador de Jujuy, LGE 06236 (-24.183646, -65.336331); Juan Galán, LGE 21183 (-24.211779, -65.346984); Dpto. Ledesma: Arroyo Yuto, cruce con Gasoducto Atacama, 1 S/C (-23.650178, -64.533324); Caimancito, FML 17650 (-23.731062, -64.606484); PN Calilegua, Aguas Negras (-23.760210, -64.850305); FML 01993, LGE 04903, LGE 21171, FML 23200 (-23.760190, -64.850133); PN Calilegua, límite norte cerca de Yuto, 1 S/C (-23.633532, -64.561466); RP 19, 1 S/C (-23.895326, -64.940569); Yacimiento Caimancito, 3 S/C (-23.644920, -64.600158; -23.637108, -64.599339; -23.735311, -64.596794); Yuto (-23.637217, -64.485142) MCN-005, 0015, 0016, 0029, 0038, 0056, FML 00817 (-23.643265, -64.471095), MACN 37777 (-23.643883, -64.476749), 2 S/C (-23.637217, -64.485142; -23.650875, -64.532650); Dpto. Palpalá: Zapla Forestal, RP 56, acceso Mina 9 de octubre, 1 S/C (-24.247814, -65.157336); FML 17652 (-24.247814, -65.157336), 17653 (-24.220544, -65.209917), VUJ-002 (-24.235013, -65.187427); Dpto. Santa Bárbara: Campo las Yeguas, FML 25531 (-24.311119, -64.506876); El Fuerte, FML 25537 (-24.277530, -64.476921); RNP Las Lancitas, FML 30192 (-24.068330, -64.368683).

-*Paraphimophis rusticus* (26): Dpto. Dr. Manuel Belgrano: Lozano FML 17790 (-24.081404, -65.405822); San Salvador de Jujuy, FML 17791 (-24.181551, -65.331563), 18143 (-24.181703, -65.334062), 25077 (-24.080625, -64.374910), 25541 (-24.171222, -65.320410), LGE 04906 (-24.168948, -65.324148), 22448 (-24.171925, -65.324650), 1 S/C (-24.182256, -65.336748); Yala, San Pablo de Reyes (-24.147222, -65.393778) LGE 02579, 02595, 02599, 02601, 21179 (-24.147527, -65.396066), VUJ-004 (-24.160902, -65.389292), 3 S/C (-24.147242, -65.395399; -24.147277, -65.396263; -24.147527, -65.396066); Dpto. Ledesma: Abra Colorada, FML 00666 (-23.783304, -65.016706), 01249 (-23.783304, -65.016706); Yuto, FML 00217 (-23.643265, -64.471095); Dpto. Palpalá: Zapla Forestal, VUJ-001 (-24.235013, -65.187427); Carahunco, 1 S/C (-24.284076, -65.102856); Dpto. Santa Bárbara: Serranía de Santa Bárbara, FML 24493 (-24.101308, -64.446587), El Fuerte FML 30183 (-24.260522, -64.418623); Dpto. Tumbaya: Bárcena, FML 17789 (-23.969314, -65.454903); Dpto. Valle Grande, Abra de Cañas FML 00596 (-23.681873, -64.901591).

-*Phalotris bilineatus* (1): Dpto. El Carmen: Abra de Santa Laura, RN 9, LGE 4904 (-24.493460, -65.303518).

-*Phalotris punctatus* (3): Dpto. Ledesma: Arroyo Yuto, FML 17658 (-23.650856, -64.53265); PN Calilegua, Aguas Negras, FML 23201 (-23.760190, -64.850133); PN Calilegua, Yacimiento Caimancito, MLP-JW S/N (-23.637108, -64.59933889).

-*Phalotris sansebastiani* (4): Dpto. Ledesma: Reserva Privada El Pantanoso, El Bananal, 1 S/C (-23.510528, -64.594009); Yuto, FML 01084 (-23.643265, -64.471095); Dpto. San Pedro, La Mendieta INBIAL-CV 250 (-24.344959, -64.987099); Dpto. Valle Grande: Las Condoreras, RP 83, INALI 4342 (-23.591681, -64.973789).

-*Philodryas aestiva* (33): Dpto. El Carmen: Arroyo Las Lanzas, LGE 06243 (-24.49354, -65.30523); Arroyo Los Naranjos, FML 30164 (-24.44277, -65.30222); Club Yate Dique la Ciénaga, FML 25069 (-24.42612, -65.27658); Dpto. Dr. Manuel Belgrano: Abra de Salvear, LGE 21169 (-24.14160, -65.46685); Chasquimayo,

margen izquierda del Río Grande a la altura de Lozano, 1 S/C (-24.06944, -65.38912); Juan Galán, FML 17825 (-24.21713, -65.39839); Lagunas de Yala, Río La Horqueta, 1 S/C (-24.12688, -65.48896); Ocloyas, FML 17826 (-23.89002, -65.27013); Ocloyas, Las Pircas, FML 25059 (-23.88927, -65.27013); Los Paños, LGE 06244 (-24.27610, -65.40890); San Salvador de Jujuy, FML 01227 (-24.18761, -65.26053), 17820 (-24.21796, -65.28352), 17822 (-24.16462, -65.32406), 25060 (-24.18253, -65.27466), 1 S/C (-24.16396, -65.31537); Termas de Reyes, LGE 21168 (-24.17040, -65.48152); Yala, PP Potrero de Yala, FML 25533 (-24.11341, -65.48243); Yala, Las Horquetas MACN 22264 (-24.12275, -65.46347); Yala, San Pablo de Reyes, FML 17824 (-24.13235, -65.39941), LGE 06245 (-24.15244, -65.39082), 21172 (-24.14753, -65.39607), 21186 (-24.14753, -65.39607), 2 S/C (-24.14739, -65.39163; -24.14745, -65.39628); Dpto. Ledesma: PN Calilegua Arroyo Tres Cruces, RP 83, FML 30193 (-23.68331, -64.88786); Yuto, FML 00721 (-23.64327, -64.47110); Dpto. Palpalá: Carahunco, FML 17823 (-24.30744, -65.08519); Carahunco, Arroyo Pacará, 1 S/C (-24.26852, -65.11723); Dpto. San Antonio: El Mato FML 30188 (-24.32752, -65.43745); Dpto. Santa Bárbara: Serranía Santa Bárbara, FML 00720 (-24.24812, -64.48278); Portal de Piedra, 1 S/C (-24.09734, -64.45165). Dpto. Valle Grande: Santa Ana, Abra de Cortadera, FML 17821 (-23.39497, -64.96175); Río Grande: localidad desconocida, MACN 00430.

-*Philodryas agassizii* (2): Dpto. Ledesma: Yuto (-23.643265, -64.471095) FML 00833, 01083.

-*Philodryas baroni* (19): Dpto. El Carmen: San Juancito y RP 47, FML 23549 (-24.378759, -65.042284); Perico, 1 S/C (-24.348954, -65.251496); Puesto Viejo, 1 S/C (-24.500861, -64.946211); Dpto. Ledesma: Colonia 8 de septiembre, FML 17808 (-23.994483, -64.793214); Yuto (-23.643265, -64.471095) MCN 0010, 0017, 0067; Dpto. San Pedro: Afatal, FML 30165 (-24.314881, -64.590800), 30177 (-24.319504, -64.621031); Arroyo La Urbana, 1 S/C (-24.274072, -64.923068); Las Lajitas, FML 17807 (-24.353561, -65.022603); Lote Arrayanal, Monte Alto, FML 17806 (-24.150847, -64.851581); San Pedro, FML 17805 (-24.231471, -64.881020), 1 S/C (-24.208231, -64.863631); Finca Las Lauras, 2 S/C (-24.563945, -64.652052; -24.554500, -64.660728); Dpto. Santa Bárbara, Laguna San Miguel, LGE 21211 (-23.929996, -64.503344); Las Vertientes, Finca El Mistol, 1 S/C (-23.821884, -64.198021), Santa Clara, FML 25556 (-24.315768, -64.637094).

-*Philodryas olfersii latirostris* (25): Dpto. Dr. Manuel Belgrano: San Salvador de Jujuy, 1 S/C (-24.182564, -65.339862); Dpto. El Carmen: Río Lavayén, LGE 06229 (-24.273769, -64.718714); Dpto. Ledesma: Caimancito, FML 17906 (-23.729093, -64.615317); Chalicán, FML 17901 (-24.062384, -64.804561), 17908 (-24.062384, -64.804561), LGE 02611 (-24.078419, -64.840058), 1 S/C (-24.072633, -64.809924); Colonia 8 de septiembre, LGE 02605 (-23.994483, -64.793214); RN 34 acceso a Caimancito, LGE 02603 (-23.730942, -64.617109); RN 34 y acceso a Yacimiento Caimancito, FML 17900 (-23.672844, -64.563253), 23202 (-23.730839, -64.619088); PN Calilegua, Mirador Río San Lorenzo, LGE 02606 (-23.757703, -64.854436), PN Calilegua, Aguas Negras 1 S/C (-23.775654, -64.772199); PN Calilegua, Mesada de las Colmenas, 1 S/C (-23.698775, -64.868500); PN Calilegua, Yacimiento Caimancito, 1 S/C (-23.645905, -64.604204); Río Ledesma, FML 17903 (-23.910644, -64.806163), LGE 02609 (-23.904133, -64.810328), 1 S/C (-23.913557, -64.808079), 1 S/C (-23.906179, -64.808980); Dpto. Palpalá: RP 56, acceso a Mina 9 de octubre,

1 S/C (-24.247814, -65.157336); Río Blanco, 1 S/C (-24.222720, -65.247733); Dpto. San Pedro: El Quemado, LGE 02587 (-24.111261, -64.828369); Dpto. Santa Bárbara: Faldeo Abra de Mortero, FML 30184 (-24.319226, -64.516961); Palma Sola, 1 S/C (-23.972589, -64.304763), Localidad desconocida FML 622. **-*Philodryas psammophidea*** (37): Dpto. El Carmen: El Carmen, FML 25070 (-24.386026, -65.260588), 30181 (-24.414006, -65.287938), 1 S/C (-24.411359, -65.283970); Finca El Pongo, LGE 02591 (-24.315508, -65.150306); San Juancito, 1 S/C (-24.365256, -64.970120); Severino, 1 S/C (-24.351447, -65.195001); Dpto. Dr. Manuel Belgrano: San Salvador de Jujuy, FML 17624 (-24.249800, -65.260932); MACN 3203 (-24.211646, -65.288705), 3255 (-24.184149, -65.326436), 22262 (-24.211646, -65.288705), LGE 21167 (-24.230210, -65.269195); Dpto. Humahuaca, Chucalezna, 1 S/C (-23.358134, -65.335859); Dpto. Palpalá: Carahunco, 1 S/C (-24.318612, -65.067636); Palpalá, FML 30175 (-24.248192, -65.204942); Río Blanco, CZFCA-S/N (-24.226032, -65.240505); Zapla Forestal, RP 56, FML 17623 (-24.253047, -65.126728); Dpto. Ledesma: Fraile Pintado, FML 17626 (-23.931800, -64.802773); Río Ledesma y RN 34, FML 17621 (-23.904526, -64.810830); Yuto (-23.643265, -64.471095) MCN 0021, 0047, 0055, 0057; Dpto. San Pedro: La Mendieta, 1 S/C (-24.320869, -64.971708); Las Lajitas, RP 56, 1 S/C (-24.351115, -65.033133); localidad desconocida MNHN 0127, 1911; San Pedro, MACN 3575 (-24.237725, -64.887497); Dpto. Santa Bárbara: El Fuerte, FML 25534 (-24.260324, -64.420054), 25538 (-24.261348, -64.417992); Serranía Santa Bárbara, MCN 0095 (-24.103806, -64.455375); Dpto. Tilcara: Huacalera, FML 00716 (-23.433797, -65.350017), 1 S/C (-23.446467, -65.351006); Maimará, FML 17622 (-23.624520, -65.408753); Tilcara, MACN 847 (-23.575804, -65.401826); Dpto. Tumbaya: Volcán, FML 17620 (-23.916257, -65.466386); Purmamarca, FML 06530 (-23.746373, -65.480526), 17625 (-23.746658, -65.499215). **-*Philodryas varia*** (42): Dpto. Dr. Manuel Belgrano: Agua Crespa, FML 25532 (-24.054506, -65.499088); Chasquimayo, margen izquierda río Grande a la altura de Lozano, 1 S/C (-24.069437, -65.389118); Juan Galán, LGE 02614 (-24.224947, -65.352644); La Almona, FML 25068 (-24.260858, -65.427465), 25072 (-24.275133, -65.408382) PP de Yala, Lagunas de Yala, LGE 21198 (-24.114384, -65.475483), MACN 34285 (-24.102728, -65.481831); Los Molinos, 1 S/C (-24.168850, -65.369400); Lozano, FML 17840 (-24.078481, -65.409305), 30178 (-24.080148, -65.426989); Yala, Río la Horqueta, 1 S/C (-24.125435, -65.490622); Villa Jardín de Reyes, LGE 02582 (-24.165522, -65.389605), 1 S/C (-24.158654, -65.387252); Yala, FML 00581 (-24.107395, -65.478598); Yala, San Pablo de Reyes, LGE 21204 (-24.147095, -65.396101), 1 S/C (-24.147180, -65.396127); San Salvador de Jujuy, FML 30190 (-24.170022, -65.298470), MACN 2044 (-24.179743, -65.343565); Dpto. Ledesma: PN Calilegua, Arroyo Tres Cruces RP 83, FML 02122 (-23.693179, -64.868453); Yuto, MACN 2538 (-23.640242, -64.465650); Dpto. Palpalá: Carahunco, FML 17839 (-24.310750, -65.083225), 17841 (-24.306778, -65.078579); Río Blanco, FML 17838 (-24.218702, -65.234688); Dpto. San Antonio: Arroyo Los Paños, FML 25065 (-24.307116, -65.412433), LGE 21165 (-24.304684, -65.414115); Abra de Cañas, FML 25066 (-24.344224, -65.480768); Dpto. Santa Bárbara: Serranía Santa Bárbara (-24.132493, -64.467573) FML 00589a, 00589b, 00589c.; Dpto. Tilcara: El Durazno, 1 S/C (-23.613465, -65.213671); Dpto. Tumbaya: Arroyo del Medio, FML 17836 (-23.956543, -65.468058); Bárcena, Corte Azul RN 9, LGE 21217; Dpto. Valle Grande, Alto Calilegua, Abra de Cortadera, 1 S/C (-23.545341,

-64.896627), 1 S/C (-23.545341, -64.896627); Alto Calilegua, Tolditos, 1 S/C (-23.583225, -64.900063); Abra de Cañas, FML 17837 (-23.682307, -64.902386), 1 S/C (-23.675303, -64.899203); Loma Chata, 1 S/C (-23.678571, -64.919983); Río Yerba Buena, camino de herradura a Valle Morado, 1 S/C (-23.484721, -64.897801); Santa Bárbara, 1 S/C (-23.610358, -64.982497); Valle Grande, FML 17842 (-23.471538, -64.946064), 1 S/C (-23.474463, -64.947481).

-*Tachymenis peruviana* (74): Dpto. Cochinos: Abra Pampa, MACN 4858 (-22.729601, -65.698201); Agua de Castilla, FML 01313 (-23.206267, -65.797775); Casabindo, FML 17646 (-22.985255, -66.032562); Estafeta de Abrolaite, MACN 2635 (-23.200100, -65.783300); Peñas Negras, MLP-R 5753 (-22.668889, -66.256944); Rachaite, FML 17643 (-22.837012, -66.074246), MLP-R 5762 (-22.856667, -66.147500); San Francisco de Alfarcito, FML 23553 (-23.579662, -65.347614); Dpto. Dr. Manuel Belgrano: León, 1 S/C (-24.025922, -65.438758); Dpto. Humahuaca: Coctaca (-23.151735, -65.292942) MACN 6157, 6158, 6159, 6160; Chaupi Rodeo, FML 01790 (-22.931016, -65.311149); entre Aparzo y Palca de Aparzo, FML 01169 (-23.090921, -65.187674); entre Humahuaca y Aparzo, FML 18536 (-23.164851, -65.188677); Humahuaca, MACN 9395 (-23.203038, -65.355134); Quebrada La Toma, FML 01789 (-23.161329, -65.590474); Mina El Aguilar, FML 01315 (-23.209145, -65.668287); Quebrada Tonocote (-23.032759, -65.242082) FML 01791a, 01791b; Tres Cruces, MACN 3018 (-22.918322, -65.589753); Dpto. Ledesma: PN Calilegua Abra Colorada, FML 09075 (-23.783304, -65.016706); Dpto. Rinconada: camino comunal de Lagunilla del Farallón a Vilama, IBIGEO-R5453 (-22.494500, -66.643000); Quebrada de Ajedrez, 1 S/C (-22.643206, -66.373317); Rinconada (-22.441534, -66.164549) FML 01510a; 01510b; MN Laguna de Pozuelos, Seccional Río Cincel, MCN 2195 (-22.474449, -65.993255); Vilama, Campo de Emiliano Llampá, 1 S/C (-22.496767, -66.654717); Dpto. Santa Bárbara: Cerro Centinela, FML 25078 (-24.278490, -64.378017); Cerro Pereyra, MACN 2633 (-24.119569, -64.469722), 2634 (-24.118863, -64.468521); Cerro Pereyra, Laguna Santa Bárbara, 1 S/C (-24.119887, -64.481052); Sierra de Santa Bárbara (-24.237331, -64.490265) FML 01018a, 01018b, Dpto. Santa Catalina: Carayoc, LGE 21193 (-21.984416, -65.984563); Cerro Chorrion, Puesto Miguel Garay, FML 01191 (-22.172283, -65.895532); Cerro Fundiciones (-22.501113, -66.250117) FML 01969a, 01969b, 01969c; Cieneguillas, FML 17648 (-22.101040, -65.861356); Río Santa Catalina, cruce a Piscuno, LGE 21190 (-21.935903, -65.994292); Santa Catalina, FML 01509 (-23.206267, -65.797775), 01511(-23.206267, -65.797775); Santa Catalina, El Queñoal, 1 S/C (-21.871297, -66.103525); Dpto. Susques: Quebrada del Mal Paso, LGE 02580 (-23.433839, -66.262267), RN 40 cerca de Pastos Chicos, FML 30167 (-23.451456, -66.394103); Susques, FML 01190 (-23.410963, -66.502290); Susques, Arroyo Las Cuevas, 1 S/C (-23.366603, -66.400589); Dpto. Tilcara: Casa Colorada, FML 25071 (-23.577802, -65.332908); Dpto. Tumbaya: El Moreno (-23.834566, -65.826413) 2 S/C.; Sierra Alta, Quebrada de Sepultura, 1 S/C (-23.596803, -65.589483), 1 S/C (-23.593788, -65.588995); Sierra Alta, Vega El Morado, FML 17644 (-23.538758, -65.615156), 1 S/C (-23.593788, -65.588995); Volcán (-23.920416, -65.468793) MACN 1203a, 1203b; Dpto. Valle Grande: Caspalá, 1 S/C (-23.315944, -65.115392); Cerro Calilegua (-23.581253, -64.799864) FML 00620a, 00620b; Santa Ana, 1 S/C (-23.354897, -64.990599); Santa Ana, Abra del Valle, FML 17645 (-23.354025, -64.976725); Dpto. Yavi: Toqueros,

FML 17647 (-22.101775, -65.806161), 3 S/C (-22.101775, -65.806161), 2 S/C (-22.100860, -65.807935), 1 S/C (-22.102329, -65.807116); Yavi, FML 00793 (-22.129400, -65.462634), 17649 (-22.133426, -65.461144; localidad desconocida MACN 2632, 2636.

-*Taeniophallus occipitalis* (17): Dpto. Dr. Manuel Belgrano: San Salvador de Jujuy, FML 17642 (-24.186266, -65.299733), 30189 (-24.169674, -65.296591), Escuela Normal, CZFCA 1 S/N (-24.186933, -65.303159; Villa Jardín de Reyes, LGE 02594 (-24.165522, -65.389605), CZFCA S/N (-24.165522, -65.389605); Yala, San Pablo de Reyes, LGE 21191 (-24.147446, -65.396276), 21195 (-24.147446, -65.396276); Dpto. Ledesma: PN Calilegua, Aguas Negras (-23.759806, -64.850436) LGE 02584, 21173, 23199 (-23.760190, -64.850133); Yuto (-23.653091, -64.462923) MCN 0071-2, 0074; Dpto. San Pedro: Arroyo La Urbana LGE 02583 (-24.278608, -64.934028); Dpto. Valle Grande: Termas del Jordán, 1 S/C (-23.664385, -64.955337); Cerca de San Francisco, CFA 069 (-23.619847, -64.959754); Valle Colorado, 1 S/C (-23.413700, -64.933925).

-*Thamnodynastes chaquensis* (3): Dpto. Dr. Manuel Belgrano: PP Potrero de Yala, LGE 21200 (-24.121446, -65.466281); RP 4 y río La Horqueta, FML 23585 (-24.129327, -65.484020); Dpto. Tumbaya; Volcán, 1 S/C (-23.908106, -65.460419).

-*Thamnodynastes sp.* (3): Dpto. Santa Bárbara: Abra de Mortero, FML 25543 (-24.307525, -64.503706); Dpto. Valle Grande: Abra de Cañas, FML 00667 (-23.677751, -64.917586), 00691 (-23.676925, -64.928007).

-*Tomodon orestes* (9): Dpto. Valle Grande, Abra Cortadera, MACN 39806 (-23.363629-65.056744), Cerro Amarillo, Alto Calilegua, 1 S/C (-23.585194, -64.867333); Río Yerba Buena, camino de herradura a Valle Morado, 1 S/C (-23.519541, -64.811672); Dpto. Dr. Manuel Belgrano. PP de Yala, Lagunas de Yala, 1 S/C (-24.110283, -65.477785), Río La Horqueta 1 S/C (-24.123135, -65.492486), 1 S/C (-24.125840, -65.484681); Dpto. Santa Bárbara: Cerro Centinela, FML 025079 (-24.283052, -64.381204); Cerro Pereyra, 1 S/C (-24.099748, -64.428041); Monte Redondo, 1 S/C (-24.284026, -64.421570).

-*Xenodon dorbignyi* (2): Dpto. Ledesma: Yuto (-23.656926, -64.469719) MCN 0039; Dpto. San Pedro, Finca Las Lauras, 1 S/C (-24.537352, -64.688758).

-*Xenodon merremi* (74): Dpto. Dr. Manuel Belgrano: Guerrero, LGE 21202 (-24.189794, -65.431635); Ocloyas, 1 S/C (-23.942574, -65.234812); San Salvador de Jujuy, FML 17782-3 (-24.176656, -65.345989), 17834 (-24.181551, -65.331563), 17835

(-24.246500, -65.260026), 25047 (-24.174303, -65.326475), 25055 (-24.173590, -65.319841), 25056 (-24.172163, -65.322650), 25073 (-24.180030, -65.279374), INBIAL S/N (-24.165052, -65.337278, CZFCA 1 S/N (-24.176390, -65.308207), 1 S/N (-24.177670, -65.282516), VUJ 0037 (-24.184824, -65.320093), 4 S/C (-24.209207, -65.298134), 1 S/C (-24.179251

-65.341906; Yala, San Pablo de Reyes, LGE 02600 (-24.147222, -65.393778), 04907 (-24.153393, -65.388889), 06237 (-24.148629, -65.392927), 21203 (-24.147527, -65.396066), 21207 (-24.147527, -65.396066), CZFCA 1 S/N (-24.147527, -65.396066); Dpto. Ledesma: Caimancito, 1 S/C -23.735311, -64.596794); Calilegua, MACN 32523-4 (-23.774995, -64.775219), LGE 02593 (-23.784853, -64.769006); Fraile Pintado, LGE 02590 (-23.929192, -64.804136); Fraile Pintado, Colonia 8 de septiembre, 1 S/C (-23.994483, -64.793214); PN Calilegua, Aguas Negras, 2 S/C (-23.758520, -64.850336); PN Calilegua, Yacimiento Caimancito, FML 23554 (-23.644350, -64.600684), LGE 02586 (-23.644350, -64.600684), 1 S/C (-23.634914, -64.599766), 1 S/C (-23.644825, -64.604465); El Bananal, Reserva Privada El Pantanoso, 1 S/C (-23.510623, -64.592840); RN 34 acceso a Caimancito, FML 17831 (-23.729093, -64.615317), 17833 (-23.729093, -64.615317); Yuto (-23.646050, -64.473316) MCN 007, 0019, 0032, 0034-5, 0041-5, 0068, 0073, 0091, FML 01085 (-23.643265, -64.471095); 17832 (-23.643265, -64.471095); Dpto. Palpalá: RP 56, acceso a Mina 9 de octubre, Zapla Forestal LGE 06242 (-24.247814, -65.157336), 1 S/C (-24.225149, -65.177960); 1 S/C (-24.247814, -65.157336) Carahunco, LGE 02616 (-24.312050, -65.079028), 06239 (-24.312050, -65.079028); Río Blanco, 1 S/C (-24.224753, -65.243308); Dpto. Santa Bárbara: Aguas Calientes de Caimancito, 2 S/C (-23.747848, -64.507163); El Fuerte, FML 25535 (-24.260764, -64.419037), 25536 (-24.258851, -64.413736), 25555 (-24.264617, -64.430365); RNP Las Lancitas, 1 S/C (-24.069561, -64.370536); Dpto. San Pedro: El Afatal, 1 S/C (-24.317050, -64.518947); Dpto. Tumbaya: Coiruro, 1 S/C (-23.896664, -65.460419); Laguna Volcán, 1 S/C (-23.923617, -65.472572); localidad desconocida: MACN 5650, 6268.

-*Xenodon pulcher* (5): Dpto. El Carmen: Aguas Calientes, 1 S/C (-24.588708, -64.905751); Dpto. Ledesma: Yuto, FML 01102 (-23.643265, -64.471095), MACN 37441 (-23.646050, -64.473316); Ledesma localidad desconocida MACN 0693; Dpto. Santa Bárbara: Las Vertientes, 1 S/C (-23.819764, -64.197115).

Traveling with an invader: ectoparasitic mites of *Hemidactylus frenatus* (Squamata: Gekkonidae) in Colombia

Jorge A. Díaz^{1,2}, Richard A. Torres^{2,3}, Luis E. Paternina⁴, Diego José Santana⁵, Roberto J. Miranda⁶

¹ Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Instituto de Biociências, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, CEP 79070-900, Mato Grosso do Sul, Brazil.

² Grupo de Investigación en Zoología y Ecología, Universidad de Sucre, Sincelejo, Sucre, Colombia.

³ Laboratório de Aracnologia, Departamento de Zoologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, CEP 31270-901, Minas Gerais, Brazil.

⁴ Grupo de Investigaciones Biomédicas, Universidad de Sucre, Sincelejo, Sucre, Colombia.

⁵ Laboratorio de Zoología, Instituto de Biociências, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, CEP 79070-900, Mato Grosso do Sul, Brazil.

⁶ Departamento de Investigación en Entomología Médica, Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de la Salud, Panamá.

Recibida: 25 Octubre 2019

Revisada: 09 Diciembre 2019

Aceptada: 11 Diciembre 2019

Editor Asociado: C. Borteiro

doi: 10.31017/CdH.2020.(2019-027)

ABSTRACT

Information about natural history of invasive species (such as parasitism) is a relevant issue in order to consider potential threats to native fauna. In this work we report two pterygosomatid mites for the first time in Colombia, *Geckobia bataviensis* and *G. keegani*, parasites of the invasive house gecko *Hemidactylus frenatus*. Although it has not been demonstrated that these mites may infest native gecko lizards, our study highlights the need to explore the prevalence of internal and external parasites in native and invasive geckos, to better evaluate the potential impact of invasive *Hemidactylus* lizards in Colombia.

Key Words: Biological invasions; Parasitism; Mites; Pterygosomatidae; *Geckobia*.

Biological invasions associated to human activities are one of major threats to biodiversity worldwide, with impacts at the population, species and ecosystems levels (Chornesky and Randall, 2003). Invasive animals can disperse their parasites and potentially transmit them, which may pose potential risks to native species (Prenter *et al.*, 2004). Lizards, like other vertebrate groups are hosts for several internal and external parasites (*e.g.*, Avila and Silva, 2010; Fajfer, 2012) that may affect behavior and fitness of individuals. Besides, parasites may present important ecological implications at population level and interspecific relationships of their hosts (Prenter *et al.*, 2004; Norval *et al.*, 2014).

Species of the gekkonid lizard genus *Hemidactylus* Gray, 1825 are common hosts of external parasites such as mites of the family Pterygosomatidae, which comprises 184 species and nine genera, mostly permanent ectoparasites of lizards (Fajfer, 2018). Within Pterygosomatidae, the genus *Geckobia* Mégnin, 1878 exhibits the widest geographic distribution and is composed by 73 species that parasitize

lizards of different families, like Gekkonidae, Phyllodactylidae, Carphodactylidae, Diplodactylidae, Eublepharidae, and Liolaemidae (Fajfer, 2012; 2018).

In Colombia, four species of non-native *Hemidactylus* occur: *H. angulatus*, *H. mabouia*, *H. garnotii* and *H. frenatus* (Vásquez-Restrepo and Lapwong, 2018), but aspects of their natural history and potential impacts on the native fauna have been poorly studied. Regarding *H. frenatus* (Fig. 1A) in this country, there is information on its geographic distribution, diet and reproduction (Caicedo-Portilla and Dulcey-Cala, 2011; Díaz *et al.*, 2017). However, there are no further data on its parasites. On this matter, we report herein for the first time two Pterygosomatidae mite species parasitizing *Hemidactylus frenatus* in an urban area of Colombia.

We collected 30 specimens of *H. frenatus* (22 adults and 8 juveniles) between 21:00 h and 23:00 h in buildings of the urban area of Sincelejo municipality (9°18'45" N; 75°24'40" W), department of Sucre, Northern Colombia. Lizards were euthanized by a thoracic injection of 2% lidocaine, vouchers were

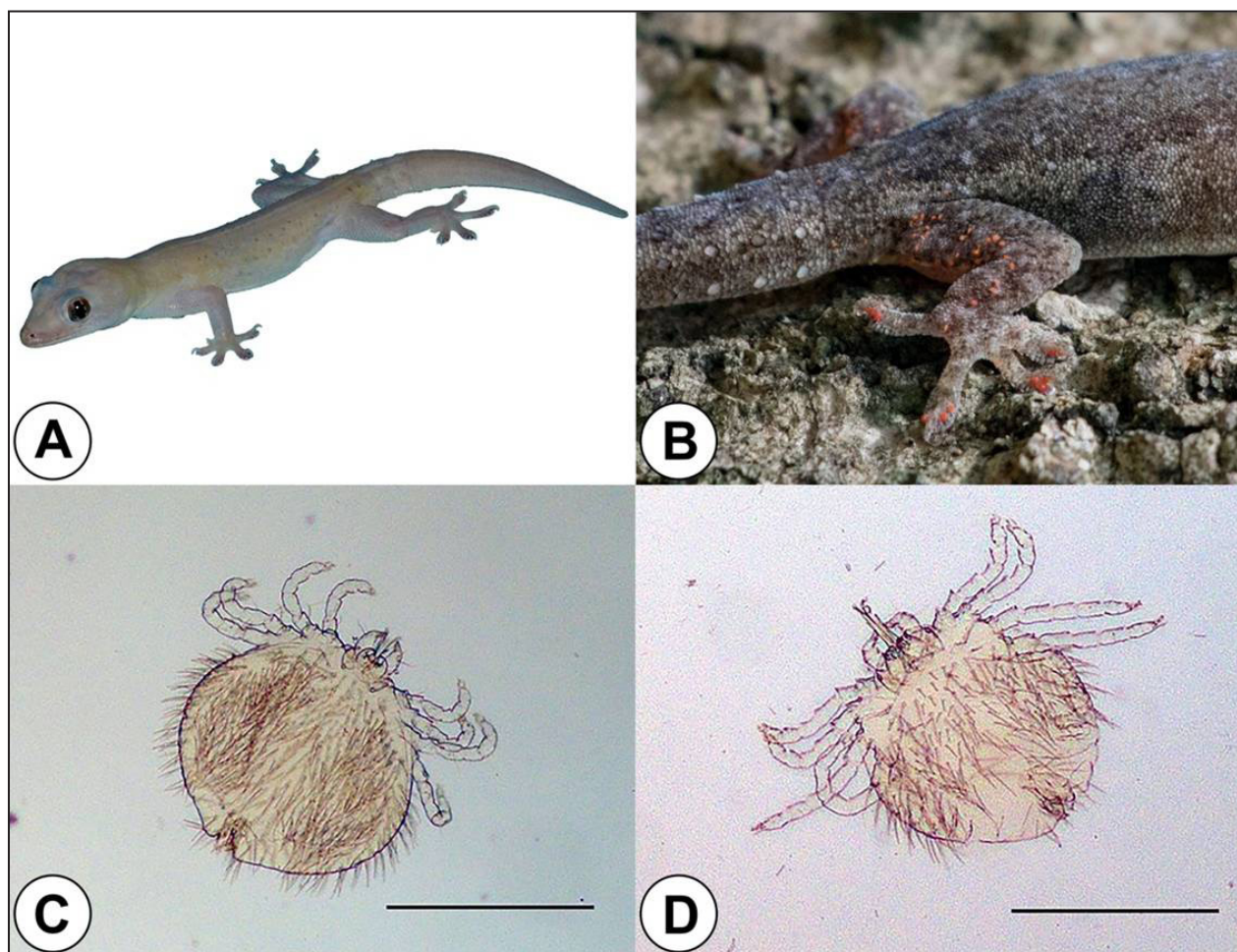


Figure 1. (A) Adult specimen of *Hemidactylus frenatus* from Sincelejo municipality; (B) Red mites on the dorsum of leg and fingers; (C) female of *Geckobia bataviensis* and (D) female of *G. keegani*, parasites of *H. frenatus* in the study area (scale bar = 500 μ m).

fixed in 10% formaldehyde and preserved in 70% ethanol (Pisani, 1973).

We removed external mites (Fig. 1B) from the lizards using entomological tweezers under a stereomicroscope, and preserved them in 70% ethanol. Mites were clarified using lactophenol and permanent mounts were made on microscope slides using Hoyer medium (Faraji and Bakker, 2008). Mites were identified following the key of Bertrand *et al.* (2013) for genera and species of Pterygosomatidae. We also reviewed the original description of *G. keegani* by Lawrence (1953). Prevalence and mean intensity were determined according to Bush *et al.* (1997). Vouchers of *H. frenatus* are housed in the Colección Herpetológica (UIS-R) of the Museo de Historia Natural of the Universidad Industrial de Santander (Colombia) and vouchers of mites are housed in the Colección Zoológica “Dr. Eustorgio Méndez” (CoZEM), Departamento de Investigación en Entomología Médica, Instituto Conmemorativo

Gorgas de Estudios de la Salud (Panamá).

Specimens of *H. frenatus* in the study area were infested by two mite species of the family Pterygosomatidae: *Geckobia bataviensis* Vitzthum, 1926 (Fig. 1C) and *Geckobia keegani* Lawrence, 1953 (Fig. 1D). Both species of *Geckobia* are characterized by the presence of five setae on tibiae I-IV, but they differ because *G. bataviensis* has one setae in trochanter IV, which is absent in *G. keegani* (Bertrand *et al.* 2013).

Mites were observed mainly on the dorsum of posterior legs and in the distal part of the fingers between claws (Fig. 1B). In this study, 80% (24) of the collected lizards were parasitized by at least one species of *Geckobia*. On the other hand, 37.5% (3) of juveniles and 95.45% (21) of adults were parasitized by one or both mite species. From the total, 58.3% (14) of lizards were parasitized by the two mite species at the same time. The prevalence of *G. bataviensis* (50%) was lower than that of *G. keegani* (76.6%) and the mean intensity was similar for both

mites (Table 1).

This is the first record in Colombia of *Geckobia bataviensis* and *G. keegani*, parasitic mites usually dispersed by the Asian house gecko *H. frenatus*, as previously reported from other regions, both in native areas and in those where this gecko was introduced (Bochkov and Mironov, 2000; Frenkel and Vargas, 2005; Heath and Withaker, 2015). *Geckobia bataviensis* is the most common scale mite on *H. frenatus* throughout its distribution, even in sites where this lizard is invasive and can be found along with other mite species but more often found with *G. keegani*, as we observed in the present study (Prawasti *et al.*, 2013; Heath and Withaker, 2015).

In the studied area, we observed *H. frenatus* inhabiting houses also with the native Yellow-headed Gecko *Gonatodes albogularis* (Duméril and Bibron, 1836), which is more frequent in backyards and gardens into crevices. It is known that invasive species can transmit their parasites to native relatives when colonizing new areas, affecting the local parasite dynamics and native host species (Prenter *et al.*, 2004; Barnett *et al.*, 2018). Hoskin (2011) considers that the ectoparasitic mites of *H. frenatus* could represent a potential threat for native lizard species; blood-feeding mites are capable of transmit blood parasites, such as pentastomids of the genus *Raillietiella*, which could affect host reproduction, competitive abilities and survival (Barton, 2007; Hoskin, 2011). Nevertheless, there is still no evidence about transmission of pterygosomatid mites from invasive to native gecko species or vice versa (Bertrand *et al.*, 2008; Barnett *et al.*, 2018). Pterygosomatid mites spend their entire life on geckos, and may be only transmitted during close and prolonged contact (e.g., during mating or fighting). Native and invasive gecko species in Colombia may occupy different microhabitats, which may reduce the chance or eventually prevent mite transmission from the latter (Barnett *et al.*, 2018). In the study area *H. frenatus* and *G. albogularis* occupy different microhabitats and are active at different times of the day (*H. frenatus* is mainly nocturnal and *G. albogularis* is diurnal). Additionally, we did

not observed agonistic interactions between them. Thus, we hypothesize that these factors would not favor mite transmission from *H. frenatus* to native geckos (e.g., *G. albogularis*). However, this topic should be evaluated more rigorously.

Hemidactylus frenatus is a common species in the Caribbean Region and inter-Andean valleys of Colombia, occurring generally between 0 and 1600 m. elevation (Caicedo-Portilla and Dulcey-Cala, 2011; this species was also registered in the Amazonia region of Colombia, in Leticia municipality (Caicedo-Portilla, 2019). Therefore, is possible that parasitic mites reported also occur in other ecosystems across the distributional range of this invasive gecko in Colombia. Regarding mites, *H. frenatus* may host other parasites such as cestodes, nematodes, trematodes, coccidia, apicomplexans and pentastomids (Upton *et al.*, 1994; Hanley *et al.*, 1995; Hanley *et al.*, 1998), but the impact of this parasites on native species remains to be studied. Finally, we aim that future research would address the evaluation of the prevalence and effects of external parasites in both native and invasive geckos living in syntopy, to obtain valuable information on the potential impacts of invasive *Hemidactylus* species.

Acknowledgements

We thank to Cristian Castillo and Luis Montes for their logistic support and Juan Dávila for the photo of live *Hemidactylus*. RAT thanks Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES; scholarship No. 88882.381362/2019-01). DJS thanks Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq; research fellowship 311492/2017-7). JAD also thanks CNPq (scholarship No. 133108/2018-0). Finally, we appreciate the editorial board for their helpful comments that improved the manuscript.

Literature cited

- Avila, R.W. & Silva, R.J. 2010. Checklist of helminths from lizards and amphisbaenians (Reptilia, Squamata) of South America. *Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases* 16: 543-572.
- Barnett, L.K.; Phillips, B.L.; Heath, A.C.; Coates, A. & Hoskin, C.J. 2018. The impact of parasites during range expansion of an invasive gecko. *Parasitology* 145: 1400-1409.
- Barton, D.P. 2007. Pentastomid parasites of the introduced Asian house gecko, *Hemidactylus frenatus* (Gekkonidae), in Australia. *Comparative parasitology* 74: 254-260.
- Bertrand, M.; Cole, N. & Moodry, D. 2008. Adaptation in parasitic mites: spread by the host or stay with the host?. *Integrative Acarology. Proceedings of the 6th European*

Table 1. Prevalence and mean intensity of parasitism in *Hemidactylus frenatus*.

Mite species	Prevalence (# specimens)	Mean intensity
<i>Geckobia bataviensis</i>	50% (15)	9.66
<i>G. keegani</i>	76.6% (23)	11.6

- Congress. M. Bertrand, S. Kreiter, K.D. McCoy, A. Migeon, M. Navajas, M.-S. Tixier, L. Vial (Eds.). *European Association of Acarologists* 2008: 137-146.
- Bertrand, M.; Kukushkin, O. & Pogrebnnyak, S. 2013. A new species of mites of the genus *Geckobia* (Prostigmata, Pterygosomatidae), parasitic on *Mediodactylus kotschy* (Reptilia, Gekkota) from Crimea. *Vestnik zoologii* 47: 1-13.
- Bochkov, A.V. & Mironov, S.V. 2000. Two new species of the genus *Geckobia* (Acari: Pterygosomatidae) from geckons (Lacertilia: Gekkonomorpha) with a brief review of host-parasite associations of the genus. *Russian Journal of Herpetology* 7: 51-58.
- Bush, A.O.; Lafferty, K.D.; Lotz, J.M. & Shostak, A.W. 1997. Parasitology meets ecology in its own terms: Margulis et al. revisited. *The Journal of Parasitology* 83: 575-583.
- Caicedo-Portilla, R. & Dulcey-Cala, C.J. 2011. Distribución del gecko introducido *Hemidactylus frenatus* (Dumeril y Bribon 1836) (Squamata: Gekkonidae) en Colombia. *Biota Colombiana* 12: 45-56
- Caicedo-Portilla, R. 2019. Presencia de *Hemidactylus frenatus* y *Hemidactylus mabouia* (Squamata: Gekkonidae) en Leticia, Amazonia colombiana. *Biota Colombiana* 20. doi: 10.21068/c2019.v20n02a09.
- Chornesky, E.A. & Randall, J.M. 2003. The threat of invasive alien species to biological diversity: setting a future course. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 90: 67-76.
- Díaz, J.; Sampredo, A. & Ramírez-Pinilla, M. 2017. Actividad reproductiva y dieta de *Hemidactylus frenatus* (Sauria: Gekkonidae) en el norte de Colombia. *Papéis Avulsos de Zoologia* 57: 459-472
- Fajfer, M. 2012. Acari (Chelicerata)-parasites of reptiles. *Acarina* 20: 108-129.
- Fajfer, M. 2018. New Species and Records of Scale Mites (Acariformes: Pterygosomatidae) from Geckos (Squamata: Gekkonidae and Caprodactylidae). *BioMed research international* 2018: 1-8.
- Faraji, F. & Bakker, F. 2008. A modified method for clearing, staining and mounting plant-inhabiting mites. *European Journal of Entomology* 105: 793-795.
- Frenkel-van Gysegheem, C. & Vargas-Vargas, M. 2005. The immature stages and adults of *Geckobia keegani* (Acari: Pterygosomatidae), parasite of *Hemidactylus frenatus* (Gekkonidae) in Costa Rica. *Acarologia* 45: 77-83.
- Hanley K.A.; Petren K. & Case T.J. 1998. An experimental investigation of the competitive displacement of a native gecko by an invading gecko: no role for parasites. *Oecologia* 115: 196-205.
- Hanley K.A.; Vollmer D.M. & Case T.J. 1995. The distribution and prevalence of Helminths, coccidia and blood parasites in two competing species of gecko: implications for apparent competition. *Oecologia* 102: 220-229.
- Heath, A.C. & Whitaker, A.H. 2015. Mites (Acari: Pterygosomatidae, Macronyssidae) taken from lizards intercepted at the New Zealand border. *Systematic and Applied Acarology* 20: 739-757.
- Hoskin, C. 2011. The invasion and potential impact of the Asian House Gecko (*Hemidactylus frenatus*) en Australia. *Austral Ecology* 36: 240-251.
- Lawrence R. F. 1953. Two new scale-mite parasites of lizards. *Proceedings of the United States National Museum* 103: 9-18.
- Norval, G.; Goldberg, S.R.; Burse, C. R.; Mao, J. & Slater, K. 2014. Internal parasites of lizards from Taiwan. *Herpetological Conservation and Biology* 9: 484-494.
- Pisani G.R. 1973. A guide to preservation techniques for amphibians and reptiles. *Society for the Study of Amphibians and Reptiles - Herpetological circular* 1: 1-22.
- Prawasti, T.S.; Farajallah, A. & Raffiudin, R. 2013. Three species of ectoparasite mites (Acari: Pterygosomatidae) infested geckos in Indonesia. *HAYATI Journal of Biosciences* 20: 80-88.
- Prenter, J.; MacNeil, C.; Dick, J.T. & Dunn, A.M. 2004. Roles of parasites in animal invasions. *Trends in ecology & evolution* 19: 385-390.
- Upton, S.; Hanley, K. & Case, T. 1994. *Eimeria frenatus* n. sp. and *Eimeria rochalimai* (Apicomplexa: Eimeriidae) from *Hemidactylus frenatus* (Sauria: Gekkonidae) in Hawaii, U.S.A. *Transactions of the American Microscopical Society* 113: 390-394.
- Vásquez-Restrepo, J.D. & Lapwong, Y. 2018. Confirming the presence of a fourth species of non-native house gecko of the genus *Hemidactylus* Oken, 1817 (Squamata, Gekkonidae) in Colombia. *Check List* 14: 665-669.

Multiple mating and oviposition behavior of *Proceratophrys goyana* (Anura: Odontophrynidae) in the Brazilian Cerrado

Gabriela Carvalho¹, Afonso Santiago de Oliveira Meneses¹, Pedro Paulo de Queiroz², Reuber Albuquerque Brandão¹

¹Universidade de Brasília, Laboratório de Fauna e Unidades de Conservação, Departamento de Engenharia Florestal, Faculdade de Tecnologia. Caixa Postal 04357. CEP 70919-970 Brasília, DF, Brazil.

²Laboratório de Anatomia Comparativa de Vertebrados, Instituto de Biologia, Campus Universitário Darcy Ribeiro. Caixa Postal 04357. CEP 70910-900, Brasília, DF, Brazil.

Recibida: 08 Noviembre 2019

Revisada: 16 Diciembre 2019

Aceptada: 08 Enero 2020

Editor Asociado: M. Vaira

doi: 10.31017/CdH.2020.(2019-046)

ABSTRACT

Polyandry occurs when a female mate, sequentially or simultaneously, with more than one male. Even though this reproductive strategy has been widely studied for some taxa, reports on amphibians are still scarce. Herein, we report amplexus, egg-laying, aggregative behavior and a case of multiple mating in the frog *Proceratophrys goyana*. Coupling occurs outside water and females, that are noticeably larger than males, move to streams where eggs are released at the stream bottom. Multiple mating was observed in a large chorus context, but males' aggregations seem to be uncommon in the species. Multiple spawning in Neotropical frogs occurs in several lineages and it seems to be related to the behavioral context.

Key Words: Amplexus; Cerrado; Polyandry; Reproduction.

Polyandry occurs when a female mate with more than one male, sequentially or simultaneously (Birkhead, 1995). Even though this reproductive strategy is widely studied in several taxa such as mammals and birds, studies in amphibians are still scarce (Orians, 1969, Stockley, 2003). Polyandry may benefit the female since different males, with different fitness, compete for produce part of the future offspring, increasing allelic diversity of the spawning. This reproductive strategy can also enhance the fertilization rate of the ova, when single males cannot fertilize the ova alone, enhancing female fitness (Byrne and Whiting, 2008). However, sometimes females can be drowned by amplexant males in high male density chorus (Izzo *et al.*, 2012, Trauth *et al.*, 2000), highlighting the complexity of reproductive strategies within amphibians.

Larvae growth and survival are usually larger in clutches produced by multiple spawning when compared to clutches fertilized by only one male (Byrne and Whiting, 2008, 2011). On the other hand, males involved in multiple spawning may either be benefited or harmed by the strategy. For some males, polyandry is one of the alternative strategies that would enable reproduction when the main strategy, calling for females, fails (Pombal Jr. and Haddad,

2007). These males, even competing by egg fertilization with other males, can enhance their fitness in multiple spawning situations (Vieites *et al.*, 2004). However, the male that expended energy calling for females and defending territory may have his fitness reduced as more males aggregate in the spawning (Jennions *et al.*, 1992, Roberts *et al.*, 1999, Vieites *et al.*, 2004). Since very few studies are focused in understanding the ecological role and evolution history of polyandry in amphibians (Zamudio *et al.*, 2016), including the occurrence of multiple spawning in tropical species (Prado and Haddad, 2003), natural history observations are essential for filling gaps and provide basic information about this complex reproductive behavior.

The Goiás Smooth Horned Frog *Proceratophrys goyana* (Miranda-Ribeiro 1937) is a terrestrial species widely distributed in central Brazil (Junior *et al.*, 2012, Martins and Giaretta, 2013), occurring in both open and forested habitats (Santoro and Brandão, 2014). *P. goyana* is a prolonged breeder that shows reproductive mode 2, with eggs and exotrophic tadpoles in lotic water (Bastos *et al.*, 2003; Haddad and Prado, 2005; Santoro and Brandão, 2014).

Recent papers published in *Proceratophrys*

frogs deals basically with taxonomic issues (e.g. Brandão *et al.*, 2013; Godinho *et al.*, 2013; Mângia *et al.*, 2014; Mângia *et al.*, 2018; Martins and Giaretta, 2013; Nascimento *et al.*, 2019; Santana *et al.*, 2010). However, very few is known about species natural history, even for common species in the genus, as *Proceratophrys goyana*.

Herein, we report *Proceratophrys goyana* amplexus, egg-laying, aggregative behavior, and a possible multiple spawning event. Amplecting

pairs of *Proceratophrys goyana* were recorded at margins of streams and creeks with rocky bed in the Serra do Tombador Private Reserve, in Cavalcante Municipality, state of Goiás (13°42'13.08"S; 47°45'21.64"W, 960 m a.s.l.) in 15 July 2008 (Fig. 1), in São Domingos Village, Cavalcante Municipality (13°35'0.45"S; 47°37'35.23"W, 1020 m a.s.l), in 25 November 2016, in several opportunities in Volta da Serra Farm, Alto Paraíso de Goiás, state of Goiás (14°09'58.2"S; 47°44'25.0"W, 1020 m a.s.l), and in

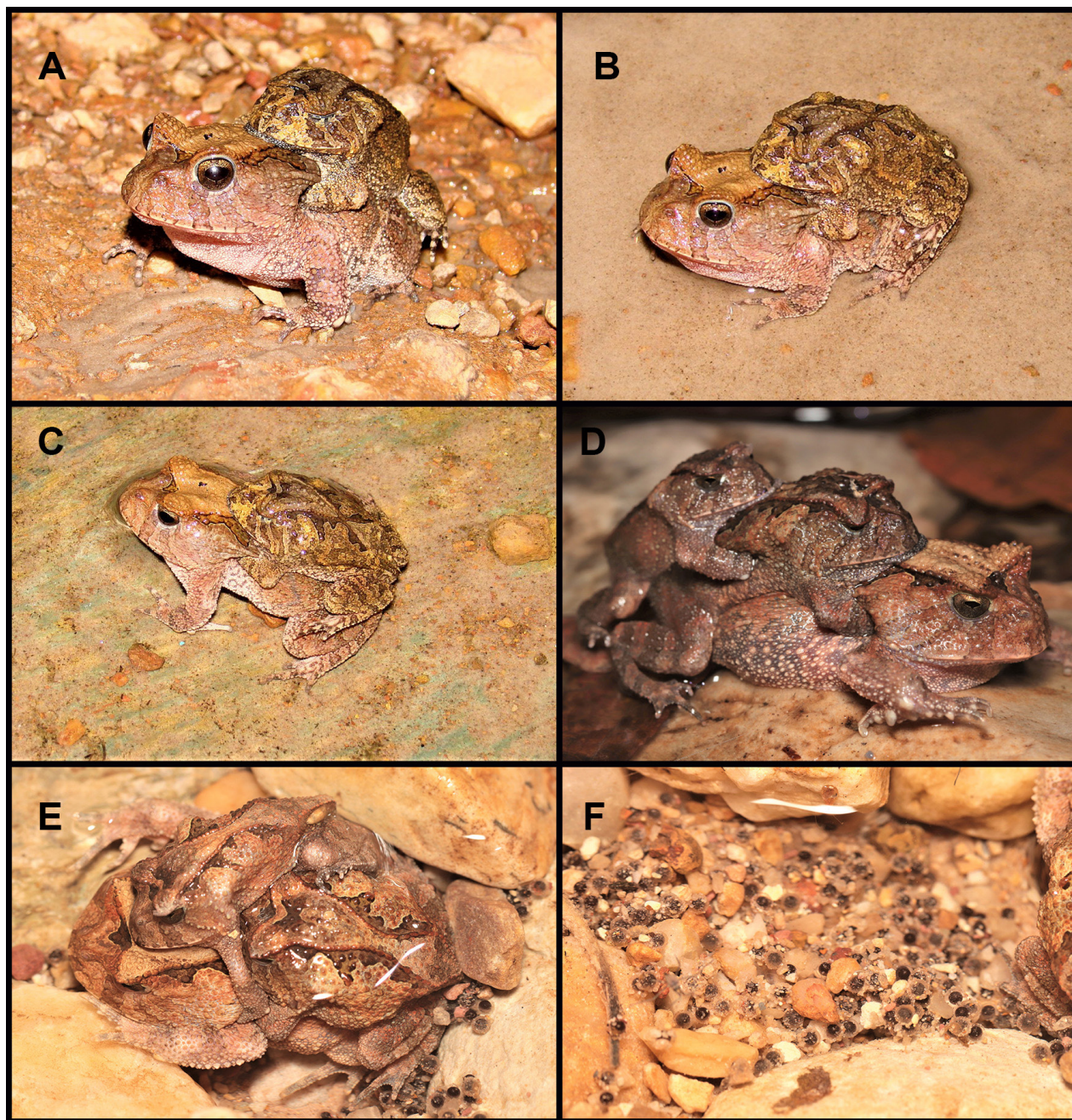


Figure 1. Amplecting pairs of *Proceratophrys goyana*. Amplecting pair in Serra do Tombador Private Reserve formed at stream margin (A), female moving towards the stream (B) and the couple on a rocky bottom stream (C), showing most of the female's body immersed (Photos by RAB). Amplected pair in Volta da Serra Farm before spawning (D), after spawning showing female completely immersed and with some eggs being released (E) and eggs recently released with sand particles adhered (F) (Photos by ASOM).

Chapada dos Veadeiros National Park, Alto Paraíso de Goiás Municipality (about 14°10'S; 47°48'W 1090 m a.s.l). All observed couples moved to the bottom of rocky bed streams or creeks for egg-laying. Eggs were always laid at streams backwaters or in places with slower water flow. The eggs were completely pigmented and presented an outer translucent jelly layer around 4 mm in width including the jelly layer and around 3 mm without the jelly layer (N = 25). Small particles of sand and other debris were quickly adhered to the surface of eggs, turning them confused with the background.

Although reproductive aggregations in *Proceratophrys* species were rarely reported, we recorded a large chorus in Serra do Tombador Reserve on 25 November 2016 and four times in Volta da Serra Farm. These aggregations were recorded at the end of the dry season in the Cerrado or were related to the first heavy rain at the beginning of the rainy season, and are typically composed by dense concentrations of males (up to 44 calling males) surrounding 1 to 2m² pools along perennial or temporary streams. The sex ratio is strongly male-biased, and very few females were observed at these events, suggesting that males arrived earlier to these reproductive sites (see Lodé *et al.*, 2005).

On 06 August 2019 (end of the dry season) in Volta da Serra Farm, we observed at 20:50 hs an amplexed pair with a second, noticeable smaller male, grasping the amplexed male (Fig. 1). The three individuals were the only ones found on a small pool filled by the streamflow placed between rocks and pebbles at the São Miguel stream margin. We returned to the same place four hours later and found frogs still amplexed. At this moment, the smaller male initially placed on top of the first male has moved and grasped the female, and both males were amplexing with the female, who released eggs in the pool (Fig. 1).

Although reproductive aggregations were previously reported for *Proceratophrys vielliardi* (Martins and Giaretta, 2011), this is the first record of multiple mating for the *Proceratophrys* genus. Although the records of polyandry in anurans are scarce (Zamudio *et al.*, 2016) it may be facilitated by some features, as an alternative reproductive strategy (Pombal Jr. and Haddad, 2007). External fertilization is one of the main factors that enable simultaneous polyandry allowing direct access to the ova by the sperm of several males (Byrne, 2004). Multiple mating has been recorded more often in

explosive breeders than in species that build hidden nests or are sensitive to outside disturbance, such as territorial species (Chuang *et al.*, 2013, Ovaska and Rand, 2001). High density, as commonly observed in explosive breeders (Wells, 1997), also enables polyandry events, such as the one herein reported, although *Proceratophrys goyana* is a prolonged breeder (Bastos *et al.*, 2003), and male aggregations seem to be uncommon. Populations with high densities, especially for those where sexual ratio is male-biased, often have enhanced competition for females (Mangold *et al.*, 2015), making more suitable the use of alternative reproductive strategies by not amplexant males. It is interesting to note that most males that decide to invest in multiple mating are often smaller than the first male to access females (Vieites *et al.*, 2004; Lodé *et al.*, 2005).

Most of the records of polyandry in frogs are for species with foam nests in water (reproductive modes 11 and 13) or in vegetation (reproductive mode 33) (Liao and Lu, 2010; Prado and Haddad, 2003, Ron *et al.*, 2014), because foam nests can allow the retention of sperm and the access of pirate sperms to the ova (Kusano *et al.*, 1991, Vieites *et al.*, 2004, Zamudio *et al.*, 2016). Moreover, polyandry in species with different reproductive modes have also been reported, such as *Afraxalus delicatus*, *Crinia georgiana*, *Chiromantis xerampelina*, *Rana latastei* (Backwell and Passmore, 1990; Byrne, 2002, Jennions *et al.*, 1992; Roberts *et al.*, 1999), and Phyllomedusidae frogs (Dias *et al.*, 2012; Oliveira *et al.*, 2014; Prado *et al.*, 2006, Roberts, 1994).

Our records increase the knowledge about *Proceratophrys* genus natural history, reporting different mating strategies in different lineages that can contribute to studies focusing on the evolution of reproductive strategies in Anura.

Acknowledgements

We are grateful to Lauro Jurgeaitis and Fazenda Volta da Serra, for support during fieldwork. The manuscript previous version was largely improved by pertinent suggestions made by Cuadernos de Herpetología reviewers.

Literature cited

- Backwell, P.R.Y. & Passmore, N.I. 1990. Polyandry in the leaf-folding frog, *Afraxalus delicatus*. *Herpetologica* 46: 7-10.
- Bastos, R.P.; Motta, J.D.O.; Lima, L.P. & Guimarães L.D. 2003. Anfíbios da Floresta Nacional de Silvânia, Estado de Goiás. Stylo Gráfica e Editora, Goiânia.
- Birkhead, T.R. 1995. Sperm competition: Evolutionary causes

G. Carvalho *et al.* — Multiple mating in *Proceratophrys goyana*

- and consequences. *Reproduction, Fertility and Development* 7: 755-775.
- Brandão, R.A.; Caramaschi, U.; Vaz-Silva, W. & Campos, L.A. 2013. Three new species of *Proceratophrys* Miranda-Ribeiro 1920 from the Brazilian Cerrado (Anura, Odontophrynidae). *Zootaxa* 3750: 321-347.
- Byrne, P.G. 2002. Climatic correlates of breeding, simultaneous polyandry and potential for sperm competition in the frog *Crinia georgiana*. *Journal of Herpetology* 36: 125-129.
- Byrne, P.G. 2004. Male sperm expenditure under sperm competition risk and intensity in quacking frogs. *Behavioral Ecology* 15: 857-863.
- Byrne, P.G. & Whiting, M.J. 2008. Simultaneous polyandry increases fertilization success in an African foam-nesting treefrog. *Animal Behaviour* 76: 1157-1164.
- Byrne, P.G. & Whiting, M.J. 2011. Effects of simultaneous polyandry on the offspring fitness in an African treefrog. *Behavioral Ecology* 22: 385-391.
- Chuang, M.F.; Bee, M.A. & Kam, Y.C. 2013. Short amplexus duration in a territorial anuran: a possible adaptation in response to male-male. *PlosOne* 8: e83116.
- Cruz, C.A.G.; Nunes, I. & Juncá, F.A. 2012. Redescription of *Proceratophrys cristiceps* (Muller, 1883) (Amphibia, Anura, Odontophrynidae), with description of two new species without eyelid appendages from northeastern Brazil. *South American Journal of Herpetology* 7: 110-122.
- Dias, T.M.; Maragno, F.P.; Prado, C.P.A. & Cechin, S.Z. 2012. *Phyllomedusa azurea*. Multiple spawning. *Herpetological Review* 43: 634.
- Godinho, L.B.; Moura, M.R.; Lacerda, J.V.A. & Feio, R.N. 2013. A new species of *Proceratophrys* (Anura: Odontophrynidae) from the middle São Francisco River, southeastern Brazil. *Salamandra* 49: 63-73.
- Haddad, C.F.B. & Prado, C.P.A. 2005. Reproductive modes in frogs and their unexpected diversity in the Atlantic Forest of Brazil. *BioScience* 55: 207-217.
- Izzo, T.J.; Rodrigues, D.J.; Menin, M.; Lima, A.P. & Magnusson, W.E. 2012. Functional necrophilia: a profitable anuran reproductive strategy? *Journal of Natural History* 46: 2961-2967.
- Jennions, M.D.; Backwell, P.R.Y. & Passmore, N.I. 1992. Breeding behaviour of the African frog, *Chiromantis xerampelina*: multiple spawning and polyandry. *Animal Behaviour* 44: 1091-1100.
- Liao, W.B. & Lu, X. 2010. Breeding behavior of the Omei tree frog *Rhacophorus omeimonstis* (Anura: Rhacophoridae) in subtropical montane region. *Journal of Natural History* 44: 2929-2940.
- Lodé, T.; Holveck, M.J. & Lesbarreres, D. 2005. Asynchronous arrival pattern, operational sex ratio and occurrence of multiple paternities in a territorial breeding anuran, *Rana dalmatina*. *Biological Journal of the Linnean Society* 86: 191-200.
- Mângia, S.; Santana, D.J.; Cruz, C.A.G. & Feio, R.N. 2014. Taxonomic review of *Proceratophrys melanopogon* (Miranda-Ribeiro, 1926) with description of four new species (Amphibia, Anura, Odontophrynidae). *Boletim do Museu Nacional Nova Série Zoologia* 531: 1-33.
- Mângia, S.; Koroiva, R.; Nunes, P.M.S.; Roberto, I.J.; Ávila, R.W.; Sant'Anna, A.C.; Santana, D.J. & Garda, A.A. 2018. A new species of *Proceratophrys* (Amphibia: Anura: Odontophrynidae) from the Araripe Plateau, Ceará state, northeastern Brazil. *Herpetologica* 74: 255-268.
- Mangold, A.; Trenkwalder, K.; Ringler, M.; Hodl, W. & Ringler, E. 2015. Low reproductive skew despite high male-biased operational sex ratio in a glass frog with parental care. *BMC Evolutionary Biology* 15: 181.
- Martins, L.B. & Giaretta, A.A. 2011. A new species of *Proceratophrys* Miranda-Ribeiro (Amphibia: Anura: Cycloramphidae) from central Brazil. *Zootaxa* 2880: 41-50.
- Martins, L.B. & Giaretta, A.A. 2013. Morphological and acoustic characterization of *Proceratophrys goyana* (Lissamphibia: Anura: Odontophrynidae), with the description of a sympatric and related new species. *Zootaxa* 3750: 301-320.
- Oliveira, V.F.; Dias, T.M. & Santos, T.G. 2014. Multiple amplexus and spawning in the leaf frog *Phyllomedusa iheringii* (Hylidae, Phyllomedusinae). *Herpetology Notes* 7: 119-120.
- Orians, G. H. 1969. On the evolution of mating systems in birds and mammals. *The American Naturalist* 103: 589-603.
- Ovaska, K. & Rand, A.S. 2013. Courtship and reproductive behavior of the frog *Eleutherodactylus diastema* (Anura: Leptodactylidae) in Gamboa, Panama. *Journal of Herpetology* 35: 44-50.
- Pombal Jr, J.P. & Haddad, C.F.B. 2007. Estratégias e modos reprodutivos em anuros. *Herpetologia no Brasil* 2: 101-116.
- Prado, C.P.A. & Haddad, C.F.B. 2003. Testes size in Leptodactylid frogs and occurrence of multimale spawning in the genus *Leptodactylus* in Brazil. *Journal of Herpetology* 37: 354-362.
- Prado, C.P.A.; Toledo, L.F.; Woehl, G. Jr. & Castanho, L.M. 2006. *Phyllomedusa distincta* (leaf frog). Multimale spawning. *Herpetological Review* 37: 207-207.
- Roberts, W.E. 1994. Explosive breeding aggregations and parachuting in Neotropical frog, *Agalychnis saltator* (Hylidae). *Journal of Herpetology* 28: 193-199.
- Roberts, J.D.; Standish, R.J.; Byrne, P.G. & Doughty, P. 1999. Synchronous polyandry and multiple paternity in the frog *Crinia georgiana* (Anura: Myobatrachidae). *Animal Behaviour* 57: 721-726.
- Ron, S.R.; Narváez, A.E. & Romero, G.E. 2014. Reproduction and spawning behavior in the frog *Engystomops pustulatus* (Shreve 1941). *Amphibian & Reptile Conservation* 8: 25-32.
- Santana, D.J.; São-Pedro, V.A.; Bernarde, P.S. & Feio, R.N. 2010. Descrição do canto de anúncio e dimorfismo sexual em *Proceratophrys concavitympanum* Giaretta, Bernarde & Kokobum, 2000. *Papéis Avulsos de Zoologia do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo* 50: 167-174.
- Santoro, G.R.C.C. & Brandão, R.A. 2014. Reproductive modes, habitat use, and richness of anurans from Chapada dos Veadeiros, central Brazil. *North-Western Journal of Zoology* 10: 365-373.
- Simmons, L.W. 2005. The evolution of polyandry: sperm competition, sperm selection, and offspring viability. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 36: 125-146.
- Stockley, P. 2003. Female multiple mating behaviour, early reproductive failure and litter size variation in mammals. *Proceedings of the Royal Society: Biological Sciences* 270: 271-278.
- Trauth, S.E.; McCallum, M.L. & Cartwright, M.E. 2000. Breeding mortality in the wood frog, *Rana sylvatica* (Anura: Ranidae), from northcentral Arkansas. *Journal of the Arkansas*

Academy of Science 54: 154-156.
Vieites, D.R.; Nieto-Román, S.; Barluenga, M.; Palanca, A.;
Vences, M. & Meyer, A. 2004. Post mating clutch piracy in
an amphibian. *Nature* 431: 305-308.
Wells, K.D. 1997. The social behaviour of anuran amphibians.

Animal Behaviour 25: 666-693.
Zamudio, K.R.; Bell, R.C; Mali, R.C.; Haddad, C.F. & Prado,
C.P. 2016. Polyandry, predation, and the evolution of frog
reproductive modes. *The American Naturalist* 188: 41-61.

© 2020 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 2.5 Argentina de Creative Commons. Para ver
una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/ar/>

Fist record of ophiophagy in the false coral snake *Oxyrhopus trigeminus* Duméril, Bibron & Duméril, 1854

Alcéster Diego Coelho-Lima, Géssica Oliveira Ramos, Ronei Bruno Xavier Martins, Lyse Panelli de Castro Meira

Bioconsultoria Ambiental LTDA., CEP 46400-000, Caetité – BA, Brazil.

Recibida: 11 Noviembre 2019

Revisada: 11 Diciembre 2019

Aceptada: 09 Enero 2020

Editor Asociado: J. Goldberg

doi: 10.31017/CdH.2020.(2019-045)

ABSTRACT

The false coral *Oxyrhopus trigeminus* is a very common snake in Northeastern Brazil. The diet of *O. trigeminus* includes mainly lizards, although the consumption of small mammals and birds has been recorded in other studies. Ophiophagy had previously not been reported for the false coral snake. This event occurred during a wildlife rescue operation. Upon capture and translocation of an adult individual of this species, the snake regurgitated an individual of the vine snake *Oxybelis aeneus*.

Key Words: Diet; Feeding behavior; Predation; Brazilian semiarid.

Oxyrhopus trigeminus Duméril, Bibron & Duméril, 1854 (false coral snake) is a terrestrial and nocturnal small-sized snake that belongs to the family Dip-sadidae. The species is widely distributed in South America, being recorded in Bolivia, Peru, and Brazil (Uetz *et al.*, 2019). In Northeastern Brazil, the false coral snake occurs commonly in the Caatinga domains (Guedes *et al.*, 2014). It presents a diet composed of lizards (Coelho *et al.*, 2019), mammals (Vitt and Vangilder, 1983), and birds (Alencar *et al.*, 2012), with no snakes recorded as part of its diet until now. This study documents the first case of ophiophagy for *O. trigeminus*.

The event was observed in Pindaí municipality (-14.441011; -42.653648, WGS 84; 730 m a.s.l.), Bahia State, Northeastern Brazil. On 14 June 2019 at 15:11 h, an adult individual of *O. trigeminus* was found in a burrow during a wildlife rescue operation (Fig. 1A). Upon translocation, the snake regurgitated a specimen of *Oxybelis aeneus* (Wagler, 1824) (brown vine snake) which was swallowed by the head (Fig. 1C). Upon regurgitation, the snake ran away without complications.

After eating, a snake gets heavier, slower and consequently became easy prey for potential predators (Garland and Arnold, 1983). In order to avoid predation and be safe during the food digestion, the snakes usually look for microenvironments for hiding, such as the burrow where the false coral was found. Probably, when the snake was captured and

felt threatened, the regurgitation became a viable option to reduce the weight and increase the agility to escape.

The ophiophagy is known for several other species, including some dipsadids (Pinto and Lema, 2002; Coelho-Lima *et al.*, 2019). Even small-sized individuals can feed off longer or equal-sized snakes by forcing their prey's spine to bend in waves (Fig. 1B), and consequently shortening their body axis to fit in their digestive tracts (Jackson *et al.*, 2004). However, this behavior is poorly recorded for the genus *Oxyrhopus* (see Solórzano, 2004 for a record of a dipsadid snake that composed a diet item of *Oxyrhopus petolarius*).

Oxybelis aeneus is a diurnal and mid-sized snake, widely distributed from the United States to Argentina (Uetz *et al.*, 2019). This snake was recorded as a food item of *Philodryas nattereri* Steindachner, 1870, another terrestrial and generalist snake commonly found in the Brazilian Caatinga (Mesquita *et al.*, 2009). Despite *O. aeneus* has mainly arboreal habits (Mesquita *et al.*, 2012), this species, eventually, can use the ground, which may facilitate the predation.

In a study conducted by Coelho *et al.* (2019), the diet of *O. trigeminus* was 96 % composed of lizards in the Caatinga domain, however, when comparing their results with studies in the Atlantic Forest and Cerrado domains at Brazil, the most important dietary items varied according to the geographical

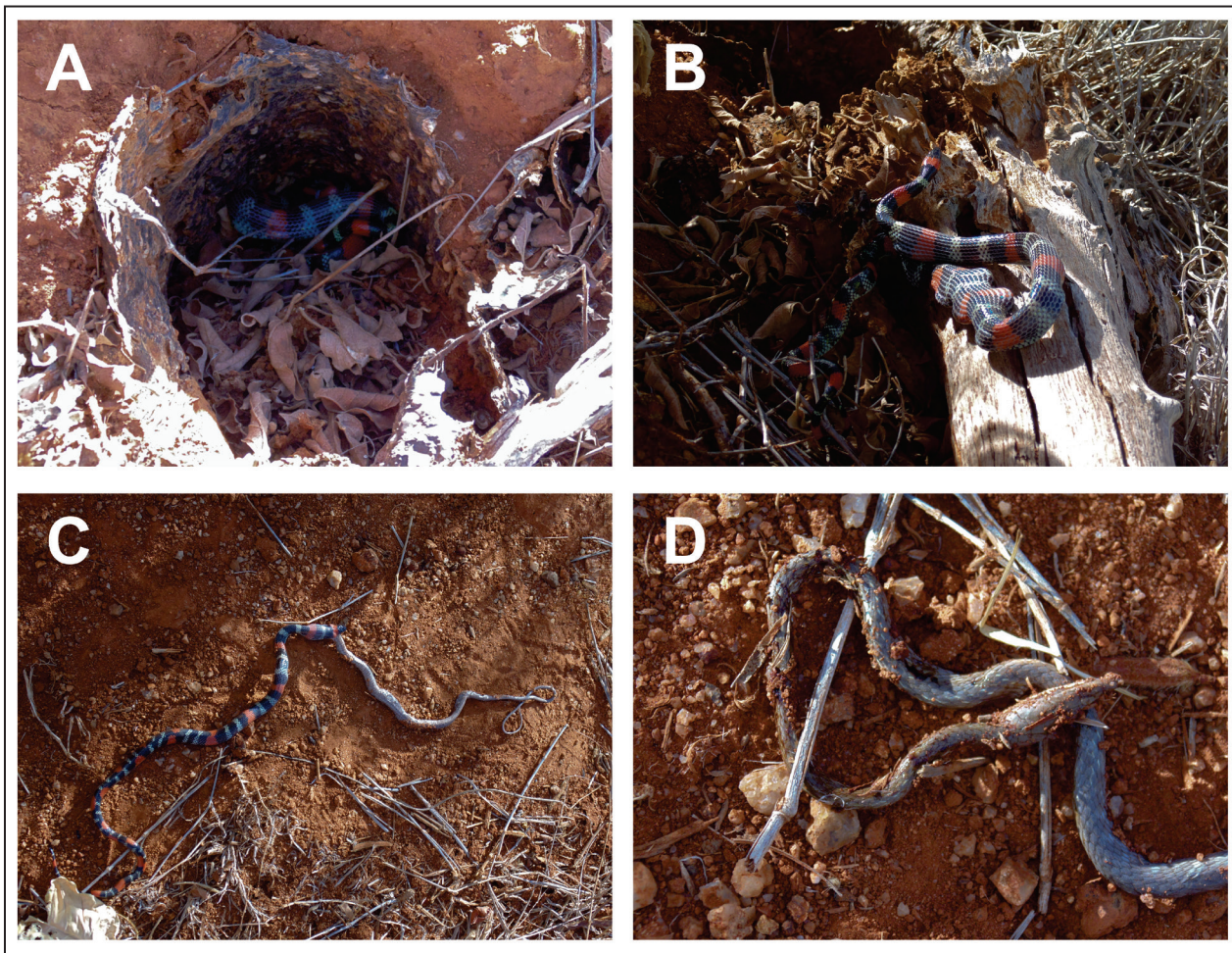


Figure 1. Predation of *Oxybelis aeneus* by *Oxyrhopus trigeminus* in Pindaí municipality, State of Bahia, Brazilian Northeast. A) *Oxyrhopus trigeminus* found in a burrow. B) Lateral and dorsal view of the predator with the digestive tract with food content. C) *Oxyrhopus trigeminus* regurgitating a specimen of *Oxybelis aeneus*. D) Regurgitated prey.

localization. The diversity of food items (lizards, mammals, and birds) commonly consumed by *O. trigeminus*, the variation in their most important dietary items according to geographical location (Coelho *et al.*, 2019), and this first reported record of ophiophagy reinforce the generalist diet pattern of the false coral snake.

Acknowledgements

We thank the Eólicas Pindaí company for allowing the use of the data presented on this note, to Jackson Ministro for helping in the edition of the figures, to Dr. Daniel Passos for the valuable contribution in our work, and to the anonymous reviewer for the important suggestions in our manuscript.

Literature cited

Alencar, L.R.V.; Galdino, C.A.B. & Nascimento, L.B. 2012. Life history aspects of *Oxyrhopus trigeminus* (Serpentes: Dipsadidae) from two sites in Southeastern Brazil. *Journal*

of Herpetology 46: 9-13.

Coelho, R.D.F.; Sales, R.F.D. & Ribeiro, L.B. 2019. Sexual dimorphism, diet, and notes on reproduction in *Oxyrhopus trigeminus* (Serpentes: Colubridae) in the semiarid Caatinga of northeastern Brazil. *Phyllomedusa* 18: 89-96.

Coelho-Lima, A.D.; Filho, J.M.O. & Passos, D.C. 2019. *Philodryas nattereri* (Paraguay Green Racer). Diet. *Herpetological Review* 50: 601.

Garland, T. & Arnold, S.J. 1983. Effects of a full stomach on locomotor performance of juvenile garter snakes (*Thamnophis elegans*). *Copeia* 1983: 1092-1096.

Guedes, T.B.; Nogueira, C. & Marques, O.A. 2014. Diversity, natural history, and geographic distribution of snakes in the Caatinga, Northeastern Brazil. *Zootaxa* 3863: 1-93.

Jackson, K.; Kley, N.J. & Brainerd, E.L. 2004. How snakes eat snakes: the biomechanical challenges of ophiophagy for the California kingsnake, *Lampropeltis getula californica* (Serpentes: Colubridae). *Zoology* 107: 191-200.

Mesquita, P.C.M.D. & Borges-Nojosa, D.M. 2009. *Philodryas nattereri* (Paraguay Green Racer). Ophiophagy. *Herpetological Bulletin* 108: 36-37.

Mesquita, P.C.; Borges-Nojosa, D.M.; Passos, D.C. & Bezerra, C.H. 2012. Activity patterns of the Brown Vine snake

- Oxybelis aeneus* (Wagler, 1824) (Serpentes, Colubridae) in the Brazilian semiarid. *Animal Biology* 62: 289-299.
- Pinto, C.C. & Lema, T. 2002. Comportamento alimentar e dieta de serpentes, gêneros *Boiruna* e *Clelia* (Serpentes, Colubridae). *Iheringia. Série Zoologia* 92: 9-19.
- Solórzano, A. 2004. Serpientes de Costa Rica: distribución,

- taxonomía e historia natural. Editorial INBio. Costa Rica.
- Uetz, P.; Freed, P. & Jirí, H. 2019. *The Reptile Database*. Available at: <<http://www.reptile-database.org>>. Last access: November 8, 2019.
- Vitt, L.J. & Vangilder, L.D. 1983. Ecology of a snake community in Northeastern Brazil. *Amphibia-Reptilia* 4: 273-296.

© 2020 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 2.5 Argentina de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/ar/>

Filling gaps on the endangered Cerrado Rocket Frog *Allobates goianus* (Bokermann, 1975) (Anura: Aromobatidae): new distributional record and comments on its daily activity

Werther Pereira Ramalho^{1,2}, Vinícius Guerra^{2,3}, Denes Ferraz^{1,2}, Ibere Farina Machado², Vitor Hugo Mendonça do Prado⁴

¹ Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais do Cerrado, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, Goiás, Brazil.

² Instituto Boitatá de Etnobiologia e Conservação da Fauna, Goiânia, Goiás, Brazil.

³ Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, Acre, Brazil.

⁴ Campus Anápolis de Ciências Exatas e Tecnológicas Henrique Santillo, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, Goiás, Brazil.

Recibida: 18 Septiembre 2019

Revisada: 12 Diciembre 2019

Aceptada: 10 Enero 2020

Editor Asociado: J. Goldberg

doi: 10.31017/CdH.2020.(2019-031)

ABSTRACT

New data that seeks to fill knowledge gaps about distribution and natural history may improve our knowledge of the status of threatened species. Herein, new distributional record of the endangered species *Allobates goianus* is reported and information on daily activities of a population are provided using an automatic acoustic monitoring recorder. Despite the new distributional record, *A. goianus* has not been recorded in locations where it was previously found, we then discuss the possible causes of decline and how future efforts may help to better understand the species status.

Key Words: Biodiversity shortfalls; Brazilian savanna; Eltonian; Natural history; Wallacean.

Data on the distribution range of species may help to understand biogeographic patterns and processes, as well as help to implement biodiversity conservation strategies at different scales (Oliveira *et al.*, 2019). The lack of knowledge on the distribution range, also known as Wallacean shortfall (see Hortal *et al.*, 2015), is still more problematic when considering endangered or data deficient species (Morais *et al.*, 2013; Pimm *et al.*, 2014; IUCN, 2019). Likewise, in countries with high biodiversity, such as Brazil, there is a lack of data on the natural history of many species (Guerra *et al.*, 2018). These gaps of basic information jeopardize the meaning of threats to biodiversity, mainly in biomes that are facing high environmental degradation, such as the Cerrado (Carvalho *et al.*, 2016; Vieira *et al.*, 2017). Thus, new data that seeks to fill knowledge gaps about distribution and natural history of the species may improve our knowledge of the status of threatened species.

The genus *Allobates* (Zimmermann and Zimmermann, 1988) comprises 55 species distributed throughout Central and South America (Frost,

2019). Twenty-nine species of *Allobates* are known for Brazil (Segalla *et al.*, 2019), but only two species occur in the Cerrado biome (Valdujo *et al.*, 2012). The Cerrado Rocket-Frog *Allobates goianus* (Bokermann, 1975) is an endemic species from Central Cerrado biome, with currently known occurrence restricted to forest environments from four sites in the state of Goiás: Alto Paraíso de Goiás – Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros (type locality; Bokermann, 1975), Silvânia – Floresta Nacional de Silvânia (Bastos *et al.*, 2003), Niquelândia and Minaçu (Carvalho, *et al.*, 2016; Frost, 2019). *Allobates goianus* is classified as Endangered (EN) according to the latest Brazilian Red List of Threatened Species (Haddad *et al.*, 2018) and as Data Deficient (DD) according to the criteria of the International Union for Conservation of Nature (Colli *et al.*, 2004).

The threat status of *A. goianus* is attributed to the knowledge gaps in its geographical distribution, ecology, and natural history, as well as the habitat loss and fragmentation of their occurrence localities (Colli *et al.*, 2004; Carvalho *et al.*, 2016; Haddad *et*

al., 2018). Small frogs from genus *Allobates* are an important component of the diurnal amphibian community in the leaf litter of forest ecosystems (Simões *et al.*, 2019), but the daily activity pattern is still poorly known for many of these frogs. Herein, we report a new and westernmost distribution record of the endangered species *A. goianus*, and information on daily activities of a population registered with an automatic acoustic monitoring recorder.

We obtained occasional records of *A. goianus* during field works carried out in December 2017 (from 09 to 18) and January 2018 (from 17 to 29) in the municipality of Goiânia, state of Goiás, Central Brazil (Fig. 1), a new locality of occurrence for this species (Fig. 2). The study area is covered by remnants of Cerrado forest vegetation (Ribeiro and Walter, 2008), including seasonal forest (16°31'11.43"S; 49°14'22.94"W, 787 m a.s.l.) and gallery forest (16°31'11.27"S; 49°14'21.65"W, 785 m a.s.l.), fragmented by pasture matrices. The climate is type Aw

according to the classification of Köppen-Geiger, which characterizes the region as tropical with hot and rainy summer, and cold and dry winter (Peel *et al.*, 2007).

On six occasions during the study time, WPR observed a maximum recorded abundance of five males vocalizing between 09:00 and 11:00 a.m. in a semideciduous seasonal forest and eight males at the same time in a gallery forest, always in the ground on moist leaf litter. No female was found. The specimens were assigned to *A. goianus* based on the combination of the following characteristics provided by Carvalho *et al.* (2016): finger III not swollen; dorsal coloration sorrel with a distinctive dark brown hourglass-shaped blotch; dorsolateral stripe absent; ventrolateral stripe present, whitish, with no distinctive dark blotches ventrolaterally; throat coloration yellow; and belly coloration cream to yellow. Two males were collected and anesthetized with Xylocaine 5%, fixed with formaldehyde

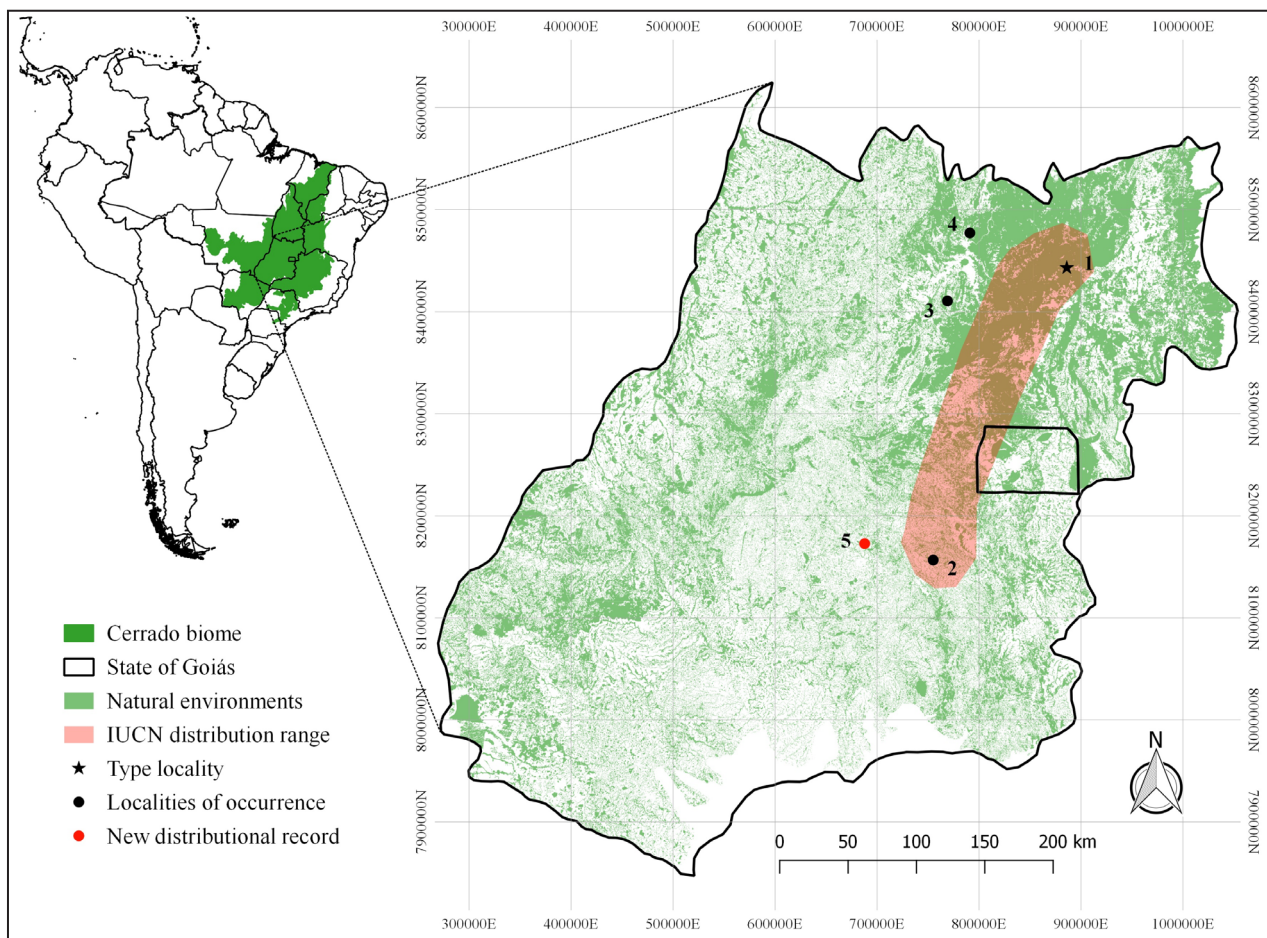


Figure 1. Distribution map of *Allobates goianus* in the Brazilian Cerrado, state of Goiás, Brazil. Star (1) Alto Paraíso de Goiás, Chapada dos Veadeiros (type locality; Bokermann, 1975); 2. Silvânia (Bastos *et al.*, 2003); 3. Niquelândia; 4. Minaçu (Carvalho *et al.*, 2016). Red circle (5) is a new locality of occurrence from the municipality of Goiânia, state of Goiás, Brazil. Geographical range distribution (in red) according to Colli *et al.* (2004).



Figure 2. Adult male of *Allobates goianus* (SVL 17.80 mm; ZUFG15052) from the new locality of occurrence in municipality of Goiânia, state of Goiás, Central Brazil.

10% and housed in the Zoological Collection of the Universidade Federal de Goiás (ZUFG 15052 and ZUFG 15053).

We used two automatic recorders (Sony ICD-PX320) to evaluate the daily acoustic activity of this *A. goianus* population, based on calls emitted by the males. The first recorder was installed in a gallery forest, in the edge of a stream, and another was installed thirty meters away from the first, in a semi-deciduous seasonal forest. Both automatic recorders were installed at 1 meter high from the ground and recorded for a continuous period of 24 hours, totaling eight sampled days and 192 hours of recording. To evaluate the daily activity of calling males (phenology), two minutes were randomly analyzed for every 10 minutes, accounting 12 minutes for an hour and 288 minutes per day. The recordings were analyzed in the Audacity® program through listening and visual analysis of the sonogram, totalizing 2304 minutes of listening. For each analyzed hour, we rank categorized calling male activity considering: 1= when calling males were recorded in only once (each time was considered 2 of every 10 minutes analyzed); 2= when calling males were recorded twice or three times; and 3= when calling males were recorded more than three times throughout the hour.

Using automatic recorders and further frequency distribution of vocalizations over days and nights (Fig. 3), we identified that males of *A. goianus* exhibit daytime and twilight calling activity. Vocalizations were concentrated mainly after sunrise, when it begins to warm up (~8:00-9:00h), and at sunset (~18:00-19:00h). Some individuals presented

a sporadic calling activity throughout the day or after sunset on rainy days (Fig. 3).

Our new distributional record of *A. goianus* in the municipality of Goiânia extends the distribution of this species in about 70 km west from Silvânia, with a distance of 335 km south-west from its type locality (Fig. 1). *Allobates goianus* was described by Bokermann (1975), based on specimens collected at Chapada dos Veadeiros, State of Goiás, Brazil. However, this species has no long been found in its type locality, it was extinct in sites that were flooding by Serra da Mesa hydroelectric power plant, and the population from Silvânia has been reduced significantly (Carvalho *et al.*, 2016; Haddad *et al.*, 2018). Nevertheless, although the populations are decreasing, this new record reveals that the distribution range of *A. goianus* seems to be more widespread than previously expected (Carvalho *et al.*, 2016) and that the species is still present close (less than 7 kilometers) to the major urban center (municipality of Goiânia) in the State of Goiás in landscapes dominated by agriculture. However, specimens of *A. goianus* were found only in forested matrix, indicating that fragmentation and edge effect by altering the relative humidity of the air and soil may negatively influence the presence of the species.

Although the most recent records of *A. goianus*, provided by Carvalho *et al.* (2016), discuss the advertisement call and some new data on the morphology of this species, few natural history data are available. Our recordings confirm that *A. goianus* presents a daytime and twilight reproductive activity, with a peak of activity at dawn and dusk. Most of the

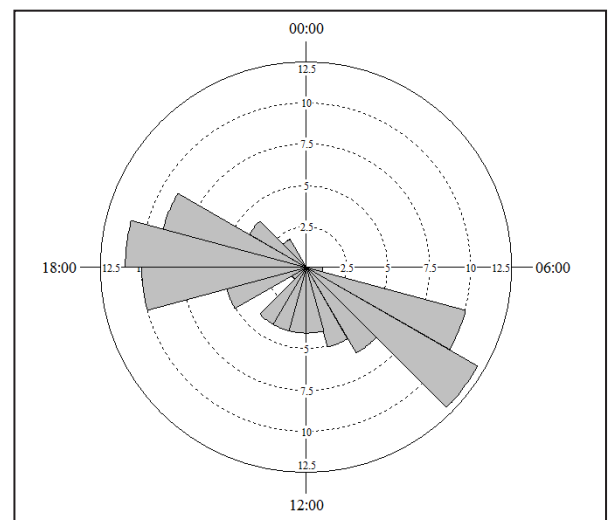


Figure 3. Frequency distribution of daily male vocalization activity of *Allobates goianus* recorded in the municipality of Goiânia, state of Goiás, Brazil.

studies with amphibians in the Cerrado is carried out using active searches at night because there are few species with diurnal habit in this biome (V.G. pers. obs.). Therefore, the lack of knowledge on occupancy areas and extent of occurrence of *A. goianus* may be an effect of under sampling or natural low abundances in the nature.

Data on the species' phenology can help us to improve the knowledge about its natural history and activity peak, which facilitates further studies (see Hudson and Keatley, 2010). Males of *A. goianus* from Goiânia emitted a multi-note call with a continuous calling pattern, such as record for males from Niquelândia and Minaçu (Carvalho *et al.*, 2016). In our acoustic records no more than two males were found vocalizing at the same time, which could be interpreted that the males have a great territorial area or that the population has a low abundance. This implies the need for an extensive area for the *A. goianus* populations persistence and aggravates our concerns about the conservation status of the species, especially because the known populations are isolated in forest fragments with a high degree of anthropization (Carvalho *et al.*, 2016). For instance, in a parallel work of herpetofaunistic survey in the Floresta Nacional de Silvânia (I.F.M. pers. obs.), a previously reported locality of occurrence for *A. goianus* (Bastos *et al.*, 2003), we carried out three expeditions (September–November 2017 and May 2018). Each expedition lasted 10 days, totaling 30 days of sampling and a total of 540 observer hours in active searches and 14,400 hours with 60-liter pitfalls in 20 localities of Cerrado, cultivation or Seasonal Forest. Despite this high sampling effort, we did not find individuals of *A. goianus* in this locality.

Conservation status assessments mainly use species presence data. However, for endangered species all efforts to search for previously known or new populations are important. Therefore, we indicate that researchers who make specific efforts to search for these species, such as *A. goianus*, include in their data and reports the absence of these species, since these anecdotal reports may help evaluators to define details about population status in specific localities. Thus, we emphasize that is extremely necessary to find and monitor populations of *A. goianus* in localities where this species was already reported. Additionally, the development of potential distribution maps (with validation in field) to update their range of distribution can help the implementation of conservation strategies for this species.

Acknowledgements

We thank the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) for providing scholarship to I.F.M. and W.P.R., and the Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás for providing scholarship to D.F. We also thank the National Institutes for Science and Technology (INCT) in Ecology, Evolution and Biodiversity Conservation, supported by MCTIC/CNPq (proc. 465610/2014-5), which provides a fellowship to V.G. (CNPq grant number: 380320/2018-5). V.H.M.P. was financed by the Support Program for University Research and Scientific Production of the Universidade Estadual de Goiás (PROBIP/UEG) and CNPq (proc. 431012/2016-4). Specimen collection permits granted by the MMA/ICMBio N° 55420-1.

Literature cited

- Bastos, R.P.; Motta, J.A.O.; Lima, L.P. & Guimarães, L.D. 2003. Anfíbios da Floresta Nacional de Silvânia, Estado de Goiás. Stylo gráfica e editora. Goiânia
- Bokermann, W.C.A. 1975. Uma nova espécie de *Colostethus* do Brasil Central (Anura, Dendrobatidae). *Iheringia. Série Zoologia* 46: 13-18.
- Carvalho, T.R.; Martins, L.B. & Giaretta, A.A. 2016. A new account for the endangered Cerrado Rocket Frog *Allobates goianus* (Bokermann, 1975) (Anura: Aromobatidae), with comments on taxonomy and conservation. *Acta Herpetologica* 11: 21-30.
- Colli, G.; Bastos, R.P. & Silvano, D. 2004. *Allobates goianus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2004: e.T55090A11239898. Available at: <<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2004.RLTS.T55090A11239898.en>>. Last accessed: 18 September 2019.
- Frost, D.R. 2019. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.0. Electronic Database. Available at: <<http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>>. American Museum of Natural History, New York, USA. Last accessed: 18 September 2019.
- Guerra, V.; Llusia, D.; Gambale, P.G.; Morais, A.R.; Márquez, R. & Bastos, R.P. 2018. The advertisement calls of Brazilian anurans: Historical review, current knowledge and future directions. *PLOS ONE* 13: e0191691.
- Haddad, C.F.B.; Machado, I.F., Giovanelli, J.G.R. et al. 2018. *Allobates goianus*: 20-22. In: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (Org.), Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Volume V - Anfíbios. ICMBio. Brasília, DF, BR.
- Hortal, J.; de Bello, F.; Diniz-Filho, J.A.F.; Lewinsohn, T.M.; Lobo, J.M. & Ladle, R.J. 2015. Seven Shortfalls that Beset Large-Scale Knowledge of Biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 46: 523-549.
- Hudson, I.L. & Keatley, M. 2010. Phenological research: methods for environmental and climate change analysis. Springer, Dordrecht.
- IUCN 2019. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019-2. Available at: <<http://www.iucnredlist.org>>. Last

- accessed: 18 September 2019.
- Morais, A.R.; Siqueira, M.N.; Lemes, P.; Maciel, N.M.; De Marco, P. & Brito, D. 2013. Unraveling the conservation status of Data Deficient species. *Biological Conservation* 166: 98-102.
- Oliveira, U.; Soares-Filho, B.S.; Santos, A.J.; Paglia, A.P.; Brescovit, A.D.; De Carvalho, C.J.B.; Silva, D.P.; Rezende, D.T.; Leite, F.S.F.; Batista, J.A.N.; Barbosa, J.P.P.P.; Stehmann, J.R.; Ascher, J.S.; Vasconcelos, M.F.; De Marco, P.; Löwenberg-Neto, P. & Ferro, V.G. 2019. Modelling Highly Biodiverse Areas in Brazil. *Scientific Reports* 9: 6355.
- Peel, M.C.; Finlayson, B.L. & McMahon, T.A. 2007. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences* 11: 1633-1644.
- Pimm, S.L.; Jenkins, C.N.; Abell, R.; Brooks, T.M.; Gittleman, J.L.; Joppa, L.N.; Raven, P.H.; Roberts, C.M. & Sexton, J.O. 2014. The biodiversity of species and their rates of extinction, distribution, and protection. *Science* 344: 1246752.
- Ribeiro, J.F. & Walter, B.M.T. 1998. Fitofisionomias do Bioma Cerrado: 89-166. *In*: Sano, S.M. & Almeida, S.P. (eds.), Cerrado: Ambiente e Flora. Embrapa-CPAC, Planaltina, GO, BR.
- Segalla, M.V.; Caramaschi, U.; Cruz, C.A.G.; Garcia, P.C.A.; Grant, T.; Haddad, C.F.B.; Santana, D.J.; Toledo, L.F. & Langone, J.A. 2019. Brazilian Amphibians: List of Species. *Herpetologia Brasileira* 5: 65-96.
- Simões, P.I.; Rojas, D. & Lima, A.P. 2019. A name for the nurse-frog (*Allobates*, Aromobatidae) of Floresta Nacional de Carajás, Eastern Brazilian Amazonia. *Zootaxa* 4550: 71-100.
- Valdujo, P.H.; Silvano, D.L., Colli, G. & Martins, M. 2012. Anuran Species Composition and Distribution Patterns in Brazilian Cerrado, a Neotropical Hotspot. *South American Journal of Herpetology* 7: 63-78.
- Vieira, R.R.S.; Ribeiro, B.R.; Resende, F.M.; Brum, F.T.; Machado, N.; Sales, L.P.; Macedo, L.; Soares-Filho, B. & Loyola, R. 2017. Compliance to Brazil's Forest Code will not protect biodiversity and ecosystem services. *Diversity and Distributions* 24: 434-438.

© 2020 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 2.5 Argentina de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/ar/>

First report of melanism in the salamander *Bolitoglossa rufescens* (Caudata: Plethodontidae) in Veracruz, México

Víctor Vásquez-Cruz¹, Axel Fuentes-Moreno², Monserrath Campos-Cerón³

¹ PIMVS Herpetario Palancoatl, Avenida 19 número 5525, Colonia Nueva Esperanza, C.P. 94540, Córdoba, Veracruz, México.

² Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo, C.P. 56230, Texcoco, Estado de México, México.

³ Escuela Secundaria General No. 2, Vía Muerta S/N, Colonia El Morro, C.P. 94293, Boca del Río, Veracruz, México.

Recibida: 13 Noviembre 2019

Revisada: 20 Enero 2020

Aceptada: 21 Enero 2020

Editor Asociado: C. Borteiro

doi: 10.31017/CdH.2020.(2019-048)

ABSTRACT

Several cases of pigmentary abnormalities have been documented in salamanders. These abnormalities can be partial or total and are derived from the absence or excess of pigmentation produced by chromatophores (pigment cells). Here, we present the first record of melanism in the salamander *Bolitoglossa rufescens*, from Veracruz, Mexico, being this the second case of abnormal pigmentation in the genus *Bolitoglossa*.

Key Words: Amphibians, Chromatophores, Pigmentary abnormalities.

The color we perceive from animals is influenced by the spatial distribution of chromatophores (pigment cells), the amount and type of pigment they contain, as well as the reflection of light on them (Rivera *et al.*, 2001). There are different pigment cells: melanophores (black-brown), xanthophores (yellow), cyanophores (blue), erythrophores (red), and leukophores (white) (Fernández Guiberteau *et al.*, 2012). Several cases of pigmentary abnormalities have been reported in the herpetological literature, either extensive (e.g. William *et al.*, 2018; MacKnight and Burrow, 2019) or partially affecting pigmented areas of the body (e.g. Aguilar-López *et al.*, 2017; Hughes *et al.*, 2019) and remains a topic of interest for herpetologists and herpetoculturists (Lunghi *et al.*, 2017).

In salamanders, the most frequent abnormalities involve diminished pigmentation, corresponding for instance to cases of albinism and leucism (Lunghi *et al.*, 2017), in which individuals are characterized by presenting a white or pale color. On the other hand, reports of individuals with higher amount of pigmentation than in typical or normal individuals are also rare (Jablonski *et al.*, 2014; Lunghi *et al.*, 2017). Although some species of salamanders naturally present dark pigmentation

or melanism (dominance of melanophores; e.g. *Bolitoglossa tenebrosa*, *Isthmura corrugata*), there are a limited number of cases of aberrant melanism (when the pigmented cells are more abundant than in normal individuals) reported in these amphibians, for example in *Salamandra salamandra*, *Triturus marmoratus*, *Calotriton asper*, *Euproctus montanus*, *Lissotriton boscai*, *Speleomantes imperialis* and *S. flavus* (Manenti, 2006; Rivera *et al.*, 2001; Bermejo and Otero, 2012; Lunghi *et al.*, 2017).

In this paper we present the first report of melanism in the Northern Banana Salamander, *Bolitoglossa rufescens* (Cope, 1869). On November 2, 2019, around 18:00 h we observed an adult individual of *B. rufescens* (snout-vent length: 28 mm; total length: 51 mm) that was perched on a wall at about 0.5 m from the ground (Fig. 1 A, B), in the backyard of a house at the municipality of Fortín de las Flores, in the region known as the “Altas Montañas” in west-central Veracruz state, Mexico (18°54'27.3"N, 96°57'39.8"W, 950 m a.s.l.). Noticing an unusual appearance of the salamander, we captured it to see if its particular dark color remained the next day, once removed from the encounter site. On the morning of November 3, we photographed the individual exposed to daylight (Fig. 1 C, D) and

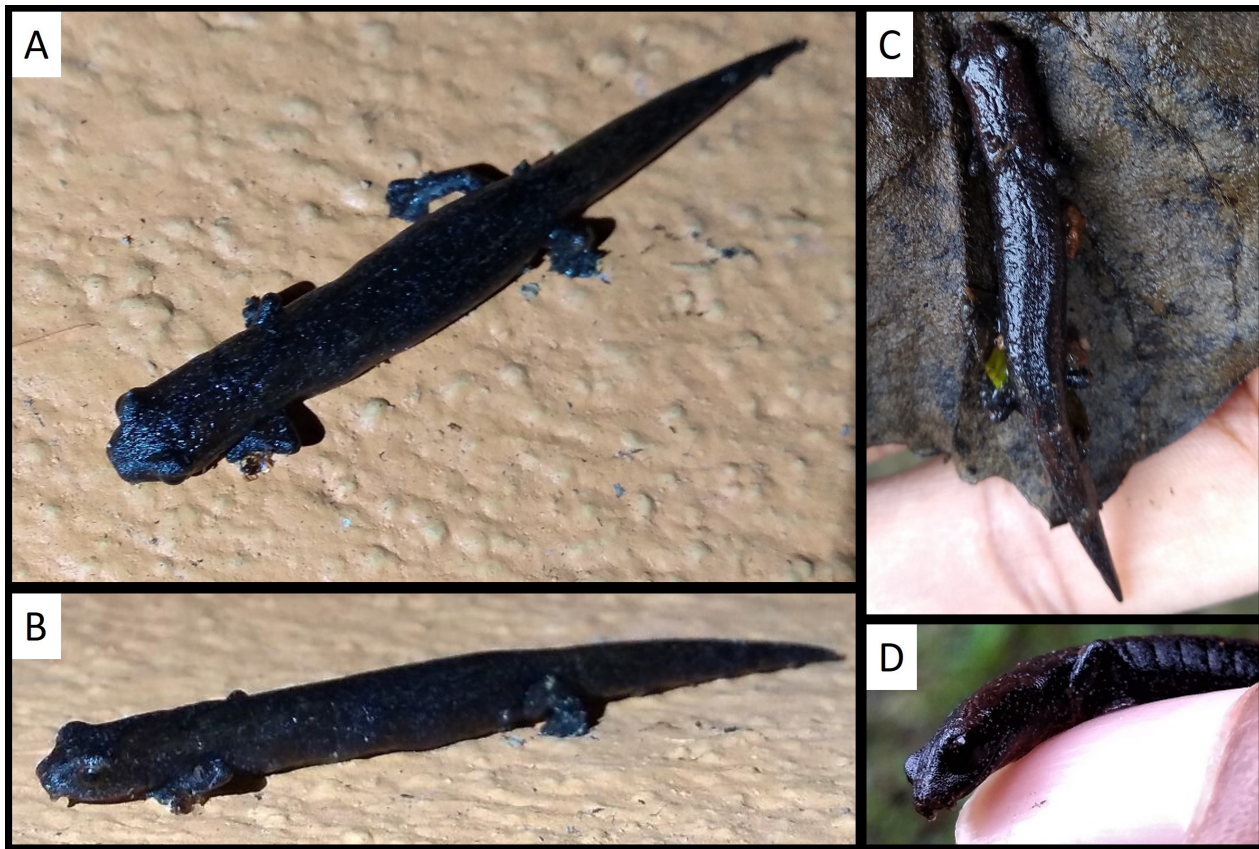


Figure 1. Adult of *Bolitoglossa rufescens* with melanism, from Fortín de las Flores, Veracruz, Mexico.

afterwards released it at the same place of collection. The individual presented a uniform dark pigmentation with small light spots distributed throughout the body. During day, the individual maintained its black pigmentation, and only the dorsal (still notoriously dark) showed a slightly dark brown hue (Fig. 1D). This coloration differs from the dark brown pattern on the belly and sides, and light brown to reddish back of normal individuals (Fig. 2). We deposited a photograph of the studied specimen in the photographic collection of the Natural History Museum of Los Angeles (LACM PC 2482).

Our observation represents the first report of melanism in *Bolitoglossa rufescens*. It should be noted that, during field-work in the last nine years at the “Altas Montañas” region, no other individuals of this species have been observed presenting any type of conspicuous pigmentary abnormalities (Vásquez-Cruz obs. pers.). Previously, Ruiz-Villanueva *et al.* (2018) reported leucism in *Bolitoglossa engelhardti* salamander in Guatemala. Therefore, our observation represents the second case of pigmentary abnormality in *Bolitoglossa*, as well as the first case of melanism in this genus.



Figure 2. Adults of *Bolitoglossa rufescens* with typical color patterns of light brown (A) and dark brown tones (B), both observed in the “Altas Montañas” region from central-western Veracruz, Mexico.

Acknowledgements

To Luis Canseco-Márquez for the taxonomic identification of the melanistic individual of *B. rufescens*, to Arleth Reynoso-Martínez for providing us the photograph 2B and to Neftalí Camacho (LACM) for cataloging the photographs. To two anonymous reviewers for their valuable recommendation.

Literature cited

- Aguilar-López, J.L.; Sandoval-Comte, A.; Pineda, E. & Vázquez-Corzas, F.G. 2017. *Rheohyla miotympanum* (Small-eared treefrog). Abnormal coloration. *Herpetological Review* 48: 169-170.
- Bermejo, A. & Otero, R. 2012. Dos casos de melanismo en *Lissotriton boscai* en Zamora. *Boletín de la Asociación Herpetológica Española* 23: 41-43.
- Fernández Guiberteau, D.; Vázquez Graña, R. & Eiras López, J. 2012. Variabilidad de patrones y pigmentación en *Salamandra salamandra gallaica* Seoane, 1884. *Butlletí de la Societat Catalana d'Herpetologia* 20: 115-120.
- Hughes, D.F.; García-Bañuelos, P.; Guevara, R. & Meshak A, W.E JR. 2019. *Lithobates clamitans* (Green frog). Partial leucism. *Herpetological Review* 50: 115.
- Jablonski, D.; Alena, A.; Vlcek, P. & Jandzik, D. 2014. Axanthism in amphibians: a review and the first record in the widespread toad of the *Bufo viridis* complex (Anura: Bufonidae). *Belgian Journal of Zoology* 144: 93-101.
- Lunghi, E.; Ficetola, G.F.; Barzaghi, B.; Vitillo, C.; Mulargia, M. & Manenti, R. 2017. Melanism in European plethodontid salamanders (Amphibia, Plethodontidae, Hydromantes). *Spixiana* 40: 157-160.
- MacKnight, M. & Burrow, A.K. 2019. *Pseudacris ornata* (Ornate Chorus Frog). Albinism. *Herpetological Review* 50: 549-550.
- Manenti, R. 2006. Un cas de mélanisme chez *Euproctus montanus* (Savi, 1838). *Bulletin de la Société Herpétologique de France* 117: 65-66.
- Rivera, X.; Arribas, O. & Martí, F. 2001. Revisión de anomalías pigmentarias en los anfibios de la Península Ibérica y de Europa. *Butlletí de la Societat Catalana d'Herpetologia* 15: 59-75.
- Ruiz-Villanueva, K.; Piedrasanta-López, J. & Ariano-Sánchez, D. 2018. Leucism in *Bolitoglossa engelhardti* (Caudata: Plethodontidae), with notes on elevational distribution. *Mesoamerican Herpetology* 5: 193-195.
- William H, H.; Belnap, D.L.; Durso, A.M. & Neuman-Lee, L.A. 2018. *Thamnophis elegans vagrans* (Wandering Gartersnake). Melanistic coloration. *Herpetological Review* 49: 141.

First record of Ostracod ingestion by adult frogs

Bruna Guarabyra¹, Andressa M. Bezerra¹, Ana Galvão², Sergio P. Carvalho-e-Silva¹

¹ Laboratório de Anfíbios e Répteis, Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Ilha do Fundão, 21941-590, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brazil.

² Laboratório de Ornitologia, Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Ilha do Fundão, 21941-590, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brazil.

Recibida: 30 Septiembre 2019

Revisada: 12 Noviembre 2019

Aceptada: 10 Marzo 2020

Editor Asociado: S. Valdecantos

doi: 10.31017/CdH.2020.(2019-034)

ABSTRACT

The marsupial frog *Fritziana goeldii* is an endemic species of Brazil with few aspects of its habits reported in the literature. In this work, we report for the first time the ingestion of *Elpidium* sp., an ostracod that lives in bromeliads which is known to use amphibians as vectors for phoresy, by *F. goeldii*. It is also the first time that this group is reported in the digestive tract of an adult amphibian.

Key Words: Anura; Crustaceans; Bromeligenous; *Elpidium*; *Fritziana goeldii*.

The marsupial frog *Fritziana goeldii* (Boulenger, 1895) belongs to the Hemiphractidae family and is endemic of Brazil; its distribution encompasses the lowlands and slopes of the mountains to elevations of 2200 m above sea level in Rio de Janeiro, São Paulo, Minas Gerais and Espírito Santo state, southeastern Brazil (Frost, 2019). Its individuals have been recurrently found within bromeliads of Parque Nacional da Tijuca (PNT), in Rio de Janeiro state; but until now, little is known about its natural history, being restricted to studies about taxonomy and systematics of the genera and feeding behavior of the tadpole (Duellman & Gray, 1983; Weygoldt, 1989).

The species of *F. goeldii* brood their eggs on their back (Weygoldt *et al.*, 1991; Fig. 1A), which hatch with the tadpoles in a considerable advanced stage (30 to 33, following Gosner, 1960). These tadpoles are known to feed on small portions of undeveloped eggs or retarding and dying larvae (Weygoldt *et al.*, 1991). None information regarding the adults feeding habits is available in the literature.

Amphibians are considered top predators in many ecosystems, including bromeliads, consuming a large variety of invertebrates (Ottonello and Romano, 2010). Among the invertebrates that can be found in bromeliads, there are the microcrustaceans ostracods (Crustacea: Ostracoda; commonly known as seed shrimps). This group is highly diverse and inhabits different aquatic habitats, such as tempo-

rory or very restricted water bodies, *e.g.* bromeliads (Pereira, 2017). Ostracods have been recurrently reported attached to frogs skin (*e.g.* Lopez *et al.*, 2005; Sabagh *et al.*, 2011 and Sabagh *et al.*, 2014), which is considered an attempt to dispersal between bromeliads (Lantyer-Silva *et al.*, 2016). Due to its calcareous bivalve carapace surrounding their entire body (Horne *et al.*, 2002; Martens *et al.*, 2008) ostracods have also been found unharmed inside the gut of some tadpoles as *Ololygon perpusila* (= *Scinax perpusillus* in Lopez *et al.*, 2002) and *Aparasphenodon arapapa* (Lantyer-Silva *et al.*, 2016). Until now, no studies reported its ingestion by an adult anuran.

Elpidium Müller, 1880 is a genus of ostracodes of the family Limnocytheridae (Klie, 1938) that lives in freshwater environments, and is distributed from Argentina to Florida (Benzing, 2000; Fig. 1B). It is a medium-sized microcrustacean and due to its low mobility and the isolation provided by the bromeliads, it depends on other animal groups such as amphibians, reptiles and small mammals to disperse (Lopez *et al.*, 1999, 2002). Recent studies demonstrate that besides be attached to the skin of amphibians for transportation, *i.e.*, phoresy (Araújo *et al.*, 2019), they also act as predators of eggs of some anuran species (Ottonello and Romano, 2010). Nonetheless, publications about *Elpidium* are scarce and predominantly related to taxonomic aspects (Pereira, 2017).

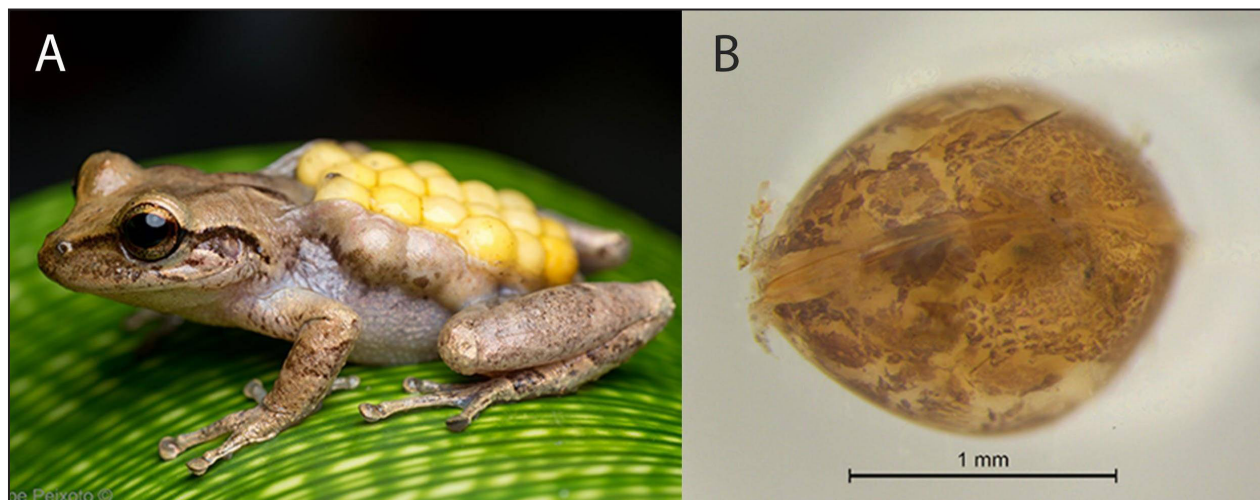


Figure 1. A) Female of *Fritziiana goeldii* with eggs on its back from Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro, Brazil. Photo: Peixoto, L. F. G. B): Ostracod of the genus *Elpidium* sp. found inside the gastrointestinal tract of *F. goeldii*.

We analyzed the gastrointestinal contents of 38 individuals, both male and female, sampled from Centro de Visitantes (22°57'21.5"S; 43°16'47.3"W) and Açude da Solidão (22°57'43.5"S; 43°17'20.9"W), both locations inside PNT, Rio de Janeiro. The collection of specimens occurred from December 2018 to July 2019, encompassing low temperatures at night and occasional rain typical of autumn and winter seasons in southeastern, although none of the sampled nights were raining. The individuals were found inside bromeliads on the floor and attached to trees near to common visitant spaces, but we could hear its vocalization in other places inside the park.

Among them, eight individuals had ostracods of the genera *Elpidium* inside the gut and just one had inside its stomach, the number varying from one to 12 at the gut and two at the stomach. None of them presented these ostracods attached to the skin. Since the gastrointestinal content was only analyzed after euthanasia and posterior fixation in formalin 10%, it was not possible to confirm if the ostracods were alive in both organs, as previously observed by Lopez *et al.* (2005) for *Ololygon perpusillus* tadpoles. Although this is the first observation of ostracodes in the digestive tract of adult anurans, it was not possible to infer if they were actively ingested by these anurans.

Further studies are necessary to understand why and how *F. goeldii* capture these ostracods inside the bromeliads; is it an item in their diet or its ingestion was not intentional? Was *Elpidium* sp. attached to the skin of these amphibians before predation? Does its ingestion work as a phoresy interaction by

ostracods? These questions can help to elucidate interactions between *F. goeldii* and other species, such as *Elpidium* spp.

Acknowledgements

We thank F. Hepp and M.R. Gomes to help to identify the ostracods. The study was possible due to the permits (#69339-1; and #65470-1) of "Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO)".

Literature cited

- Araújo, A.P.; Bastos, C.M.; Santos, R.V. I.; Moura, G.J.B.; Melo-Júnior, M. & Tinoco, M.S. 2019. Novel records of phoresy among microcrustaceans and bromeliad treefrogs in the Atlantic Rainforest of Northeast Brazil. *Herpetology Notes* 12: 532-535.
- Benzing, D.H. 2000. Bromeliaceae: profile of an adaptive radiation. Cambridge University Press. Cambridge, UK.
- Duellman, W. E. & Gray P. 1983. Developmental biology and systematics of the egg-brooding hylid frogs, genera *Flectonotus* and *Fritziiana*. *Herpetologica* 39: 333-359.
- Frost, D.R. 2019. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.0 Available at: <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. Last accessed: 16 august 2019.
- Gosner, K.L. 1960. A simplified table for staging anuran embryos and larvae with notes on identification. *Herpetologica* 16: 183-190.
- Horne, D.J.; Cohen, A. & Mairtens, K. 2002. Taxonomy, Morphology and Biology of Quaternary and living Ostracoda: 5-36. *En: Holmes, J. A. & Chivas, A. (eds.), The Ostracoda: Applications in Quaternary Research, Geophysical Monograph Series. American Geophysical Union. Washington, D.C. USA.*
- Lantyer-Silva, A.S.F.; Souza, C.C.; Barreiro, I.M.J. & Solé, M. 2016. Phoretic ostracods. *Herpetological Review* 47: 106.

- Lopez, L.C.S.; Filizola, B.; Deiss, I. & Rios, R.I. 2005. Phoretic behavior of bromeliad annelids (*Dero*) and ostracods (*Elpidium*) using frogs and lizards as dispersal vectors. *Hydrobiologia* 549: 15-22.
- Lopez, L.C.S.; Gonçalves, D.A.; Mantovani A. & Rios R.I. 2002. Bromeliad ostracods pass through amphibian (*Scinax perpusillus*) and mammalian guts alive. *Hydrobiologia* 485: 209-211.
- Martens, K.; Schon, I.; Meisch, C. & Horne, J.D. 2008. Global diversity of ostracods (Ostracoda, Crustacea). *Hydrobiologia* 595: 185-193.
- Lopez, L.C.S.; Rodrigues, P.J.F.P. & Rios, R.I. 1999. Frogs and snakes as phoretic dispersal agents of bromeliad ostracods (Limnocytheridae: *Elpidium*) and annelids (Naididae: *Dero*). *Biotropica* 31: 705-708.
- Ottonello, D. & Romano, A. 2010. Ostracoda and Amphibia in temporary ponds: who is the prey? Unexpected trophic relation in a mediterranean freshwater habitat. *Aquatic Ecology* 45: 55-62.
- Pereira, J. S. 2017. Taxonomy and morphologic phylogeny of *Elpidium* Müller, 1880 (Crustacea, Ostracoda). Available at: <www.teses.usp.br>. Last accessed: 24 septiembre 2019.
- Sabagh, L.T.; Dias, R.J.P.; Branco, C.W.C. & Rocha, C.F.D. 2011. New records of phoresy and hyperphoresy among treefrogs, ostracods, and ciliates in bromeliad of Atlantic forest. *Biodiversity Conservation* 20: 1837-1841.
- Sabagh, L.T. & Rocha, C.F.D. 2014. Bromeliad treefrogs as phoretic hosts of ostracods. *Naturwissenschaften* 101: 493-497.
- Weygoldt, P. 1989. Feeding behavior of the larvae of *Fritziana goeldi* (Anura, Hylidae). *Amphibia-Reptilia* 10: 419-422.
- Weygoldt, P. & Carvalho-e-Silva, S.P. 1991. Observations on mating, oviposition, egg sac formation and development in the egg-brooding frog, *Fritziana goeldii*. *Amphibia-Reptilia* 12: 67-80.

© 2020 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 2.5 Argentina de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/ar/>

El mundo de Marcos Abraham Freiberg (1911-1990): herpetólogo y popularizador pionero de la zoología en la Argentina

Bárbara Gasparri¹, Julián Faivovich^{2,3}, Adrián Giacchino¹

¹Fundación de Historia Natural Félix de Azara, Departamento de Ciencias Naturales y Antropología, Universidad Maimónides, Hidalgo 775 (C1405BDB), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

²División Herpetología. Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia”. CONICET, Av. Ángel Gallardo 470 (C1405DJR), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

³Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

Recibido: 14 Noviembre 2019

Revisado: 11 Marzo 2020

Aceptado: 26 Marzo 2020

Editor Asociado: D. Baldo

doi: 10.31017/CdH.2020.(2019-049)

ABSTRACT

The world of Marcos Abraham Freiberg (1911-1990): herpetologist and popularizer of zoology in Argentina. This article reviews the biography and the contributions of Marcos Abraham Freiberg (1911-1990), emblematic figure of the popularization of zoological diversity in Argentina. His herpetological work is reviewed, as well as his contributions to entomology, ornithology, and the popularization of science.

Key words: Biography; Marcos Abraham Freiberg; Herpetology.

RESUMEN

En el presente artículo se pasa revista a la biografía y a los aportes realizados por Marcos Abraham Freiberg (1911-1990), figura emblemática de la popularización de la diversidad zoológica en la Argentina. Se revisa su obra herpetológica, rama en la que tuvo su mayor producción científica, además de aportes entomológicos, ornitológicos, y a la popularización de la ciencia.

Palabras clave: Biografía; Marcos Abraham Freiberg; Herpetología.

Introducción

Durante los 1970s y 1980s había muy poca literatura en la Argentina que presentara al público general la biología y diversidad de anfibios y reptiles no avianos. Ésta incluía algunas publicaciones de origen europeo traducidas al español (por ejemplo Parker y Bellairs, 1975; Bellairs, 1975) y algunas guías de campo de fauna europea (como ser Arnold y Burton, 1978), las cuales hacían muy poca o ninguna referencia a la fauna autóctona de la Argentina. Las honrosas excepciones incluían el libro de Marcos A. Freiberg “Vida de batracios y reptiles sudamericanos” (Freiberg, 1954), una serie de libros del mismo autor publicados por la editorial Albatros, y, a partir de 1983 la serie de fascículos periódicos “Fauna argentina”, publicados por el Centro Editor de América Latina, que a lo largo de cinco años, llegó a publicar 18 números dedicados a la herpetofauna nativa.

Los libros de Freiberg, usualmente titulados “El mundo de...” fueron dedicados a las tortugas (Freiberg, 1970), serpientes (Freiberg, 1970), reptiles (Freiberg, 1970), anfibios (Freiberg, 1975), “saurios” (Freiberg, 1977), y también a las aves (Freiberg, 1973), animales del zoológico (Freiberg, 1974), animales venenosos (Freiberg, 1976), animales prehistóricos (Freiberg, 1976), hormigas (Freiberg, 1979), y cumplieron un rol fundacional en la popularización de la fauna autóctona viviente y extinta en general, y de la herpetofauna en particular. Con la intención de presentar un reconocimiento a este pionero, en este trabajo recorreremos la trayectoria de Marcos Abraham Freiberg, presentando información biográfica y analizando sus contribuciones a la herpetología, entomología, conservación y popularización de la zoología. Las fotografías que se muestran a lo largo

del artículo, corresponden al Archivo Juan Carlos Chebez, a menos que se indique otro autor.

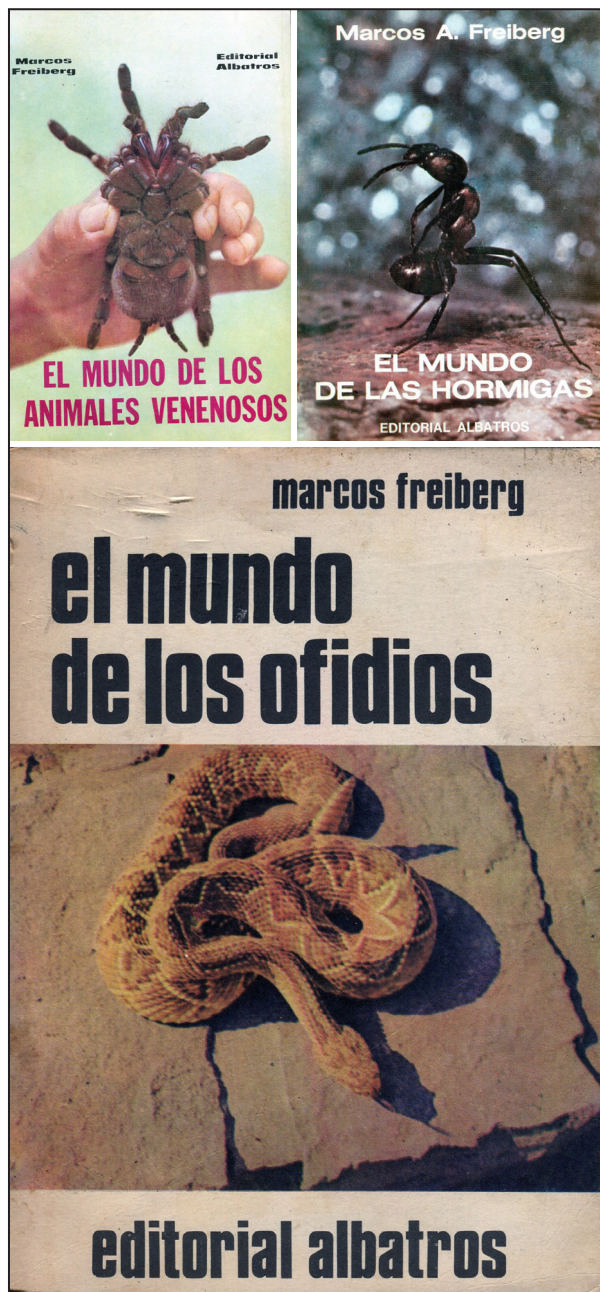


Figura 1. Algunos de sus libros “El Mundo de...”

Marcos Abraham Freiberg (1911-1990)

Abraham Freiberg nació en la ciudad de Buenos Aires el 23 de abril del año 1911 y falleció en San Francisco, California, Estados Unidos, el 19 de agosto del año 1990.

En una entrevista a un diario local de José C. Paz (Anónimo, 1972), en donde se le preguntó respecto de su vocación por las ciencias naturales, Freiberg respondió: “De lo que yo recuerdo, nació

conmigo. Desde muy joven ya observaba atentamente la naturaleza y coleccionaba bichos y plantas. También me atraía fuertemente el arte, pues vivía en La Boca y de niño quedé absorto con los trabajos y especialmente con las personalidades de Quinquela, Victorica, Carugo, que concurrían a casa de mi padre no porque fuera artista, sino porque le ponía los marcos a sus telas... De adolescente nació en mí otra fuerte vocación por la medicina, tal vez por una inclinación de mi espíritu hacia el ser humano, e indudablemente por su correlación con la biología”.

En su documentación y en sus primeros trabajos científicos (hasta 1936) su nombre de pila figuró solamente como Abraham. Al consultar al respecto a su hijo Jorge Eduardo Freiberg informó que su nombre se modificó con el agregado de Marcos por haber sufrido actitudes antisemitas (tal como consta en Adler, 2007). Curiosamente, la adopción del nombre Marcos se debió a que su padre tenía un taller de marcos en el barrio de La Boca, adonde Abraham pasó los primeros años de su vida.

Decidió estudiar medicina y según cuenta en una carta enviada al Dr. José María Gallardo (1925-1994), fechada 5 de marzo de 1986: “por ser judío no pude ingresar a la Facultad de Medicina (mi gran vocación) porque en vez de buscar una “recomendación” me dediqué a estudiar con ahínco y “apenas” si escribí 14 carillas del tema de anatomía que me tocó en el examen de ingreso, pero claro está, hubo una palabra equivocada en las dos líneas de francés que acompañaba el examen de marras”. Con posterioridad al intento frustrado de ingresar en la carrera de medicina, estudió en el Instituto Nacional del Profesorado Secundario de Buenos Aires y se graduó como Profesor en Ciencias Naturales en el año 1931.

Su etapa en el Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia”

En 1933, Freiberg ingresó como voluntario a la Sección Herpetología del Museo Argentino de Ciencias Naturales (MACN), en ese entonces a cargo del profesor Pedro Serié (1865-1951), Secretario del MACN y Jefe Honorario de la Sección, en donde realizó trabajos de ordenamiento y clasificación de las colecciones de reptiles, además de investigaciones bibliográficas, iniciándose en estudios taxonómicos de herpetología según se menciona en un certificado firmado por Martín Doello Jurado (1936), director de esa institución entre los años 1924-1946. En su currículum figuró como adscripto a la Sección Herpetología del MACN desde 1936. Freiberg re-



Figura 2. Marcos Abraham Freiberg. Sin fecha. Foto: autor no identificado.

cordó que allí le tocó “*salvar las antiguas colecciones formadas otrora por German Burmeister y Carlos Berg, y digo salvar, porque estaban en grandes toneles de madera desde hacía años en un líquido que no olía precisamente a rosas y de cuyo aroma quedaba impregnado, incluso cuando salía del histórico laboratorio de Perú y Alsina, donde estaba parte del viejo museo*” (Anónimo, 1972). Permaneció como adscripto a dicha sección durante décadas, tal como puede observarse en la filiación institucional de sus publicaciones científicas.

En relación al Museo, consideró como sus maestros a Pedro Serié y Martín Doello Jurado (1884-1948) en la especialidad científica, a quienes dedicó una subespecie y una especie respectivamente, y a Euclides Fernández Barrán (Profesor de Ciencias Naturales en el Instituto Superior del Profesorado) en la pedagógica, con quien publicó un trabajo recopilando los nombres vulgares de las especies de reptiles y batracios de la Argentina (Fernández Barrán y Freiberg, 1951).

Existe muy poca información sobre el pasaje

de Freiberg por el Museo, particularmente sobre el período al que refiere que se dedicó al rescate de la colección, aunque debe considerarse que medió una mudanza al edificio actual que ocupa el Museo. La información referente a sus actividades de cuidado de la colección herpetológica del MACN provienen del mencionado certificado emitido por el Prof. Martín Doello Jurado, y los testimonios del propio Freiberg en un diario local y en una carta dirigida al Dr. José María Gallardo en 1986. El catálogo de la Colección Nacional de Herpetología registra 28 ejemplares colectados por Freiberg.

El 5 de marzo de 1948, quedó designado como “adscripto honorario” de la Sección Entomología del Departamento Zoología del MACN (Riggi, 1948).

Su etapa en el Museo de Entre Ríos (Paraná)

A partir del 1 de agosto de 1938 y hasta 1940 inclusive se desempeñó como Jefe del Departamento de Zoología del Museo de Entre Ríos, en la ciudad de Paraná, el cual dirigía el arqueólogo Antonio Serrano (1899-1982) (Serrano, 1938; Badano, 1943). El impulso dado al inicio por el museo fue notorio ya que desarrolló varios viajes de estudio y colecta con el fin de reunir material zoológico y arqueológico destinado a esa casa. Ejemplo de esto, es el anuncio

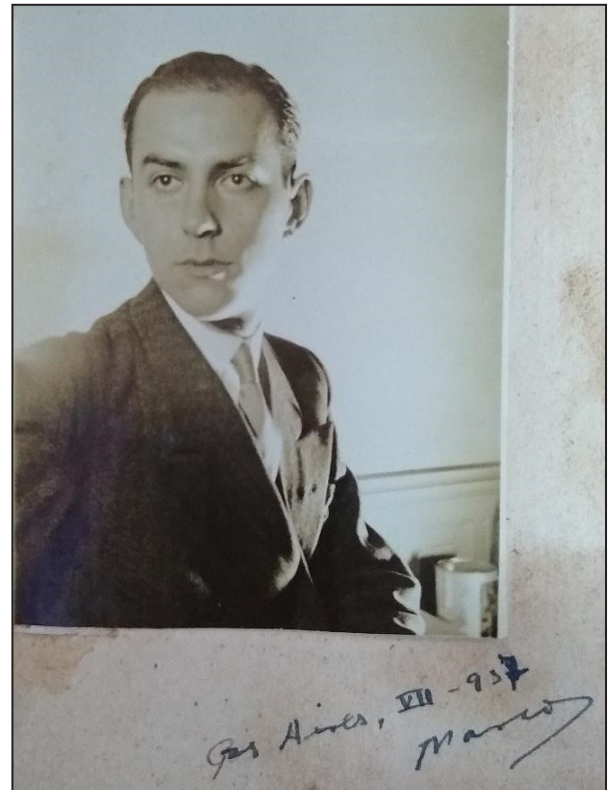


Figura 3. Marcos A. Freiberg, julio de 1937. Foto: autor no identificado.

que realizó el periódico chaqueño “El Territorio” sobre la presencia de los señores Freiberg y Mariano Rosillo, con el objetivo de llevar adelante una gira de estudio por el litoral y nordeste argentino, resaltando además su especial interés por la diversidad de batracios, reptiles y aves existentes en el Chaco (Anónimo, 1939).

En las “Memorias del Museo de Entre Ríos”, Freiberg publicó cuatro trabajos, siendo el catálogo de las tortugas argentinas (Freiberg, 1938) y la enumeración de las aves de Entre Ríos (Freiberg, 1943), la primera y última publicación zoológica de dicha revista, tras nueve números publicados en cinco años (Badano, 1943).

Freiberg guardó de su paso por dicho museo “el recuerdo más grato de mi vida, ya que cumplí la aspiración de ocuparme “full time” de las ciencias naturales” pero también mencionó que “... los padres de la patria chica consideraron que era oneroso distraer el fabuloso sueldo de trescientos cincuenta pesos para pagar a un zoólogo y de un plumazo quedé otra vez manoteando en el aire...” (Anónimo, 1972). Badano (1943) agregó que Freiberg fue apartado del cargo por razones de economía cuando se disponía a la catalogación sistemática de los mamíferos.

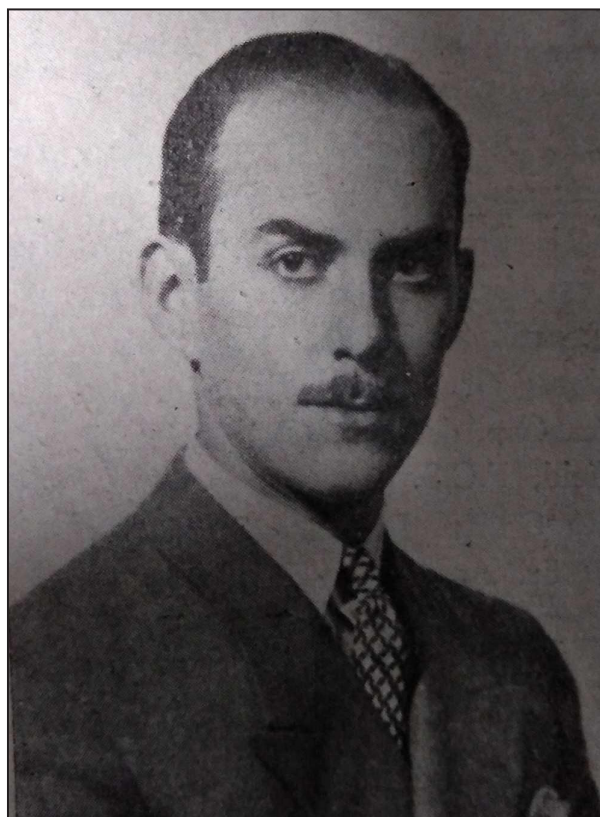


Figura 4. Marcos A. Freiberg en su período como zoólogo del Museo de Entre Ríos (1938-1940). Foto: tomada de Badano (1947).



Figura 5. Freiberg junto a su esposa e hija en el Museo de Historia Natural de Chicago. Julio de 1964. Foto: autor no identificado.

Su familia

Freiberg se casó en 1938 con la concertista de piano Hinda Kucher (1912-2008), nacida en Kherson, Ucrania, en ese entonces parte del Imperio Ruso, y tuvo dos hijos: María Edith (1942-2005) y Jorge Eduardo (1946).

Su etapa en el Ministerio de Agricultura

Luego de quedar sin trabajo en Entre Ríos, aceptó por necesidad un cargo administrativo en la Cámara Argentina de Comercio hasta que finalmente el 12 de febrero de 1942 ingresó como entomólogo a la Sección Sanitaria Algodonera, de la Dirección de Sanidad Vegetal, del Ministerio de Agricultura de la Nación, con sede en Resistencia, provincia del Chaco.

Posteriormente se trasladó en 1943 para desempeñarse como inspector en la Estación Marítima del Puerto de Mar de Plata, dependiente de la Dirección de Pesca y Piscicultura, en donde aprovechó para registrar las especies de tortugas traídas por las lanchas pesqueras, mayormente *Caretta caretta* y *Dermochelys coriacea* (Freiberg, 1944). Al año siguiente, se mudó a Rosario para trabajar en la Estación Hidrobiológica.

En 1944, regresó a la provincia del Chaco, a Presidencia Roque Sáenz Peña, como Jefe del Insectario Regional de esa ciudad, dependiente de

la Dirección General de Investigaciones Agrícolas, del mismo Ministerio. Conocido su interés por las tortugas, un vecino de dicha ciudad le acercó un ejemplar que posteriormente describió como nueva especie *Platemys pallidipectoris* (Freiberg, 1945) (actualmente *Acanthochelys pallidipectoris*).

Cansado de tantos viajes, consiguió el traslado, y en una publicación sobre el conocimiento de una plaga del algodón, en 1945, figuró como Técnico del Insectario Regional de José C. Paz, provincia de Buenos Aires. Un documento con fecha 20 de marzo de 1951, lo indicó como Técnico del Instituto de Sanidad Vegetal, Dirección de Investigaciones Agrícolas del Ministerio de Agricultura (Ministerio de Comunicaciones, 1951). Finalizó su actuación en el Ministerio de Agricultura como Jefe de Caza Marítima (1962-1966) de la Dirección General de Pesca y Conservación de la Fauna (Freiberg, 1966, Anónimo, 1972; Gallardo, 1990-1991). En su carta de renuncia remitida al Dr. Lorenzo Raggio (1966), Secretario de Estado de Agricultura y Ganadería, expuso que tras 24 años de trabajo allí, y ante varios problemas con quien fuera su superior directo y *“ante un clima tan poco propicio para la actividad intelectual que me ha sido creado en la Dirección de Animales de Piel y Conservación de la Fauna sin haberseme permitido*

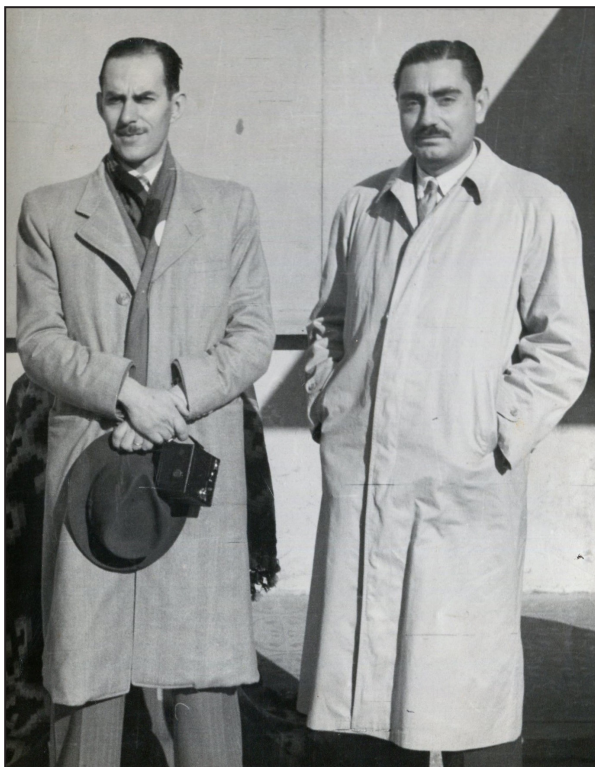


Figura 6. Marcos A. Freiberg junto a Jorge W. Ábalos (1915-1979), Santiago del Estero, 1949. Foto: autor no identificado.

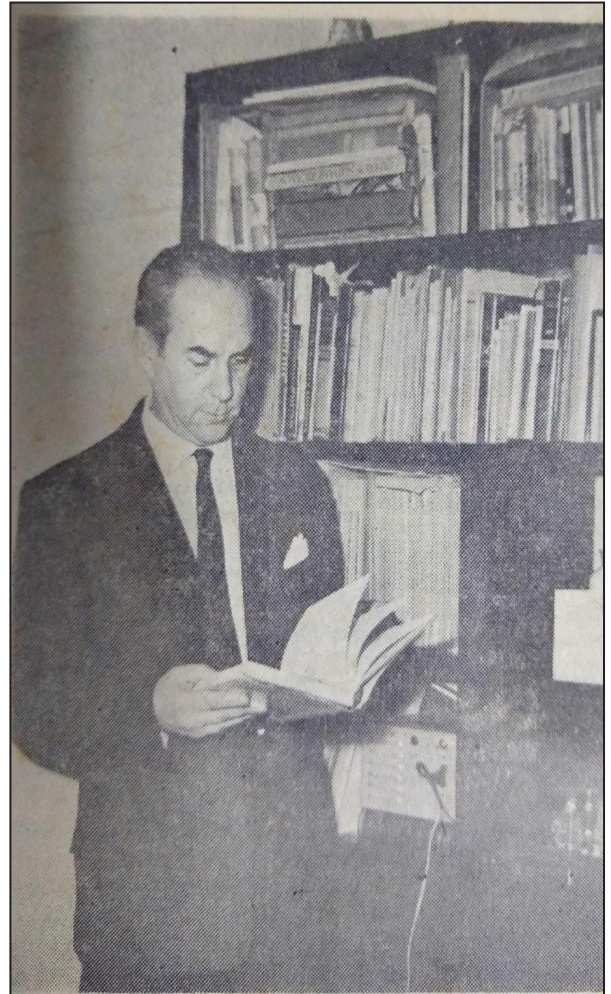


Figura 7. Dr. Freiberg. Foto: Diario “Aquí, José C. Paz”, marzo de 1972.

siquiera pasar a la Dirección de Investigaciones Pesqueras como era propósito de la Dirección General a los efectos de no perder un investigador, no encuentro otra alternativa que dimitir”.

Sus estudios en odontología

A sus 34 años y por su situación financiera, decidió iniciar los estudios de odontología en la Universidad de Buenos Aires. Su domicilio y consultorio lo estableció en la calle Chigliazza (actualmente Oliverio Girondo) 166 de José C. Paz, provincia de Buenos Aires. Se recibió de odontólogo el 26 de diciembre de 1949.

Su rol docente

En el ámbito docente, trabajó en el Colegio Británico como profesor de zoología, botánica, higiene, mineralogía, geología, anatomía, fisiología e historia natural, desde 1931 y hasta su traslado a Entre Ríos



Figura 8. A la izquierda, en la segunda fila desde abajo, M. A. Freiberg en la Escuela Superior de Comercio Carlos Pellegrini, 1975. Foto: autor no identificado.

(Jost, 1948).

En su paso por la ciudad de Paraná, figuró como adscrito a la cátedra de biogeografía del Instituto Nacional de Paraná (1939) y se desempeñó como docente de zoología en el curso de tercer año del Colegio Nacional de Paraná (1940).

Trabajó como profesor de ciencias biológicas en el Colegio Nacional de Buenos Aires, en la Escuela del Magisterio y en la Escuela Superior de Comercio de San Miguel desde 1961 hasta 1969, además fue profesor de ciencias biológicas (por concurso) en la Escuela Superior de Comercio “Carlos Pellegrini” de la Universidad Nacional de Buenos Aires desde 1965 y hasta 1979.

¿Primer herpetólogo nativo?

Cuando Freiberg comenzó su serie de publicaciones herpetológicas profesionales (1935), era el único herpetólogo argentino nativo produciendo investigación original en nuestro país, y lo fue hasta 1946. Sin embargo, a partir de los 1930s, había otras personas dedicadas de manera total o parcial a la herpetología como Avelino Barrio (1920-1979),

Jorge A. Cranwell (1916-2002), Pablo Gaggero y José Liebermann (1897-1980). Freiberg era el único que mantenía una producción mínimamente sostenida de contribuciones originales a la disciplina. Recién a mediados de los 1940s, con el arribo al país de José M. Cei (1918-2007) y Jehan A. Vellard (1901-1996), quienes se instalaron en la Universidad Nacional de Tucumán y en el Instituto Miguel Lillo, respectivamente, comenzó a aumentar el número de autores produciendo contribuciones de manera sostenida a la herpetología argentina (e.g., Vellard, 1946; Cei, 1948).

Freiberg se convirtió en el principal impulsor del estudio de las tortugas en la Argentina, realizó el primer catálogo de nuestro país y posiblemente sea el responsable de la mayor parte de la masa de conocimiento actual sobre su diversidad. Su primer trabajo lo publicó en la Revista del Centro de Estudiantes de Medicina Veterinaria, en octubre de 1935, y consistió en una clave basada en caracteres externos para determinar las diez especies de tortugas argentinas conocidas hasta ese momento. En 1936 describió una nueva subespecie *Kinosternon scorpioides seriei*

dedicada a Pedro Serié, jefe de la Sección Herpetología del MACN (Freiberg, 1936). Sobre el catálogo sistemático de las tortugas argentinas publicado en 1938 comentó: “*me ha llevado a realizar el presente trabajo -expresa el autor- no sólo el interés que tiene este grupo de animales, para su estudio, sino también el hecho de no existir hasta ahora una contribución completa sobre este orden de los reptiles, ya que hasta ahora se han publicado listas, incompletas por otra parte, que no están al día con los conocimientos más modernos en la materia*” (Anónimo, 1938).

Al año siguiente y tras revisar las colecciones del Museo de Entre Ríos, publicó una enumeración sistemática de los reptiles de esa provincia en donde trató un total de 59 especies. En 1940, y como consecuencia de un plan de excursiones trazado por la Dirección del Museo de Entre Ríos, colectó tres ejemplares de *Platemys spixii* (actualmente *Acanthochelys spixii*) y sobre los mismos adicionó una nueva especie de tortuga para el nordeste de la Argentina que hasta entonces se conocía solamente de Brasil (Freiberg, 1940).

También a partir de la observación de las colecciones de batracios del mencionado museo y de colectas realizadas en diferentes giras de estudio, amplió la distribución geográfica de *Rhinella diphyca* (como *Bufo paracnemis*) a nuevas provincias argentinas (Freiberg, 1941). Además en el mismo trabajo erróneamente citó la presencia de *Rhinella marina* (como *Bufo marinus*) para la Argentina a partir de un ejemplar colectado en Misiones que en realidad correspondía a *Rhinella icterica* (Cochran, 1955; Cei, 1980).

En 1942 sobre la base de información bibliográfica, se ocupó de poner al día el conocimiento de los anfibios de la Argentina tomando como base el trabajo realizado por Carlos Berg en 1896. Trató así unas 71 especies y al final del trabajo presentó un resumen con la distribución conocida hasta el momento de los anfibios en las distintas provincias argentinas (Freiberg, 1942).

En 1944, describió una nueva especie de lagartija *Proctotretus doello-juradoi* (= *Stenocercus doellojuradoi*) a partir de varios ejemplares colectados por Jacobo Cucher, pariente de su esposa, en los alrededores de La Rioja y que dedica al por entonces director del MACN (Freiberg, 1944). Sobre esta especie, se refirió nuevamente en una publicación de 1962 ampliando la distribución a otras provincias (Freiberg, 1962).

En 1945 describió la tortuga *Platemys pallidi-*

pectoris (actualmente *Acanthochelys pallidipectoris*), que como se mencionó anteriormente, obtuvo durante sus trabajos como entomólogo en la provincia del Chaco (Freiberg, 1945).

Respecto de la rara serpiente *Leptotyphlops borrichiana* amplió su distribución conocida hasta ese entonces solo para Mendoza, a la provincia de Río Negro a través de un ejemplar colectado en Coronel Gómez (Freiberg, 1951).

En 1954 citó erróneamente a *Hyla goeldii* (= *Fritziana goeldii*) para la Argentina (Freiberg, 1954) sobre la base de un ejemplar de *Boana raniceps* (Lutz y Barrio, 1966).

En 1958 y junto a Noemí Cattoi (1911-1965), jefa de Sección Paleozoología del MACN y quien más tarde sería la primera mujer paleontóloga ingresada al CONICET, describió una especie de tortuga extinta *Podocnemis argentinensis* a partir de un plastrón casi completo, procedente de Jujuy, y suministrado por Osvaldo Reig quien lo había recibido del Dr. Otto Schlagintweit, geólogo radicado en Córdoba (Cattoi y Freiberg, 1958). Esta especie es conocida por el holotipo y un espécimen referido que corresponden a dos individuos procedentes de distintos sitios paleontológicos (quebrada Queñoal, el primero y quebrada de la Ajita, el segundo, ambos de la provincia de Jujuy) (De la Fuente *et al.*, 2003).

Nuevamente junto a Cattoi, en 1961, describieron el género y especie *Notoemys laticentralis*, que en ese momento era la tortuga fósil más antigua de Sudamérica, correspondiente al Jurásico Tardío (Titoniano) de la provincia del Neuquén, en la Argentina, y en base a un caparazón casi completo y un lóbulo plastral anterior que se encontró integrado en el patio de una casa privada (Cattoi y Freiberg, 1961). Posteriormente redescubrió *Notoemys laticentralis* junto a Roger Conant Wood en 1977 tras el fallecimiento de Cattoi. Actualmente el género continúa vigente y está compuesto por cuatro especies americanas (López-Conde y Alvarado-Ortega, 2017).

Sumó una nueva subespecie del yacaré *Caiman latirostris* en 1965 junto al jefe de herpetología del Museo Nacional de Río de Janeiro, Antenor Leitão de Carvalho, denominada *Caiman latirostris chacoensis* y redescubrió la subespecie brasilera *Caiman latirostris latirostris* (Freiberg y Leitão de Carvalho, 1965). Estas subespecies fueron consideradas sinónimos por Crea *et al.* (1989) y la designación de un neotipo fue considerada inválida por Caramaschi y Soares (1995).



Figura 9. De izquierda a derecha: Marcos A. Freiberg, Joseph Bailey (herpetólogo estadounidense, 1913-1998), Marta E. Miranda y Avelino Barrio (1920-1979). Agosto de 1966, Instituto Nacional de Microbiología “Dr. Carlos G. Malbrán”. Foto: Cortesía de Marta E. Miranda.

Posteriormente publicó un trabajo con la descripción del alotipo macho de *Pseudemys dorbigni* (= *Trachemys dorbigni*) (Freiberg, 1967) y enseguida, en un nuevo trabajo sobre la misma, adicionó una nueva subespecie para Brasil, *Pseudemys dorbigni brasiliensis* (= *Trachemys dorbigni brasiliensis*) y re-describió para la Argentina y Uruguay a *Pseudemys dorbigni dorbigni* (= *Trachemys dorbigni dorbigni*) (Freiberg, 1969). En la actualidad se considera que ambas constituyen un mismo taxón (Fritz *et al.*, 2012a).

En 1968, describió una nueva especie de ofidio junto al Jefe de Herpetología del Museo de Montevideo, Uruguay, Braulio Orejas Miranda (1933-1985), a partir de ejemplares depositados en el MACN. La denominó *Leptotyphlops australis* y actualmente se conoce como la viborita ciega de Freiberg (*Epictia australis*) (Freiberg y Orejas Miranda, 1968).

En 1969, el herpetólogo chileno Roberto Donoso Barros (1921-1975) le dedicó a su “apreciado colega y amigo Dr. Marcos Freiberg, distinguido herpetólogo argentino” un nuevo anuro del Amazonas de

Bolivia, Perú y Brasil: *Eupemphix freibergi* (Donoso-Barros, 1969), actualmente *Engystomops freibergi*.

De manera extraña, publicó el mismo trabajo sobre la validez específica de *Phrynos hylarii* tanto en la revista del MACN (Freiberg, 1970) como en *Physis* (Freiberg, 1972). Dicha especie descrita por Duméril y Bibron en 1835 como *Platemys hylarii*, posteriormente fue considerada una subespecie de *Phrynos geoffroana* por Siebenrock (1906), hecho convalidado durante varias décadas por diferentes autores. Sin embargo, Freiberg postuló que los caracteres eran lo suficientemente diferentes para considerarla una especie aparte.

En 1972, por invitación de Luis Cendrero, publicó el capítulo anfibios y reptiles del libro *Zoología Hispanoamericana* (tomo II, vertebrados) de la editorial Porrúa de México. Dicha obra puede considerarse pionera en la literatura científica en lo referido a las especies vivientes de América Latina y España, y aunque la obra no desarrolló la totalidad de las especies por cuestión de espacio, pasó revista a los principales grupos y especies. Asimismo el capítulo

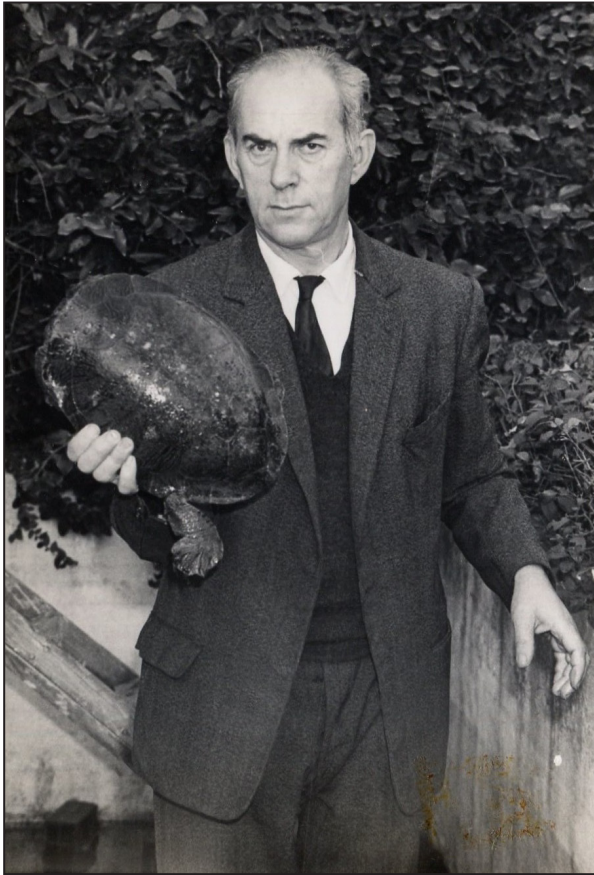


Figura 10. Marcos A. Freiberg con un ejemplar de *Phrynops hilarii*. Sin fecha. Foto: autor no identificado.

de aves quedó a cargo de Claes Olrog (1912-1985) y el de mamíferos de José Yepes (1897-1976).

En 1973, Freiberg le devolvió la gentileza al Dr. Donoso Barros dedicándole una nueva especie de tortuga terrestre *Geochelone donosobarrosi* (= *Chelonoidis donosobarrosi*) para el sur de la Argentina y además describió *Geochelone petersi* (= *Chelonoidis petersi*) para el norte del país (dedicada a James Peters (1922-1972), Jefe del Departamento Herpetología del Museo Nacional de Historia Natural de Washington) (Freiberg, 1973), dejando entonces para el centro argentino a *Chelonoidis chilensis*, básicamente debido a diferencias fenotípicas entre las poblaciones del norte y del sur argentino. El estatus taxonómico de *Chelonoidis petersi* se cuestionó extensamente en la literatura (Wermuth y Mertens, 1977; Crumly, 1982; Cej, 1993). La inclusión de información de secuencias de ADN respaldó la existencia de una sola especie, *Chelonoidis chilensis*, en lugar de dos o tres como fuera sugerido por Freiberg (Fritz *et al.*, 2012b; Sánchez *et al.*, 2015).

También fue invitado a realizar el tomo III, Turtles and Crocodiles para dar continuidad al

“*Catalogue of the Neotropical Squamata*”, inspirado y programado por el Dr. James Peters, de los cuales ya se habían publicado el tomo I y II sobre ofidios y saurios respectivamente por la Smithsonian Institution (Peters y Donoso Barros, 1970; Peters y Orejas Miranda, 1970). Según el último Boletín de la ALAIH, Freiberg viajó para revisar las colecciones del United States National Museum de Washington, del American Museum of Natural History de Nueva York, el Museo de Zoología de la Universidad de Michigan en Ann Arbor, de la Universidad de Utah en Salt Lake City, entre otros, entre enero y junio de 1973. En su correspondencia personal con Adelino Narosky mencionó haber finalizado y entregado la obra pero desconocemos el destino de la misma, teniendo en cuenta que James Peters, quien la coordinara, falleció previamente. En el año 1974 recibió una beca de la Fundación Fulbright para estudiar las tortugas y caimanes sudamericanos en el U. S. National Museum de Washington, país en el cual casi diez años después se radicaría definitivamente junto a su esposa; sus hijos ya se encontraban radicados desde hacía algunos años.

En el año 1977 participó en lo concerniente a reptiles de la obra *Fauna de agua dulce de la República Argentina* dirigida por Raúl Adolfo Ringuelet (1914-1982) y Zulma J. Ageitos de Castellanos (1922-2010).

En resumen, Freiberg contribuyó con la descripción de un nuevo género y especie (*Notoemys laticentralis*), de nuevas especies (*Stenocercus doellojuradoi*, *Acanthochelys pallidipectoris*, *Podocnemis argentinensis*, *Epictia australis*), de una nueva subespecie (*Trachemys dorbigni brasiliensis*), adicionó una primera cita para la Argentina (*Acanthochelys spixii*), amplió la distribución de otras especies presentes en nuestro país (*Rhinella diphyca*, *Leptotyphlops borrichiana*), entre otros aportes. Además fue el único herpetólogo argentino trabajando con caimanes en esa época.

Ante la pregunta de si alguna vez recibió ayuda para sus investigaciones, respondió: “*jamás obtuve ayuda alguna extra, además de mis sueldos escuetos y harto ajustados, para ayudarme con mis investigaciones. Por el contrario, habiendo solicitado en una oportunidad ingresar a tareas “full time” en ese sentido y en una conversación con el fenecido presidente del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, premio Nobel Dr. Bernardo Houssay, ante el cual expuse tan “peregrina” idea. La contestación fue la siguiente, palabras textuales: “Creo*

que le convendrá, Dr. Freiberg, dedicarse más bien a la odontología. Le rendirá más” (Anónimo, 1972). Desconocemos cuando ocurrió esta conversación o en qué circunstancias, y no tenemos manera de saber qué criterios siguió el Dr. Houssay. Lo cierto es que a partir de 1962, hubo varios investigadores cuyo título era Profesor de Biología, que se vieron incorporados como investigadores al CONICET.

La Asociación Latinoamericana de Ictiólogos y Herpetólogos

Freiberg fue uno de los fundadores, junto a varios otros herpetólogos e ictiólogos latinoamericanos, y presidente desde sus inicios y por varios años de la Asociación Latinoamericana de Ictiólogos y Herpetólogos (ALAIH). La misma se creó el 21 de octubre de 1959, con sede en el Instituto Nacional de Microbiología “Dr. Carlos G. Malbrán”, Avda. Vélez Sarfield 576 (Buenos Aires), y se dedicó a reunir a los especialistas en peces, anfibios y reptiles de toda Latinoamérica.

La ALAIH publicó diez fascículos entre 1961 y 1973, tres en 1961, uno en 1962, uno en 1963, dos en 1965, uno en 1967, uno en 1972 y uno en 1973 (López y Ponte Gómez, 2010; ALAIH, 1973). No hay ninguna información sobre el comité editorial, el hecho que se solicitara explícitamente que todas las novedades para publicar en el Boletín fueran enviadas a Freiberg indican que era el propio presidente el encargado de editar y producir el Boletín. Ejemplo de esto, es la correspondencia enviada por J. M. Cei a Freiberg en donde le remitió “*unas breves informaciones sintéticas, análogas a las que Uds. han puesto en este número para los trabajos realizados en Buenos Aires, sobre los que se ha hecho aquí en Mendoza, rogándole por su integral publicación en el próximo número. Es muy útil que los distintos centros conozcan y se impongan de lo que se está haciendo respectivamente. Le vuelvo a repetir, a nombre de la gente de aquí, que los felicitamos a Ud. por como supo orientar de entrada el Boletín*” (Cei, 1961). Se publicó dichas reseñas casi textualmente en el último Boletín de 1961.

Una carta firmada por Freiberg y dirigida a J. M. Gallardo el 5 de diciembre de 1972, en su carácter de presidente, solicitó “*tenga bien autorizar el funcionamiento de nuestra entidad, especialmente a los fines de la recepción de correspondencia, ya que dada la índole de la Asociación no se realizan sesiones, salvo el caso eventual que coincida con la realización en la Argentina de algún congreso latino-americano*

de zoología en el futuro en cuyo caso solicitaremos la autorización correspondiente” (Freiberg, 1972). La ALAIH, en sus dos últimos boletines, indicó como dirección postal la del Museo Argentino de Ciencias Naturales (ALAIH, 1972, 1973).

Desconocemos las razones por las cuales se abandonó el proyecto de la ALAIH. Ciertamente fue una experiencia pionera, y un núcleo de sus fundadores (José María Gallardo, Jorge Cranwell) constituyó parte fundadora, en 1982 de la Asociación Herpetológica Argentina (AHA), la primera sociedad herpetológica sudamericana a la que se sumarían años después las de otros países.

Sus aportes entomológicos

También realizó aportes al conocimiento entomológico tras ingresar al Ministerio de Agricultura de la Nación. Es así que desde el Laboratorio de Entomología de la Sección Sanitaria Algodonera presentó aportes al conocimiento de la chinche (*Dysdercus* sp.), un hemíptero que afecta la fibra del algodón con sus deyecciones disminuyendo su valor comercial (Freiberg, 1943). Continuó trabajando con estas chinches y en 1948 describió una nueva especie: *Dysdercus chaquensis* (Freiberg, 1948). Este fue uno de sus principales descubrimientos según sus palabras debido a que éstos hemípteros son capaces de causar serios perjuicios a los cultivos de algodón. Se conoce que son muy perjudiciales tanto en el estado adulto como en ninfas ya que se alimentan de la semilla y cápsulas las cuales a consecuencia del ataque presentan fibras con manchas amarillas o marrones (SINAVIMOa, 2019).

Sobre la oruga de la hoja (*Alabama argillacea*), un lepidóptero nativo de la familia Erebidae considerado plaga, realizó observaciones acerca de los detalles de su desarrollo que permiten identificar a la oruga desde sus primeros estadíos. Los mismos fueron realizados en el Insectario Regional de Roque Sáenz Peña, Chaco (Freiberg, 1945).

Ya en la provincia de Buenos Aires, aportó una revisión bibliográfica sobre el bicho de cesto o canasto (*Oiketicus kirbyi*) junto a M. Griot, R. Silbermann y A. Icart, todos técnicos del Insectario Regional de José C. Paz (Griot *et al.*, 1946).

La “isoca”, “cuncuna”, “pirpinto” u oruga de la alfalfa (*Colias lesbia*) afecta la productividad de los alfáfares (*Medicago sativa*) en la Argentina (SINAVIMOb, 2019). Freiberg (1947), después de realizar una nutrida colección y numerosas experiencias biológicas, llegó a la conclusión de que las 18 “for-

mas”, “variedades” y “aberraciones” existentes hasta ese momento en realidad correspondían a una sola especie (*Colias lesbia*), la cual redescubrió. Actualmente es la única mariposa diurna declarada plaga nacional. El 27 de agosto de 1949 recibió, de la Comisión Nacional de Cultura, el premio de la región de La Pampa, en la especialidad Temas Científicos, del trienio 1946-1948, por su obra “La oruga de la alfalfa en la Argentina”.

Sus aportes ornitológicos

Si bien sus aportes en esta área son escasos, merece destacarse su trabajo “Enumeración sistemática de las aves de Entre Ríos”, publicado en 1943 en las Memorias del Museo de Entre Ríos, siendo éste el primer estudio de conjunto referente a las aves de dicha provincia. Alcanzó las 301 especies basándose en las colecciones de dicho museo y en bibliografía. Según aclara Badano (1943), dicho trabajo fue finalizado por Freiberg en 1940 pero recién pudo ser publicado por el museo en 1943 por razones económicas.

Además publicó un trabajo de recopilación de los nombres vulgares de algunas aves de Entre Ríos (Freiberg, 1940a) por sugerencia de Doello Jurado, entrerriano y quien además fuera presidente de la Asociación Ornitológica del Plata. Además aportó una clave para determinar los strigiformes de Entre Ríos (Freiberg, 1940b).

Sus aportes a la popularización y protección de la naturaleza

Defensor entusiasta de la naturaleza, escribió numerosos artículos en los principales diarios del país: La Prensa y La Nación (éstos últimos no se citan en su totalidad en el apéndice por ser contribuciones sin firma), en revistas como Pets y Autoclub, y en revistas de divulgación como Ciencia e Investigación, publicada por la Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias. Se convirtió así en un verdadero pionero entre los popularizadores de la zoología argentina. Desde Estados Unidos colaboró con los periódicos en castellano “La Voz” de Denver, Colorado y “Mundo Latino” de San Francisco.

Fue asimismo un precursor del proteccionismo y el conservacionismo pues se desempeñó muchos años como Presidente de la Federación de Entidades Protectoras de Animales y asesor de la Asociación Argentina Protectora de Animales de Buenos Aires.

También escribió varios libros -especialmente sobre reptiles aunque también abordó otros grupos

y temas- con un lenguaje coloquial y ameno. Si bien algunas apreciaciones del autor hoy son materia de discusión o rebatibles desde un punto de vista científico, es destacable entre los pioneros de nuestras ciencias biológicas y de la conservación pues trató de enseñar los primeros conceptos ambientalistas o de la biología de la conservación que en la Argentina eran por entonces una disciplina incipiente.

Su primer libro, “Vida de batracios y reptiles sudamericanos” fue publicado en 1954 por la Editorial Cesarini Hermanos. Este libro es, a nuestro conocimiento, el primer libro de popularización de la herpetología a nivel sudamericano, y su impacto no puede ser subestimado. Producto de su tiempo, en su agradecimiento Freiberg señala “Solo me resta expresar el anhelo de que su lectura estimule alguna vocación por el estudio de nuestra rica naturaleza... Si lograra dicho propósito... estaría ampliamente recompensado, pues si bien debo confesar que escribir sobre estos temas me ha causado una íntima satisfacción de por sí, el objeto primordial de toda producción artística o científica es ser interpretada y comprendida por el pueblo”. Varios referentes de la herpetología sudamericana nos señalaron el impacto que tuvo este libro en su infancia o juventud. Quedan pocos testimonios sobre la perspectiva que tenían los herpetólogos contemporáneos con Freiberg respecto a su trabajo de popularización.

James A. Oliver (1914-1981), herpetólogo norteamericano y quien fuera Director del American Museum of Natural History y del New York Zoological Park comentó sobre el libro mencionado: “The book presents a simplified but modern treatment of all of these topics and contains few misstatements. Dr. Freiberg has condensed a surprising amount of information in his brief accounts. Several of the scientific names are not those currently used by most taxonomists, but the North American herpetologist will find the book of interest for its observations and photographs of a number of relatively little known species from South America” (Oliver, 1958).

Sobre el mismo trabajo, señaló José Liebermann (1897-1980), entomólogo, escritor y quien también fuera Jefe de Herpetología del Jardín Zoológico de Buenos Aires, “se ubicó entre los escritores científicos argentinos, introduciendo así el tema herpetológico en la literatura de extensión. Con un notable lenguaje poético destaca la existencia de sus grupos zoológicos preferidos en la lejana noche de los tiempos mesozoicos, une lo estrictamente científico con lo legendario y expone las costumbres actuales

de los reptiles y de los batracios” (Liebermann, 1966).

Un comentario referido a su libro “El mundo de los animales venenosos” (Freiberg, 1976), es particularmente negativo (Barrio, 1977). Aunque muchos de los puntos señalados por Barrio son realmente incontestables, la minuciosidad, el tenor y sarcasmo de los comentarios desnuda conflictos de fondo entre Barrio y Freiberg, cuya naturaleza posiblemente excedía el marco científico.

Sobre fines de los '70s y los '80s algunos de sus libros calaron profundamente en varios jóvenes que luego se dedicarían a las ciencias naturales. Sin ir más lejos por ejemplo, uno de los autores de este artículo (A.G) recuerda que: “a los seis años me regalaron una serie de libros y especialmente recuerdo uno “El mundo de los animales prehistóricos” de Marcos A. Freiberg, publicado por la editorial Albatros en el año 1976. Luego recibí otro sobre reptiles del mismo autor y editorial que aún conservo como recuerdo: “El mundo de los saurios”. Puedo afirmar que las visitas mensuales cuando no quincenales o semanales al Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia, varias al Museo de La Plata, una al Museo Municipal de Ciencias Naturales Lorenzo Scaglia de Mar del Plata y una cada verano al Museo Municipal Punta Hermengo de Miramar, más esos libros de Marcos A. Freiberg definieron, entre mis 6 y 10 años de edad, mi vocación por las ciencias naturales para toda la vida”.

Nos cuenta al respecto el Dr. José A. Langone (Museo de Historia Natural de Montevideo): *El 15 de noviembre de 1982 estábamos con Gabriel Skuk esperando la señal del semáforo para cruzar la Av. Corrientes a la altura de la Av. Ángel Gallardo en Buenos Aires. Nos dirigíamos al MACN donde se realizaría la inauguración de la IIIª Reunión Ibe-*

roamericana de Conservación y Zoología de Vertebrados y que se extendería hasta el 19 de noviembre. Conversábamos sobre algún tema de herpetología, cuando se nos apersona un señor de saco y corbata y muy educadamente nos pregunta si íbamos al museo y si éramos “jóvenes herpetólogos”. Se presentó como Marcos Freiberg. Ni Gabriel ni yo podíamos creer que estábamos hablando con el autor de “Vida de anfibios y reptiles sudamericanos” y tantos otros trabajos de herpetología. Esto era especial en una época donde el número de herpetólogos continentales era muy reducido. Freiberg se convirtió así en el primer herpetólogo extranjero que conocí personalmente. Durante esos días tuve la oportunidad de conversar mucho con Freiberg, asistiendo a diversas ponencias juntos y saliendo a almorzar en más de una ocasión. Su manera de hablar por momentos era tan coloquial como el texto de sus libros, mostrando siempre una gran amplitud de conocimientos y nunca retaceando una explicación a cualquiera de mis interrogantes. Confesó haber querido investigar mucho más, especialmente sobre tortugas, al que refirió como su tema favorito, y haberle dedicado más de su tiempo a los temas de la conservación de la naturaleza, una de las razones por las que asistía a la reunión. Conservo de esos días además de las buenas vivencias un ejemplar de su libro “Vida de anfibios y reptiles sudamericanos” autografiado.

En el año 1983 participó como revisor técnico de los fascículos correspondientes al yacaré ñato (*Caiman latirostris*) y la yarará (*Bothrops alternatus*) de la conocida obra “Fauna argentina” publicada por el Centro Editor de América Latina.

Su biblioteca y sus colecciones

Su último domicilio en la Argentina fue Valentín Gómez 2961 en la Ciudad de Buenos Aires. Antes de partir definitivamente a los Estados Unidos legó su biblioteca personal a Juan Carlos Chebez a quien había conocido en 1977 con motivo de participar de las mesas redondas sobre ecología que organizaban los hermanos Narosky en la zona sur del Gran Buenos Aires. Chebez (1991a) relata: “antes de partir, por fortuna, pudimos ayudarlo a finalizar uno de los capítulos del libro que nos legara casi a modo de testamento: “Manual de ecología argentina”, y fue por entonces que nos llamó para comunicarnos la decisión de dejarnos su biblioteca “porque la iba a saber aprovechar”. Así, un oscuro día de invierno nos pasó sus amados libros, diciéndonos con lágrimas en los ojos que nos estaba dando en ese momento “toda su vida”.



Figura 11. M.A. Freiberg. Sin fecha. Foto: autor no identificado.

En el año 2007, Chebez donó una serie de carpetas de tortugas, principalmente de especies norteamericanas, que formaban parte de la colección personal de Marcos A. Freiberg a las colecciones biológicas de la Fundación Azara.

Actualmente la biblioteca y documentación personal de Freiberg se encuentra en posesión de uno de los autores (B. G., quien fuera la esposa de Chebez).

Otras distinciones

Marcos A. Freiberg tuvo, además de los cargos ya mencionados anteriormente, las siguientes funciones y distinciones:

Asesor Honorario de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza).

Secretario de la Asociación Argentina de Ciencias Naturales, Physis, durante varios períodos.

Miembro correspondiente del Instituto de Biología de la Universidad de Concepción, Chile.

Invitado especial al 50th Anniversary Meeting de la American Society of Ichthyologists and Herpetologist, Vancouver, 1965.

Declarado "Vecino Honorario del partido de Alte. Brown" (Anónimo, 1979).

Investigador asociado de la California Academy of Sciences.

Adscripto al Instituto del Museo de La Plata y Encargado del Departamento de Herpetología (Anónimo, 1972).

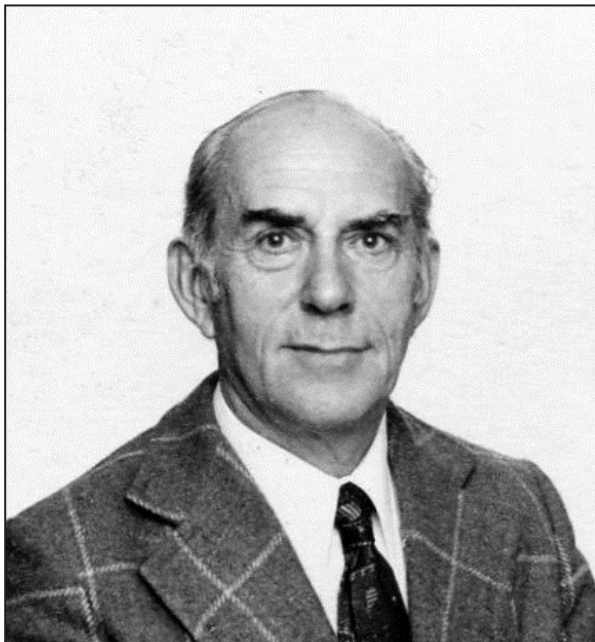


Figura 12. M.A. Freiberg. Sin fecha. Foto: autor no identificado.



Figura 13. El malacólogo Juan José Parodiz (1911-2007) junto a M.A. Freiberg. Sin fecha. Foto: autor no identificado.

Agradecimientos

Agradecemos a Claudio Bertonatti, Andrea Canevano, Esteban O. Lavilla, José A. Langone, Jorge Williams, Virgilio Roig, Esperanza Varela, Jorge Eduardo Freiberg, Michael Kreiman, Marta E. Miranda, Darrel R. Frost, Santiago Nenda, Martín O. Pereyra y Federico Agnolin por haber compartido anécdotas o perspectivas sobre la vida y obra de Marcos Abraham Freiberg, o haber aportado información relevante para este trabajo.

Literatura citada

- Adler, K. (ed.). 2007. Contributions to the history of herpetology. Volume 2. Society for the Study of Amphibians and Reptiles. Saint Louis.
- ALAIH (Asociación Latinoamericana de Ictiólogos y Herpetólogos). 1973. Boletín de la Asociación Latinoamericana de Ictiólogos y Herpetólogos, 10 (enero-diciembre), Buenos Aires.
- Anónimo. 1938. Una clasificación de las tortugas argentinas. Diario La Capital, 7 de noviembre de 1938, Paraná.
- Anónimo, 1939. En misión oficial recorrerán una zona del Chaco dos representantes del Museo Provincial de E. Ríos. El Territorio, 6 de noviembre, Resistencia.
- Anónimo. 1940. Una gigantesca tortuga de mar de 2 mts. de largo fue capturada por un buque pesquero. El Sol, 22 de febrero, Buenos Aires.
- Anónimo. 1963. Y ahora lo insólito: un mundo de reptiles en pleno corazón porteño. La Voz de Buenos Aires, 15 de febrero.
- Anónimo. 1967. Ranas: multiplicación, cría y alimentación. La Chacra 38: 40-43, diciembre. Buenos Aires.
- Anónimo. 1968. Marcos A. Freiberg. *Ciencia e Investigación* 24: 281. Buenos Aires.
- Anónimo. 1970. El mundo de los ofidios por Marcos A. Freiberg.

B. Gasparri *et al.* — Biografía de Marcos Abraham Freiberg

- La Nación, 20 de diciembre, Buenos Aires.
- Anónimo. 1971. Los reportajes de "Pets". Mundo insólito. Hoy: Marcos A. Freiberg. *Revista Pets* 31 (octubre-diciembre).
- Anónimo. 1972. Dr. Freiberg, eminencia desaprovechada. Diario "Aquí, José C. Paz". Marzo.
- Anónimo. 1973. El hornero de José C. Paz. Diario "Aquí, José C. Paz", 12: 4.
- Anónimo. 1979. Entrega de diplomas a vecinos de nuestro partido. Diario Tribuna, 15 de diciembre.
- Arnold, E.N. & Burton, J.A. 1978. Guía de campo de los reptiles y anfibios de España y de Europa. Ediciones Omega.
- Badano, V.M. 1943. La investigación científica en el departamento de zoología. Museo de Entre Ríos. Ciencias Naturales, Arqueología e Historia, Paraná.
- Badano, V.M. 1947. Museo de Entre Ríos. Su origen y desarrollo (1917-1947). *Memorias del Museo de Entre Ríos*, 27.
- Barcia, J. 1982. Ciencia joven. Manual de ecología argentina por Marcos A. Freiberg. La Nación, 26 de diciembre.
- Barrio, A. 1977. Nota bibliográfica. *Physis*, 37: 260, 310, 332, 368.
- Bellairs, A. 1975. Los reptiles. Tomo 11. Ediciones Destino, Barcelona.
- Berg, C. 1896. Batracios argentinos. Enumeración, sistemática, sinonimia y bibliografía de los batracios de la República Argentina. *Anales del Museo de Historia Natural de Buenos Aires*, 5: 147.
- Boccacci, R.J. 1970. El mundo de los ofidios por Marcos A. Freiberg. La Prensa, 15 de noviembre. Buenos Aires.
- Cabrera, M.R. 2014. Origen y progreso de la queloniología en la Argentina. *Cuadernos de Herpetología* 28: 11-17.
- Caramaschi, U. & Soares, M.A. 1995. An invalid neotype designation for *Caiman latirostris* (Daudin, 1802) (Crocodylia, Alligatoridae). *Journal of Herpetology* 29: 136-137.
- Cei, J.M. 1961. Correspondencia personal al Dr. Marcos A. Freiberg. 14 de septiembre, Mendoza.
- Chebez, J.C. 1991a. Marcos A. Freiberg (1911-1990). El dolor de su partida. *Nuestras Aves* 9: 11-12.
- Chebez, J.C. 1991b. Recordando a Marcos Freiberg a un año de su desaparición. *Boletín de la Asociación Herpetológica Argentina* 7: 28-30.
- Crea, M., Merler J. & Quintana, R. 1989. Contribución a la sistemática de *Caiman latirostris* (Daudin, 1802) (Crocodylia, Alligatoridae). *Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso* 20: 75-80.
- De la Fuente, M., Ciccioli, P., Limarino, C.O., Gutierrez, P.R. y Fauque, L.E. 2003. Quelonios podocnemídidos en la Formación Puesto La Flecha (Oligoceno), Precordillera de La Rioja, Argentina. *Ameghiniana* 40: 617-624.
- Doello Jurado, M. 1936. Certificado de trabajos voluntarios realizados por A. Freiberg en la Sección Herpetología del MACN, Buenos Aires (19 de mayo).
- Donoso-Barros, R. 1969. Un nuevo anuro de Bolivia, *Eupemphix freibergi* nov. sp. *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción* 41: 183-187.
- Freiberg, M.A. 1966. Correspondencia personal al Dr. Lorenzo A. Raggio. 19 de agosto, Buenos Aires. (Carta de renuncia al Ministerio de Agricultura de la Nación).
- Freiberg, M.A. 1972. Correspondencia personal al Dr. José Luis Gallardo. 5 de diciembre, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1973. Correspondencia personal al Dr. José Luis Gallardo. 20 de noviembre, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1979. Correspondencia personal al Dr. Carl Gans. 15 de noviembre, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1986. Correspondencia personal al Dr. José María Gallardo. (Copia de esta carta fue remitida por Freiberg a su amigo Adelino Narosky).
- Freiberg, M.A. 1988. Correspondencia personal a Juan Carlos Chebez. 18 de mayo, San Francisco.
- Freiberg, M.A. 1989. Correspondencia personal a Juan Carlos Chebez. 22 de abril, San Francisco.
- Fritz, U.; Alcalde, L.; Stuckas, H.; Vargas-Ramírez, M.; Hunsdörfer, A.K.; Maran, J. & Päckert, M. 2012a. Molecular phylogeny of Central and South American slider turtles: implications for biogeography and systematics (Testudines: Emydidae: *Trachemys*). *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research* 50: 125-136.
- Fritz, U.; Alcalde, L.; Vargas-Ramírez, M.; Goode, E.V.; Fabious-Turoblin, D.U. & Prashag, P. 2012b. Northern genetic richness and southern purity, but just one species in *Chelonoidis* complex. *Zoological Scripta* 41: 220-232.
- Gallardo, J.M. (1990-1991). En homenaje: Dr. Marcos A. Freiberg. *Boletín Asociación Herpetológica Argentina* 6.
- Gallardo, J.M. 1994. 500 años de herpetología hispanoamericana. *Cuadernos de Herpetología* 8: 1-11.
- Giacchino, A. & Bogan, S. 2011. Colecciones: ciencias naturales y antropológicas. 42 páginas. Fundación de Historia Natural Félix de Azara y Universidad Maimónides. Buenos Aires, Argentina.
- Jost, T.A. 1948. Certificado de antigüedad como profesor del Colegio Británico. Ministerio de Justicia e Instrucción Pública de la Nación Argentina (27 de abril).
- Liebermann, J. 1966. Los judíos en la Argentina. Editorial Libra, Buenos Aires.
- López, H.L. & Ponte Gómez, J. 2010. Asociación Latino-Americana de Ictiólogos y Herpetólogos (ALAIH). ProBiota, FCNyM, UNLP, Serie Documentos, 12: 1-47. La Plata.
- López-Conde, O.A. & Alvarado-Ortega, J. 2017. Revisión morfológica de las tortugas del género *Notoemys*. *Paleontología Mexicana* 6: 79-89.
- Oliver, J.A. 1958. Reviews and comments "Vida de Batracios y Reptiles Sudamericanos". *Copeia*, 1958: 63.
- Parker, H.W. & Bellairs, A. 1975. Los anfibios y los reptiles. Tomo 10. Ediciones Destino, Barcelona.
- Riggi, A.E. 1948. Documento de designación de M.A. Freiberg como adscripto honorario de la Sección Entomología del MACN, Buenos Aires (5 de marzo).
- Sánchez, J.; Alcalde, L. & Bolzán, A.D. 2015. First evidence of chromosomal variation within *Chelonoidis chilensis* (Testudines: Testudinidae). *Herpetological Journal* 25: 83-89.
- Serrano, A. 1938. Documento de designación de A. Freiberg como zoólogo del Museo de Entre Ríos, Paraná (1 de agosto). SINAVIMO (Sistema Nacional Argentino de Vigilancia y Monitoreo de Plagas). 2019a. *Dysdercus chaquensis*. Disponible en: <https://www.sinavimo.gov.ar/plaga/dysdercus-chaquensis>.
- SINAVIMO (Sistema Nacional Argentino de Vigilancia y Monitoreo de Plagas). 2019b. *Colias lesbia*. Disponible en: <https://www.sinavimo.gov.ar/plaga/colias-lesbia>.
- Williams, J. 2013. Asociación Herpetológica Argentina: treinta años de esfuerzos y resultados. *Cuadernos de Herpetología* 27: 7-14.

*Los trabajos científicos de Freiberg, M. A. que se mencionan en el texto, se detallan en el apéndice.

Apéndice 1.

Publicaciones de Marcos Abraham Freiberg

Libros

Freiberg, M.A. 1954. Vida de batracios y reptiles sudamericanos. Cesarini Hnos. Buenos Aires.



Figura 15. Marcos A. Freiberg junto a William E. Duellman (1930-) y Linda Trueb (1942-), herpetólogos estadounidenses. Años 1970s. Foto: autor no identificado.

- Freiberg, M.A. 1970. El mundo de las tortugas. Editorial Albatros. Buenos Aires. (Múltiples reediciones).
- Freiberg, M.A. 1970. El mundo de los ofidios. Editorial Albatros. Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1970. El mundo de los reptiles. Editorial Albatros. Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1972. Amphibia y Reptilia. En: Cendrero, L. Zoología Hispanoamericana. Vertebrados. Edit. Porrúa. México.
- Freiberg, M.A. 1973. El mundo de las aves. Editorial Albatros. Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1974. El mundo del zoo. Editorial Albatros. Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1975. El mundo de los animales prehistóricos. Editorial Albatros. Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1975. Los anfibios. Editorial Albatros. Buenos Aires. (Múltiples reediciones).
- Freiberg, M.A. 1976. El mundo de los animales venenosos. Editorial Albatros. Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1977. El mundo de los saurios. Editorial Albatros. Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1977. Vol. XI Fascículo 1 y 2. Fauna de Agua Dulce de la República Argentina. Reptilia, Fcic, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1979. El mundo de las hormigas. Editorial Albatros. Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1982. Manual de ecología argentina. Cesarini Hnos. Editores. Buenos Aires.

- Freiberg, M.A. 1982. Snakes of South America. T.F.H. Publications. New Jersey.
- Freiberg, M.A. 1982. Turtles of South America. T.F.H. Publications. New Jersey.
- Freiberg, M.A. y Walls, J.G. 1984. The world of venomous animals. T.F.H. Publications. New Jersey.
- Freiberg, M.A. 1985. Los Anfibios. La rana y su crianza. Editorial Albatros. (Reimpreso en 1991).
- Freiberg, M.A. 1990. Bilingual dictionary of dental terms: Spanish-English = Diccionario bilingüe de términos odontológicos: Inglés-Español. Ism Press.

Otros libros firmados bajo pseudónimo

1976. Manual de taxidermia (firmado: Luis Mario Montes). Editorial Albatros. Buenos Aires.
1979. Las fresas (firmado: Luis Mario Montes). Editorial Albatros. Buenos Aires.
1981. ¿Qué sabe usted de homeopatía? (firmado: Conrado Bergson). Editorial Albatros. Buenos Aires.
1981. Loros, cotorras y papagayos (firmado: Luis Mario Montes). Editorial Albatros. Buenos Aires.

Herpetología

- Freiberg, M.A. 1935. Las tortugas argentinas. *Revista del Centro de Estudiantes de Medicina Veterinaria* 7: 59.
- Freiberg, M.A. 1936. Una nueva tortuga del norte argentino. *Physis* 12: 169-171.

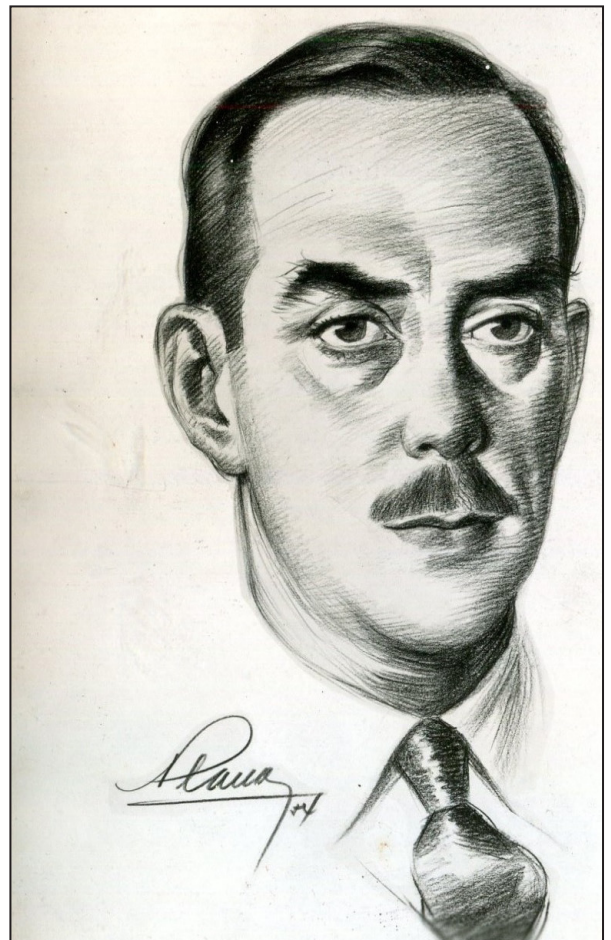


Figura 16. M.A. Freiberg. Dibujo: autor no identificado.

B. Gasparri *et al.* — Biografía de Marcos Abraham Freiberg

- Freiberg, M.A. 1938. Catálogo sistemático y descriptivo de las tortugas argentinas. *Memorias del Museo de Entre Ríos, Zoología* 9: 1-25.
- Freiberg, M.A. 1939. Enumeración sistemática de los reptiles de Entre Ríos. *Memorias del Museo de Entre Ríos, Zoología* 11: 23.
- Freiberg, M.A. 1940. Una nueva especie de tortuga para la fauna argentina. *Memorias del Museo de Entre Ríos, Zoología* 12: 1-5.
- Freiberg, M.A. 1941. La distribución geográfica de *Bufo paracnemis* Lutz y la presencia de *B. marinus* (L.) en la Argentina. *Physis* 19: 112-116.
- Freiberg, M.A. 1942. Catálogo sistemático y distribución geográfica de los batracios argentinos. *Physis* 19: 219-240.
- Freiberg, M.A. 1942. La tortuga laúd *Dermochelys coriacea* (L.) frente a las costas argentinas. *Physis* 19: 263-265.
- Freiberg, M.A. 1944. Una nueva especie de saurio del género *Proctotretus* D. et B. *Physis*, 19 (54): 473.
- Freiberg, M.A. 1945. Observaciones sobre las tortugas de mar que se encuentran frente a las costas Argentinas. *Physis* 20: 50-53.
- Freiberg, M.A. 1945. Una nueva especie de tortuga del género *Platemys* Wagler. *Physis* 20: 19-23.
- Freiberg, M.A. 1947. El alotipo de la tortuga *Platemys pallidipectoris* Freiberg. *Physis* 20: 112-114.
- Freiberg, M.A. 1951. Nuevo hallazgo de *Leptotyphlops borrichiana* Degerbol en Argentina. *Physis* 10: 259-262.
- Freiberg, M.A. 1951. Sobre la distribución geográfica de *Elachistocleis ovalis bicolor* (Valenciennes). *Physis* 20: 330.
- Freiberg, M.A. 1951. Conferencias del seminario Francisco P. Moreno de la Sociedad Científica Argentina. El sapo común. Administración General de Parques Nacionales y Turismo. Ministerio de Obras Públicas de la Nación.
- Fernández Barrán, E. & Freiberg, M.A. 1951. Nombres vulgares de reptiles y batracios de la Argentina. *Physis* 20: 303-319.
- Freiberg, M.A. 1954. Hallazgo de *Hyla goeldi* Boul. en la República Argentina. *Physis* 20: 496.
- Cattoi, N. & Freiberg, M.A. 1958. Una nueva especie de "*Podocnemis*" del Cretáceo argentino. *Physis* 21: 58.
- Cattoi, N. & Freiberg, M.A. 1961. Nuevo hallazgo de *Chelonia* extinguidos en la República Argentina. *Physis* 22: 202.
- Freiberg, M.A. 1962. Nota bibliográfica. Batracios de Chile, por el Dr. José M. Ceí. *Boletín de la Asociación Latinoamericana de Ictiólogos y Herpetólogos* 4: 3.
- Freiberg, M.A. 1962. Nota bibliográfica. Los reptiles de Chiapas por Miguel Álvarez del Toro. *Boletín de la Asociación Latinoamericana de Ictiólogos y Herpetólogos* 4: 3-4.
- Freiberg, M.A. 1962. Nuevos hallazgos y distribución geográfica del saurio *Proctotretus doello-juradoi* Freiberg en la Argentina. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia* 8: 107.
- Freiberg, M.A. & Carvalho, A.L. 1965. El yacaré sudamericano *Caiman latirostris* (Daudin). *Physis* 25: 35-360.
- Freiberg, M.A. 1967. Tortugas de la Argentina. *Ciencia e Investigación* 23: 351-363.
- Freiberg, M.A. 1967. Diferencias sexuales secundarias y descripción del alotipo macho de la tortuga *Pseudemys dorbignyi* (D. et B.). *Acta Zoológica Lilloana* 23: 389-394.
- Freiberg, M.A. 1968. Ofidios ponzoñosos de la Argentina. *Ciencia y Técnica* 24: 338-353. (Este trabajo mereció el premio "Dr. Daniel Goytia y Estela A. de Goytia" de la Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias, Buenos Aires).
- Freiberg, M.A. & Orejas Miranda, B.R. 1968. Un nuevo Leptotyphlopidae de la República Argentina (Reptilia, Ophidia). *Physis* 28: 145-147.
- Freiberg, M.A. 1969. Una nueva subespecie de *Pseudemys dorbignyi* (Duméril et Bibron) (Reptilia, Chelonia, Emydidae). *Physis* 28: 299-314.
- Freiberg, M.A. 1970. Validez específica de *Phrynops hilarii* (D. et B.) (Testudines, Chelidae). *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia"*, *Zoología* 10: 189-197.
- Freiberg, M.A. 1972. Validez específica de *Phrynops hilarii* (D. et B.) (Testudines, Chelidae). *Acta Zoológica Lilloana* 29, 247-260.
- Freiberg, M.A. 1972. Nota bibliográfica. Catalogue of the Neotropical Squamata. *Boletín de la Asociación Latinoamericana de Ictiólogos y Herpetólogos* 9: 5.
- Freiberg, M.A. 1973. Dos nuevas tortugas terrestres de Argentina. *Boletín de la Sociedad Biológica de Concepción* 46: 81-93.
- Freiberg, M.A. 1973. La forma juvenil de *Geochelone petersi*. *Boletín de la Asociación Latinoamericana de Ictiólogos y Herpetólogos* 10: 4-5.
- Freiberg, M.A. 1974. The argentine land tortoise, *Geochelone chilensis*, an endangered species. *Bulletin of the Maryland Herpetological Society* 10: 39-41.
- Freiberg, M.A. 1977. Reptilia. Testudines o Chelonia. Fauna de Agua Dulce de la República Argentina, 42: 1-55.
- Wood, R.C. & Freiberg, M.A. 1977. Redescription of *Notoemys laticentralis*, the oldest fossil turtle from South America. *Acta Zoológica Lilloana* 8: 187-204.

Ornitología

- Freiberg, M.A. 1940a. Nombres vulgares de algunas aves de Entre Ríos. *Hornero* 7 (3): 397-401.
- Freiberg, M.A. 1940b. Los Strigiformes de Entre Ríos. *Círculo, Órgano del Centro de Profesores Diplomados de Paraná*, pp. 37-45.
- Freiberg, M.A. 1943. Enumeración sistemática de las aves de Entre Ríos. *Memorias del Museo de Entre Ríos, Zoología* 21: 1-110.

Entomología

- Freiberg, M.A. 1943. Contribución al conocimiento de la "chinche tintórea" del algodón *Dysdercus* sp. (Hem. Pyrrhoc.) con notas sobre su biología. *Boletín Junta Nacional del Algodón* 99-100: 360-370.
- Freiberg, M.A. 1945. Investigaciones sobre el género *Dysdercus* Serville (Hemip. Pyrroc.). *Boletín Mensual de la Dirección de Algodón* 125-126: 362-380.
- Freiberg, M.A. 1945. Contribución al conocimiento de la biología de *Alabama argillacea* Hübner -oruga de la hoja-plaga del algodón. Ministerio de Agricultura de la Nación. Dirección de Investigaciones, Instituto de Sanidad Vegetal, Serie A, 1 (9).
- Griot, M.; Silbermann, R.; Icart, A. & Freiberg, M.A. 1946. Revisión bibliográfica sobre el bicho de cesto. *Revista Argentina de Agronomía* 13: 310-330.
- Freiberg, M.A. 1947. La oruga de la alfalfa en la Argentina: *Collas lesbia* (Fabricius) (Lep. Pier.). Ministerio de Agricultura de la Nación, Dirección de Investigaciones, Instituto de Sanidad Vegetal, Serie A, 3: 32.
- Freiberg, M.A. 1948. Una nueva especie de *Dysdercus* (Hemip. Pyrroc.) "chinche tintórea" del algodón. *Physis* 20: 121-123.

Obituarios

- Freiberg, M.A. 1949. Palabras pronunciadas en el sepelio por el profesor Marcos A. Freiberg en representación de la Asociación Argentina de Ciencias Naturales. En: Asociación Argentina de Ciencias Naturales. Martín Doello Jurado (1884-1948). *Physis* 20: 195-205.
- Freiberg, M.A. 1954. Pedro Serié. *Physis* 20: 527-528.
- Freiberg, M.A. 1968. Enrique Arturo Deautier (1846-1967). *Physis* 27: 405.
- Freiberg, M.A. 1973. James A. Peters (1922-1972). *Boletín de la Asociación Latinoamericana de Ictiólogos y Herpetólogos* 10: 4-5.

Divulgación

- Freiberg, M.A. 1937. Reptiles y batracios que prestan destacados servicios al hombre de campo. *El Campo* 21, 583-585, septiembre, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1938. Una clasificación de las tortugas argentinas. *Diario La Capital*, 7 de noviembre, Rosario.
- Freiberg, M.A. 1938. Mimetismo de los ofidios. *El Agro Entrerriano. Revista Mensual de los Intereses Agropecuarios de Entre Ríos, Paraná*.
- Freiberg, M.A. 1939. Tortugas y yacarés de la fauna argentina. *La Prensa*, 3 de septiembre, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1940. Lagartos y lagartijas interesantes de la fauna argentina. *La Prensa*, 21 de abril, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1940. El exterminio del yacaré en el río Paraná. *La Prensa*, 29 de septiembre, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1940. Los palmares de Colón. *El Diario*, 20 de marzo. Paraná.
- Freiberg, M.A. 1941. El mimetismo en los ofidios. *La Prensa*, 26 de enero, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1941. Observaciones sobre la vida de los sapos. *La Prensa*, 15 de junio, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1941. Los nidos de los batracios. *La Prensa*, 12 de octubre, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1942. Los nidos de los reptiles. *La Prensa*, 1 de febrero, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1942. La lucha biológica y su utilización en la defensa de los cultivos. *La Prensa*, 8 de noviembre, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1943. La introducción de animales exóticos para combatir las plagas de la agricultura. *La Prensa*, 11 de julio, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1944. Plagas del algodónero. *La Prensa*, 1 de enero, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1944. Mariposas perjudiciales a los cultivos. *La Prensa*, 24 de septiembre, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1944. La pesca de tiburones. *La Prensa*, 23 de abril, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1945. Las aves y el equilibrio biológico de la naturaleza. *La Prensa*, 21 de enero, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1945. La fauna extinguida. *La Prensa*, 20 de mayo, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1945. Santuarios de la fauna. *La Prensa*, 6 de julio, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1945. El Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia en el centenario del prócer. *La Prensa*, 2 de septiembre, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1945. Moscas útiles para la agricultura. *La Prensa*, 30 de diciembre, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1945. Prevención y tratamiento de las mordeduras de ofidios. *Suelo Argentino*, 4 : 403-404.

- Freiberg, M.A. 1946. La caza de las ballenas. *La Prensa*, 28 de abril, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1946. Avispas útiles para la agricultura. *La Prensa*, 10 de noviembre, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1947. Insectos enemigos de plagas agrícolas. *La Prensa*, 1 de junio, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1947. Los animales calumniados. *La Prensa*, 14 de diciembre, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1948. La conquista de la tierra por los vertebrados. *La Prensa*, 13 de junio, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1949. Los insectos y la salud. *La Prensa*, 23 de enero, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1949. Nuevas especies de batracios y reptiles en la fauna argentina. *La Prensa*, 3 de julio, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1950. Los animales perseguidos. *La Prensa*, 8 de enero, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1950. La mariposa de la alfalfa. *La Prensa*, 30 de abril, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1950. Las arañas pollito. *La Prensa*, 10 de septiembre, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1951. Las arañas ponzoñosas. *La Prensa*, 21 de enero, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1951. El sapo común. Conferencia del Seminario "Francisco P. Moreno" de la Sociedad Científica Argentina, 201-214, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1961. Nuestros inambúes (perdices americanas). Contribución de la Dirección de Caza y Conservación de la Fauna de la Nación, 4 págs, La Plata.
- Freiberg, M.A. 1970. Víboras de la fauna argentina. *La Prensa*, 19 de julio, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1970. La tortuga argentina. *La Prensa*, 1 de noviembre, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1971. La iguana. *La Prensa*, 7 de febrero, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1971. El yacaré. *La Prensa*, 18 de julio, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1972. El tatú carreta, una especie que se extingue. *La Prensa*, 30 de enero, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1972. La anaconda. *La Prensa*, 13 de agosto, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1973. La colorada. *La Prensa*, 18 de febrero, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1973. Jardines zoológicos en los Estados Unidos. *La Prensa*, 25 de noviembre, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1973. El mundo que nos rodea. *La Prensa*, 22 de julio, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1974. Museos de Historia Natural en los Estados Unidos. *La Prensa*, 28 de julio, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1974. El mundo de las aves. *La Prensa*, 3 de febrero, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1975. La víbora en las mitologías precolombinas. *La Prensa*, 13 de abril, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1975. Santuarios de la fauna. *La Prensa*, 6 de julio, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1976. El Instituto Butantan. *La Prensa*, 9 de mayo, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1976. Un peligroso exterminio. *Autoclub N° 86*, año XVI, agosto. Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1977. El cóndor. *La Prensa*, 16 de octubre, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1977. Pequeños dragones. Los iguánidos descendientes de los grandes dinosaurios. *Aire y Sol*, 61. Octubre, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1978. Especies que desaparecen. *La Prensa*, 25

B. Gasparri *et al.* — Biografía de Marcos Abraham Freiberg

- de junio, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1978. Las víboras ponzoñosas en la frontera del mito. Autoclub N° 99, año XVIII, octubre, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1978. Los constructores de Kachinas. Autoclub N° 100, año XVIII, diciembre, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1979. También las aves se extinguen. La Prensa, 24 de junio, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1979. ¿Por qué doblan las campanas? Autoclub, 102 (19), abril, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1979. Los jardines zoológicos. Apuntes de los Estados Unidos. Autoclub, 105 (19). Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1980. Millones de años de lento andar. La Nación, 28 de septiembre, Suplemento Infantil, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1980. Megaterios y gliptodontes. La Prensa, 17 de febrero, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1980. La tortuga de tierra. La Prensa, 9 de marzo, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1980. Sapos y venenos. La Prensa, 23 de marzo, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1980. La boa de las vizcacheras. La Prensa, 20 de abril, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1980. Exhibiciones modernas en los museos de historia natural. La Prensa, 8 de junio, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1980. Santuarios de la fauna. La Prensa, 15 de junio, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1980. La serpiente en la mitología azteca. La Prensa, 15 de junio, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1980. El macá tobiano. La Prensa, 10 de agosto, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1980. La mussurana. La Prensa, 21 de septiembre, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1980. Los museos de historia natural. Autoclub, 108 (20), agosto, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1980. El equilibrio que hace posible la vida. La Nación, 21 de septiembre, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1980. Millones de años de lento andar. La Nación, 28 de septiembre, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1980. Ecología y juventud. La Nación, 21 de octubre, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1980. Los descendientes de los dinosaurios. La Nación, 9 de noviembre, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1980. Ecología ¿por quién doblan las campanas? Autoclub XIX (102): 40-45, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1980. Sí, es bastante fea, pero.... Diario La Nación, 12 de octubre, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1981. La tortuga pintada. La Prensa, 8 de noviembre, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1982. Las boas del trópico. La Prensa, 10 de enero, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1983. El destino del cóndor. La Nación, 11 de octubre, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1982. La antigüedad del hombre. La Prensa, 19 de septiembre, Buenos Aires.
- Freiberg, M.A. 1985. El celacanto, un fósil viviente. Tiempo Latino Metro Group, 7 de marzo.
- Freiberg, M.A. 1988. Arrecifes de coral en S.F. El Mundo, Oakland, 19 de mayo.
- Freiberg, M.A. 1988. ¿Verdad o no? Golondrinas en Capistrano. Abril.
- Freiberg, M.A. 1988. ¿Verdad o no? Primavera silenciosa (un homenaje a Rachel Carson). 14 de abril.
- Freiberg, M. 1990. Salvar la tierra. Tiempo Latino Publishing

Co., 21 de febrero, pág. 24.

Freiberg, M.A. 1990. El día de la Vida. Tiempo Latino Publishing Co., 7 de marzo, pág. 34.

Freiberg, M.A. s/f. Osos blancos en los hielos árticos. La Prensa. Buenos Aires.

Freiberg, M.A. s/f. Arañas y venenos. La Prensa. Buenos Aires.

Freiberg, M.A. s/f. La pared derribada.

Prólogos

Orrego Aravena, R. 1971. Reptiles de La Pampa. Biblioteca Pampeana, Serie Folletos N° 14. Consejo Provincial de Difusión. Gobierno de La Pampa.

Traducciones

Tyldesley, W.R. 1981. Atlas a color de medicina oral. Versión al español por Editorial Excelsior Corp. Year Book Medical Publishers. Chicago y Londres.

Triep, C. Atlas of neuropathology. Year Book Medical Publishers. Chicago.

Berkovitz, B.K., Holand, G.C. y Moxham, B.J. Oral anatomy. Year Book Medical Publishers. Chicago.

Kent, J.T. 1981. Materia médica homeopática. Editorial Albatros. Buenos Aires.

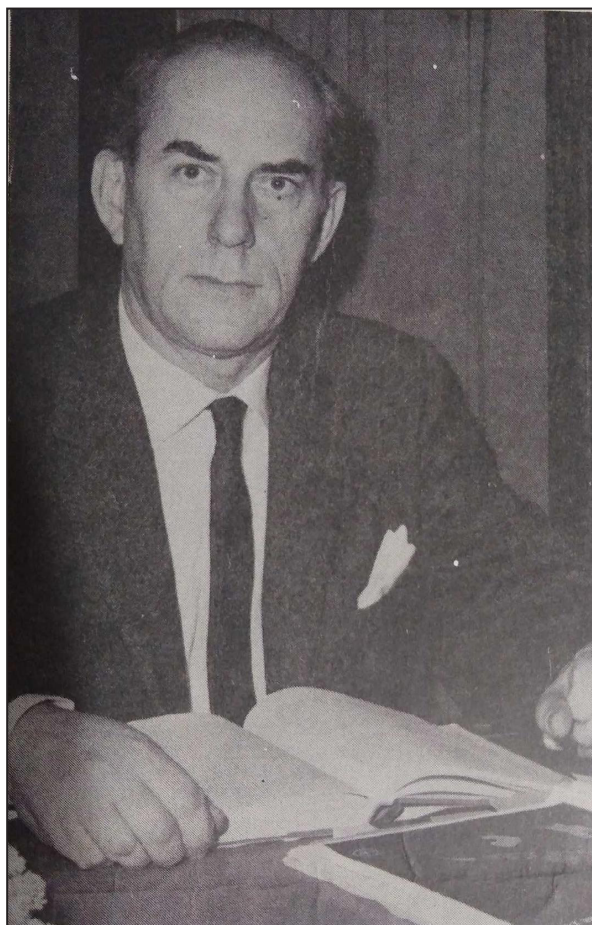


Figura 16. Dr. Freiberg. Foto: Diario "Aquí, José C. Paz", 1973.

© 2020 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 2.5 Argentina de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/ar/>

Carta a los Editores

Jimena Grosso¹, M. Dolores Casagrande¹, Jéssica Fratani¹, Ana Sofía Duport-Bru¹, Gabriela Fontanarrosa², Miriam C. Vera³, Daiana Paola Ferraro⁴, Carla A. Bessa⁵, Mariana Chuliver Pereyra⁶, Rosio Gabriela Schneider³

¹ Unidad Ejecutora Lillo (UEL, CONICET-FML). San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina

² Instituto de Biodiversidad Neotropical (IBN, CONICET-UNT). San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina

³ Laboratorio de Genética Evolutiva. Instituto de Biología Subtropical (IBS, CONICET-UNaM). Posadas, Misiones, Argentina

⁴ División Herpetología, Museo Argentino de Ciencias Naturales – CONICET. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

⁵ Laboratorio de Biodiversidad y Conservación de Tetrápodos, Instituto Nacional de Limnología (INALI, CONICET-UNL). Santa Fe, Argentina

⁶ Instituto de Bio y Geociencias del NOA (IBIGEO-CONICET). Rosario de Lerma, Salta, Argentina

Las actividades profesionales son afectadas por las construcciones socioculturales que configuran los roles, las percepciones, y el estatus de las mujeres y los hombres en una sociedad. El ámbito científico no es ajeno a esta situación y las desigualdades de género en ciencia son ampliamente conocidas. Es por eso que en los últimos tiempos en la comunidad científica, en consonancia con el movimiento global por los derechos de las mujeres, se ha suscitado un proceso de autoevaluación bajo una perspectiva de género (Scott *et al.*, 2010; Shen, 2013; Greshake Tzovaras, 2017; Berenbaum, 2019). En Argentina, pese a que las mujeres representan el 53% del conjunto de investigadores del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET, 2020), su participación en cargos superiores—académicos y administrativos—es minoritaria, alcanzando por ejemplo en 2018 sólo el 23% de representación en la categoría superior de CONICET (Baringoltz y Posadas, 2009; CONICET, 2020). Este marcado sesgo de género en puestos jerárquicos es un patrón conocido como *techo de cristal*, que da cuenta de las limitaciones del ascenso laboral de las mujeres en una organización (Lühe, 2014).

Herpetólogas latinoamericanas nos hemos sumado a esta revisión, como lo evidencia la creciente apertura de espacios de discusión de esta problemática en distintas reuniones científicas en la región (Simposio Mujeres en la Ciencia en el X Congreso Chileno de Herpetología; I Simposio Mujeres en la Ciencia en el V Congreso Colombiano de Zoología; Werneck *et al.*, 2019). En este contexto, durante el XX Congreso Argentino de Herpetología y en el

marco de su primera sesión especial destinada a esta temática, un grupo de colegas de distintos puntos del país presentamos los resultados de un análisis sobre la distribución de géneros en las distintas modalidades de actuación de nuestra asociación (Duport-Bru *et al.*, 2019), algunos de los cuales son resaltados a continuación.

Respecto a la revista *Cuadernos de Herpetología*, desde 1999 sólo una mujer fue directora y más del 70% del equipo editorial han sido hombres. Estos números se muestran en sintonía con el hecho de que, en casi 40 años de existencia, la Asociación Civil Herpetológica Argentina (ACHA) nunca ha sido presidida por una mujer y únicamente durante el período 1998-2001 ha contado con una vicepresidenta. En relación a la participación en los congresos anuales de la asociación, la intervención ordinaria (*i.e.*, presentaciones orales y/o pósters) se distribuye equitativamente entre géneros, sin embargo el número de mujeres en exposiciones con invitación es significativamente menor en relación a la participación masculina (29% en conferencias magistrales y 39% en simposios). Este patrón se muestra constante a lo largo de los 20 años analizados, poniendo en relieve la inercia histórica de un sesgo en la apreciación del trabajo femenino que afecta su grado de exposición—las mujeres utilizan aproximadamente sólo el 50% del tiempo empleado por los hombres. La invisibilización de nuestro trabajo como científicas conduce a diversas desventajas académicas (*e.g.*, menor reclutamiento de estudiantes, menor número de invitaciones académicas y de citas, etc.), cuya sumatoria podría explicar parte de los mecanismos

involucrados en la construcción del *techo del cristal*. En cuanto a los artículos publicados en *Cuadernos de Herpetología*, los resultados revelan que más del 60% de los trabajos se encuentran encabezados por un hombre y que la participación femenina en publicaciones disminuye en promedio un 30% cuando el primer autor es un hombre.

Nuestro trabajo visibiliza la inequidad de género presente en la herpetología argentina. A su vez, este análisis intenta impulsar una revisión consciente y crítica de los sesgos implícitos que existen en nuestras prácticas académicas de colaboración, selección y promoción de pares, tanto a nivel institucional como comunitario e individual, así como el diseño de políticas apuntadas a corregir ésta situación. En este sentido, cabe mencionar que nuestros datos fueron tomados considerando el nombre de pila como indicador de géneros, este abordaje incurre en una sobre-simplificación de una realidad compleja y excluye otras identidades de género que se encuentran subrepresentadas.

Entendiendo que las inequidades evidenciadas resultan inadmisibles para nuestra comunidad, elaboramos un protocolo de acción tendiente a modificar esta situación a mediano plazo. Este protocolo—aprobado en asamblea y divulgado a las socias y socios por correo electrónico—incluye la aplicación de medidas afirmativas, tales como la re-evaluación anual de la distribución de género en las actuaciones dentro de la sociedad, el aumento de la representatividad de mujeres e identidades disidentes en las reuniones científicas y en el equipo editorial de *Cuadernos de Herpetología*, entre otras.

Finalmente es nuestro deseo que el ejercicio de diagnóstico realizado impulse iniciativas similares en otras comunidades dentro y fuera de la ciencia, dado que este es un paso fundamental para promover la reflexión profunda sobre los procesos subyacentes a la inequidad de género en el camino hacia una sociedad más igualitaria.

Literatura citada

- Baringoltz, E. & Posadas, P. 2009. Ciencia y tecnología en la Argentina. Diagnóstico de la situación de género (julio de 2006 – diciembre de 2007). Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/est_rrhh_ciencia-y-tecnologia-en-argentina-diagnostico-de-la-situacion-de-genero.pdf>
- Berenbaum, M.R. 2019. Speaking of gender bias. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 116: 8086-8088.
- CONICET. 2020. CONICET en cifras. Disponible en: <<https://cifras.conicet.gov.ar/publica/detalle-tags/3>>
- Duport-Bru, A.S.; Fratani, J.; Ferraro, D. P.; Salica, M.J.;

Chuliver Pereyra, M.; Vicente, N.; Medina, R.; Pereyra, L.; Casagrande, D.; Fontanarrosa, G.; Schneider, R.; Vera, M.; Semhan, R.; Bessa, C. & Grosso, J. 2019. Visibilidad y representatividad de las mujeres en la comunidad científica argentina: el caso de la herpetología. Sesión Oral: Problemas de género en Herpetología. XX Congreso Argentino de Herpetología. Disponible en: <<https://www.youtube.com/watch?v=7TBdwGbIJKU&t=260s>>

Greshake Tzovaras, B. 2017. How Men Can Help Women in STEM: Shut Up, Sit Back and Listen. Disponible en: <https://blogs.scientificamerican.com/voices/how-men-can-help-women-in-stem-shut-up-sit-back-and-listen/?utm_source=facebook&utm_medium=social&utm_campaign=s-editorial-social&utm_content&utm_term=policy_blog_&fbclid=IwAR0EQj-XRPohFJ99QVSZGn-VVQH7Yzr6xPWUa8Hi8AvG6UxFoQLvnnQ7kf4>

Lühe, J. 2014. In search of the glass ceiling: what mechanisms and barriers hinder qualified women from progressing in academia?: 79-91. *En*: Thege, B.; Popescu-Willigmann, S.; Pioch, R. & Badri-Höher, S. (eds.). *Paths to Career and Success for Women in Science*. Springer VS, Wiesbaden.

Scott, E.C.; Page, M.E. & West, J.E. 2010. Sex and Science: How Professor Gender Perpetuates the Gender Gap. *The Quarterly Journal of Economics* 125: 1101-1144.

Shen, H. 2013. Inequality quantified: Mind the gender gap. *Nature* 495: 22-24.

Simposio Mujeres en la Ciencia. X Congreso Chileno de Herpetología. 2020. Los Ángeles, Chile. Disponible en: <https://1315c516-e6da-92e7-9cfc-b43164877e0d.filesusr.com/ugd/a92899_501290b770a94f1fbee3cd1126ada115.pdf>

I Simposio sobre mujeres en la ciencia. V Congreso Colombiano de Zoología, III Congreso Colombiano de Mastozoología, II Congreso Colombiano de Herpetología y IX Encuentro Colombiano sobre Abejas Silvestres. 2018. Bogotá, Colombia. Disponible en: <<http://vccz.aczcolombia.org/wp-content/uploads/2019/02/resumenes.pdf>>

Werneck, F.P.; Moriguchi Jeckel, A.; Rizzo Friol, N.; Gennari Pires de Toledo, D.; Targino, M.; Montesinos, R.; Barreto Nascimento, L.; Leite Silvano, D.; Pereira Fagundes de França, D.; Albuquerque Pereira, J.; Richard Pinto, R.; Costa-Rodrigues, A.P.C.; Gonçalves Pereira, E.; Mângia, S. & Canedo, C. 2019. Diagnóstico e propostas para ampliar a representatividade de pesquisadoras em Herpetologia no Brasil. *Herpetologia Brasileira* 8: 36-43.

© 2020 por las autoras, 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 2.5 Argentina de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/ar/>

Teius suquiensis: expansion of its geographical distribution and first record for the pampean eco-region (southern Santa Fe province, Argentina)

María Cecilia Grierson¹, Pablo Guillermo Rimoldi^{2,3}

¹ Cátedra de Biogeografía. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario, Argentina.

² Cátedra de Zoología General. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario, Argentina.

³ Cátedra de Biología y Ecología. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional de Rosario, Argentina

Locality— Argentina, Santa Fe, Departamento de Rosario, Comuna de Zavalla (33°02'13"S; 60°53'03"W, WGS84, 41 m s.n.m.). Fecha de colecta: 11 de Marzo de 2018. Collected by Cecilia Grierson and Pablo Rimoldi. We found this specimen of *Teius suquiensis* in the Experimental Field Station which belongs to

the Agricultural Science College of the National University of Rosario (UNR), (Fig. 1).

The collected specimen, a juvenile one, is kept in the Zoological Collection of the Facultad de Ciencias Agrarias (FCA-ZV-R: 012, Fig.2).

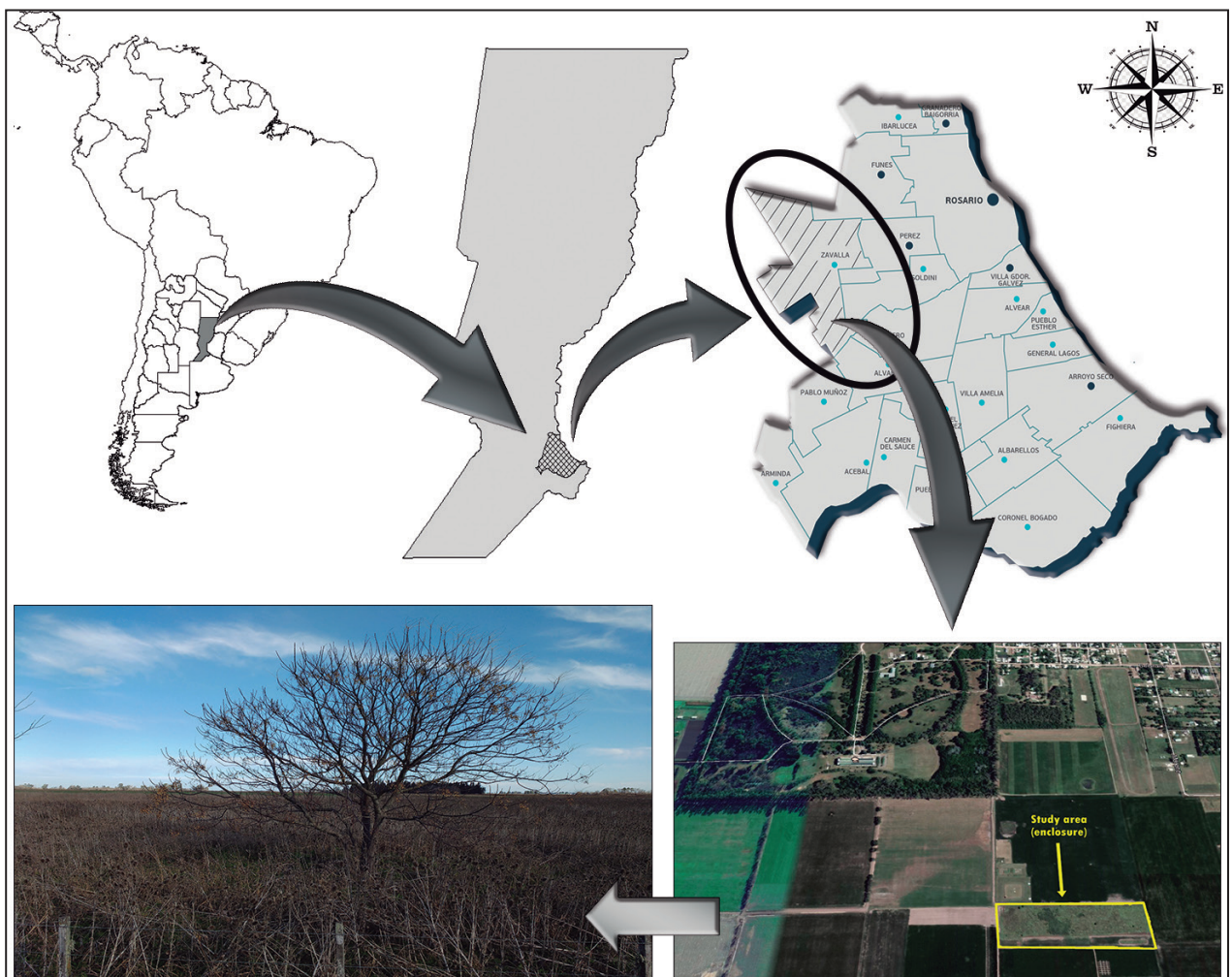


Figure 1. Habitat at the new record locality of *Teius suquiensis* in Zavalla, southern Santa Fe province, Argentina.

Author for correspondence: mcgrierson@gmail.com



Figure 2. The collected specimen of *Teius suquiensis* from Zavalla (FCA-ZV-R: 012).

Comments— The genus *Teius* Merrem, 1820 at present includes three species: *Teius teyou* (Daudin, 1802); *T. oculatus* (D'Orbigny & Bibron, 1837), and *T. suquiensis* Avila & Martori, 1991. The latter is the only species in the genus that is known to have parthenogenetic reproduction in Argentina (Avila *et al.*, 1992). Some recent studies on its distribution (Cacciali *et al.*, 2016) limit its presence to two disjunct areas: one in the north-west corner of Santa Fe province and the other in the center, north and west of Córdoba province, extending into the north-eastern San Luis province. From the biogeographic point of view, the species occurs on the southern border of the Wet Chaco, being more abundant in the

Dry Chaco and less frequently in the Espinal. New records introduced by Céspedes *et al.* (2017) mention *T. suquiensis* in Santiago del Estero province, 100 km to the north of the northern most locality with known records in the Córdoba province (Cabrera and Monguillot, 2007), which could be a sign of a possible expansion in its distribution area.

The aim of this contribution is to present the first record of *T. suquiensis* for a Pampean agricultural-ecosystem placed in southern Santa Fe province. The capture of this specimen took place when a survey study of local herpetofauna was being carried on. The study area is a three-hectare permanent enclosure, which has been closed to major herbivorous since

1983, covered at present by a continuous tall grass layer with a dominance of Johnson grass (*Sorghum halepense*) together with common thistle (*Carduus acanthoides*) (Fig. 1). There are also two smaller areas within the enclosure, one covered with chilca (*Baccharis punctulata*) bushes and the other with ferns (*Adiantopsis chlorophylla*) (Boccanelli, 2011).

It is important to highlight that the nearest locality to the new record of *T. suquiensis* is Villa Maria, in Córdoba province (Cacciali *et al.*, 2016). With this new finding, the distribution of the species is extended approximately 230 km to the south-east, thus establishing the first record for the Pampean eco-region.

According to Avila and Martori (1991), *T. suquiensis* seems to tolerate the environmental modifications inherent to highly disturbed habitats. However, due to the lack of records between these localities, it is not possible to determine if this new record represents a recent expansion of this species, or a well-established occurrence that was simply unknown due to the lack of information.

Acknowledgments

We thank C. Lamas, L. Galetti and B. Lovazzano for help during fieldwork. To D. Prado for comments that improved the manuscript.

Literature cited

- Avila, L.J. & Martori, R.A. 1991. A unisexual species of *Teius* Merrem 1820 (Sauria Teiidae) from central Argentina. *Tropical Zoology* 4: 193-201
- Avila, L.J.; Acosta, J.C. & Martori, R.A. 1992. Composición, variación anual y estacional de la dieta de *Teius oculatus* (Sauria: Teiidae) en la Provincia de Córdoba (Argentina). *Cuadernos de Herpetología* 7: 5-13.
- Boccanelli, S.I. 2011. Dinámica de la vegetación luego del abandono de campos agrícolas en el sur de la Provincia de Santa Fe, Argentina. *Phyton (Buenos Aires)* 80: 227-229.
- Cabrera, M.R. & Monguillot, J.C. 2007. Reptilia, Squamata, Teiidae, *Teius suquiensis*: New evidence of recent expansion of this partenogenetic lizard? *Check List* 3: 180-184.
- Cacciali, P.; Morando, M.; Kohler, G. & Ávila, L.J. 2016. On the distribution of the genus *Teius* Merrem, 1820 (Reptilia: Squamata: Teiidae). *Zootaxa* 4136: 491-514.
- Céspedes, J.A.; Cacciali, P. & Motte, M. 2017. *Teius suquiensis* Avila & Martori, 1991, from Santiago del Estero, Argentina: first record and potential case of range extension. *Herpetozoa* 30: 76-78.

Recibida: 17 Diciembre 2019

Revisada: 08 Enero 2020

Aceptada: 13 Enero 2020

Editor Asociado: M. Cabrera

doi: 10.31017/CdH.2020.(2019-059)

© 2020 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 2.5 Argentina de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/ar/>

Ampliación de la distribución de *Atractus reticulatus* (Boulenger, 1885) (Reptilia: Serpentes: Dipsadidae) en Paraguay

Medes Mendoza Galeano, Karina Núñez, Griselda Zárate, Fátima Ortiz, Andrea Weiler

Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Biología, Colección Zoológica, Paraguay.

Localidad— República del Paraguay, Departamento Paraguari, 20km al oeste del centro del Distrito de Quiindy (25°59'4.67"S; 57°25'50.20"O). El 18 de septiembre de 2018, fue colectado un individuo de *Atractus reticulatus* a 3 km al sureste del Lago Ypoá, y depositado en la Colección Zoológica de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FACEN) de la Universidad Nacional de Asunción (UNA) número de catálogo (CZCEN 1482).

Comentarios— El género *Atractus* cuenta con alrededor de 140 especies de serpientes pertenecientes a la familia Dipsadidae (Esqueda y De la Marca, 2005; Prudente y Passos, 2010; Arteaga *et al.*, 2017; Huancachoque *et al.*, 2020). El género posee una amplia distribución en América, desde el sur de Panamá hasta el norte de Argentina (Ceí, 1993; Silva Jr. *et al.*, 2005), ocupando bosques tropicales y hábitats abiertos (Giraudo y Scrocchi, 2000; Passos *et al.*, 2009).

Hasta el 2006, *A. paraguayensis* y *A. reticulatus* fueron las únicas especies del género en Paraguay; Cacciali *et al.* (2007) registraron a *A. kangueryensis* como nueva especie, siendo esta la tercera para el país, pero Passos *et al.* (2010) realizaron una revisión del espécimen y constataron sinonimia de *A. thalesdelemai*; quedando de esta manera *A. paraguayensis*, *A. reticulatus* y *A. thalesdelemai* como las representantes del género del país.

A. reticulatus posee el dorso de la cabeza uniformemente negra; las escamas de la región supralabial, mental, ventral y de la cola son de color cremoso; el dorso es reticulado sin franja longitudinal, las escamas de color marrón a rojizo con bordes negros (Fernandes, 1995; Giraudo y Scrocchi, 2000; Passos *et al.*, 2010). Posee 15 escamas dorsales por fila, 130-164 escamas ventrales, 19-34 escamas subcaudales, 5-8 escamas supralabiales y 6-8 escamas infralabiales (Giraudo y Scrocchi, 2000; Passos *et al.*, 2005). En cuanto al largo, pueden alcanzar 390

mm en hembras y 279 mm en machos (Ceí, 1993).

En Paraguay, *Atractus reticulatus* se distribuye en la Ecorregión del Bosque Atlántico del Alto Paraná (BAAPA), asociada a pastizales y bosques (Cabral, 2014; Cacciali *et al.*, 2016). La primera cita de la especie para el país fue realizada por Serié (1915) sin especificar localidad; los demás registros corresponden al BAAPA, específicamente a Puerto Bertoni en el departamento Alto Paraná (Elter, 1982), la Reserva Kanguery (Núñez, 2012) y la Estancia San Isidro (Cabral, 2014; Cacciali *et al.*, 2016), estas últimas pertenecientes a Reserva para Parque Nacional San Rafael del Departamento de Itapúa.

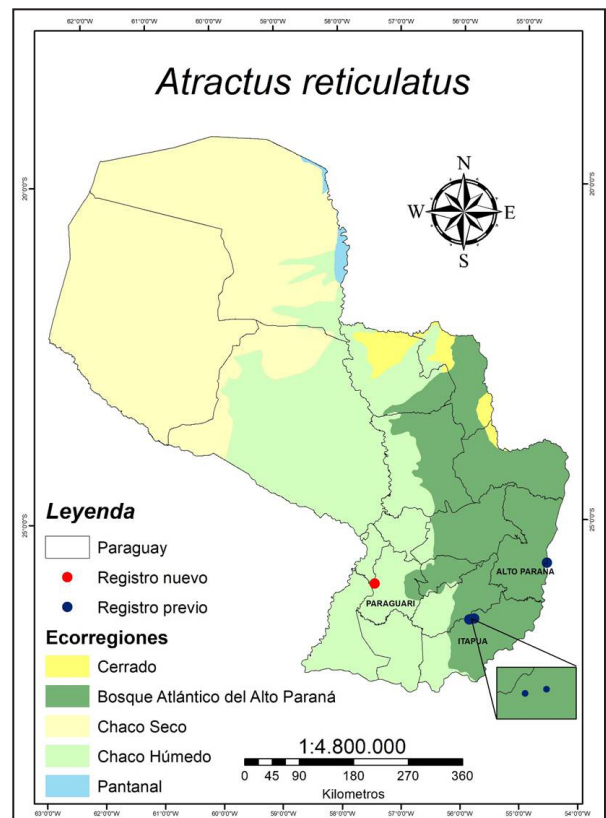


Figura 1. Mapa de distribución de *A. reticulatus*. Los puntos azules son los registros previos y el punto rojo el nuevo registro. Los datos de registros previos fueron tomados de Núñez (2012), Cabral (2014) y Cacciali *et al.* (2016).



Figura 2. Ejemplar de *Atractus reticulatus* colectado en la localidad de Quiindy.

En este trabajo reportamos un nuevo registro para *A. reticulatus* en el distrito de Quiindy, departamento de Paraguari, perteneciente a la ecorregión Chaco Húmedo según la clasificación de Dinerstein *et al.* (2017) (Fig. 1), extendiendo su distribución 175 km al noroeste del registro más cercano, en Itapúa (Cabral 2014; Cacciali *et al.*, 2016). El ejemplar colectado (Permiso SEAM N°244/2017) fue hallado muerto, con laceraciones en el primer tercio y a la mitad del cuerpo, el 18 de septiembre de 2018 entre las 20:00 h-20:30 h con cielo despejado, temperatura 23° C y con humedad relativa de 80% en un pastizal de suelo húmedo y semicubierto por vegetación (Fig. 2). En laboratorio se realizaron conteos de escamas y mediciones, encontrando: 15-15-15 dorsales,

132 ventrales, 25 subcaudales, 7 supralabiales y 7 infralabiales que coinciden con Giraudo y Scrocchi (2000) y Passos *et al.* (2005); además se anotaron datos métricos: 30 mm largo de cola y 230 mm largo de hocico-cloaca.

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología- CONACYT por financiar el proyecto PINV 15-820 “Proyecto Análisis de la Herpetofauna asociada a los humedales del Complejo Ypoá”, en el marco del cual se obtuvieron los datos, a los propietarios de las tierras privadas en las cuales se realizó la investigación y a Mario Peloso por su colaboración durante el muestreo.

Literatura citada

- Arteaga, A.; Mebert, K.; Valencia, J.H.; Cisneros-Heredia, D.F.; Peñafiel, N.; Reyes-Puig, C.; & Guayasamin, J.M. 2017. Molecular phylogeny of *Atractus* (Serpentes, Dipsadidae), with emphasis on Ecuadorian species and the description of three new taxa. *ZooKeys* 661: 91-123.
- Cabral, H. 2014. Distribución del género *Atractus* (Wagler, 1828) (Serpentes, Dipsadidae) en Paraguay, con comentarios sobre sus afinidades ecológicas. *Paraguayia Natural* 2: 61-65.
- Cacciali, P., Scott, N.; Aquino, A.; Fitzgerald, L. & Smith, P. 2016. The Reptiles of Paraguay: literature, distribution, and an annotated taxonomic checklist. *Special Publication of the Museum of Southwestern Biology* 11: 1-373.

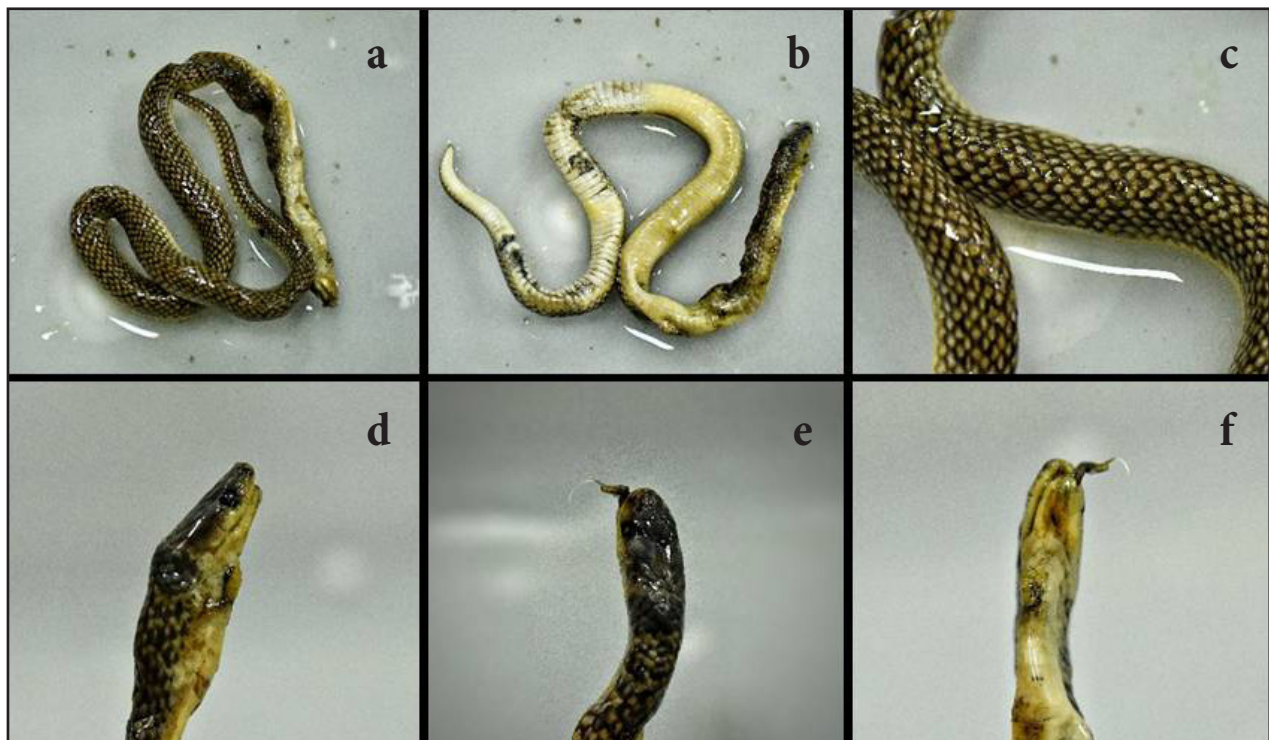


Figura 3. Diferentes vistas del ejemplar de *Atractus reticulatus* observado en laboratorio. (a) Vista dorsal; (b) Vista ventral; (c) Vista dorsal de las escamas; (d) Vista lateral de la cabeza; (e) Vista dorsal de la cabeza; (f) Vista lateral de la cabeza.

- Cacciali, P.; Villalba, R. & Yanosky, A.A. 2007. A new species of *Atractus* (Serpentes: Colubridae: Dipsadinae) from the Atlantic forest of alto Paraná, Paraguay. *South American Journal of Herpetology* 2: 83-89.
- Cei, J.M. 1993. Reptiles del noroeste, nordeste y este de la Argentina. Herpetofauna de las selvas subtropicales, puna y pampas. *Monografía, Museo Regionale di Scienze Naturali (Torino)* 14: 1-949.
- Dinerstein, E.; Olson, D.; Joshi, A.; Vynne, C.; Burgess, N.D.; Wikramanayake, E.; & Hansen, M. 2017. An ecoregion-based approach to protecting half the terrestrial realm. *BioScience* 67: 534-545.
- Elter, O. 1982. La collezione Erpetologica del Museo di Zoologia dell'Università di Torino. *Cataloghi Museo Regionale di Scienze Naturali (Torino)* 5: 7-116.
- Esqueda, L.F. & De la Marca, E. 2005. Revisión taxonómica y biogeográfica (con descripción de cinco nuevas especies) del género *Atractus* (Colubridae: Dipsadinae) en los Andes de Venezuela. *Herpetotropicos* 2: 1-32.
- Giraud, A. & G. Scrocchi. 2000. The genus *Atractus* in the North-eastern Argentina. *Herpetological Journal* 10: 81-90.
- Fernandes, R. 1995. A new species of snake in the genus *Atractus* (Colubridae: Xenodontinae) from northeastern Brazil. *Journal of Herpetology* 29: 416-419.
- Huancachoque, E.; Sáez, G.; Cruces, C.L.; Mendoza, C.; Luque, J.L.; & Chero, J.D. 2020. *Glossidiella peruensis* sp. nov., a new digenean (Plagiorchiida: Plagiorchiidae) from the lung of the brown ground snake *Atractus major* (Serpentes: Dipsadidae) from Peru. *Zoologia* 37: 1-6.
- Núñez, K. 2012. La herpetofauna de un fragmento de Bosque Atlántico en el Departamento de Itapúa, Paraguay. *Boletín Asociación Herpetológica Española* 23: 47-52.
- Passos, P.; Arredondo, J.C.; Fernandes, R. & Lynch, J.D. 2009. Three new *Atractus* (Serpentes: Dipsadidae) from the Andes of Colombia. *Copeia* 2009: 425-436.
- Passos, P.; Fernandes, R.; Bérnils, R.S. & Moura-Leite, J.C. de. 2010. Taxonomic revision of the Brazilian Atlantic Forest *Atractus* (Reptilia: Serpentes: Dipsadidae). *Zootaxa* 2364: 1-63.
- Passos, P., Fernandes, R., & Zanella, N. 2005. A new species of *Atractus* (Serpentes: Colubridae) from southern Brazil. *Herpetologica* 61: 209-218.
- Prudente, A.L. & Passos, P. 2010. New cryptic species of *Atractus* (Serpentes: Dipsadidae) from Brazilian Amazonia. *Copeia* 2010: 397-404.
- Serié, P. 1915. Notas sobre la herpetología del Paraguay. *Physis* 1: 573-582.
- Silva Jr, N.J.D.; Silva, H.L.R.; Ribeiro, R.S.; Souza, I. & Souza, C.D.A. 2005. Uma nova espécie do género *Atractus* Wagler, 1928 (Colubridae: Dipsadinae) do Cerrado do Brasil central. *Papéis Avulsos de Zoologia* 45: 33-39.

Recibida: 3 Marzo 2020

Revisada: 11 Abril 2020

Aceptada: 14 Abril 2020

Editor Asociado: J. Golberg

doi: 10.31017/CdH.2020.(2020-010)

© 2020 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 2.5 Argentina de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/ar/>

El mundo de Marcos Abraham Freiberg (1911-1990): herpetólogo y popularizador pionero de la zoolo- gía en la Argentina	107
Gasparri, Barbara Silvina; Faivovich, Julián; Giacchino, Adrián	
Carta a los Editores	125
Grosso, Jimena; Casagranda, María Dolores; Fratani, Jéssica; Duport Bru, Ana Sofía; Fontanarrosa, Gabriela; Vera, Miriam; Ferraro, Daiana Paola; Bessa, Carla; Chuliver Pereyra, Mariana; Medina, Regina Gabriela; Schneider, Rosio Gabriela	
<i>Teius suquiensis</i>: extension of its geographical distribution and first record for the pampean eco-region (Southern Santa Fe Province, Argentina)	127
Bellini, Gisela Paola; Arzamendia, Vanesa; Alberto, Diana; Giraudo, Alejandro Raúl	
Ampliación de la distribución de <i>Atractus reticulatus</i> (Boulenger, 1885) (Reptilia: Serpentes: Dipsadidae) en Paraguay	131
Mendoza Galeano, Medes; Núñez, Karina; Zárate, Griselda; Ortiz, Fátima; Weiler, Andrea	

CUADERNOS *de* HERPETOLOGÍA

VOLUMEN 34 - NUMERO 1 - MAYO 2020

ppct.caicyt.gov.ar/index.php/cuadherpetol/

VOLUMEN 34 - NUMERO 1

- Growing towards disparity: geometric morphometrics reveals sexual and allometric differences in *Aparasphenodon bruno* (Anura: Hylidae: Lophyohylineae) head shape** 5
Murta-Fonseca, Roberta Azeredo; Folly, Manuella; Carmo, Luiz Fernando; Martins, Angele
- Ecología trófica de *Liolaemus espinozai* Abdala, 2005 (Sauria:Liolaemidae) en Campo El Arenal, Catamarca, Argentina** 17
Cabrera, Maria Paula; Scrocchi Manfrini, Gustavo Jose
- Biología reproductiva de *Bothrops alternatus* en un área templada de América del Sur: ciclo reproductivo masculino** 33
Bellini, Gisela Paola; Arzamendia, Vanesa; Alberto, Diana; Giraud, Alejandro Raúl
- Use of microhabitat, shelter preference, activity patterns, population structure and sexual dimorphism of the Andean lizard *Riama striata* (Squamata: Gymnophthalmidae) in a high-altitude urban area of Colombia** 43
Méndez-Galeano, Miguel Ángel
- Taxocenosis de las Serpientes (Sauropsida: Squamata) de la provincia de Jujuy, Argentina** 53
Burgos Gallardo, Freddy; Baldo, Jorge Luis; Baldo, Diego Juan
- Traveling with an invader: ectoparasitic mites of *Hemidactylus frenatus* (Squamata: Gekkonidae) in Colombia** 79
Díaz Pérez, Jorge Arnaldo; Torres, Richard Antonio; Paternina, Luis E.; Santana, Diego José; Miranda, Roberto
- Multiple mating and oviposition behavior of *Proceratophrys goyana* (Anura: Odontophrynidae) in the Brazilian Cerrado** 83
Carvalho, Gabriela; Santiago de Oliveira Meneses, Afonso; de Queiroz, Pedro Paulo; Albuquerque Brandão, Reuber
- Fist record of ophiophagy in the false coral snake *Oxyrhopus trigeminus* Duméril, Bibron & Duméril, 1854** 89
Coelho-Lima, Alcéster Diego; Ramos, Géssica Oliveira; Martins, Ronei Bruno Xavier; Meira, Lyse Panelli de Castro
- Filling gaps on the endangered Cerrado Rocket Frog *Allobates goianus* (Bokermann, 1975) (Anura: Aromobatidae): new distributional record and comments on its daily activity** 93
Ramalho, Werther Pereira; Guerra, Vinicius; Ferraz, Denes; Machado, Ibere Farina; do Prado, Vitor Hugo Mendonça
- First report of melanism in the salamander *Bolitoglossa rufescens* (Caudata: Plethodontidae) in Veracruz, México** 99
Vásquez-Cruz, Víctor; Fuentes-Moreno, Axel; Campos-Cerón, Monserrath
- First record of Ostracod ingestion by adult frogs** 103
Guarabyra, Bruna; Bezerra, Andressa M.; Galvão Ana; Carvalho-e-Silva, Sergio P.

continúa en el reverso de contratapa



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, Sedir, InfoBase Index.