

ISSN 0326 - 551X (impresa)
ISSN 1852 - 5768 (en línea)

CUADERNOS *de* HERPETOLOGÍA

VOLUMEN 31 - NUMERO 1 - MAYO 2017

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



Revista de la
Asociación Herpetológica Argentina

Volumen 31 - Número 1 - Mayo 2017

CUADERNOS *de* HERPETOLOGÍA

Revista de la Asociación Herpetológica Argentina

Reproductive biology in a Uruguayan population of *Elachistocleis bicolor* (Guérin-Meneville, 1838) (Anura, Microhylidae)

Ernesto Elgue, Raúl Maneyro

Laboratorio de Sistemática e Historia Natural de Vertebrados, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.

Recibido: 08 Enero 2016

Revisado: 30 Agosto 2016

Aceptado: 21 Octubre 2016

Editor Asociado: M. Tejedo

ABSTRACT

This paper describes ecological features of the reproductive biology of a population of *Elachistocleis bicolor* from Uruguay. From a monthly sample obtained throughout a year, we measured mass of the fat bodies and the ovaries, testicular volume, and estimate fecundity. We found evidence of a relationship between reproductive activity and air temperature, although we cannot rule out photoperiod as a regulator mechanism of the reproductive cycle. The dynamics of fat bodies are independent of the reproductive cycle, since their mass does not vary significantly along the year. We found evidence of sexual dimorphism and dichromatism, expressed by females being largest than males and by dark colored vocal sacs of males, although only present in some of them. Fecundity in females increases with body size, however larger females do not invest most of resources in reproduction.

Key words: Sexual dimorphism; Reproductive investment; Fat bodies.

RESUMEN

Este trabajo describe aspectos de la biología reproductiva de una población uruguaya de *Elachistocleis bicolor*. En una muestra mensual obtenida durante un año, se midió la masa de los cuerpos grasos y ovarios, el volumen testicular y se estimó la fecundidad. Se encontró evidencia que la actividad reproductiva se encuentra correlacionada con la temperatura, sin embargo no podemos descartar al fotoperiodo como regulador del ciclo reproductivo. La dinámica de los cuerpos grasos es independiente del ciclo reproductivo, ya que su masa no varió significativamente durante el año. Se encontró evidencia de dimorfismo y dicromatismo sexual, expresado por el mayor tamaño de las hembras y en la coloración oscura del saco vocal de los machos, aunque sólo presente en algunos de ellos. La fecundidad de las hembras se incrementó con el tamaño corporal; sin embargo, las hembras más grandes no invierten una mayor proporción de sus recursos en la reproducción.

Palabras claves: Dimorfismo sexual; Inversión reproductiva; Cuerpos grasos.

Introduction

Reproductive biology is an important component in organisms' life history (Gadgil and Bossert, 1970). Amphibians possess a great diversity of species and several types of reproductive strategies (Pough *et al.* 1999; Haddad and Prado, 2005). Each species exhibits a group of reproductive characteristics which mainly respond to a combination of both its evolutionary history and the environment in which it inhabits (Basso, 1990; Bevier, 1997). Wells (1977) proposes two basic types of amphibian reproductive strategies: prolonged and explosive breeders. The former are characterised by lasting several weeks

or months, during which there is high competition among territorial males for females, along with the formation of stable leks. On the other hand, explosive breeders are characterised by a reproductive period that extends for few days (or even few hours), and by a synchronized arrival of both genders to the breeding site. The strategies described are two extremes of a continuum, and most species show intermediate strategies (Prado and Haddad, 2005; Wells, 2007).

Reproductive investment may be defined as the proportion of resources that an organism invests

in the reproduction, in relation with the resources that are used for its maintenance and growth (Castellano *et al.*, 2004). Previous studies have proposed different explanations to such energetic trade-offs, but generally showing a positive correlation between body size and reproductive investment, observed for both explosive and prolonged breeders (Castellano *et al.*, 2004; Camargo *et al.* 2005; Rodrigues *et al.*, 2003; Rodrigues *et al.*, 2004).

Fat bodies are structures used for lipid storage, which reflect the nutritional condition of the individuals (Rastogi, 1976). A greater portion of the reproductive effort depends on such structures, and an inverse relationship has been observed between gonadal development and abundance of fat bodies (Fitzpatrick, 1976; Jørgensen, 1992). Nonetheless, some species have shown independence between the dynamics of fat bodies and reproductive activity, suggesting that, in some cases, the reproduction is not the main target of these resources (Jørgensen *et al.*, 1979; Jørgensen, 1986).

The pattern of sexual dimorphism, originated as a product of natural or sexual selection, is another characteristic of reproductive biology (Andersson, 1994). In amphibians, differences between sexes can include divergences in body size, colour, muscular structures, presence of vocal sacs, nuptial pads, among others (Wells, 2007).

This study deals about the natural history of *Elachistocleis bicolor* (Guérin-Meneville, 1838), a South American microhylid, which it is found from southern Bolivia to Uruguay, including a large part of Argentina and Paraguay and southeast Brazil (Frost, 2015). *Elachistocleis bicolor* has fossorial habits and it is considered an explosive breeder with a reproductive period lasting from October until February (Maneyro and Carreira, 2012). The aim of this study is a description of the reproductive patterns in a population of *Elachistocleis bicolor* from Uruguay, including the seasonal variations of several reproductive parameters (fecundity, reproductive investment and sexual dimorphism) and their relationships with climatic variables.

Materials and methods

The toad samples were stored in the Vertebrate Zoology Collection of Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Montevideo (Uruguay), under the acronym ZVC-B. The specimens correspond to animals that were captured, measured and weighted

monthly, between January and December 2007, in Tacuarembó, Uruguay (32°26'06'S; 55°31'59'W). Climatic data were provided by the Dirección Nacional de Meteorología (INE, 2009).

A total of 405 individuals were dissected and then sexed via gonadal examination. In females, the ovaries were extracted and weighed (OM), and the mature (post-vitellogenic) oocytes were counted to determine fecundity (F) of each individual (Crump, 1974). In males, testicular length and width were measured in order to calculate testicular volume (TV), using an ellipsoid formula: $V = 4/3\pi (\text{length}/2) (\text{width}/2)^2$ (Dunham, 1981).

In all the specimens were extracted both fat bodies, and measure their mass (FB) with a Sartorius® digital scale, with 0.1 mg precision. Snout-vent length (SVL) and body mass (BM) of the sample was gathered from Vertebrate Zoology Collection database. Subsequently, the female reproductive investment (RI) was estimated as the percentage of OM relative to BM (Rodrigues *et al.*, 2004).

The smallest mature female and the smallest male with dark gular region were used to establish a discrimination rule of juveniles from adults (Maneyro and Carreira, 2012). The coloration of vocal sac was evaluated as one of the feature of sexual dimorphism.

Mean monthly variation in RI, F, TV and FB was analyzed via Kruskal-Wallis test and pos hoc Bonferroni test. In order to exclude females that already ovulated or have not completed vitellogenesis, for the regression analysis of SVL we considered individuals which fecundity was higher than 180 eggs (F'), since this was the minimum number of eggs per spawn that has been previously reported for the species (Cacciali, 2010). For data analysis, F, TV and FB were standardized dividing by body mass (reproductive variable/BM), except for the linear regressions with SVL.

Linear regressions were performed between: RI and SVL, TV and SVL, F' and SVL, FB and F, and FB and TV. Linear regressions were also applied between environmental variables (monthly temperature and monthly rainfall) and fat bodies abundance, RI, F and TV. Differences in SVL between sexes and between males with and without coloured vocal sacs were tested via U Mann-Whitney's nonparametric test.

Spearman's nonparametric rank correlation test was performed to verify if the variations in frequency of males and females followed a similar

pattern throughout the study, as to analyse a possible synchronization between frequencies of males with dark gular region and mature females.

Results

Of the total of specimens examined, 199 were females (128 adults and 71 juveniles) and 206 were males (161 adults and 45 juveniles). Among the adult females, 59 (46.1%) presented post-vitellogenic oocytes.

Reproductive seasonal variation and climatic variables

There was monthly variation of reproductive variables RI ($H=15.906$, $p=0.026$), F ($H=18.563$, $p=0.010$) and TV ($H=40.355$, $p<0.001$) (Fig. 1). Mature females were only found between October and March. On the other hand, the mass of fat bodies (FB) showed no significant monthly variation in adult females ($H=9.202$, $p=0.163$) and marginally significant variation in adult males ($H=13.865$, $p=0.054$).

We found significant associations between monthly temperatures and RI ($R^2=0.532$, $p=0.007$) and F ($R^2=0.504$, $p=0.010$) in adult females; and with TV ($R^2=0.650$, $p=0.002$) in adult males. However, monthly temperatures showed a better adjustment to the monthly number of mature females, through exponential model ($R^2=0.910$, $p<0.001$) than linear model ($R^2=0.522$, $p=0.008$). Monthly rainfalls were not significantly correlated to any of the tested variables.

Body size and fat bodies

Female SVL had a weaker relationship with RI ($R^2=0.137$, $p<0.001$), than with F' ($R^2=0.419$, $p<0.0001$). In adult males, TV was positively correlated to SVL ($R^2=0.281$, $p<0.001$). No correlation was found between female FB and F ($R^2=0.010$, $p=0.261$). However, in adult males, we found a weak relationship between TV and FB ($R^2=0.091$, $p=0.0001$).

Females were significantly larger than males, in both adults ($U=16349$, $p<0.001$) and juveniles ($U=2214$, $p<0.001$). On the other hand, 38 out of the 161 adult males presented dark gular region (18 specimens were found in January, one in April, five in November, and 14 in December). There was no significant correlation between the number of males with dark gular region and monthly rainfalls amounts ($R^2=0.047$, $p=0.497$). Nonetheless the frequency of males with dark gular regions was found related to the frequency of mature females

($R=0.658$, $p=0.020$). Additionally, males with dark gular regions were larger ($U=837.00$, $p<0.001$) and have heavier fat bodies ($U=1447.500$, $p=0.001$) than non pigmented males. However no significant differences were detected in TV between these two groups ($U=2693.00$, $p=0.156$).

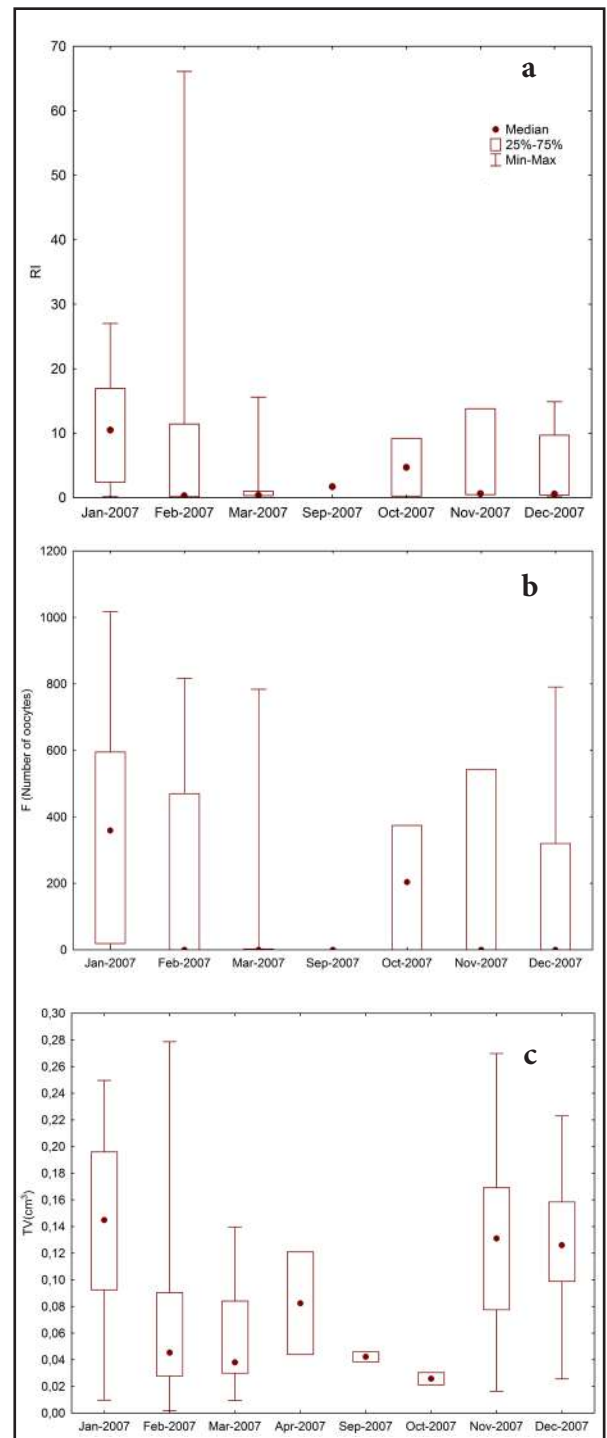


Figure 1. (a) Monthly variation of the reproductive investment (RI) (ovary mass/body mass) of adult females of *Elachistocleis bicolor*; (b) Monthly variation in adult females' fecundity (F); (c) Monthly variation in testicular volume (TV) of adult males.

Discussion

Reproductive seasonal variation and climatic variables

Based on the presence of mature females, reproductive period for the studied population of *E. bicolor* may be estimated from October to March, in agreement with descriptions for the species in Uruguay and Argentina (Martori *et al.*, 2005; Achaval and Olmos, 2007; Maneyro and Carreira, 2012). That it is also supported by the monthly variation found in reproductive investment, fecundity and testicular volume.

No significant monthly mass variation was found in the adult fat bodies (FB), which indicates that dynamics of FB does not follow gonadal variations and reproductive cycles, as found in other species from temperate environments (Díaz-Páez and Ortiz, 2001; Pereira and Maneyro, 2012). This might be due to an energetic allocation of fat bodies, in which gonadal development is not the main target of these resources.

The reproductive cycle seems to be mainly regulated by monthly temperatures, which agrees with the findings on most anurans from temperate regions (Wiest, 1982; Pombal, 1997). Another possibility for this result can be an internal regulation determined by the photoperiod, which would be masked by temperature, since both covary during the year (Both *et al.*, 2008). Even though reproductive activity of *E. bicolor* have been observed to trigger after heavy rainfalls (Martori *et al.*, 2005; Achaval and Olmos, 2007; Maneyro and Carreira, 2012), no relationship was found between monthly rainfalls and gonadal parameters. This is possibly due to the temporal scale of this study. We consider that daily analyses would help to detect the explosive breeding pattern reported for this species (Martori *et al.*, 2005; Maneyro and Carreira, 2012).

Body size and fat bodies

The lack of covariation between female SVL and either RI or F, suggests that other factors, such as the season and the individual nutritional conditions, are more determinant than size for the reproductive status. As in other studies, the results obtained with maximum fecundity proved that larger body size generate greater abdominal capacity, which allow by females to produce either higher numbers of oocytes, or larger oocytes (Camargo *et al.*, 2008; Rodrigues *et al.*, 2004; Rodrigues *et al.*, 2005). However, when analyzing RI, no trend was found

that larger females invest greater proportions of their resources in reproduction, compared to smaller specimens. This could be due to the small size (or perhaps short lifespan) of the species, and the possibility of greater advantage in full investment in each reproductive event, rather than prioritizing growth for the maximization of future reproductive investments. A similar association was observed in a Neotropical species of the same family, which have a short reproductive lifespan and higher reproductive investment in comparison with others anurans of the same region (Stănescu *et al.*, 2016).

Contrary to our expectations, there was no relationship between reproductive variables and FB in adult females. The relationship between the sizes of fat bodies and ovaries shows non-significant relationship, therefore reproduction could be understood as non-priority for the allocation of these reserves. Such result has been also found in the temperate species *Bufo bufo* (Jørgensen *et al.*, 1979); although a determinant role of fat bodies has been proved in the gametogenesis (Jørgensen, 1992). The same happens regarding TV in adult males, which indicates that possibly the dynamics of fat bodies is not determined by gametogenesis for this species. Neither effects on other aspects of reproductive activity in fat bodies was recorded, as could be reproductive movements or vocalization.

Among amphibians, females use to be larger than males (Rodrigues *et al.*, 2003; Martori *et al.*, 2005). Although this difference is often interpreted as a consequence of different growth rate between sexes, there might be other ecological causes that explain it. Wells (2007) proposes that such difference might be due to differential predation, since adult males are more exposed during reproductive events. The observations that female size exceeds male size in juvenile specimens support the idea of intrinsic causes of sexual dimorphism, such as divergent growth rates between gender, or late sexual maturity in females (Wells, 2007). Such size difference may be adaptive for females since, greater size increases fecundity (although there was not a parallel increase in relative reproductive investment by increasing the size of the abdominal cavity) (Kuramoto, 1978; Camargo *et al.*, 2008; Prado and Haddad, 2005; Rodrigues *et al.*, 2005).

For females, an investment in growth greater than that of males, or age procrastination of their first reproduction, seems more beneficial for them reaching larger sizes. Nail *et al.* (2014) have recently

found evidence that species which have larger females are those of small body size and explosive reproduction strategy; conditions that this species meets.

The dark gular region in males is considered a feature of sexual dimorphism in *E. bicolor* and related species (Rodrigues *et al.*, 2003; Martori *et al.*, 2005; Thomé and Brasileiro, 2007; Maneyro and Carreira, 2012). Nevertheless, our results indicates that only a small fraction of the adult males presented such characteristic, thus, even though the secondary sexual character is confirmed, it cannot be used as a distinctive feature to distinguish males from females. Visual signals can be important and complementary to male vocalizations in reproductive events, even in nocturnal species (Rosenthal *et al.*, 2004). Given that the males call in a semi-erect position, with the black vocal sac fully inflated contrasting with the yellow ventral coloration (Maneyro and Carreira, 2012), it is possible that gular pigmentation in males develops during reproductive events, which agrees with the association found between males with gular pigmentation and frequency of mature females. Larger body size and great amount of fat bodies found in the males showing dark gular region, could be biased by greater permanence of large males in the reproductive sites, or by the possibility of participation in more reproductive events due to greater reserves. Histological and physiological studies could complete these results and contribute to a better understanding of pigmentation mechanisms and their functions.

In conclusion, we found a reproductive period for *E. bicolor* from October to March, regulated by temperature or photoperiod. Contrary to our expectations, reproductive activity does not seem to determine the dynamics of the fat bodies. Sexual dimorphism seems to be expressed by dark gular region in males (even though it is not present in all males) and by greater body size in females. These differences could be promoted by the reproductive advantage that higher fecundity implies. However, female reproductive investment was independent from body size.

Acknowledgments

We are grateful to S. Carreira, I. Lombardo, E. da Costa and A. Nuñez for collecting the sample and give us biological information. To C. Fernandez for his help in laboratory work. The authors acknowledge the financial support of Comisión Sectorial de Investigación Científica (CSIC) and

Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII).

Literature cited

- Achaval, F. & Olmos, A. 2007. Anfibios y Reptiles del Uruguay. Zonalibro. Montevideo.
- Andersson, M.B. 1994. Sexual selection. Princeton University Press. New Jersey.
- Basso, N.G. 1990. Estrategias adaptativas en una comunidad subtropical de anuros. *Cuadernos de Herpetología, serie Monografías* 1: 1-70.
- Bevier, C.R. 1997. Breeding activity and chorus tenure of two Neotropical hylid frogs. *Herpetologica* 53: 297-311.
- Both, C., Kaefer, I.L., Santos, T.G. & Cechin S.T.Z. 2008. An Austral anuran assemblage in the Neotropics: Seasonal occurrence correlated with photoperiod. *Journal of Natural History* 42: 205-222.
- Cacciali, P. 2010. Mortalidad en puestas de *Elachistocleis bicolor* (Microhylidae: Anura), en charcos temporales en Paraguay. *Kempffiana* 6: 31-37.
- Camargo, A., Naya, D.E., Canavero, A., da Rosa, I. & Maneyro, R. 2005. Seasonal activity and the body size-fecundity relationship in a population of *Physalaemus gracilis* (Boulenger, 1883) (Anura, Leptodactylidae) from Uruguay. *Annales Zoologici Fennici* 42: 513-521.
- Camargo, A., Sarroca, M. & Maneyro, R. 2008. Reproductive effort and the egg number vs. size trade-off in *Physalaemus* frogs (Anura: Leiuperidae). *Acta Oecologica* 34: 163-171.
- Castellano, S., Cucco, M., & Giacomina, C. 2004. Reproductive investment of female green toads (*Bufo viridis*). *Copeia* 2004: 659-664.
- Crump, M.L. 1974. Reproductive strategies in a tropical anuran community. *Miscellaneous Publication of the Museum of Natural History of the University of Kansas* 61: 1-68.
- Díaz-Páez, H. & Ortiz, J.C. 2001. The reproductive cycle of *Pleurodema thaul* (Anura, Leptodactylidae) in central Chile. *Amphibia-Reptilia* 22: 431-445.
- Dunham, A.E. 1981. Populations in a fluctuating environment: The comparative population ecology of the Iguanid lizards *Sceloporus merriami* and *Urosaurus ornatus*. *Miscellaneous Publication University of Michigan* 158: 1-61.
- Fitzpatrick, L.C. 1976. Life history patterns of storage and utilization of lipids for energy in amphibians. *American Zoology* 16: 725-732.
- Frost, D.R. 2015. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.0. Available in: <<http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>> Last access: 4 august 2015.
- Gadgil, M. & Bossert, W.H. 1970. Life historical consequences of natural selection. *The American Naturalist* 104: 1-24.
- Haddad, C.F.B. & Prado, C.P.A. 2005. Reproductive modes in frogs and their unexpected diversity in the Brazilian Atlantic Forest. *BioScience* 55: 207-217.
- Instituto Nacional de Estadística (INE). 2009. Uruguay. Available in: <www.ine.gub.uy>. Last access: 8 July 2015.
- Jørgensen, C.B., Larsen, L.O. & Lofts, B. 1979. Annual cycles of fat bodies and gonads in the toad *Bufo bufo bufo* (L.), compared with cycles in other temperate zone anurans. *Biologiske Skrifter* 22: 1-37.
- Jørgensen, C.B. 1986. Effect of fat bodies excision in female *Bufo bufo* on psilateral ovary, with a discussion of fat body-gonad

E. Elgue & R. Maneyro — Reproductive biology of *Elachistocleis bicolor*

- relationships. *Acta Zoologica* 67: 5-10.
- Jørgensen, C.B. 1992. Growth and reproduction: 439-466. In: Feder M.E. & Burggren W.W (eds), *Environmental physiology of the amphibians*. University of Chicago Press. Chicago.
- Kuramoto, M. 1978. Correlations of quantitative parameters of fecundity in amphibians. *Evolution* 32: 287-296.
- Maneyro, R. & Carreira, S. 2012. Guía de Anfibios del Uruguay. Ediciones de la Fuga. Montevideo.
- Martori, R., Aun, L., Birri, A., Giménez, C.R., & Heredia, E. 2005. Reproducción comparada de tres especies de Anuros sintópicos de una localidad del sudeste de Córdoba. *Cuadernos de Herpetología* 18: 43-59.
- Nali, R.C., Zamudio, K.R., Haddad, C.F., & Prado, C.P. 2014. Size-dependent selective mechanisms on males and females and the evolution of sexual size dimorphism in frogs. *The American Naturalist* 184: 727-740.
- Pereira, G. & Maneyro, R. 2012. Size-fecundity relationships and reproductive investment in females of *Physalaemus riograndensis* Milstead, 1960 (Anura, Leiuperidae) in Uruguay. *Herpetological Journal* 22: 145-150.
- Pombal, J.P. Jr. 1997. Distribuição espacial e temporal de anuros (Amphibia) em uma poça permanente na Serra de Paranapiacaba, sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 57: 583-594.
- Pough, H., Janis, C., Heiser, J. 1999. *Vertebrate Life*. Prentice-Hall. New Jersey.
- Prado, C.P., & Haddad C.F. 2005. Size-fecundity relationships and reproductive investment in female frogs in the Pantanal, South-Western Brazil. *Herpetological Journal* 15:181-189.
- Rastogi, R.K. 1976. Seasonal cycle in anuran (Amphibian) testis: The endocrine and environmental controls. *Italian Journal of Zoology* 43: 151-172.
- Rodrigues, D.J., Lopes, F.S. & Uetanabro, M. 2003. Padrão reprodutivo de *Elachistocleis bicolor* (Anura, Microhylidae) na Serra da Bodoquena, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Iheringia (Sér. Zool.)* 93: 365-371.
- Rodrigues, D.J., Uetanabro, M. & Lopes, F.S. 2004. Reproductive strategies of *Physalaemus nattereri* (Stendachner, 1863) and *P. albonotatus* (Stendachner, 1864) at Serra da Bodoquena. State of Mato Grosso do Sul, Brazil. *Revista Española de Herpetología* 18: 63-73.
- Rodrigues, D.J., Uetanabro, M. & Lopes, F.S. 2005. Reproductive patterns of *Trachycephalus venulosus* (Laurenti, 1768) and *Sinax fuscovarius* (Lutz, 1925) from the Cerrado, Central Brazil. *Journal of Natural History* 39: 3217-3226.
- Rosenthal, G.G., Rand, A.S. & Ryan, M.J. 2004. The vocal sac as a visual cue in anuran communication: an experimental analysis using video playback. *Animal Behaviour* 68: 55-58.
- Stănescu, F., Marangoni, F., Reinko, I. & Cogălniceanu, D. 2016. Life history traits of a Neotropical microhylid (*Dermatonotus muelleri*, Boettger 1885) from the Arid Chaco, Argentina. *The Herpetological Journal* 26: 41-48.
- Thomé, M.T.C. & Brasileiro, C.A. 2007. Dimorfismo sexual, uso do ambiente e abundância sazonal de *Elachistocleis cf. ovalis* (Anura: Microhylidae) em um remanescente de Cerrado no estado de São Paulo, sudeste do Brasil. *Biota Neotropica* 7: 27-33.
- Wells, K.D. 1977. The social behaviour of anuran amphibians. *Animal Behaviour* 25: 666-693.
- Wells, K. D. 2007. *The ecology and behaviour of amphibians*. University of Chicago Press. Chicago.
- Wiest, J.A. 1982. Anuran succession at temporary ponds in a post oak-savanna region of Texas. *US Fish Wildlife Research Report* 13: 39-47.

© 2016 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/>

Alometría y heterocronías durante el desarrollo temprano de cinco especies de *Hypsiboas* (Anura: Hylidae)

Grisel Navarro Acosta¹, Florencia Vera Candiotti²

¹ Centro de Investigaciones y Transferencia de Jujuy (CIT-JUJUY), CONICET-UNJu. Av. Bolivia N° 1711, San Salvador de Jujuy, Jujuy, Argentina.

² Unidad Ejecutora Lillo (CONICET-FML). Miguel Lillo 251, San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina.

Recibido: 14 Abril 2016

Revisado: 30 Noviembre 2016

Aceptado: 22 Diciembre 2016

Editor Asociado: D. Buckley

ABSTRACT

Interesting structural and temporal variations have been reported in embryonic stages of different anuran groups. However, knowledge of the contribution of allometry and temporal patterns to the morphological change during ontogeny remains limited. We studied the early development of five species of *Hypsiboas* (Anura: Hylidae), in order to explore heterochronic changes during the sequence of events in the development of some embryonic and larval characters, and interspecific shape-size relationships. Ontogenetic series were analyzed using multivariate methods and sequence heterochrony approach. The results show variations in morphology and in the developmental sequence of the considered characters, in some cases in relation with the oviposition mode of the studied species. The relationship between shape, size, and the events that define developmental stages varies interspecifically and reveals a decoupling between some characters which result in embryos with different morphologies. This paper provides information and new questions towards a better understanding of the evolution of anuran development and variation in patterns and processes across different lineages.

Key words: Geometric morphometrics; Ontogeny; Sequence heterochrony; Shape; Size.

RESUMEN

Interesantes variaciones estructurales y temporales han sido reportadas en estadios embrionarios de diversos grupos de anuros. Sin embargo, el conocimiento de la contribución de patrones alométricos y temporales al cambio morfológico en el transcurso de la ontogenia continua siendo limitado. En este trabajo estudiamos el desarrollo temprano de cinco especies del género *Hypsiboas* (Anura: Hylidae) con el objeto de indagar en los cambios heterocronicos durante la secuencia de eventos del desarrollo de ciertos caracteres embrionarios y larvales, y en las relaciones interespecificas de forma-tamaño. Las series ontogenéticas se analizaron mediante métodos multivariados y la aproximación de heterocronías de secuencia. Los resultados muestran variaciones morfológicas y en la secuencia de desarrollo en los caracteres considerados, en algunos casos en aparente relación con el modo de oviposición de las especies estudiadas. La relación entre forma, tamaño, y eventos que definen estadios de desarrollo es variable interespecificamente, y revela un desacople entre algunos caracteres que redundan en embriones con morfologías diferentes. Este trabajo genera numerosos nuevos interrogantes, cuya investigación es requisito para comprender la evolución del desarrollo en anuros y los cambios en patrones y procesos a través de diferentes linajes.

Palabras claves: Morfometría geométrica; Ontogenia; Heterocronías de secuencia; Forma; Tamaño.

Introducción

Diversos estudios comparativos de las últimas décadas están revelando interesantes variaciones estructurales y temporales en los estadios embrionarios de los distintos grupos de anuros (e.g., Richardson *et al.*, 1997; Chipman *et al.*, 1999, 2000; Mitgutsch

et al., 2008, 2009). Entre otras aproximaciones, la variación morfológica puede ser interpretada en su relación con el incremento de tamaño durante la ontogenia. Es así que el campo de la alometría (con sus diferentes niveles estático, ontogenético y evo-

lutivo; Cock, 1966; Gould, 1966) se aboca al estudio del efecto de la variación del tamaño corporal en el desarrollo de caracteres particulares, y con esto en el cambio de forma durante la ontogenia. La relación entre la forma y el tamaño difiere entre especies cercanamente emparentadas, y la importancia de analizar la similitud de los patrones alométricos radica en que éstos reflejan el cambio evolutivo en los patrones de crecimiento (Klingenberg, 2010).

Entre los anfibios, la contribución de la alometría ontogenética al cambio morfológico ha sido estudiada principalmente en urodelos (e.g., Alberch y Alberch, 1981; Hanken, 1984; Ivanović *et al.*, 2007). Los anuros por su parte son particularmente adecuados para estudios de alometría ya que son accesibles, fáciles de criar y atraviesan un aumento dramático de tamaño en un período de tiempo relativamente corto. Se han publicado investigaciones que refieren a patrones alométricos en estadios larvales y postmetamórficos (e.g., Larson, 2002, 2004, 2005, Di Cerbo y Biancardi, 2010; Garriga y Llorente, 2012; Lima y Pederassi, 2012) pero hasta donde conocemos, el rol de los cambios alométricos en las etapas de desarrollo embrionario no ha sido analizado aún. Complementariamente, los estudios comparativos pueden incluir transformaciones en los tiempos y secuencia en que ocurren los eventos del desarrollo (Smith, 2001, 2002, 2003). Estos cambios heterocrónicos son una fuente bien establecida de cambio evolutivo (Klingenberg, 1998), y en el caso de estructuras larvales y transitorias (i.e., que desaparecen en estadios larvales o durante la metamorfosis, y por lo tanto no tendrían participación en la definición del plan corporal adulto), la variación insospechada y amplia que se reporta conlleva un interés intrínseco por los mecanismos tempranos que la causan y su alto potencial evolutivo.

Nuestro objeto de estudio fueron ranas neotropicales del género *Hypsiboas* Wagler, 1830 (Hylidae: Cophomantini; Faivovich *et al.*, 2005). El género contiene 93 especies (Frost, 2016) distribuidas en siete grupos. Entre estos, los grupos de *H. pulchellus* e *H. faber* son clados hermanos y los más derivados en la filogenia, por lo que comparten algunos caracteres a la vez que difieren en otros interesantes de indagar (revisado en Kolenc *et al.*, 2008). Los estudios sobre ontogenia temprana en estos taxones son escasos y dispersos. Por ello en este trabajo, nos propusimos analizar la variación interespecífica en las series ontogenéticas considerando: 1) la relación entre la forma y el tamaño durante el desarrollo embrio-

nario, a fin de interpretar y comparar patrones de cambio alométrico; y 2) cambios en la secuencia de desarrollo de caracteres embrionarios y larvales. Este trabajo complementa datos ya presentados (Navarro Acosta *et al.*, 2017) concernientes a variaciones morfológicas en las estructuras larvales y embrionarias en estas mismas especies.

Materiales y métodos

Especímenes y confección de las series ontogenéticas

Trabajamos con embriones de cinco especies de anuros del género *Hypsiboas*: *H. faber* (del grupo homónimo), e *H. curupi*, *H. pulchellus*, *H. riojanus* y una especie innominada (del grupo de *H. pulchellus*) (Faivovich *et al.*, 2005; Frost, 2016). Se colectaron oviposiciones de cada una de estas especies, a partir de ejemplares adultos en amplexo colectados en el campo (Tabla 1). Las puestas se trasladaron al laboratorio y allí se mantuvieron con fotoperíodo y temperatura ambientales en recipientes con agua de cloro. Una porción de los huevos se fijó inmediatamente en formol 4%, y luego a intervalos regulares cada 6–8 horas durante una semana aproximadamente. Con el material fijado se confeccionaron las series ontogenéticas, seleccionando embriones en etapas de desarrollo sucesivas cada vez que se notaba un cambio morfológico relevante. Consideramos principalmente los estadios de Gosner (1960; en adelante St.) entre el 18 y 25, período en que se desarrollan las estructuras embrionarias transitorias y larvales de interés. La serie de desarrollo y las variaciones estructurales entre especies están descritas en detalle en Navarro Acosta *et al.* (2017).

Análisis de las series ontogenéticas

Trayectorias alométricas. La relación entre forma y tamaño durante la ontogenia se estudió mediante regresiones multivariadas sobre un conjunto de embriones en estadios 18–25 (N = 179; Tabla 1). Para representar la forma de los especímenes aplicamos métodos estándar de morfometría geométrica, tomando fotografías en vista lateral y digitalizando un grupo de landmarks (puntos biológica y/o geométricamente homólogos; tpsDig2; Rohlf, 2005). Los landmarks considerados se ilustran en la Figura 1: (1) punto más anterior del cuerpo; (2) punto más anterior de la córnea; (3) punto más posterior de la córnea; (4) máxima altura del cuerpo; (5) origen

Tabla 1. Material utilizado: series ontogenéticas de 5 especies de *Hypsiboas* (St. 18–25). LGE: Laboratorio de Genética Evolutiva, Universidad Nacional de Misiones.

	Sitio	N	Acrónimo
<i>Hypsiboas faber</i>	San Pedro, Misiones, Argentina	58	LGE 00256
18		6	
19		11	
20		1	
21		7	
22		8	
23		9	
24		5	
25		11	
<i>Hypsiboas curupi</i>	Cainguas, Misiones, Argentina 25 de Mayo, Misiones, Argentina	31	LGE 00142 LGE 03387
18		2	
19-20		4	
21		5	
23		8	
24		3	
25		9	
<i>Hypsiboas pulchellus</i>	Valentines, Uruguay	38	LGE 9361
19-20		2	
21-22		7	
23		12	
24		8	
25		9	
<i>Hypsiboas</i> sp. gr. <i>pulchellus</i>	Balneario del Arroyo Cuña Pirú Chico, Cainguas, Misiones, Argentina	8	LGE 142
19-20		1	
21-22		1	
23		2	
24		2	
25		2	
<i>Hypsiboas riojanus</i>	Andalgalá, Catamarca, Argentina	44	LGE 02561
18		2	
19-20		3	
21		1	
22		8	
23		10	
24		12	
25		8	

de la aleta dorsal; (6) máxima curvatura de la aleta dorsal; (7) extremo de la aleta caudal; (8) punto más anterior de la unión tubo proctodeal-aleta ventral; (9) máxima curvatura ventral del cuerpo; (10) punto de máxima curvatura de la glándula adhesiva; (11)

punto más dorsal de la unión cuerpo-musculatura caudal; (12) extremo de la musculatura caudal; (13) punto más ventral de la unión cuerpo-musculatura caudal; (14) punto más anterior de la línea media o eje de los miótomos caudales; (15) región branquial.

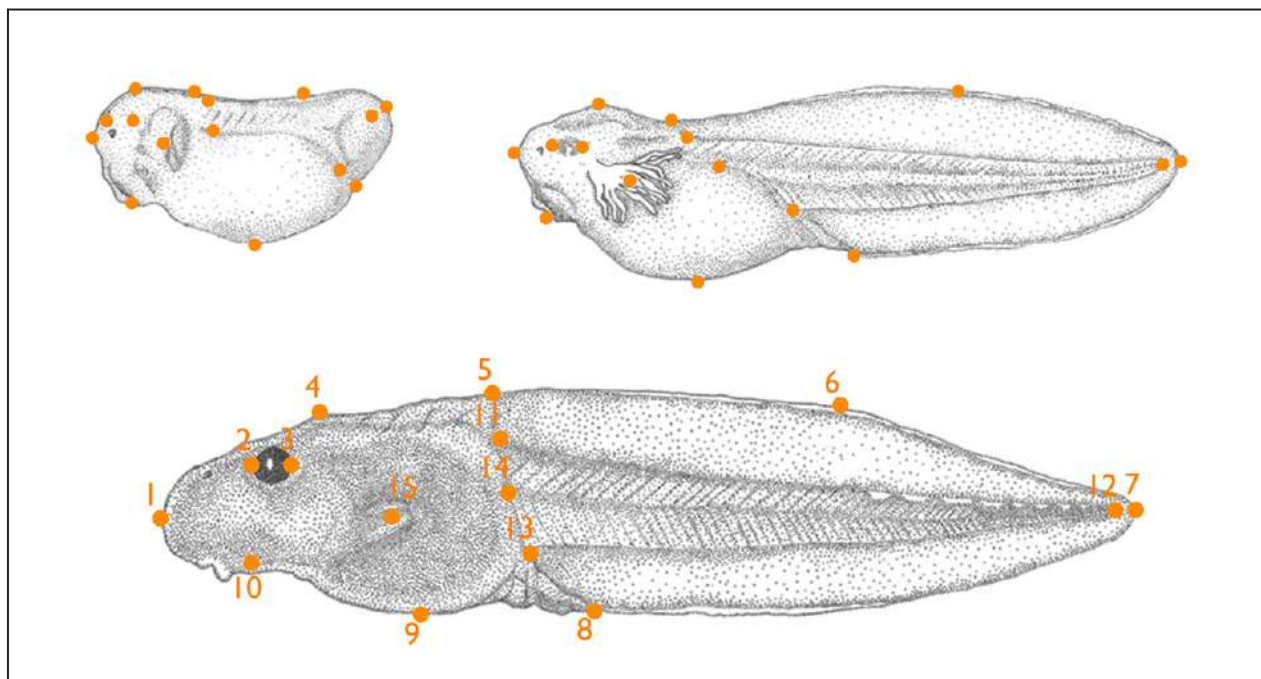


Figura 1. Configuración de landmarks definida para el análisis de morfometría geométrica sobre embriones y larvas en vista lateral (dibujos no a escala). Los landmarks se definen en el texto.

Estos puntos fueron seleccionados de tal manera que representen el cambio de forma en el lapso considerado y puedan ser identificados en todos los especímenes, por lo que no incluyen estructuras que cambian drásticamente en este período (e.g., el disco oral). La región branquial también sufre cambios fundamentales desde la diferenciación de las branquias hasta la formación del espiráculo; para muestrear la región incluimos un landmark “fuzzy” (Valeri *et al.*, 1998) que marcamos como un punto central en el área que ocupan el esbozo de los arcos branquiales, las branquias externas y el espiráculo.

Una vez digitalizadas, las configuraciones fueron trasladadas, rotadas y escaladas a través del método de superposición de Procrustes Generalizado (Generalized Procrustes Analysis, GPA) con el programa MorphoJ (Klingenberg *et al.*, 2011). Esto elimina las diferencias en tamaño, posición y rotación de los objetos y produce una configuración consenso contra la cual se interpretan los patrones de variación morfológica en el conjunto de datos. Con la matriz de coordenadas alineadas se efectuó un análisis de componentes principales (PCA), obteniendo un gráfico de especímenes en un espacio definido por ejes de variación, y grillas de deformación que ilustran el cambio de forma en el morfoespacio calculado.

Seguidamente, efectuamos una regresión multivariada de la forma (matriz de coordenadas

alineadas) contra el tamaño para cada especie por separado. El tamaño se representó a través del tamaño centroide (CS, transformado a logCS), una variable que resulta del cálculo de la raíz cuadrada de la sumatoria de las distancias cuadradas de cada uno de los landmarks de la configuración hasta el centro (centroide) de la forma (Rohlf y Bookstein, 1990). La hipótesis nula de la regresión afirma que la forma se desarrolla de manera isométrica, por lo que una regresión significativa indica que la forma cambia con el aumento de tamaño siguiendo un modelo predecible. La cantidad de variación explicada por el modelo de regresión se cuantificó como el porcentaje de variación de forma total (Klingenberg y McIntyre, 1998). La significancia estadística de las regresiones se probó mediante permutaciones, contra la hipótesis nula de independencia (Drake y Klingenberg, 2008). Los análisis de regresión se llevaron a cabo también en MorphoJ (Klingenberg *et al.*, 2011).

Heterocronías de secuencia. Las variaciones en la secuencia de eventos morfogénicos en el desarrollo se analizaron mediante la aproximación de heterocronías de secuencia, que se reconoce cuando la posición de un evento en la secuencia de desarrollo cambia con respecto a otros eventos (Smith, 2001, 2002). Para el establecimiento de los eventos a analizar definimos estados relevantes en el desarrollo de

cada una de las estructuras embrionarias y larvales bajo estudio, como sigue: Glándulas adhesivas: (1) surco en V, (2) glándulas como dos estructuras separadas, (3) glándulas no visibles; Glándula de eclosión: (1) glándula en máximo desarrollo, (2) glándula no visible; Branquias externas: (1) esbozos branquiales, (2) ramificación de filamentos branquiales, (3) branquias en máximo desarrollo, (4) branquia derecha cubierta, (5) branquia izquierda cubierta; Opérculo: (1) pliegue opercular en la base de las branquias, (2) opérculo fusionado medialmente, (3) espiráculo formado; Ciliación corporal: (1) ciliación máxima, (2) ciliación en regresión; Pliegues labiales= LTRF (fórmula labial): (1) 1/1, (2) 2/2, (3) 2/3, (4) 2/4, (5) 3/5; Dientes labiales: (1) primeros dientes labiales, (2) dientes labiales en hilera P3; Margen papilar: (1) papilas en labio superior y comisuras, (2) margen papilar completo, (3) papilas submarginales con dientes.

Para comparar las variaciones entre secuencias se asigna un número de orden para cada evento, y se grafican las trayectorias en comparación a una considerada de referencia. En este caso, consideramos la trayectoria de desarrollo en *Rhinella arenarum*, a fin de destacar las características de *Hypsiboas* en contraste con una especie de otra familia (Bufonidae). El número de orden para eventos sincrónicos (sea porque ocurren sincrónicamente o porque la resolución del muestreo así lo resume) se calcula como el promedio entre los números de orden correspondientes.

Resultados

Trayectorias alométricas

El PCA de datos morfogeométricos para las cinco especies de *Hypsiboas* se ilustra en el espacio definido por los dos primeros componentes (PC1 y PC2; Fig. 2A). El primer eje captura casi un 72% de la variación de forma total de los embriones; la variación de forma en el PC2 es despreciable en comparación (7%). El PC1 describe la variación ontogenética desde los embriones más tempranos analizados, en el extremo negativo, hasta las formas casi larvales localizadas hacia el extremo positivo. Las grillas de deformación interpolan los cambios de forma a partir de la configuración consenso y a lo largo del eje. Los scores en el extremo positivo se asocian con una reducción en la altura del cuerpo por pérdida de masa vitelina, acompañada de acortamiento del cuerpo y concomitante alargamiento

proporcional de la cola. Cambios más localizados indican la reducción de las glándulas adhesivas y un desplazamiento caudal de la región branquial. La distribución de los especímenes de *H. pulchellus* se restringe al extremo de la distribución, expresando un cambio de forma total menos marcado entre los embriones más tempranos y más tardíos analizados.

Entre los estadios 18 y 23 (Fig. 2B) el primer eje ordena los especímenes en un sentido ontogenético; el segundo eje, con un pequeño porcentaje de variación explicada, permite distinguir además una leve tendencia de las especies a discriminarse por el nacimiento de la aleta dorsal y la forma general del cuerpo (con *Hypsiboas pulchellus* en general con la aleta más anterior, e *H. faber* en general más posterior). Por el contrario, el análisis de los estadios 24 y 25 (Fig. 2C) muestra que la variación de forma no está relacionada fundamentalmente con la ontogenia (i.e., las larvas con o sin espiráculo formado de todas las especies tienen formas similares) sino con características de las especies; los embriones de *H. faber* que aparecen segregados son en general más deprimidos y tienen colas proporcionalmente más largas que los de las demás especies.

Los análisis de regresión forma-tamaño resultan en modelos de cambio de forma alométricos significativos en cuatro de las especies analizadas ($p < 0.01$ en todos los casos); los embriones de *Hypsiboas* sp. no se estudiaron en este contexto, dado su N muy bajo. Los porcentajes de variación del cambio de forma explicado por el incremento de tamaño para las otras cuatro especies son: *H. faber*: 69,47%; *H. curupi*: 64,53%; *H. riojanus*: 43,68%; *H. pulchellus*: 44,94%. La Figura 3 muestra las trayectorias alométricas de las cinco especies, destacando la variación interespecífica (Fig. 3A) e identificando además los estadios de desarrollo (Fig. 3B); las grillas de deformación de cada especie muestran el cambio de forma en una unidad de aumento de tamaño elegida a partir de un ejemplar promedio. En primer lugar se observa que las trayectorias son bastante similares, en general alineadas y superpuestas. La forma cambia linealmente con el tamaño hasta el estadio 23 aproximadamente, y luego de eso el tamaño sigue aumentando casi sin variación de forma. La trayectoria de *H. faber* diverge ligeramente de las de *H. riojanus* e *H. curupi* hacia el final, con los embriones de *H. faber* exhibiendo una forma más avanzada que los de las otras especies a tamaños comparables. Al individualizar los estadios de Gosner se aprecia que los especímenes de esta especie en general suceden a

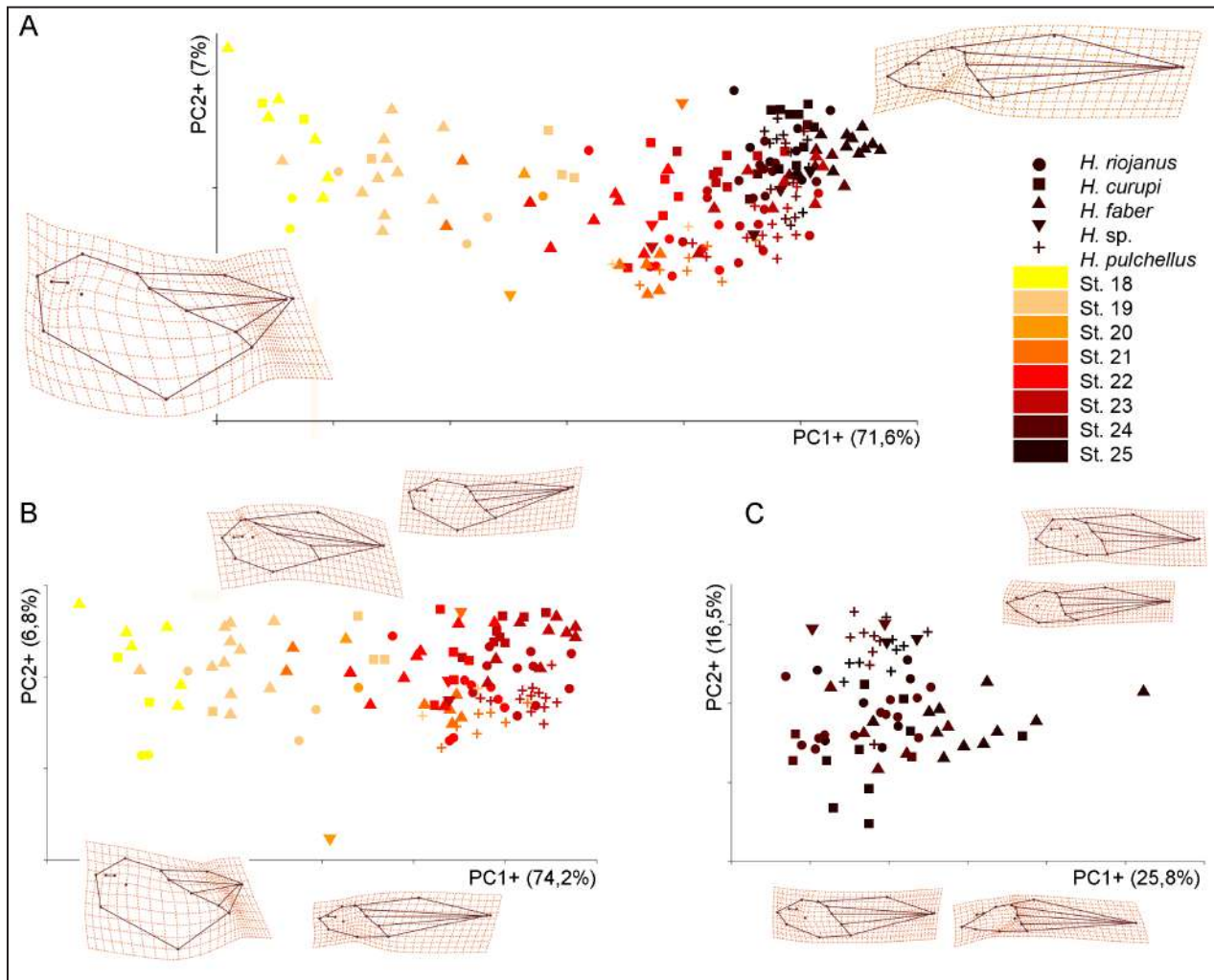


Figura 2. Análisis de componentes principales para las 5 especies de *Hypsiboas* analizadas. Gráfica del ordenamiento correspondiente a los 2 primeros componentes (PC1 y PC2) para todos los especímenes (A. St. 18 al 25) y dividiendo la matriz (B. St. 18–23; C. St. 24–25). Las grillas de deformación muestran el cambio de forma en los extremos de cada eje respecto de la forma consenso.

los de las otras en estadios equivalentes; esto indica que los eventos que definen estadios ocurren más tardíamente (i.e., con una forma más avanzada y un tamaño mayor) en esta especie que en las demás.

Por otra parte, la trayectoria de *Hypsiboas pulchellus* es visiblemente más corta. Esto resulta de que no pudimos incluir embriones tan tempranos como en las otras especies, pero además, de que los cambios de forma ocurren rápidamente por unidad de tamaño y los eventos que definen estadios ocurren más tempranamente (i.e., en forma y tamaño) en comparación con las demás especies. Finalmente, el estadio 25 se alcanza con diferentes formas y tamaños entre las especies: en *H. pulchellus* se trata de embriones pequeños y de forma menos avanzada (más similares a un St. 23 de otras especies) y en *H. faber* especímenes de mayor tamaño y forma más “larval”.

Heterocronías de secuencia

La Figura 4 muestra las secuencias de eventos de desarrollo en las cinco especies bajo estudio, y la Figura 5 resume los cambios de secuencia en el desarrollo del disco oral en particular. Los primeros eventos ocurren de manera bastante similar en *Hypsiboas* y *Rhinella*, y las mayores diferencias se registran luego de que la fórmula labial larval está definida. Los eventos más variables son el momento en que se dividen las glándulas adhesivas (más temprano en *H. curupi* y *H. sp.*, y más tardío en *H. riojanus* –ver Fig. 4E) y la regresión de la glándula de eclosión (tardía en *H. pulchellus*). Las trayectorias de las especies del grupo de *Hypsiboas pulchellus* difieren de la de *H. faber* (Fig. 4A), principalmente en aspectos de desarrollo del disco oral (e.g., la fórmula labial 1/1 y la papilación completa se alcanzan más tarde). Dentro del grupo de *H. pulchellus*, *H. pulchellus* (Fig. 4D)

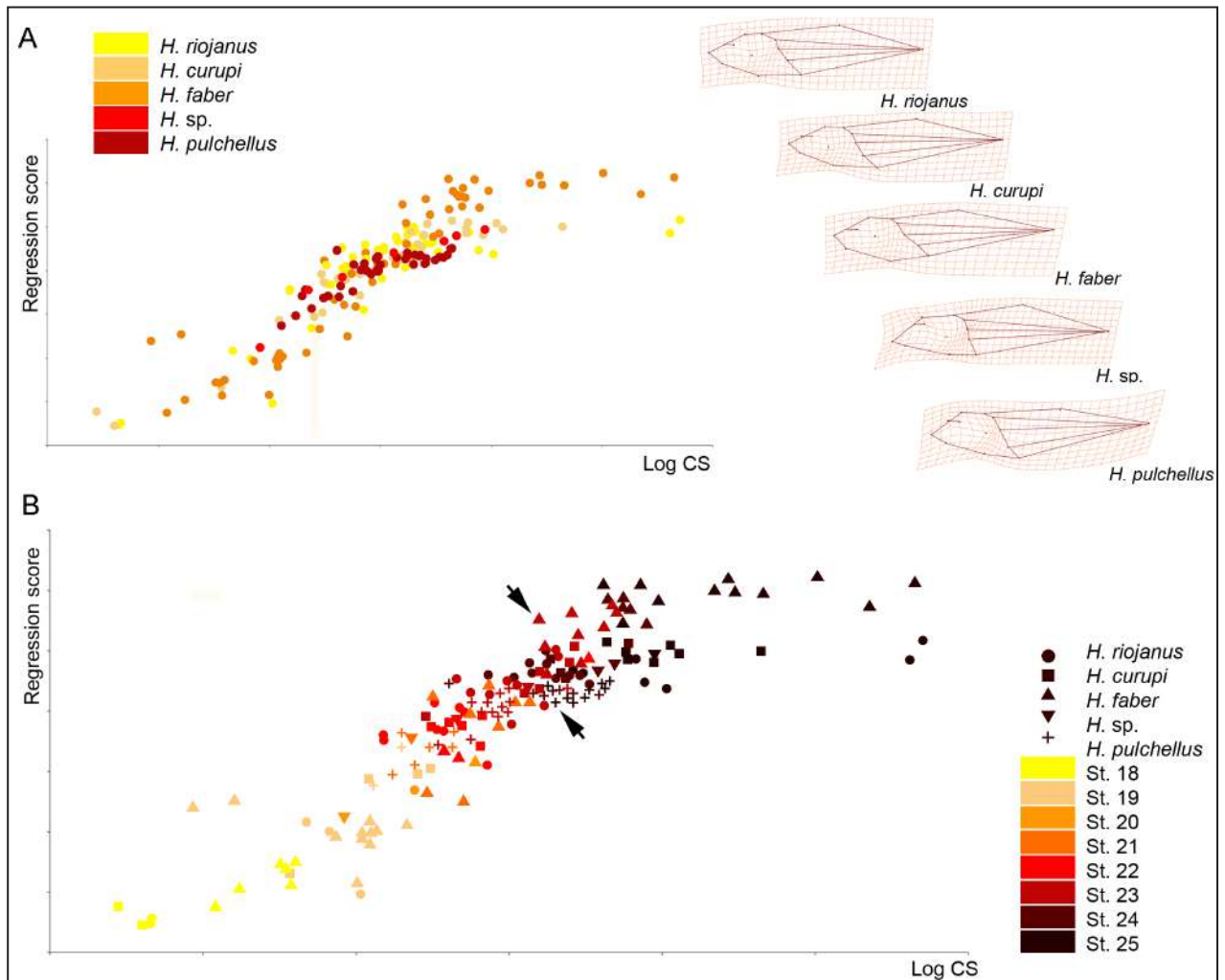


Figura 3. Análisis de regresión forma-tamaño; el tamaño (variable independiente) está representado por el tamaño centroide transformado a logaritmo (Log CS) y la forma (Regression score, variable dependiente) se obtiene a partir de la matriz de coordenadas de Procrustes; la variable Regression score se computa proyectando los datos del espacio de forma en un eje con la dirección del vector de regresión (Drake y Klingenberg, 2008). **A.** Gráfica de trayectorias alométricas para las 5 especies y **B.** discriminando también los estadios de desarrollo. Las grillas de deformación muestran el cambio de forma en un aumento = 0.3 unidades de logCS a partir de un ejemplar promedio. Las flechas señalan individuos de *H. faber* en St. 23 y de *H. pulchellus* en St. 25, ejemplificando la variación morfológica en un tamaño comparable.

ostenta una trayectoria en parte diferente, producto de una combinación de eventos que ocurren más tempranamente (e.g., la adquisición de la ciliación máxima) y otros relegados (e.g., regresión de la glándula de eclosión, separación de las glándulas adhesivas). Finalmente, *H. curupi* e *H. sp.* (Fig. 4B y C respectivamente) se distinguen del resto por la separación temprana de las glándulas adhesivas y la regresión tardía de la ciliación corporal. Las trayectorias de formación del disco oral son similares entre las especies (Fig. 5), con la excepción de *H. pulchellus* donde el margen papilar comienza a formarse antes. Entre las demás especies, la principal fuente de variación es la adición de hileras posteriores a la fórmula labial 2/3.

Discusión

Entre los numerosos factores que contribuyen a la variación morfológica en anuros, los cambios alométricos asociados al incremento ontogenético del tamaño corporal pueden tener un impacto profundo en las formas anatómicas (Huxley, 1932; Gould, 1966; Emerson y Bramble, 1993; Klingenberg, 1996; Larson, 2004). Hasta el momento, los trabajos sobre alometría ontogenética en anuros se basan generalmente en caracteres esqueléticos y en estadios pre y postmetamórficos (e.g., Birch, 1999; Larson, 2004, 2005; Smith *et al.*, 2006). Un estudio en la morfología externa de larvas de tres especies sugiere que las diferencias morfológicas se originan

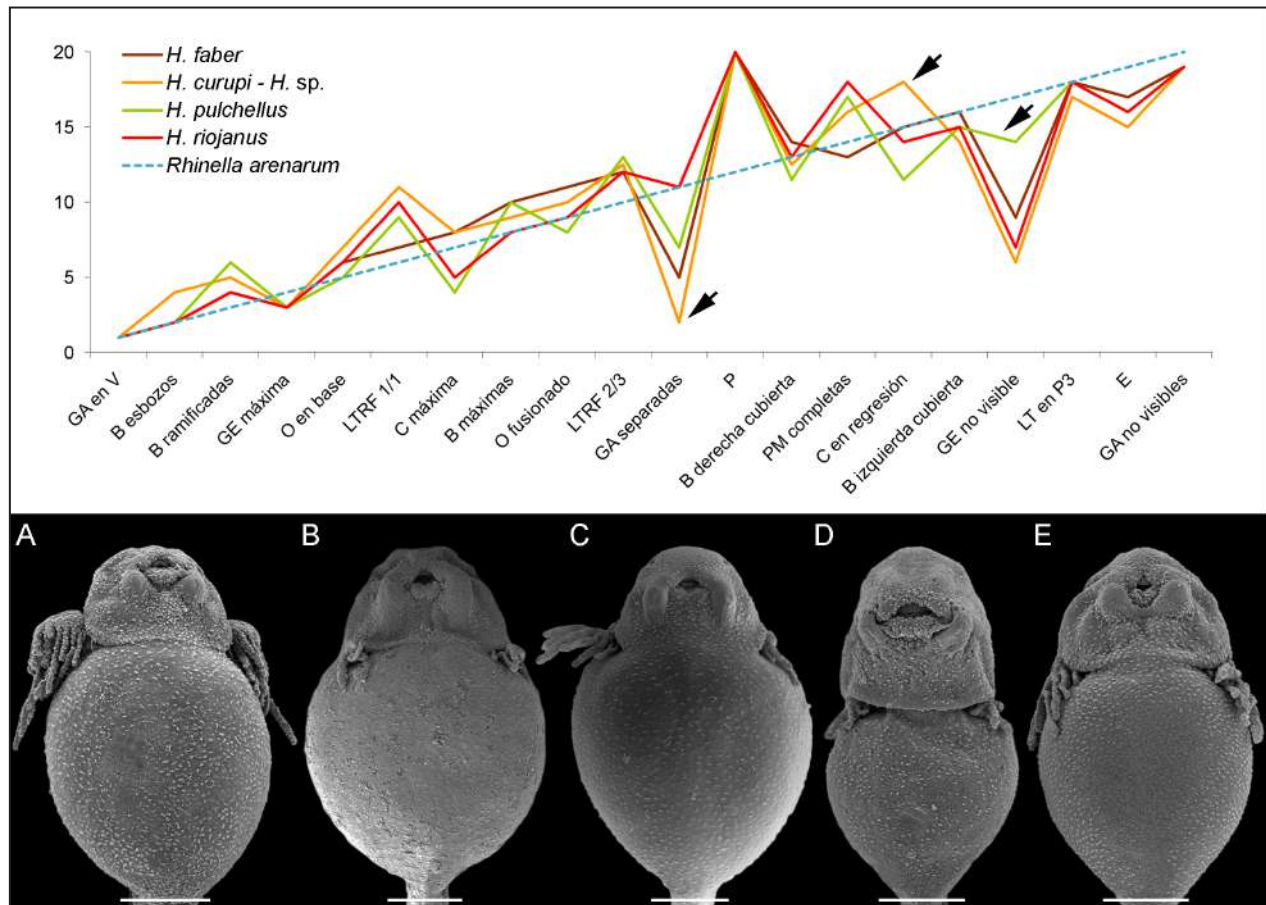


Figura 4. Heterocronías de secuencia. Para poder mantener las trayectorias de las especies comparables, para este gráfico se resumieron los eventos de tal forma que todos estén representados en todas las especies (eliminando características exclusivas, e.g., la adquisición de fórmulas labiales mayores a 2/3). El eje X indica los eventos de desarrollo ordenados tal como ocurren en la trayectoria de referencia (*Rhinella arenarum*); el eje Y marca el número de orden en que ocurre cada evento en la secuencia completa (1 = primer evento; 20 = último evento). B, branquias externas; C, ciliación; E, espiráculo; GA, glándulas adhesivas; GE, glándula de eclosión; LT, dientes labiales; LTRF, fórmula labial; O, opérculo; P, patas posteriores; PM, papilas marginales. Nótese las diferencias en las secuencias de *H. faber* y las especies del grupo de *H. pulchellus*, y de *H. pulchellus* respecto de las especies de su grupo. Las flechas destacan la separación temprana de las glándulas adhesivas y la regresión tardía de la ciliación corporal en *H. curupi* e *H. sp.*, y la regresión tardía de la glándula de eclosión en *H. pulchellus*. Las micrografías de microscopio electrónico de barrido muestran embriones de las 5 especies analizadas con branquias externas en máximo desarrollo. A. *Hypsiboas faber*. B. *H. curupi*. C. *H. sp.* D. *H. pulchellus*. E. *H. riojanus*. Escala = 500 μ m. Nótese las diferencias en tamaño relativo de las branquias, la separación tardía de las glándulas adhesivas en *H. riojanus*, y la ciliación rala en *H. pulchellus*.

muy tempranamente, de forma tal que los embriones recién eclosionados ya pueden ser discriminados morfométricamente (Strauss y Altig, 1992). Sin embargo, el rol de la alometría en la determinación de cambios morfológicos en las etapas de desarrollo embrionario ha sido pobremente explorado. En nuestro caso, respecto de la relación forma-tamaño, las cinco especies coinciden en que el cambio de forma de los embriones ocurre rápidamente hasta que las branquias externas adquieren su máximo desarrollo (St. 23), y luego de ello se produce un aumento de tamaño y aparición de eventos particulares pero sin un cambio de forma general concomitante. El cambio de forma hasta el St. 23 involucra principal-

mente la dimensión ontogenética, i.e., la transición de forma del cuerpo en general desde un embrión a una larva; la variación que se registra a partir del St. 24 se relaciona aparentemente con rasgos particulares de las larvas de las especies.

Los cambios alométricos requieren la disociación de parámetros de desarrollo de diferentes partes del cuerpo (Alberch y Alberch, 1981). Por esto, la alometría está íntimamente asociada al fenómeno de heterocronía, que (en su acepción amplia) concierne cambios evolutivos en los momentos de aparición, tasas y secuencias de desarrollo de caracteres en la ontogenia, incorporando entonces el tiempo como un componente esencial (Reilly *et al.*, 1997; Klin-

<i>H. pulchellus</i>	<i>H. riojanus</i>	<i>H. faber</i>	<i>H. curupi</i> - <i>H. sp.</i>
LTRF	LTRF	LTRF	LTRF
1/1	1/1	1/1	1/1
1. papilas marginales en labio superior y comisuras	1. LTRF	1. LTRF	1. LTRF
1. LTRF	2/2?	2/2?	2/2?
2/2	1. LTRF	1. LTRF	1. LTRF
LTRF	2/3	2/3	2/3
2/3	papilas marginales en labio superior y comisuras	1. papilas marginales en labio superior y comisuras	papilas marginales en labio superior y comisuras
margen papilar completo	primeros dientes labiales?	2. primeros dientes labiales	margen papilar completo
primeros dientes labiales?	margen papilar completo	2. margen papilar completo	primeros dientes labiales?
dientes labiales en P3	dientes labiales en P3	dientes labiales en P3?	dientes labiales en P3
	papilas comisurales con dientes	LTRF	LTRF
		2/4	2/4
		papilas comisurales con dientes	LTRF
			3/5 (hileras fragmentadas)
			papilas comisurales con dientes
			LTRF
			3/5 (hileras completas)

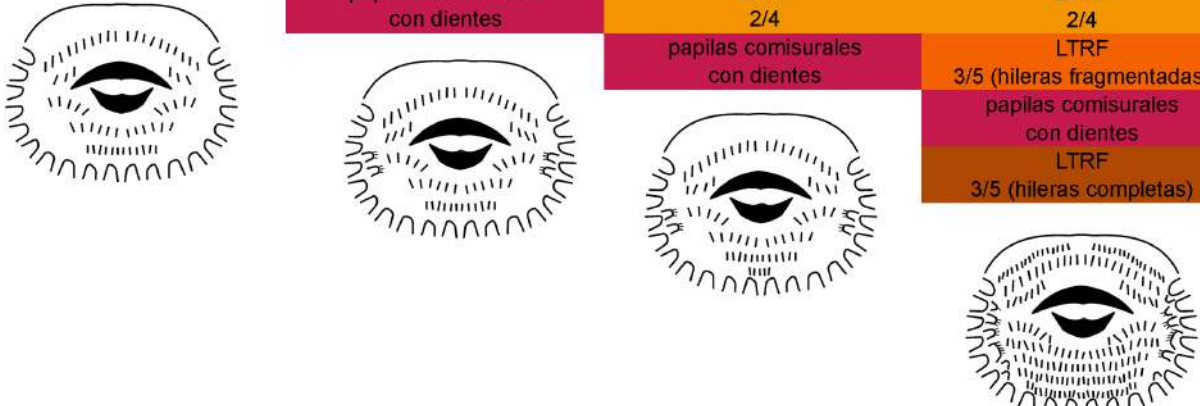


Figura 5. Heterocronías de secuencia en el disco oral. Los eventos se colorean diferente para destacar los cambios en la secuencia. Los eventos precedidos por igual número indican simultaneidad; los signos de interrogación denotan que el evento no fue observado en el material. LTRF, fórmula labial; P3, tercera hilera labial posterior. Nótese la diferenciación temprana del margen papilar en *H. pulchellus* y la adición de hileras posteriores en *H. faber* e *H. curupi*-*H. sp.*

genberg, 1998). Durante la ontogenia temprana está cobrando importancia el análisis de las variaciones temporales en general, y las heterocronías de secuencia en particular, en los procesos del desarrollo. Eventos tan tempranos como el desarrollo de la cresta neural, diferenciación del tubo neural, formación de somitas y elongación del cuerpo registran variaciones interespecíficas (Chipman *et al.*, 1999, 2000; Chipman, 2002; Mitgutsch *et al.*, 2009). En algunos grupos, esta variación se sugiere como participe en la evolución de la diversidad de planes corporales larvales y modos de desarrollo (e.g., especies de Hemiphractidae; Wassersug y Duellman, 1984).

Las secuencias de eventos de desarrollo difieren entre las especies de *Hypsiboas* estudiadas (Figs. 4 y 5). En la mayoría, las branquias externas comienzan a ramificarse siempre antes de la aparición del pliegue opercular en su base, a diferencia de lo que ocurre en *H. pulchellus*, donde además la ramificación y desarrollo de las branquias es breve y escaso (ver Fig. 4D y Navarro Acosta *et al.*, 2017).

El máximo desarrollo branquial se alcanza casi simultáneamente al inicio de la diferenciación del disco oral, excepto *H. faber* que exhibe su máximo desarrollo con un disco ya iniciado. La regresión de las branquias coincide en general con la disminución de la ciliación corporal, excepto en *H. curupi* y *H. sp.* en quienes ésta ocurre tardíamente, luego de formado el espiráculo.

Entre las estructuras glandulares, la glándula de eclosión exhibe un desarrollo máximo simultáneo en las cinco especies antes de que comiencen a ramificarse las branquias, y se hace no visible antes del máximo desarrollo branquial, excepto en *Hypsiboas pulchellus* donde permanece evidente hasta luego de la regresión de la branquia derecha. De igual manera, las glándulas adhesivas aparecen simultáneamente en todas las trayectorias como una única estructura central con surco en V, pero éste puede desaparecer y las glándulas separarse tempranamente (e.g. *H. curupi* e *H. sp.*) o puede permanecer y continuar siendo la glándula una estructura indivisa hasta luego de

la formación del disco, como sucede en *H. riojanus*.

Finalmente, en el caso del disco oral, el inicio de la diferenciación de los pliegues sucede a la fusión medial del opérculo, salvo en *Hypsiboas faber*, en quien ocurre anteriormente. La LTRF básica 2/3 se adquiere casi instantáneamente en todas las especies; en *H. riojanus* e *H. faber* la LTRF 2/3 se alcanza simultáneamente o antes de la regresión de la branquia derecha, mientras que en *H. curupi*, *H. sp.* e *H. pulchellus* lo hace después. Una vez formados los pliegues de esta fórmula básica comienza a desarrollarse el margen papilar, exceptuando *H. pulchellus* donde ya se advierten papilas en labio superior y comisuras cuando el disco exhibe una LTRF 1/1. El desarrollo completo del margen papilar puede concluir casi inmediatamente (*H. faber*, *H. curupi* e *H. sp.*) o puede extenderse hasta después de formado el espiráculo (*H. riojanus* e *H. pulchellus*). Los primeros dientes labiales emergen una vez adquirida la fórmula 2/3, antes o después de formado el margen papilar completo y el espiráculo; los dientes de la hilera P3 son los últimos en aparecer en esta LTRF 2/3 básica en todos los casos, y mientras esto determina la formación del disco larval definitivo en *H. riojanus* e *H. pulchellus*, en *H. faber*, *H. curupi* e *H. sp.* continúa con la formación de hileras distales. Los discos definitivos se adquieren luego de la aparición de los miembros posteriores en *H. curupi* e *H. sp.* (Navarro Acosta et al., 2017).

Para los hílidos en general, y el género *Hypsiboas* en particular, estudios que interpreten la relación entre los cambios alométricos y temporales del desarrollo embrionario de manera integrada son virtualmente inexistentes. La comparación interespecífica de las trayectorias ontogenéticas de las cinco especies analizadas revela la existencia de diversas combinaciones entre las variables de forma, tamaño y eventos que definen estadios de desarrollo. Hasta el estadio de branquias en máximo desarrollo, *H. riojanus*, *H. curupi* e *H. faber* comparten una trayectoria general en que a aumentos semejantes de tamaño corresponde un cambio de forma esperable y similar. Luego de esa instancia, los renacuajos de *H. faber* divergen ligeramente y se distinguen en que, a tamaños comparables, la forma es más avanzada (en términos de la variación morfológica que resumen los ejes de los análisis morfogeométricos, i.e., tienen cuerpo más deprimido y cola proporcionalmente más larga) que en las dos especies restantes. Los cambios de estadio de desarrollo sin embargo se encuentran retrasados, y la trayectoria completa de

la especie puede apreciarse que ocurre en general a forma y tamaño más avanzados. Esto revela diferencias interespecíficas en el acople de diferentes caracteres ontogenéticos (caracteres que definen estadios vs. caracteres con los que describimos la forma general del cuerpo), que al manifestar variadas tasas de desarrollo producen combinaciones de morfologías diferentes. En este caso por ejemplo, la apariencia más avanzada de los embriones de *H. faber* respecto de *H. riojanus* e *H. curupi* del mismo tamaño, se contrarresta con su asignación a estadios menos avanzados. Y la situación se vuelve más compleja al analizar caracteres que no definen estadios ni han sido contemplados para representar la forma general, como es el caso del disco oral. En el caso de *H. faber*, los eventos del desarrollo del disco acompañan el cambio en la forma del cuerpo, y esta estructura comienza a diferenciarse en estadios anteriores que en las demás especies y su fórmula básica se completa rápidamente mientras las branquias son aún externas.

Hypsiboas pulchellus por otra parte muestra una trayectoria con marcadas diferencias. Varios de los eventos que definen estadios (e.g., opérculo en base de branquias, formación de espiráculo) y otros como la regresión de la ciliación corporal y la diferenciación del margen papilar del disco oral ocurren en forma y tamaño menores que en las demás especies. Otros caracteres en cambio manifiestan un desarrollo visiblemente más retrasado, como la glándula de eclosión visible hasta luego de la regresión de la branquia derecha, y la formación del disco oral definitivo que sucede al cierre del opérculo. Al contrario de lo que sucede en *H. faber*, esta combinación de características redundante en que los ejemplares de *H. pulchellus* invariablemente parecen más “embrionarios” que los demás.

Desde una perspectiva ecomorfológica, tanto la forma general del cuerpo como las estructuras embrionarias y larvales que aparecen durante el desarrollo temprano exhiben una incumbencia intrínseca para examinar las interacciones entre los embriones y su ambiente de desarrollo (Gilbert, 2001). Al respecto, examinando la variación morfológica y ontogenética en estas especies, señalamos una posible relación con los sitios de oviposición y ambientes en que se desarrollan los embriones y larvas (Navarro Acosta et al., 2017). Por ejemplo en *H. curupi*, el mayor tamaño relativo de las glándulas adhesivas puede relacionarse al desarrollo de los embriones y larvas en pequeños arroyos. Comple-

mentariamente, en este trabajo observamos que el desarrollo comparativamente más extendido de estas glándulas en términos de estadios, co-ocurrente con la formación también extendida de las estructuras orales, pueden responder a la necesidad de contar con estructuras de adhesión más desarrolladas y persistentes que eviten la deriva en el flujo de agua. Análogamente en *H. faber* detectamos un retraso en la regresión de las branquias y de la ciliación corporal (a diferencia de *H. pulchellus* en donde ambos eventos ocurren comparativamente más temprano), variaciones temporales que acompañan a las morfológicas reportadas por Navarro Acosta *et al.* (2017) del mayor tamaño branquial y mayor densidad de ciliación para la especie. En este caso se sugiere también cómo los cambios en los tiempos de desarrollo y permanencia de las estructuras involucradas en la función respiratoria de los embriones acompañan a los requerimientos de su desarrollo en nidos de barro con agua poco oxigenada. Sin embargo, restan registros y observaciones adicionales, fundamentalmente comportamentales de los embriones in situ, para discutir procesos heterocrónicos involucrados en las morfologías asociadas a aspectos ecológicos diferentes.

Como comentario final, es importante mencionar dos limitaciones de los datos considerados y por lo tanto las interpretaciones efectuadas. Por un lado, el tamaño muestral, aún en los casos en que contamos con más número de embriones relevados, no tiene en cuenta la variación intraespecífica, incluyendo además de la variación interindividual en una puesta, la variación entre puestas y entre poblaciones. Y en relación a esto, el efecto que la variación ambiental tiene sobre el desarrollo temprano puede también estar subestimado. Numerosos factores abióticos y bióticos (e.g., temperatura, luz, oxigenación, densidad) pueden modificar drásticamente variados aspectos estructurales y temporales del desarrollo (e.g., Love, 2010). En algunos de los caracteres estudiados, por ejemplo el disco oral, se conoce que diferentes condiciones de competencia o predación pueden inducir diferentes morfologías (e.g., Reylea y Auld, 2005). Si bien es deseable homogeneizar algunos de estos factores, en otros puede ser preferible respetar las condiciones naturales en que ocurre el desarrollo en lugar de estandarizar las condiciones de cría (por ejemplo con luz y temperatura fijados en laboratorio). En cualquier caso, los resultados y conclusiones a las que se arribe son contingentes respecto de las condiciones previas, y

por lo tanto la extrapolación a otras situaciones debe ser efectuada con cautela. Dicho esto, este trabajo constituye una primera aproximación al conocimiento de los patrones de desarrollo, alometría y heterocronía en especies de *Hypsiboas*, y genera numerosos interrogantes acerca de los mecanismos tempranos que posibilitan la diversidad ontogenética, y sus implicancias ecológicas y evolutivas.

Agradecimientos

A D. Baldo, F. Kolenc y C. Borteiro por proporcionarnos las series de desarrollo. Al Instituto de Herpetología de la Fundación Miguel Lillo por permitir la realización de este proyecto. El mismo fue financiado por: PICT 2011-1524 (ANPCyT), PIP 0875 (CONICET), PIUNT-G519 (UNT) y beca estudiantil para investigación CIUNT-2013. Dos revisores anónimos mejoraron en gran medida una versión anterior del manuscrito.

Literatura citada

- Alberch, P. & Alberch, J. 1981. Heterochronic mechanisms of morphological diversification and evolutionary change in the neotropical salamander, *Bolitoglossa occidentalis* (Amphibia: Plethodontidae). *Journal of Morphology* 167: 249-264.
- Birch, J.M. 1999. Skull allometry in the Marine Toad, *Bufo marinus*. *Journal of Morphology* 241: 115-126.
- Chipman, A.D. 2002. Variation, plasticity and modularity in anuran development. *Zoology* 105: 97-104.
- Chipman, A.D.; Haas, A. & Khaner, O. 1999. Variation in anuran embryogenesis: yolk rich embryos of *Hyperolius puncticulatus*. *Evolution and Development* 1: 49-61.
- Chipman, A.D.; Haas, A.; Tchernov, E. & Khaner, O. 2000. Variation in anuran embryogenesis: differences in sequence and timing of early developmental events. *Journal of Experimental Zoology* 288: 352-365.
- Cock, A.G. 1966. Genetical aspects of metrical growth and form in animals. *Quarterly Review of Biology* 41: 131-190.
- Di Cerbo, A.R. & Biancardi, C.M. 2010. Morphometric study on tadpoles of *Bombina variegata* (Linnaeus, 1758) (Anura; Bombinatoridae). *Acta Herpetologica* 5: 223-231.
- Drake, A.G. & Klingenberg, C.P. 2008. The pace of morphological change: historical transformation of skull shape in St Bernard dogs. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 275: 71-76.
- Emerson, S.B. & Bramble, D.M. 1993. Scaling, Allometry and Skull Design: 384-421. *En: Hanken, J. & Hall, B.K. (eds.), The skull: functional and evolutionary mechanisms*, Vol 3. University of Chicago Press, Chicago.
- Faivovich, J.; Haddad, C.F.B.; Garcia, C.A.; Frost, D.R.; Campbell, J.A. & Wheeler, W.C. 2005. Systematic review of the frog family Hylidae, with special reference to Hylinae: Phylogenetic analysis and taxonomic revision. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 294: 1-240.
- Frost, D.R. 2016. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.0. Disponible en: <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. Último acceso: 2 de

- septiembre de 2016.
- 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.
- Gilbert, S.F. 2001. Ecological developmental biology: developmental biology meets the real world. *Developmental Biology* 233: 1-12.
- Gosner, K.L. 1960. A simplified table for staging anuran embryos and larvae with notes on identification. *Herpetologica* 16: 183-190.
- Gould, S.J. 1966. Allometry and size in ontogeny and phylogeny. *Biological Reviews* 41: 587-640.
- Hanken, J. 1984. Miniaturization and its effects on cranial morphology in plethodontid salamanders, genus *Thorius* (Amphibia: Plethodontidae). I. Osteological variation. *Biological Journal of the Linnean Society* 23: 55-75.
- Huxley, J. 1932. Problems of Relative Growth. Dial, New York.
- Ivanović, A.; Vukov, T.D.; Džukić, G.; Tomašević, N. & Kalezić, M.L. 2007. Ontogeny of skull size and shape changes within a framework of biphasic lifestyle: a case study in six *Triturus* species (Amphibia, Salamandridae). *Zoomorphology* 126: 173-183.
- Klingenberg, C.P. 1996. Multivariate Allometry: 23-49. En: Marcus, L.F.; Corti, M.; Loy, A.; Naylor, G. & Slice, D.E. (eds.), Advances in morphometrics. Proceedings of the 1993 NATO Advanced Studies Institute on Morphometrics in Il Ciocco, Italy. Plenum, New York.
- 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 Reviews Genetics* 11: 623-635.
- 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.; Duttke, S.; Whelan, S. & Kim, M. 2011. Developmental plasticity, morphological variation and evolvability: a multilevel analysis of morphometric integration in the shape of compound leaves. *Journal of Evolutionary Biology* 25: 115-129.
- Kolenc, F.; Borteiro, C.; Alcalde, L.; Baldo, D.; Cardozo, D. & Faivovich, J. 2008. Comparative larval morphology of eight species of *Hypsiboas* Wagler (Amphibia, Anura, Hylidae) from Argentina and Uruguay, with a review of the larvae of this genus. *Zootaxa* 1927: 1-66.
- Larson, P.M. 2002. Chondrocranial development in larval *Rana sylvatica* (Anura: Ranidae): 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. Ontogeny, phylogeny, and morphology in anuran larvae: morphometric analysis of cranial development and evolution in *Rana* tadpoles (Anura: Ranidae). *Journal of Morphology* 264: 34-52.
- Lima, M.S.C.S. & Pederassi, J. 2012. Morphometrics and ratio of body proportionality of tadpoles of *Rhinella icterica* (Anura, Bufonidae) at different developmental stages. *Brazilian Journal of Biology* 72: 623-629.
- Love, A.C. 2010. Idealization in evolutionary developmental investigation: a tension between phenotypic plasticity and normal stages. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 365: 679-690.
- Mitgutsch, C.; Piekarski, N.; Olsson, L. & Haas, A. 2008. Heterochronic shifts during early cranial neural crest migration in two ranid frogs. *Acta Zoologica* 89: 69-78.
- Mitgutsch, C.; Olsson, L. & Haas, A. 2009. Early embryogenesis in discoglossoid frogs: a study of heterochrony at different taxonomic levels. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research* 47: 248-257.
- Navarro Acosta, G.; Baldo, D.; Kolenc, K.; Borteiro, C. & Vera Candioti, M.F. 2017. Embryonic morphology in five species of *Hypsiboas* (Anura: Hylidae). *The Herpetological Journal* 26: 121-132.
- Reilly, S.M.; Wiley, E.O. & Meinhardt, D.J. 1997. An integrative approach to heterochrony: the distinction between interspecific and intraspecific phenomena. *Biological Journal of the Linnean Society* 60: 119-143.
- Relyea, R.A. & Auld, J.R. 2005. Predator- and competitor-induced plasticity: how changes in foraging morphology affect phenotypic trade-offs. *Ecology* 86: 1723-1729.
- Richardson, M.K.; Hanken, J.; Gooneratne, M.L.; Pieau, C.; Raynaud, A.; Selwood, L. & Wright G.M. 1997. There is no highly conserved embryonic stage in the vertebrates: implications for current theories of evolution and development. *Anatomy and Embryology* 196: 91-106.
- Rohlf, F.J. 2005. tpsDig2, Version 2.04, Copyright © 2005. Ecology and Evolution, Stony Brook. Disponible en: <http://life.bio.sunysb.edu/morph/soft-tps.html>
- Rohlf, F.J. & Bookstein, F.L. 1990. Proceedings of the Michigan Morphometrics Workshop. Special Publication No. 2, University of Michigan Museum of Zoology: Ann Arbor.
- Smith, J.M.; Bares, W.J. P.; Downie, J.R. & Ruxton, G.D. 2006. Adhesion and allometry from metamorphosis to maturation in hylid tree frogs: a sticky problem. *Journal of Zoology* 270: 372-383.
- Smith, K.K. 2001. Heterochrony revisited: the evolution of developmental sequences. *Biological Journal of the Linnean Society* 73: 169-186.
- Smith, K.K. 2002. Sequence heterochrony and the evolution of development. *Journal of Morphology* 252: 82-97.
- Smith, K.K. 2003. Time's arrow: heterochrony and the evolution of development. *Integrative Journal of Developmental Biology* 47: 613-621.
- Strauss, R.E. & Altig, R. 1992. Ontogenetic body form changes in three ecological morphotypes of anuran tadpoles. *Growth, Development and Aging* 56: 3-16.
- Valeri, C.J.; Cole, T.M.III; Lele, S. & Richtsmeier, J.T. 1998. Capturing data from three-dimensional surfaces using fuzzy landmarks. *American Journal of Physical Anthropology* 107: 113-124.
- Wassersug, R.J. & Duellman, W.E. 1984. Oral structures and their development in egg-brooding hylid frog embryos and larvae: evolutionary and ecological implications. *Journal of Morphology* 182: 1-37.

Predation of *Trachycephalus typhonius* (Linnaeus, 1758) (Anura: Hylidae) by a juvenile *Chacophrys pierottii* (Vellard, 1948) (Anura: Ceratophryidae) in the Paraguayan Chaco

Diego Bueno Villafaña^{1,2,3}, Hugo Cabral Beconi^{1,2,3}, Arne Lesterhuis²

¹ Programa Nacional de Incentivo a Investigadores (PRONII). Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), (21)506223, Tte. 1^a Teófilo del Puerto, Asunción, Paraguay.

² Asociación Guyra Paraguay, +595 21 223 567, Av. Cnel. Carlos Bóveda, Parque Asunción Verde, Viñas Cué, Paraguay.

³ Instituto Investigación Biológica del Paraguay, Del Escudo 1607, Asunción, Paraguay.

Recibida: 05 Abril 2016
Revisada: 29 Abril 2016
Aceptada: 30 Noviembre 2016
Editor Asociado: M. Vaira

ABSTRACT

Chacophrys pierottii is a medium-sized frog with generalist and opportunistic predation habits, and its diet includes mainly small vertebrates and arthropods. During a fieldtrip in Defensores del Chaco National Park (Alto Paraguay department, Paraguay), at the base of Cerro León we observed a juvenile male *Chacophrys pierottii* feeding on a juvenile *Trachycephalus typhonius* near to a temporary pond, formed by recent heavy rains. Our finding represents the first record of the arboreal frog, *Trachycephalus typhonius* as a prey item of *C. pierottii*. However, more data is necessary to determine if this event is an isolated case product of voracity, or *T. typhonius* juveniles on the ground are common prey during explosive reproduction.

Key Words: *Trachycephalus*; *Ceratophrys*; Predation; Chaco; Paraguay.

Chacophrys pierottii is a medium-sized frog with fossorial and nocturnal habits (Norman, 1994), and is endemic to Chacoan ecoregions of Argentina, Bolivia and Paraguay (Ceí, 1980; Brusquetti and Lavilla, 2005). The species is a generalist and opportunistic predator and its diet includes small vertebrates and arthropods (Schalk *et al.*, 2014). Here we report on the first record of predation on *Trachycephalus typhonius* by *C. pierottii*.

Our discovery took place in Defensores del Chaco National Park (Alto Paraguay department, Paraguay), at the base of Cerro León (20°25'57.97"S 60°19'3.31"W) on February 26, 2016 around 07:45-08:00 h. A juvenile male *Chacophrys pierottii* (Snout-vent length (SVL)= 27.4 mm.) was found feeding on a juvenile *Trachycephalus typhonius* (SVL=19.2 mm) near to a temporary pond, formed as a consequence of recent heavy rains occurring in the area two days before. We also observed large activity of many other potential preys, including juveniles of *Leptodactylus fuscus*, *Dermatonotus muelleri*, *Physalaemus* spp., and *Rhinella* spp.

Upon capturing the individual of *C. pierottii*, we noted the presence of a hind limb emerging from its mouth (Fig. 1A). We carefully pull it to determine

the identity of the prey, which turned out to be a juvenile of *Trachycephalus typhonius* in an early process of digestion (Fig. 1B). After prey extraction, we collected and fixed the predator.

Quantitative analysis of the diet of juveniles and adults of *C. pierottii* was summarized by Pueta and Perotti (2013) and Schalk *et al.* (2014) respectively. Both reported a variety of juvenile and adult prey items including arthropods and frogs, being Coleoptera and Hymenoptera the most abundant preys and with the highest index of relative importance, but finding frogs along with Hymenopterans, volumetrically dominant. Until now, the only frogs reported as prey of *C. pierottii* were species with terrestrial and/or aquatic habits such as *Leptodactylus* spp., *Physalaemus* spp. and also co-specifics (Pueta and Perotti, 2013). Our finding represents the first record of the arboreal frog *Trachycephalus typhonius* as a prey item of juvenile *C. pierottii*.

Amphibians represent common part of the diet of most the Ceratophryidae species (Schalk *et al.*, 2014), but there are few records of these anurans feeding on the ones with arboreal habits. Among the terrestrial species, a juvenile *Ceratophrys cornuta* found palatable to *Scinax rubra* in isolated condi-



Figura 1. A. Individual of *Chacophrys pierottii* found with a frog hind limb emerging from its mouth. B. Juvenile of *Trachycephalus typhonius* partially digested (white arrow) after being partially extracted from the mouth of *C. pierottii*.

tions (Duellmann and Lizana, 1994) and Schalk *et al.* (2014) reported a case of a metamorphosed *Ceratophrys cranwelli* (SVL = 30 mm) feeding on a recently metamorphosed tailed *Phyllomedusa sauvagii* at the edge of a pond, from where it was suggested he came out the previous night. The latter case resembles ours, suggesting an early voracity and opportunistic behavior, in which the availability of item preys determines in a degree the diet of these predators. However, more data is necessary to determine if this event is an isolated case product of voracity, or *T. typhonius* juveniles on the ground are common prey during explosive reproduction events.

Acknowledgements

The authors wish to thank Consejo Nacional de Ciencias y Tecnología (CONACYT) for founding support through the Programa Paraguayo para el Desarrollo de la Ciencia y Tecnología (PROCIENCIA) for project 14-INV-209 and Guyra Paraguay for

logistic support. DB and HCB also want to thanks CONACYT for funding support through the PRO-NII program. To the Secretaría del Ambiente for collection permit 126-2015.

Literature cited

- Cei, J.M. 1980. Amphibians of Argentina. *Monitore Zoologico Italiano, Monographie 2*: 1-609.
- Brusquetti, F. & Lavilla, E. 2006. Lista comentada de los Anfibios del Paraguay. *Cuadernos de Herpetología* 20: 3-79.
- Duellmann, W.E. & Lizana, M. 1994. Biology of a sit-and-wait predator, the leptodactylid frog *Ceratophrys cornuta*. *Herpetologica* 50: 51-64.
- Schalk, C.M.; Montaña, C.G.; Klemishand, J.M. & Wild, E.R. 2014. On the diet of the frogs of the Ceratophryidae: Synopsis and new contributions. *South American Journal of Herpetology* 9: 90-105.
- Pueta, M. and Perotti, M.G. 2013. Feeding habits of juvenile *Chacophrys pierottii* (Ceratophryidae-Ceratophryinae) from northwestern Córdoba province, Argentina. *Herpetological Conservation and Biology* 8: 376-384.
- Norman, D.R. 1994. Anfibios y Reptiles del Chaco Paraguayo, Tomi I. Private printing. San José, Costa Rica.

Restricción de la distribución de *Mesoclemmys vanderhaegei* (Bour, 1973) (Testudines: Chelidae) en Argentina

María Julia Cassano

Instituto de Limnología "Dr. Raúl A. Ringuelet". Centro Científico Tecnológico-CONICET y Facultad de Ciencias Naturales y Museo (UNLP). Boulevard 120 N°1462. La Plata. Buenos Aires. Argentina.

Recibida: 20 Septiembre 2016

Revisada: 30 Noviembre 2016

Aceptada: 22 Diciembre 2016

Editor Asociado: M. Cabrera

ABSTRACT

Restriction of the distribution of *Mesoclemmys vanderhaegei* (Bour, 1973) (Testudines: Chelidae) in Argentina. The presence of the chelid turtle *Mesoclemmys vanderhaegei* in Argentina is currently restricted to some localities in Misiones, Corrientes and Formosa provinces. The only record for the last province was based in two specimens originally referred as *M. vanderhaegei* from the "Reserva Ecológica El Bagual", which have been considered lost from the herpetological collection of the reserve. In a revision of the turtles at the herpetological collection of the Museo de La Plata both specimens were found. Both specimens, male and female, bear hypertrophied tubercles on the posterior face of the thigh, supporting that they actually correspond to *Acanthochelys pallidipectoris*. Thus, at the light of present evidence, the distribution of *M. vanderhaegei* in Argentina should be restricted to a small area at northern Corrientes and southern Misiones provinces.

Key Words: *Mesoclemmys vanderhaegei*; Distribution; Formosa province; Argentina.

Mesoclemmys vanderhaegei es una tortuga de tamaño medio, ampliamente distribuida en las cuencas de los ríos Amazonas, Tocantins, Paraguay y Paraná, donde habita una gran variedad de ambientes acuáticos, tales como tributarios de los grandes ríos, distintos tipos de arroyos y charcas (González y Reichle, 2002; Vinke *et al.*, 2013; Marques *et al.*, 2014). La distribución geográfica de la especie fue revisada por Souza (2005), quien además de citarla para los ríos previamente mencionados, la incluye erróneamente para la cuenca del río Uruguay, posiblemente basado en Iverson (1992) quien la cita como "probable" para Uruguay.

La especie se encuentra puntualmente en localidades de Brasil (Estados de Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo y Tocantins), Paraguay (Departamentos de Amambay, Caaguazú, Canindeyú, Central, Cordillera, Paraguari y San Pedro), sudeste de Bolivia y unas pocas localidades del noreste de Argentina, las cuales constituyen los registros más australes de la especie (Cabrera, 1998; González y Reichle, 2002; Baldo *et al.*, 2007; Vinke *et al.*, 2013; Marques *et al.*, 2014).

A nivel internacional el estado de conservación de la especie es Preocupación menor/Casi amenazada (IUCN, 2011), mientras que a nivel local es considerada Insuficientemente conocida (Prado

et al., 2012). Datos de su biología y ecología se conocen para algunas poblaciones brasileras (Brito *et al.*, 2009, 2016; Marques *et al.*, 2013), mientras que para nuestro país el conocimiento se limita casi exclusivamente a unos pocos datos sobre la distribución geográfica. Respecto a estos, la especie fue citada para el sur de Misiones y norte de Corrientes (Baldo *et al.*, 2007), este de Formosa (Yanosky *et al.*, 2000) y norte de Santa Fe (Iverson, 1986, 1992). Este último registro, el más austral para la especie y el único perteneciente a la provincia de Santa Fe, está basado en un ejemplar juvenil que se encuentra depositado en el Museo Zoológico de Hamburgo (ZMH R-1025). Recientemente, Cabrera y Böhm (2015) en base a distintas características tales como tamaño, morfología, patrón y color, probaron que el ejemplar del Museo de Hamburgo corresponde a un juvenil de la tortuga canaleta chaqueña *Acanthochelys pallidipectoris* (Freiberg, 1945).

El registro perteneciente a la provincia de Formosa (Yanosky *et al.*, 2000) corresponde a dos ejemplares hallados en Riacho Lindo, dentro de la Reserva Ecológica El Bagual y depositados en la colección de la misma bajo los acrónimos REB-21451 (macho) y REB-21452 (hembra). En el inventario de la herpetofauna de dicha reserva realizado por Scrocchi y Giraudo (2005) se señala que ambos

especímenes no fueron examinados debido a que el material no pudo ser ubicado en la colección. No obstante ello, los autores dan por válida la cita y agregan a la especie *M. vanderhaegei* a la herpetofauna de la reserva. En ocasión de revisar colecciones herpetológicas con motivo de la realización de mi tesis doctoral, tuve la oportunidad de hallar en el Museo de La Plata (Buenos Aires) dichos ejemplares reportados como perdidos para la Reserva El Bagual, los que están ingresados bajo los acrónimos MLP.R.6400 (macho; Fig. 1A-C) y MLP.R.6401 (hembra; Fig. 1D-F). Una vez examinados, pude comprobar que ambos no corresponden a la especie *M. vanderhaegei*. Las características utilizadas por los autores para la determinación se basan en la clave de Iverson (1992): ancho de la cabeza menor al 20% de la longitud del caparazón, ausencia de barras oscuras en las mandíbulas y canal medial en el caparazón, pero éstas son también compartidas con otras especies de tortugas dulceacuícolas. Adicionalmente los autores se basan

en la descripción de Cei (1993) para la coloración del plastrón, e indican erróneamente que sólo uno de los especímenes presenta la coloración diagnóstica de *M. vanderhaegei*. Por lo expuesto, y debido a la presencia de tubérculos cónicos hipertrofiados ubicados en la región posteroventral del muslo (Fig. 1C, F), arribo a la conclusión de que los ejemplares corresponden a la especie de tortuga *Acanthochelys pallidipectoris*. La presencia de estos tubérculos resulta una autapomorfía para *A. pallidipectoris*, tal como ha sido señalado por diversos autores (Freiberg, 1945; Cabrera, 1998; Vinke *et al.*, 2011).

En conclusión, dado que los registros de *M. vanderhaegei* para las provincias de Santa Fe y Formosa estaban basados en una identificación taxonómica errónea de los ejemplares, la distribución de la especie en la República Argentina queda restringida a localidades de las provincias de Misiones (Cabrera, 1998) y Corrientes (Baldo *et al.*, 2007).

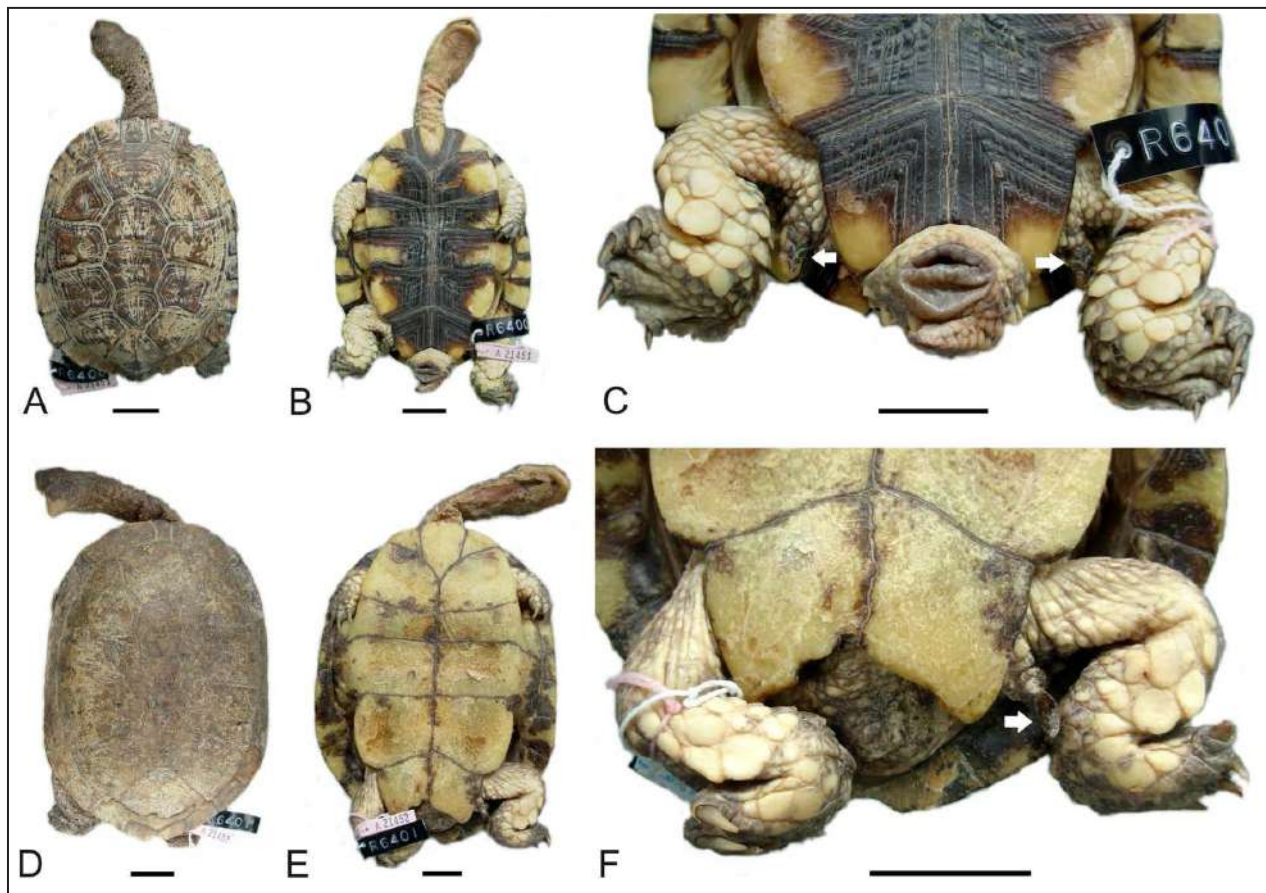


Figura 1. Ejemplares en la colección del Museo de La Plata. La etiqueta de color blanco pertenece a la colección de la Reserva El Bagual, mientras que la etiqueta negra corresponde al Museo de La Plata. Arriba, ejemplar macho (MLP.R.6400): vista dorsal (A); vista ventral (B); vista ampliada de la faz ventral posterior (C). Abajo, ejemplar hembra (MLP.R.6401): vista dorsal (D); vista ventral (E); vista ampliada de la faz ventral posterior (F). En C y F las flechas blancas señalan los tubérculos característicos de *Acanthochelys pallidipectoris*. Las barras representan 2 cm.

Agradecimientos

A L. Alcalde, mi director de tesis, y J. Williams por el préstamo del material de la Colección de Herpetología del Museo de La Plata. Contribución Científica N° 997 del Instituto de Limnología “Dr. Raúl A. Ringuelet”.

Literatura citada

- Adlassnig, W., Sassmann, S., Grawunder, A., Puschenreiter, Baldo, D., Martinez, P., Boeris, J.M. & Giraudo, A.R. 2007. Reptilia, Chelonii, Chelidae, *Phrynops geoffroanus* Schweigger, 1812 and *Mesoclemmys vanderhaegei* (Bour, 1973): distribution extension, new country record, and new province records in Argentina. *Check List* 3: 348-352.
- Brito, E.S., Souza, F.L. & Strussmann, C. 2016. Feeding habits of *Mesoclemmys vanderhaegei* (Testudines: Chelidae). *Acta Herpetologica* 11: 1-13.
- Brito, E.S., Strüssmann, C. & Baicere-Silva, C.M. 2009. Courtship behavior of *Mesoclemmys vanderhaegei* (Bour, 1973) (Testudines: Chelidae) under natural conditions in the Brazilian Cerrado. *Herpetology Notes* 2: 67-72.
- Cabrera, M.R. 1998. Las Tortugas Continentales de Sudamérica Austral. Edición independiente, Córdoba, Argentina.
- Cabrera, M.R. & Böhm, S. 2015. The identity of a controversial Neotropical turtle hatchling (Reptilia: Testudines: Chelidae). *Herpetological Review* 46: 510-512.
- Cei, J.M. 1993. Reptiles del noroeste, nordeste y este de la Argentina. Herpetofauna de las Selvas Subtropicales, Puna y Pampas. Monografía XIV. Torino: Museo Regionale di Scienze Naturali.
- Freiberg, M.A. 1945. Una nueva especie de tortuga del género *Platemys* Wagler. *Physis* 20: 19-23.
- González, L. & Reichle, S. 2002. Singularidades de la herpetofauna de la Serranía de Santiago de Chiquitos, Santa Cruz – Bolivia. *Revista Boliviana de Ecología* 11: 77-85.
- IUCN. 2011. Red List of Threatened Species. Version 2011.1. Disponible en: <<http://www.iucnredlist.org>>. Último acceso: 31 de Agosto de 2016.
- Iverson, J.B. 1986. A checklist with distribution maps of the Turtles of the world. Richmond, Indiana. Privately printed.
- Iverson, J.B. 1992. A revised checklist with distribution maps of the turtles of the world. Richmond, Indiana. Privately printed.
- Marques, T.S., Böhm, S., Brito, E.S., Cabrera, M.R. & Verdade, L.M. 2014. *Mesoclemmys vanderhaegei* (Bour 1973) – Vanderhaege’s Toad-headed Turtle, Karumbé-hy. En: Rhodin, A.G.J., Pritchard, P.C.H., van Dijk, P.P., Saumure, R.A., Buhlmann, K.A., Iverson, J.B., & Mittermeier, R.A. (eds.). Conservation Biology of Freshwater Turtles and Tortoises: A Compilation Project of the IUCN/SSC Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group. *Chelonian Research Monographs* 5: 083.1-8.
- Marques, T.S., Lara, N.R.F., Bassetti, L.A.B., Ferronato, B.O., Malvásio, A. & Verdade, L.M. 2013. Population structure of *Mesoclemmys vanderhaegei* (Testudines, Chelidae) in a silvicultural system in southeastern Brazil. *Herpetology Notes* 6: 179-182.
- Prado, W.S.; Waller, T.; Cabrera, M.R.; Giraudo, A.R. & Richard, E. 2012. *Mesoclemmys vanderhaegei* (Bour, 1973). Tortuga sapo. En: Categorización del Estado de Conservación de la Herpetofauna de República Argentina. Ficha de los Taxones. Tortugas. *Cuadernos de Herpetología* 26: 399.
- Scrocchi, G. J. & A. R. Giraudo. 2005. Reptiles de la Reserva El Bagual. Pp. 155-198. En: Di Giacomo, A.G. & Krapovickas, S.F. (eds.). Historia natural y paisaje de la Reserva El Bagual, Formosa, Argentina. Inventario de la fauna de vertebrados y de la flora vascular de un área del Chaco Húmedo. Temas de Naturaleza y Conservación. Aves Argentinas / Asociación Ornitológica del Plata, Buenos Aires.
- Souza, F.L. 2005. Geographical distribution patterns of South American side-necked turtles (Chelidae), with emphasis on Brazilian species. *Revista Española de Herpetología* 19: 33-46.
- Vinke, T., Vinke, S. & Köhler, G. 2013. What is known about *Mesoclemmys vanderhaegei* (Bour 1973): a systematic review of the available literature. *Paraquaria Natural* 1: 21-31.
- Vinke, T., Vinke, S., Richard, E., Cabrera, M.R., Paszko, L., Marano, P. & Métrailler, S. 2011. *Acanthochelys pallidipeporis* (Freiberg 1945) – Chaco Side-Necked Turtle. En: Rhodin, A.G.J., Pritchard, P.C.H., van Dijk, P.P., Saumure, R.A., Buhlmann, K.A., Iverson, J.B., & Mittermeier, R.A. (Eds.). Conservation Biology of Freshwater Turtles and Tortoises: A Compilation Project of the IUCN/SSC Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group. *Chelonian Research Monographs* 5: 065.1-7.
- Yanosky, A.A., Dixon, J.R., Mercolli, C. & Williams, J. 2000. Note on two specimens of *Phrynops vanderhaegei* Bour, 1973 (Testudines, Chelidae) from Formosa (northeastern Argentina). *Bulletin of the Maryland Herpetological Society* 36: 61-64.

Assessment of the calling detection probability throughout the day of two invasive populations of bullfrog (*Lithobates catesbeianus*) in Uruguay

Gabriel Laufer¹, Noelia Gobel¹, Alvaro Soutullo^{1,2}, Claudio Martinez-Debat³, Rafael O. de Sá⁴

¹ Área Biodiversidad y Conservación - Museo Nacional de Historia Natural, Ministerio de Educación y Cultura. Montevideo, Uruguay.

² Departamento de Ecología Teórica y Aplicada. Centro Universitario Regional Este – Universidad de la República. Montevideo, Uruguay.

³ Sección Bioquímica. Instituto de Biología. Facultad de Ciencias – Universidad de la República. Montevideo, Uruguay.

⁴ Department of Biology, University of Richmond. Richmond, EE. UU.

Recibida: 18 Agosto 2016
 Revisada: 22 Diciembre 2016
 Aceptada: 28 Diciembre 2016
 Editor Asociado: M. Vaira

ABSTRACT

Bullfrog invasion is a major conservation concern in South America, so there is an urgent need to detect and monitor its many invasion foci. Amphibian sampling methods commonly use calling display, specifically the nuptial calls of males. With the aim of obtaining the better day period to sample and monitor *Lithobates catesbeianus* presence, we recorded its calls at three ponds in two invaded localities in Uruguay (Aceguá, Cerro Largo, and San Carlos, Maldonado) during the reproductive season. Then, we studied the records, obtaining a subsample of calling intensity at the first 5 minutes for each hour. We detected that vocalization intensity remained almost constant between 20:00 and 05:00 h. Detection probability remained high and constant during this period, and then decreased. Therefore, bullfrog displays a constant calling activity during the nights of its reproductive period, even longer than native anurans. This long calling period facilitates its detection during nocturnal sampling.

Key Words: Invasion biology; Bullfrog; Sampling methods; Pond.

Knowing the natural history of an invasive alien species is essential, both to understand its impact and performance in a new environment, and to monitor it (Davis, 2009). The invasion of the American bullfrog, *Lithobates catesbeianus* (Shaw, 1802), in South America is a major concern in conservation for its potential harmful effects on native biodiversity (Laufer *et al.*, 2008; Akmentins and Cardozo, 2010; Nori *et al.*, 2011; Ruibal and Laufer, 2012). One of the most notable attributes of the amphibians is their calling display, specifically the nuptial calls of males (Wells, 2007). *L. catesbeianus* displays a characteristic call, which gives its common name to be similar to the sound emitted by a bull, consisting of a loud call of between three and fifteen sequential vocalizations, with bimodal peaks at 0.2 kHz and 1.4 kHz. Silences periods between 0.5 and 1 second may occur among calls (Capranica, 1968).

Bullfrogs' vocalizations occur over prolonged periods during the warmer months, in which males

can call isolated or in large chorus (Emlen, 1976). The evidence gathered in the northern hemisphere shows that these calls occur during the evening hours, when water temperatures are higher than 20°C and under low wind conditions (Oseen and Wassersug, 2002). Recently, Medeiros *et al.* (2016) have found seasonal differences in the amount of males vocalizing per hour in an invasive population of southern Brazil. While in spring the average number of vocalizing males peaks their maximum between 18:00 and 0:00 pm, in summer this activity peak occurs between 2:00 and 6:00 pm.

Amphibian's vocalization is a useful tool for researchers because of its specificity. Recording males' calling activity during the breeding season is a suitable method for field sampling and monitoring. Sound sampling can be used to assess the distribution and progression of exotic invasive anurans (Heyer *et al.*, 2014). While *L. catesbeianus* calling activity is well known for the northern hemisphere,

Table 1. Water bodies where record sampling of bullfrog calls was performed during the sampled season in 2015. In each case the location, date and time of start and end of recording is detailed, and geographic coordinates.

Locality	Sampling Dates	Time Period	Latitude	Longitude
Aceguá, Cerro Largo	9 to 12 of December	17:00 to 14:00 h	31°53'35.5"S	54°09'09.8"W
			31°53'41.2"S	54°09'11.6"W
San Carlos, Maldonado	25 to 26 of December	18:00 to 09:00 h	34°47'11.7"S	54°53'00.7"W

it has barely been studied for invasive populations of South America. The idea of this study was to find the optimal time of the day for detecting this species during the reproductive season in invasive population of Uruguay.

The field surveys were conducted by recording male bullfrog's calling activity in two lentic water bodies in the locality of Aceguá, Cerro Largo Department, and other one in San Carlos, Maldonado Department, in December 2015 (Table 1). In both sites recordings were made throughout the day with Panasonic RR-US310 recorders, located at 30 cm of the water bodies' borders. Registration was performed continuously during the day, with a battery change every 20 hours. Air temperature and relative humidity at the edge of the pond, were recorded by data loggers (Extech RHT10). The same type of data logger, covered and submerged 15 cm, reordered water temperature. These environmental records were performed every 10 minutes.

Data analysis was performed with a sub-sample of the record (Table 1). We studied the sonorous records of five contiguous minutes, considering that this time is the minimum visit per point, in a rapid field sampling in search of the presence of bullfrogs. For each hour the first 30 seconds of the 0, 1, 2, 3, 4 and 5 minute was analysed, and the proportion of recordings with bullfrog calls was scored (vocalization intensity). Scores assigned values were between zero and three. Zero was assigned when there was a total absence of calls; one when one third of the 30 seconds record calling males, a score of two when two thirds of the 30 second interval record calls, and three when the entire period of 30 seconds registered bullfrog calls. Thus, six values for each hour interval were obtained, which were added to obtain the average calling intensity per hour and its standard deviation, as well as the environmental variables.

Climatic conditions during the sampling period were among the reported ranges for December in Uruguay (Marengo and Camargo, 2008; Rusticucci and Renom, 2008). Air temperature was around

20°C overnight and strongly increased throughout the day peaking at 15:00 hours. Contrary, humidity was higher overnight, falling in the hottest hours. The water temperature remained relatively constant throughout the day with small peaks associated with higher temperature hours (Fig. 1).

Male bullfrog's vocalizations were heard over the day except for a period between 13:00 to 16:00 h. Between 20:00 to 05:00 h vocalization intensity remained relatively constant at the highest levels. After 04:00 h there was a constant decrease tendency in the vocalizations intensities, disappearing completely at 14:00 h. Then at 17:00 h vocalizations started to increase until 20:00 h (Fig. 2).

The pattern observed in Uruguay is similar to that reported for the northern hemisphere (Bridges *et al.*, 2000). Bullfrog male has a long vocalization period spanning practically overnight. Considering native anurans' natural history, it is notable that the period of maximum bullfrog calls is extensive and overlaps with the shorter periods of time used by

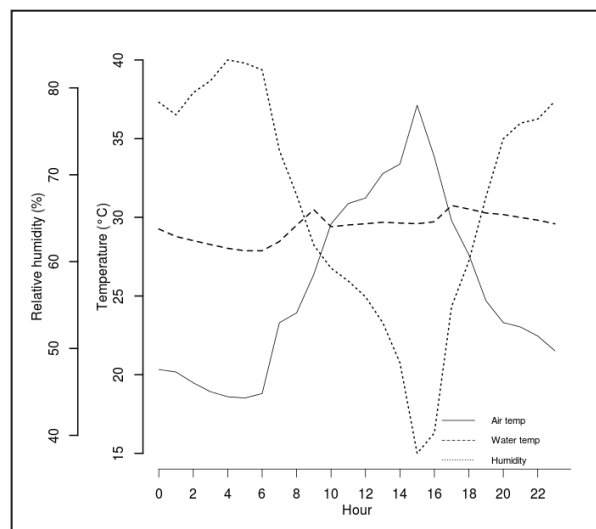


Figure 1. Records of climatic variables during the sampled period for bullfrog vocal activity in Aceguá, Cerro Largo Department and San Carlos, Maldonado Department. The graph includes means values of air temperature and water, and relative humidity.

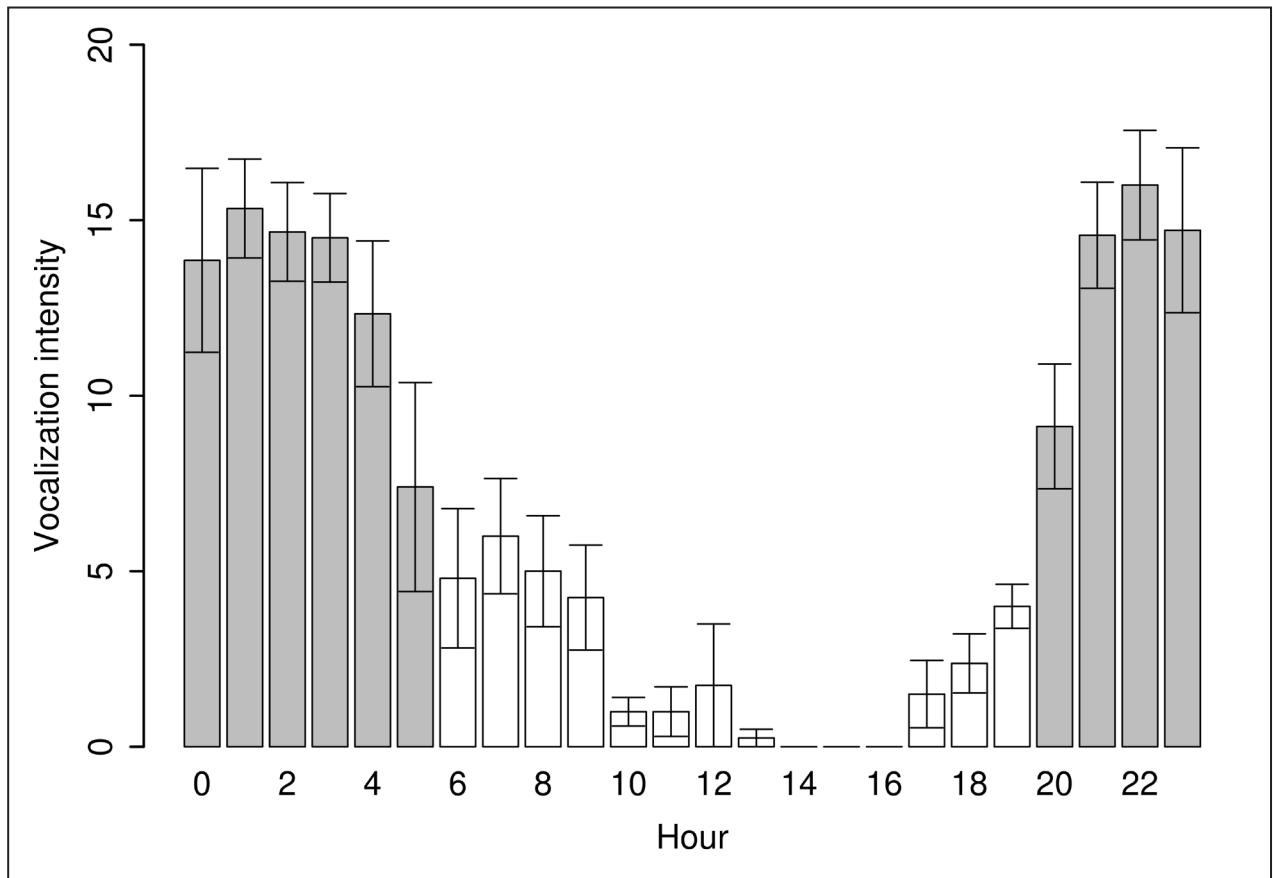


Figure 2. Mean hour vocalization intensity \pm 1SD of Bullfrog calls in Aceguá, Cerro Largo Department and San Carlos, Maldonado Department, in December 2015. The white bars indicate the daylight hours and the gray bars indicate night hours.

native species (e.g. Bardier *et al.*, 2014). The high density, intensity and duration of *L. catesbeianus* calls could alter the native acoustic niche, affecting native anurans. It has been reported that bullfrog vocalizations can interfere in the acoustic niche of native species of *Hypsiboas* in Brazil. This species alters its calling frequency in the presence of calling bullfrogs, with possible negative consequences on their reproductive fitness (Both and Grant, 2012).

Regarding bullfrog activity sampling periods, we could suggest that better day period to perform species detection by means of vocalizations will be between 20:00 and 05:00 h. We detect that vocalization intensities remained almost constant within this period (Fig. 2). Although during certain times of the day we could record bullfrog vocalizations, the probability of detection declines drastically.

Acknowledgements

We acknowledge Ruben Almeida, Ariel Landaburu and the Aceguá and San Carlos landowners, for their support during fieldwork, and Marcos Vaira for his contributions as Editor. GL and NG have

postgraduate grants from the Agencia Nacional de Investigación e Innovación ANII and the Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas PEDECIBA, Uruguay. GL is member of the Sistema Nacional de Investigadores SNI, Uruguay.

Literature cited

- Akmentins, M.S. & Cardozo, D.E. 2010. American bullfrog *Lithobates catesbeianus* (Shaw, 1802) invasion in Argentina. *Biological Invasions* 12: 735-737.
- Bardier, C.; Canavero, A. & Maneyro, R. 2014. Temporal and spatial activity patterns of three species in the *Leptodactylus fuscus* group (Amphibia, Leptodactylidae). *South American Journal of Herpetology* 9: 106-113.
- Both, C. & Grant, T. 2012. Biological invasions and the acoustic niche: the effect of bullfrog calls on the acoustic signals of white-banded tree frogs. *Biology Letters* 8: 714-716.
- Bridges, A.S.; Dorcas, M.E. & Montgomery, W.L. 2000. Temporal variation in anuran calling behavior: implications for surveys and monitoring programs. *Copeia* 2000: 587-592.
- Capranica, R.R. 1968. The vocal repertoire of the bullfrog (*Rana catesbeiana*). *Behaviour* 31: 302-324.
- Davis, M.A. 2009. *Invasion Biology*. Oxford University Press, Oxford.
- Emlen, S.T. 1976. Lek organization and mating strategies in the bullfrog. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 1: 283-313.

G. Laufer *et al.* — *Lithobates catesbeianus* calling detection

- Heyer, R.; Donnelly, M.A.; Foster, M. & McDiarmid, R. 2014. Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for amphibians. Smithsonian Institution. Washington.
- Laufer, G.; Canavero, A.; Núñez, D. & Maneyro, R. 2008. Bullfrog (*Lithobates catesbeianus*) invasion in Uruguay. *Biological Invasions* 10: 1183-1189.
- Marengo, J.A. & Camargo, C.C. 2008. Surface air temperature trends in Southern Brazil for 1960–2002. *International Journal of Climatology* 28: 893-904.
- Medeiros, C.I.; Both, C.; Kaefer, I.L. & Cechin, S.Z. 2016. Reproductive phenology of the American Bullfrog in subtropical Brazil: photoperiod as a main determinant of seasonal activity. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 11, 2016. <https://dx.doi.org/10.1590/0001-3765201620150694>
- Nori, J.; Urbina-Cardona J.N.; Loyola R.D.; Lescano, J.N. & Leynaud, G.C. 2011 Climate change and american bullfrog invasion: what could we expect in South America? *PLoS ONE* 6: e25718. doi:10.1371/journal.pone.0025718
- Oseen, K.L. & Wassersug, R.J. 2002. Environmental factors influencing calling in sympatric anurans. *Oecologia* 133: 616-625.
- Ruibal, M. & Laufer, G. 2012. Bullfrog *Lithobates catesbeianus* (Amphibia: Ranidae) tadpole diet: description and analysis for three invasive populations in Uruguay. *Amphibia-Reptilia* 33: 355-363.
- Rusticucci, M. & Renom, M. 2008. Variability and trends in indices of quality-controlled daily temperature extremes in Uruguay. *International Journal of Climatology* 28: 1083-1095.
- Wells, K.D. 2007. *The Ecology and Behavior of Amphibians*. University of Chicago Press. Chicago.

© 2017 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/>

Atypical coloration in the yellow-striped poisonous frog, *Dendrobates truncatus* (Cope, 1861), in the Colombian Magdalena river valley

Diego A. Rivera-Prieto¹, David Marín-C²

¹Grupo Herpetológico de Antioquia, Instituto de Biología, Universidad de Antioquia, Calle 67 # 53-108, Bloque 7-121, A.A. 1226, Medellín, Colombia.

²Investigador independiente. Carrera 39 # 65-42 (503). Medellín, Colombia

Recibida: 29 Septiembre 2016

Revisada: 07 Octubre 2016

Aceptada: 17 Febrero 2017

Editor Asociado: P. Peltzer

ABSTRACT

Herein we report an atypical coloration in one individual of the yellow-striped poisonous frog, *Dendrobates truncatus*, in Colombian Magdalena middle valley. The adult individual presented leucism, a rare phenomenon occurs in nature or at very low frequencies.

Key Words: Leucism; Coloration; *Dendrobates*; Colombia.

Dendrobates truncatus (Cope, 1861), is a species of poisonous frog belongs to the family Dendrobatidae. It is endemic to Colombia where it is known in the Caribbean region and inter-Andean valleys of Cauca and Magdalena rivers, at elevations between 10 to 1100 m a.s.l. This species inhabits mainly in the rainforest but may also be found in fragments of dry forest (Zambrano, 2000). Its normal color pattern consists of a black background with yellow dorsal stripes, white or cream dorso-ventral stripes and/or spots, and white spots on the abdominal area (De la Ossa *et al.*, 2012).

Atypical coloration (partial or total albinism, leucism, xanthism, piebaldism) appear rarely in nature, but it has been shown in different group of animals (Glass, 1954; Braun and Boyd, 1979; Bechtel *et al.*, 1995). The leucism refers to partial pigmentation of skin but maintain normal coloration of eyes (Klug and Wareham, 2005; Acevedo and Aguayo, 2008; Guevara *et al.*, 2011), while albinism is a hereditary disorder that occurs due to a recessive gene (*alb*) in the homozygous condition, leading to a total absence of melanin due to alteration of development chromatophores in the skin of animals (Browder, 2005; Jablonski *et al.*, 2014; Martinuzzi *et al.*, 2016).

In amphibians, leucism has been documented in salamanders (Thiesmeier and Hornberg, 1988; Budó, 1998; Benavides *et al.*, 2000; Rivera *et al.*, 2001; Mitchell and Church 2002; Pedrejas *et al.*, 2006; Galán, 2010) and tadpoles and adult anurans (Sazima, 1974; Barg and Canepuccia 2003; Brannon,

2006; Wojnowski *et al.*, 2010). In general, the total albinism, in anurans, has been correlated with scoliosis in tadpoles, increasing the time spent on the metamorphosis and development, and the hazard of predation (Barg and Canepuccia, 2003). Therefore, albino individuals generally have low survival rates and this phenotype is quickly removed from the population (Childs, 1953).

This present report provides the first record of leucism in an individual of *Dendrobates truncatus* in colombian Magdalena valley.

An adult male of *D. truncatus* (SVL 22,5 mm, unknown sex, Fig. 1) with abnormal coloration was found during a faunal inventory in October of 2012, around the thermoelectric plant Termocentro (ISAGEN), in Puerto Olaya, Cimitarra Municipality, Santander Department, Colombia (6,4444 N; -74,3796 W - 120 m a.s.l). Vegetation cover around the site had different successional stages as tall grass, stubble and secondary forest. The nearest areas are mainly domain by human activities (crops and livestock). The specimen was collected and deposited to the Museo Herpetológico de la Universidad de Antioquia (MHUA-8566).

The leucistic frog was found at 10:00 h on the leaf leather, active, near to other frogs of the same species with normal coloration. The specimen presented a pattern with absence of melanic coloration in the body but with dark pigmentation in the iris and pupil. The dorsal and lateral lines and abdomen marks had a yellow color, indicating the presence of



Figure 1. Leucistic (top) and normal color (below) pattern of *Dendrobates truncatus* at the capture site.

xanthophores and iridophores (Betchtel, 1995) (Fig. 1). No additional morphological abnormalities were observed in this specimen.

Although the only leucistic *D. truncatus* reported on Colombian Magdalena valley surveys, the frog skin anomaly may generate limitations, since for these aposematic frogs, color has been associated to mating and survival, including functions as thermoregulation, vital organs protection, camouflage and aid in vision (Kresack, 2007).

Acknowledgements

To L. Hinestroza (ISAGEN) for her technical audit during monitoring. To our field guides Jaime, Miriam, and Juan for their valuable assistance. To J. P. Hurtado, H. Ramirez, C. Molina, J. M. Daza, and two anonymous reviewers for their valuable comments

on earliest version of the manuscript.

Literature cited

- Acevedo, J. & Aguayo, M. 2008. Leucistic south American sea lion in Chile, with a review of anomalously color in otterids. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 43: 413-417.
- Barg, M. & Canepuccia, A.D. 2003. Albinismo en una larva de *Bufo arenarum*. *Boletín Asociación Herpetológica Española* 14: 29-30.
- Bechtel, H.B. 1995. Reptile and Amphibian variants: Colors, patterns and scales. Krieger Publishing Co., Malabar FL.
- Benavides, J.; Viedma, A.; Clivilles, J.; Ortiz, A & Gutiérrez, J.M. 2000. Dos casos de albinismo en *Alytes dickhilleni* y *Salamandra salamandra* en la sierra de Castril (Granada). *Boletín Asociación Herpetológica Española* 11: 83.
- Betchel, H.B.; Nelson, J.W & Betchel, E. 1980. Histochemical demonstration of two types of albinism in San Diego Gopher snakes (*Pituophis melanoleucus annectes*) by use of dopa reaction. *Copeia* 1980: 932-935.
- Brannon, M.P. 2006. *Bufo a. americanus* (Eastern American toad). Leucism. *Herpetology Review* 37: 333-334.
- Braun, C.E. & Boyd, R.L. 1979. Albinism in mourning doves. *The Southwestern Naturalist* 24: 198-200.
- Browder, L.W. 2005. Genetic and embryological studies of albinism in *Rana pipiens*. *Journal of Experimental Zoology* 180: 149-155.
- Budó, J. 1998. Un ejemplar albino parcial de *Triturus marmoratus* en el Pirineo Oriental (Serra de l'Albera). *Boletín de la Asociación Herpetológica Española* 9: 38-39.
- Childs Jr., H.E 1953. Selection by predation on albino and normal spadefoot toads. *Evolution* 7: 228-233.
- De la Ossa, J.; Contreras-Gutiérrez, J. & Campillo-Castro, J. 2012. Comportamientos conspicuos de *Dendrobates truncatus* (Cope, 1861) en cautiverio. *Munibe. Natur Zientziak* 60: 101-111.
- Galan, P. 2010. Mutación leucística en *Lissotriton boscai* de Galicia. *Boletín de la Asociación Herpetológica Española* 21: 58-61.
- Glass, B.P. 1954. Aberrant coloration in *Tadarida mexicana*. *American Midland Naturalist* 52: 400-402.
- Guevara, L.; Ramírez-Chávez, H.E. & Cervantes, F.A. 2011. Leucismo en la musaraña de orejas cortas *Cryptotis mexicana* (Mammalia: Soricomorpha), endémica de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82: 731-733.
- Jablonski, D.; Alena, A., Vlček, P. & Jandzik, D. 2014. Axanthism in amphibians: A review and the first record in the widespread toad of the *Bufo viridis* complex (Anura: Bufonidae). *Belgium Journal of Zoology* 144: 93-101.
- Kresack, L. 2008. Albinism and leucism among European viperinae: a review. *Russian Journal of Herpetology* 15: 97-102.
- Martinuzzi, C.; Peltzer, P.M.; Attademo, A.M.; Junges, C.M & Lajmanovich, R.C. 2016. Albinism in larvae of the Chacoan frog *Leptodactylus chaquensis* (Anura: Leptodactylidae) from an urban lake from Argentina. *Cuadernos de Herpetología* 30: 69-73.
- Mitchell, J.C. & Church, D.R. 2002. Leucistic Marbled salamanders (*Ambystoma opacum*) in Virginia. *Banisteria* 20: 67-69.

- Pedrejas, L.; Caecero, F.; Rodríguez, M. & Villodre, A. 2006. Coloración atípica en un macho de *Lissotriton boscai* (Lataste, 1879). *Boletín de la Asociación Herpetológica Española* 17: 34-35.
- Rivera, X.; Martí, F. & Arribas, O. 2001. Anomalías pigmentarias en anfibios y reptiles. *Quercus* 180: 18-22.
- Sazima, I. 1974. An albino hylid frog, *Phrynohyas medophea* (Hensel). *Journal of Herpetology* 8: 264-265.
- Thiesmeier, B. & Hornberg, C. 1988. Eine Leukistische larve von *Euproctus asper* (Deges, 1852) (Caudata: Salamandridae). *Salamandra* 24: 187-188.
- Wareham, D.C. 2005. Elsevier's dictionary of herpetological and related terminology. Bournemouth, England.
- Wojnowski, D. Malonza, P.K. & Ng'Asike, J.T. 2010. *Tomopterna cryptotis* (Cryptotic sand frog). Albinism. *Herpetological Review* 41: 482.
- Zambrano, G. 2000. Determinación de la dieta de dos poblaciones de *Dendrobates truncatus*, Anura: Dendrobatidae, y su relación con los niveles de toxicidad. Tesis de grado. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Bogotá.

© 2017 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/>

Predation on Southern Turnip-tailed geckos (*Thecadactylus solimoensis*) by a Spectacled Owl (*Pulsatrix perspicillata*)

Juan D. Daza¹, Lee Bension Price², Christopher M. Schalk¹, Aaron M. Bauer³, A. Randall Borman⁴, Julian Kerbis Peterhans^{2,5}

¹ Department of Biological Sciences, Sam Houston State University, Huntsville, Texas 77341, United States of America.

² Science and Education, The Field Museum of Natural History, Chicago, Illinois, 60605, United States of America.

³ Department of Biology, Villanova University, Villanova, Pennsylvania 19085, United States of America.

⁴ Fundación para la Supervivencia del Pueblo Cofán, Mariano Cardenal N74-153 y Joaquín Mancheno Carcelen Alto, Quito, Ecuador

⁵ College of Professional Studies, Roosevelt University, Chicago, Illinois, 60605, United States of America.

Recibida: 30 Noviembre 2016

Revisada: 21 Febrero 2017

Aceptada: 21 Febrero 2017

Editor Asociado: M. Cabrera

ABSTRACT

We report on the predation of *Thecadactylus solimoensis* (Squamata, Phyllodactylidae) by an owl, *Pulsatrix perspicillata* (Aves, Strigiformes). Examination of pellets collected from a *P. perspicillata* roost contained a partial left maxilla of a gecko. The maxilla contained the following traits, which confirmed the identification of *T. solimoensis*: the large size of the maxilla, at least 27 tooth loci, a thickened medial side of the maxillary palatal shelf, a horizontal shelf at the base of the facial process, and blade like posterior process that does not taper abruptly. This is the first report of a gecko in the genus *Thecadactylus* being preyed upon by an owl.

Key Words: Diet; osteology; CT scans; Phyllodactylidae; Strigiformes.

Geckos of the genus *Thecadactylus* are widely distributed across the New World, and range from the Yucatán Peninsula in Mexico to northern Bolivia as well as across the Lesser Antilles (Russell and Bauer, 2002). Known predators of *Thecadactylus* geckos include a number of snake species (*Leptophis ahaetulla* [Hero and Magnusson, 1987], *Siphlophis cervinus* [da Cunha and Nascimento, 1994; dos Santos-Costa *et al.*, 2015], *Leptophis mexicanus* [Campbell, 1998], *Erythrolamprus cobella* [Mole and Urich, 1894; Boos, 2001], *Corallus caninus* [Henderson, 1993], and *Bothriechis schlegelii* [Lindey and Sorrell, 2004]), Double-toothed Kites (*Harpagus bidentatus* [Haverschmidt, 1962]), bats (Goodwin and Greenhall, 1961; Tuttle, 1967; Greene 1988; Ferrer *et al.*, 1998), and centipedes (Olson, 1993).

Birds are important predators of reptiles as their metabolic demands may impose strong selection on the evolution of defensive strategies (Greene, 1988; Pianka and Vitt, 2003). Owls are important consumers of small vertebrates and their regurgitated pellets contain the undigestible bones and hair of vertebrate prey, which facilitates the accumula-

tion and fossilization of small vertebrate remains (Dodson and Wexlar, 1979). The analysis of these remains provides direct evidence about their trophic ecology and predator-prey interactions (Yom-Tov and Wool, 1997).

Here we report a partial left maxilla (Fig. 1) found in an owl pellet, recovered from Cuyabeno Wildlife Reserve, Ecuador (0° 23' 43.00" S; 75° 54' 47.05" W) along the margin of the Zabalo River. The pellet was regurgitated by a Spectacled Owl (*Pulsatrix perspicillata*). The maxilla belongs to a gecko according to diagnostic features of this group such as a single posterior process, and conical teeth with rounded crowns (Evans, 2008; Daza *et al.*, 2015). There are four species of geckos in the Cuyabeno Wildlife Reserve area: O'Shaughnessy's Gecko (*Gonatodes concinnatus*; Sphaerodactylidae), Trinidad Gecko (*Gonatodes humeralis*; Sphaerodactylidae), Amazon Pigmy Gecko (*Pseudogonatodes guianensis*; Sphaerodactylidae), and Southern Turnip-Tailed Gecko (*Thecadactylus solimoensis*; Phyllodactylidae) (Miyata, 1982; Vitt and de la Torre, 1996). Based on the length of the maxilla, the length of the skull of

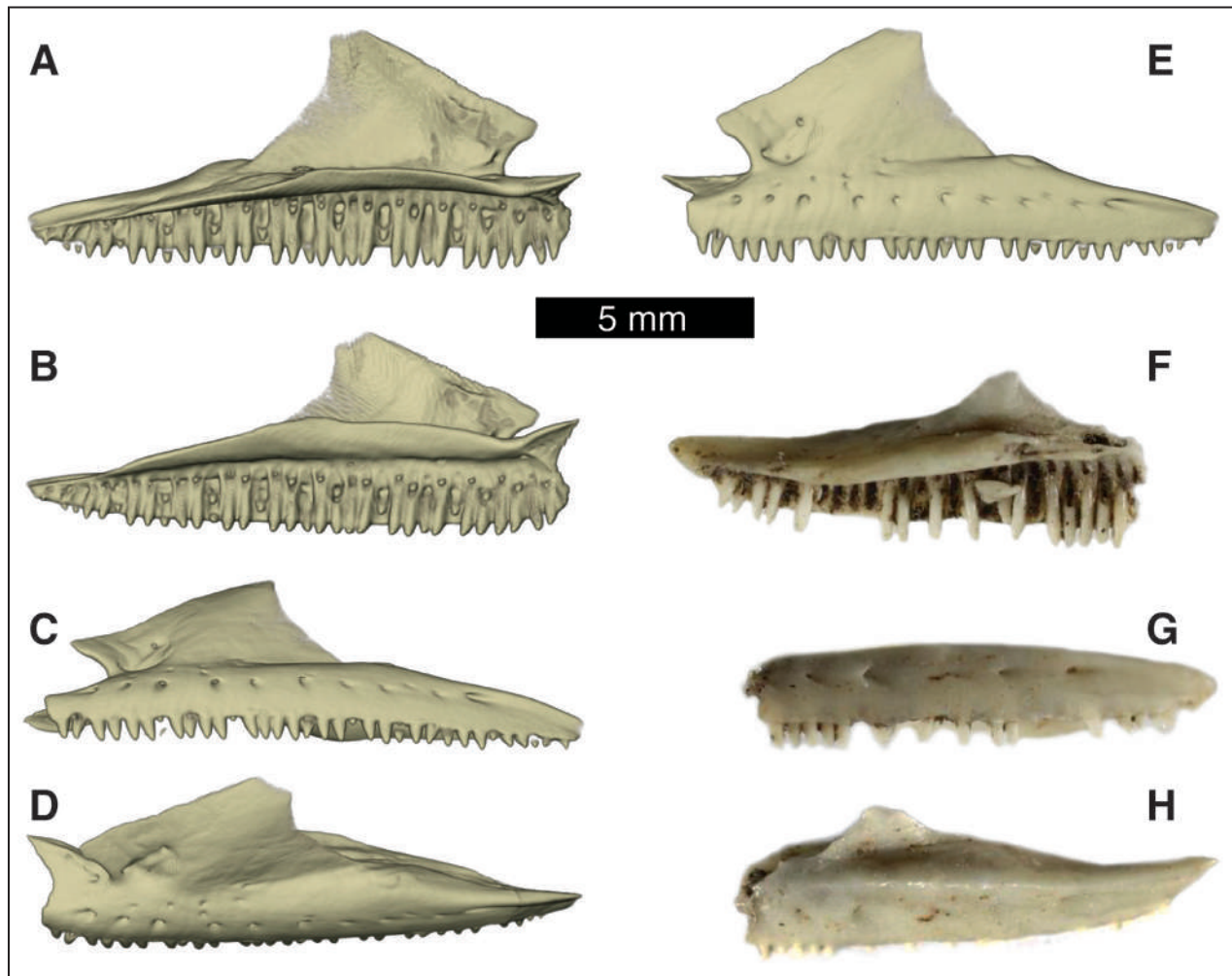


Figure 1. Right maxilla of *Thecadactylus solimoensis*. (A–E) High Resolution Computer Tomography of specimen CAS 95146 (housed at the California Academy of Sciences) from Colonia Calleria in the city of Pucallpa, region Ucayali, Peru. (F–H) material recovered from the owl pellets (material housed at The Field Museum, uncatalogued).

the animal consumed by the owl is estimated to be about 20 mm long. Size alone serves to eliminate the three species of sphaerodactylids, which have miniaturized skulls which do not exceed 15 mm in length (Rieppel, 1984; Daza *et al.*, 2008). Additional features support the identification as *T. solimoensis*, including tooth count (at least 27 tooth loci preserved and possibly more than 30 loci in total), a thickened medial side of the maxillary palatal shelf (where the bone contacts the ectopterygoid), a horizontal shelf at the base of the facial process, and a blade like posterior process that does not taper abruptly. This combination of traits are found on the lateral side of the bone in phyllodactylid geckos (Daza and Bauer, unpublished data).

This report is the first to document an owl as a predator of geckos in the genus *Thecadactylus*. Because of their nocturnal habits, *Thecadactylus*

geckos are vulnerable to predation by owls and other nocturnal predators. In this region, both species of *Gonatodes* and *P. guianensis* are diurnal (Vitt and de la Torre, 1996; Gamble *et al.*, 2015), and are not likely to be prey of *P. perspicillata*.

Acknowledgements

We thank Alan Resetar, Rachel Grill, Gregory E. Schneider, and Jens Vindum for access to comparative material. We also thank Jessica Maisano from the University of Texas at Austin for assistance obtaining the computer tomography data.

Literature cited

- Boos, H.E.A. 2001. The Snakes of Trinidad and Tobago. Texas A&M University Press, College Station, TX.
 Campbell, J.A. 1998. Amphibians and Reptiles of Northern Guatemala, the Yucatán, and Belize. University of Oklahoma Press, Norman, OK.

- da Cunha, O.R. & Nascimento, F.P. 1994. Ofidios da Amazônia. As cobras da região leste do Pará. *Publicação Avulsu do Museu Paraense Emílio Goeldi* 31: 1-218.
- Daza, J.D., Abdala, V., Thomas, R. & Bauer, A.M. 2008. Skull anatomy of the miniaturized gecko *Sphaerodactylus roosevelti* (Squamata: Gekkota). *Journal of Morphology* 269: 1340-1364.
- Daza, J.D., Bauer, A.M., Sand, C., Lilley, I., Wake, T.A. & Valentin, F. 2015. Reptile remains from Tiga (Tokanod), Loyalty Islands, New Caledonia. *Pacific Science* 69: 531-557.
- Dodson, P. & Wexlar, D. 1979. Taphonomic investigations of owl pellets. *Paleobiology* 5: 275-284.
- dos Santos-Costa, M.C., Maschio, G.F. & da Costa Prudente, A.L. 2015. Natural history of snakes from Floresta Nacional de Caxiuanã, eastern Amazonia, Brazil. *Herpetology Notes* 8: 69-98.
- Evans, S.E. 2008. The skull of lizards and tuatara, pp. 1-347. *In: Gans, C., Gaunt, A.S. and Adler, K. (eds.), Biology of the Reptilia. Volume 20: Morphology H: The skull of Lepidosauria. Society for the Study of Amphibians and Reptiles, Ithaca, NY.*
- Ferrer P. A., Lew, D. & Lasso A. 1998. Nota sobre depredación por *Trachops cirrhosus* Spix, 1823 (Chiroptera, Phyllostomidae) en Venezuela. *Memoria* 58: 145-148.
- Gamble, T., Greenbaum, E., Jackman, T.R. & Bauer, A.M. 2015. Into the light: diurnality has evolved multiple times in geckos. *Biological Journal of the Linnean Society* 115: 896-910.
- Goodwin, G.G. & Greenhall, A.M. 1961. A review of the bats of Trinidad and Tobago: Descriptions, rabies infection and ecology. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 122: 191-301.
- Greene, H.W. 1988. Antipredator mechanisms in reptiles, pp. 1-152. *In: Gans, C. and Huey, R.B. (eds.), Biology of the Reptilia. Volume 16. Alan R. Liss, New York, NY.*
- Haverschmidt, F. 1962. Notes on the feeding habits and food of some hawks of Surinam. *The Condor* 64: 154-158.
- Henderson, R.W. 1993. On the diets of some arboreal boids. *Herpetological Natural History* 1: 91-96.
- Hero, J.M. & Magnusson, W. 1987. *Leptophis ahaetulla*. Food. *Herpetological Review* 18: 16.
- Lindey, S.D. & Sorrell, G.G. 2004. *Bothriechis schlegelii* (Eyelash Viper). Prey/predator weight ratio and diet. *Herpetological Review* 35: 272-273.
- Miyata, K. 1982. A check list of the amphibians and reptiles of Ecuador with a bibliography of Ecuadorian herpetology. *Smithsonian Herpetological Information Service* 54: 1|70.
- Mole, R.R. & Urich, F.W. 1894. Biological notes upon some of the Ophidia of Trinidad, B.W.I., with a preliminary list of the species recorded from the island. *Proceedings of the Zoological Society of London* 1894: 499-518.
- Olson, R.E. 1993. Brief notes on two Amazonian lizards. *Bulletin of the Chicago Herpetological Society* 28: 119.
- Pianka, E.R. & Vitt, L.J. 2003. Lizards: Windows to the Evolution of Diversity. University of California Press, Berkeley, CA.
- Rieppel, O. 1984. Miniaturization of the lizard skull: its functional and evolutionary implications, pp. 503|520. *In: Ferguson, M.J.W. (ed.), The Structure, Development and Evolution of Reptiles. The Zoological Society of London, Academic Press, London, UK.*
- Russell, A.P., & Bauer, A.M. 2002. *Thecadactylus T. rapicauda*. *Catalogue of American Amphibians and Reptiles* 753: 1-16.
- Tuttle, M.D. 1967. Predation by *Chiropterus auritus* on geckos. *Journal of Mammalogy* 48: 319.
- Vitt, L.J. & de la Torre, S. 1996. Guía para la Investigación de las Lagartijas de Cuyabeno. Museo de Zoología (QCAZ), Centro de Biodiversidad y Ambiente, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Monografía 1.
- Yom-Tov, Y. & Wool, D. 1997. Do the contents of barn owl pellets accurately represent the proportion of prey species in the field? *The Condor* 99: 972-976.

Dos nuevos registros de vertebrados en la dieta de *Corallus hortulanus* (Squamata: Boidae) en el noroeste de la Amazonía

Mario H. Yáñez-Muñoz¹, Glenda M. Pozo-Zamora¹, Francisco Sornoza-Molina², Jorge Brito M.^{1,3}

¹ Instituto Nacional de Biodiversidad, calle Rumipamba 341 y Av. de los Shyris, Casilla 17-07-8976, Quito, Ecuador.

² Fundación de Conservación Jocotoco, calle Lizardo García E9-104 y Andrés Xaura, edif. Chediak, 4to piso, Casilla Postal 17-16-337, Quito, Ecuador.

³ Instituto de Ciencias Biológicas, Escuela Politécnica Nacional, PO Box 17-01-2759, Quito, Ecuador.

Recibida: 19 Octubre 2016

Revisada: 26 Octubre 2016

Aceptada: 22 Marzo 2017

Editor Asociado: A. Giraudo

ABSTRACT

Two new records of vertebrates in diet of *Corallus hortulanus* (Squamata: Boidae) in the northwest Amazon. Previous reports from the Brazilian Amazon demonstrated that the diet of *Corallus hortulanus* consist on small vertebrates. We add two new records to diet of *Corallus hortulanus*: a bird, *Atticora fasciata* and, a rodent *Hylaeamys perenensis*, from two localities in the Yasuni National Park in Ecuador, western Amazon. Our reports are based on field observations and the review of museum collections. We suggest that this snake present a day-night activity.

Key Words: Boidae; Diet; Ecuador; *Atticora*; *Hylaeamys*.

Los ofidios del género *Corallus* Daudin, 1803 son serpientes de hábitos arbóreos, moderadamente esbeltas, comprimidas lateralmente y con órganos sensoriales en las fosetas labiales; habitan los bosques tropicales desde el sureste de Guatemala y norte de Centroamérica hasta el sureste brasileño y sur de Sudamérica (Peters y Orejas-Miranda, 1970; Pérez-Santos y Moreno, 1991; Duellman, 2005; Uetz y Hallermann, 2012). El género está representado por nueve especies, tres de ellas presentes en Ecuador, una en la región Cisandina (*C. blombergi*) y dos en la región Transandina (*C. batesii* y *C. hortulanus*) (Henderson, 1997; Rodríguez-Guerra y Carvajal-Campos, 2013).

Corallus hortulanus Linnaeus, 1758, es la especie del género más ampliamente distribuida en Sudamérica, habita desde las Guyanas y en la cuenca de la Amazonía (Kok *et al.*, 2006; Henderson y Pauer, 2012; Rodríguez-Guerra y Carvajal-Campos, 2013). Los hábitos alimenticios de la especie han sido ampliamente documentados (Beebe, 1946; Martins y Oliveira, 1999; Kok *et al.*, 2006; Barnett *et al.*, 2007; Esbérard y Vrcibradic, 2007; Pizzatto *et al.*, 2009; Da Costa Silva y Henderson, 2010; Da Costa Silva *et al.*, 2012; Da Costa Silva y Henderson,

2013; Henderson y Pauers, 2012; Ribeiro-Júnior *et al.*, 2016; Castellari *et al.*, 2016) reportando un total de 39 taxa de vertebrados, entre ellos endotermos que incluyen primates, aves, roedores, marsupiales, murciélagos y ectotermos como ranas y lagartijas. Estas publicaciones se basan en información recolectada principalmente en poblaciones distribuidas en la Amazonía brasileña (con excepción de Esbérard y Vrcibradic (2007) y Castellari *et al.*, (2016) con ejemplares de la Selva Atlántica brasileña), en contraste no existen registros disponibles sobre la dieta de las poblaciones de *Corallus hortulanus* en la Amazonía noroccidental; es así que recientes observaciones directas y examinación de especímenes depositados en la División de Herpetología del Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales (DHMECN) del Instituto Nacional de Biodiversidad (INABIO), permiten adicionar los primeros registros de la cuenca alta del Amazonas, de dos pequeños vertebrados en la dieta de esta especie.

El 3 agosto de 2016, Francisco Sornoza observó y fotografió un individuo joven de *Corallus hortulanus* ingiriendo una golondrina fajiblanca, *Atticora fasciata* Gmelin (Hirundinidae: Passeriformes) (Fig. 1). El registro fue realizado a 2 km de



Figura 1. Individuo joven de *Corallus hortulanus* depredando un ejemplar de *Atticora fasciata*. Primera fase de ingesta (a) y movimientos de contracción (b y c).

la Estación Científica de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador ($0^{\circ}40'26.12''S-76^{\circ}23'46.37''O$), aguas abajo del río Tiputini, Parque Nacional Yasuní. El avistamiento fue realizado entre las 10:01 y 10:21 am, al borde de vegetación riparia en el río Tiputini, después de un incremento considerable de aproximadamente 10 metros en el cauce del río. El individuo fue observado en una rama con el 90% de su cuerpo elongado, engullendo a un espécimen de *Atticora fasciata* por la cabeza y avanzando hasta un 75% del total del cuerpo. En el transcurso de la observación, el predador realizó contracciones en su cuerpo para facilitar la ingesta de su presa, estos movimientos contrajeron su cuerpo hasta un 50% de su longitud (Fig. 1).

A pesar de no contar con medidas de la presa y predador *in situ*, examinamos material museológico

para estimar el tamaño del individuo observado y de la presa ingerida. Revisamos y medimos un total de ocho individuos de *Corallus hortulanus* de la DHMECN (Tabla 1), cuatro adultos (3 hembras y un macho) y cuatro jóvenes (hembras). Durante la revisión fue evidente constatar el marcado patrón de coloración que exhiben los individuos jóvenes de *C. hortulanus* en contraste con los adultos, presentando una distintiva marca media dorsal a lo largo del cuerpo, de coloración naranja en vida y crema en preservado (Fig. 2). Esta información nos permite confirmar que la edad relativa del individuo observado correspondía a un joven cuyo tamaño aproximado estaría entre los rangos 624 a 921 mm (promedio = 780.8 mm, $n = 4$) de longitud total. De acuerdo a Ridgely y Greenfield (2001) y Turner (2016), además de especímenes de la colección or-

Tabla 1. Medidas de especímenes de museo (DHMECN) de *Corallus hortulanus*. Longitud cabeza cloaca (LCC, desde el extremo anterior del hocico hasta el borde posterior de la placa anal), cola (C, desde el borde posterior de la placa anal hasta la punta de la cola), ancho de cabeza (AC, medido a nivel de las mandíbulas posteriores), hembras (H), machos (M), adultos (Ad), jóvenes (J).

Número DHMECN	Provincia, Localidad	Sexo	Edad	LCC (mm)	C (mm)	AC (mm)
0014	Orellana, Parque Nacional Yasuní. Añango (0°52'29.99"S - 76°46'00.00"O)	H	Ad	1165	267	36
8323	Sucumbios, Reserva Ecológica Cofán Bermejo (0°10'90.12"S - 77°14'37.00"O)	M	Ad	1340	310	44
7836	Sin datos	H	Ad	1550	396	54
0015	Sucumbios, Cuyabeno (0°08'19.89"S - 75°54'46.10"O)	H	Ad	1440	334	40
12939	Orellana, Comunidad Shuar Nunkui y Kunkut (0°46'19.93"S - 76°43'12.99"O)	H	J	744	177	24
0072	Sucumbios, Cuyabeno (0°08'19.89"S - 75°54'46.10"O)	H	J	711	180	22
9215	Sucumbios, Lago Agrio. Sector Tarsipao II (0°10'05.38"S - 76°46'00.30"O)	H	J	559	128	18
0016	Sucumbios, Cuyabeno (0°08'19.89"S - 75°54'46.10"O)	H	J	505	119	20

nitológica del INABIO, nosotros estimamos que el tamaño de la presa estaría comprendido entre 130 a 150 mm y un peso de 12 a 16 g.

El segundo vertebrado reportado en este manuscrito corresponde al contenido estomacal encontrado en el espécimen DHMECN 0014, proveniente del sector Añango (0°52'29.99"S-76° 4'60.00"O), Parque Nacional Yasuní, el cual contenía un individuo joven de la rata de tierras bajas, *Hylaeamys perenensis* Allen (Rodentia: Cricetidae). La presa

fue removida de una hembra adulta (Fig. 3); el peso del espécimen con la presa fue de 233.9 g y sin ésta 221.3 g. El individuo de *Hylaeamys perenensis* tiene una longitud total de 195 mm, cola 115 mm y peso 12.6 g. La presa fue extraída del segundo tercio del tracto digestivo, engullida desde la cabeza y con un grado parcial de digestión.

Nuestros registros concuerdan con las observaciones realizadas por Henderson y Pauers (2012) donde sugieren que individuos de *Corallus*

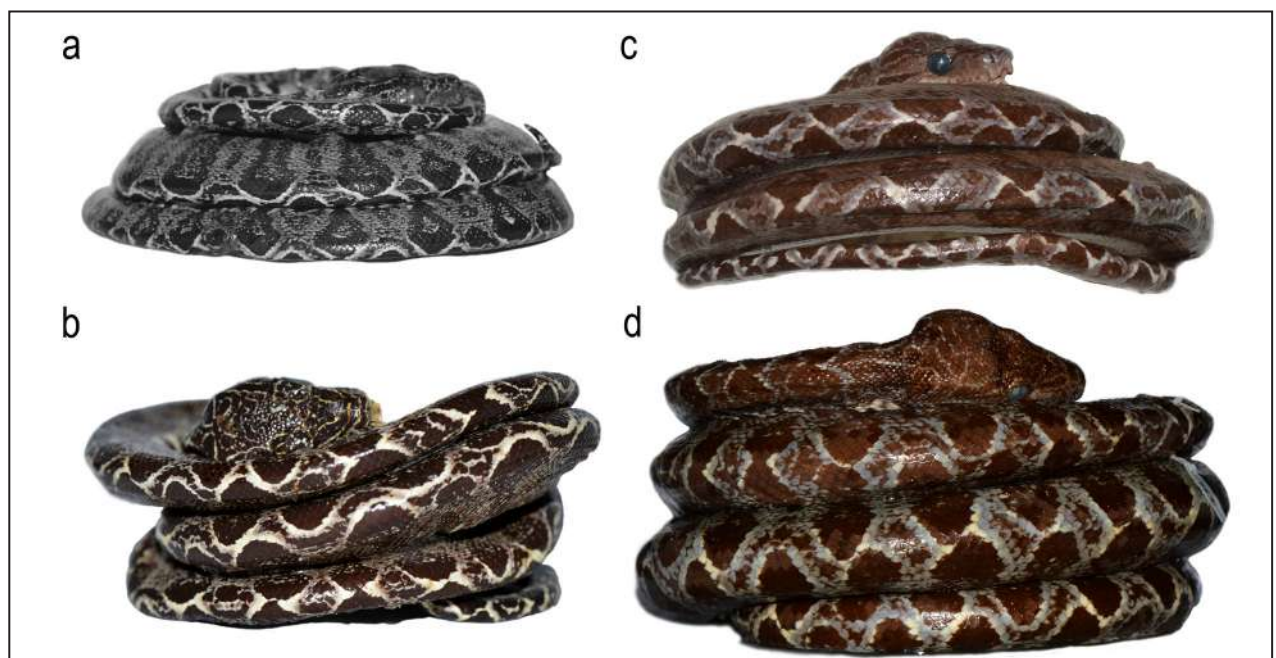


Figura 2. Patrón de variación en coloración de jóvenes y adultos de *Corallus hortulanus*: Hembras juveniles DHMECN 9215 (a) y DHMECN 0016 (b). Macho adulto DHMECN 8323 (c). Hembra adulta DHMECN 7836 (d).

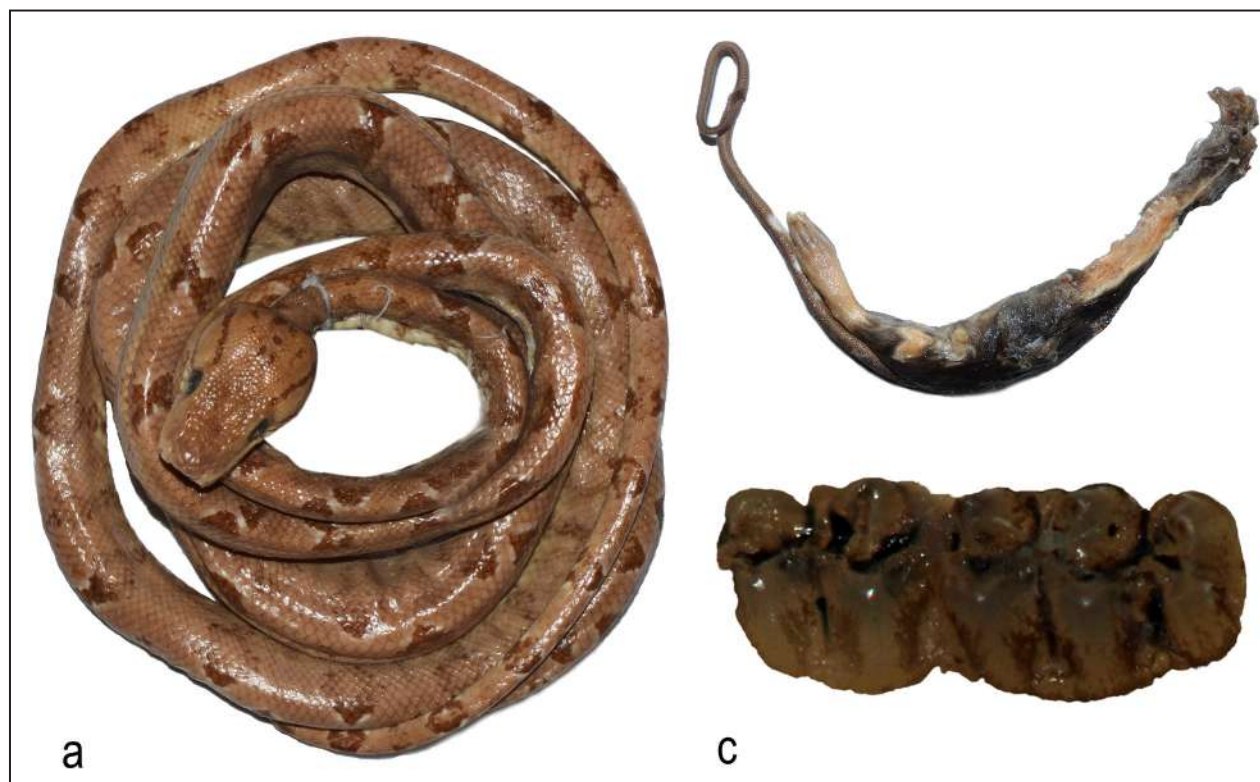


Figura 3. Especimen DHMECN 0014, hembra adulta con contenido estomacal (a); Presa *Hylaeamys perenensis* (b); Estructuras dentales de *Hylaeamys perenensis* (c).

hortulanus con menor longitud corporal tienden a depredar aves, mientras que a medida que aumenta su tamaño su dieta se diversifica a mamíferos; sin embargo, información reciente ha reportado la depredación de aves medianas en individuos adultos (Castellari *et al.*, 2016).

Varios autores sustentan que el comportamiento depredatorio de *Corallus hortulanus* es de preferencia nocturna (Dixon y Soini, 1986; Duellman 1978; Martins y Oliveira, 1999; Da Costa Silva y Henderson, 2010; Santos-Costa *et al.*, 2015), nosotros consideramos que presenta actividad diurna-nocturna debido a nuestra observación de depredación a *Atticora fasciata* en el día, además que el porcentaje de especies-presa de hábitos nocturnos (54.3%) y diurnos (45.7%) no difiere abruptamente entre ellos de acuerdo a la información disponible.

Si consideramos que *C. hortulanus* es un forrajeador activo y de emboscada con una amplia variedad de vertebrados en su dieta (Pizzatto *et al.*, 2009) (Tabla 2), es lógico que su patrón de actividad de depredación tenga que extenderse por lo menos a dos periodos de actividad a lo largo del día en microhábitas arbóreos, terrestres y riparios. No obstante, no descartamos que pueda existir una relación entre la edad relativa del predador y su actividad de fo-

rrajeo, como también que la depredación de algunas presas diurnas podría darse en la noche, mientras éstas duermen.

Es necesario ampliar la revisión de colecciones de museo, así como la incorporación de observaciones de campo, con la finalidad de obtener mayor información sobre la variabilidad en la dieta de *Corallus hortulanus* y otras especies de ofidios en la Amazonía noroccidental y compararlas con los datos disponibles de las poblaciones de la cuenca baja del Amazonas.

Agradecimientos

A J.C. Sánchez, M. Sánchez y un revisor anónimo por los comentarios y sugerencias al manuscrito. Al personal del INABIO por el acceso a las colecciones custodiadas en la institución.

Literatura citada

- Beebe, W. 1946. Field notes on the snakes of Kartabo, British Guiana, and Caripito, Venezuela. *Zoologica* 31: 11-52.
- Barnett, A.; Schiel, V. & Deveny, A. 2007. *Corallus hortulanus* (Amazon tree boa): bat predation in Jaú National Park. *Herpetological Bulletin* 100: 35-38.
- Castellari, R.; Silva-Soares, T.; Crozariol, M.A.; Kaladisky, N. & Rocha, G.R. 2016. *Corallus hortulanus* (Linnaeus, 1758) (Squamata: Serpentes: Boidae) diet: predation events on

Tabla 2. Compilación de las especies presas registradas en la dieta de *Corallus hortulanus*.

Item presa	Área	Referencias
ANFIBIA		
Hylidae		
No determinado	Brasil	Pizzatto <i>et al.</i> , 2009
Microhylidae		
<i>Elachistocleis</i> sp.	Guyanas y noreste de Venezuela	Beebe, 1946
REPTILIA		
Iguanidae		
<i>Basiliscus</i> sp.	Amazonía Central, Brasil	Martins y Oliveira, 1999
<i>Iguana iguana</i>	Cerrado, Brasil	Da Costa Silva <i>et al.</i> , 2012
<i>Tropidurus</i> sp.	Brasil	Pizzatto <i>et al.</i> , 2009
Teiidae		
<i>Ameiva ameiva</i>	Brasil	Pizzatto <i>et al.</i> , 2009
AVES		
Alcedinidae		
<i>Megaceryle torquata</i>	Guyanas, Amazonía y Selva Atlántica Brasil	Henderson y Pauers, 2012
<i>Chloroceryle inda</i>	Amazonía Central, Brasil	Martins y Oliveira, 1999
Caprimulgidae		
<i>Chordeiles rupestris</i>	Guyanas, Amazonía y Selva Atlántica Brasil	Henderson y Pauers, 2012
No determinado	Amazonía Central, Brasil	Martins y Oliveira, 1999
Cuculidae		
<i>Crotophaga major</i>	Cerrado Chaqueño, Brasil	Da Costa Silva y Henderson, 2010
Galbulidae		
<i>Galbula dea</i>	Guyanas	Kok <i>et al.</i> , 2006
Hirundinidae		
<i>Atticora fasciata</i>	Amazonía Noroccidental, Ecuador	Este estudio
Icteridae		
<i>Cacicus haemorrhous</i>	Brasil	Pizzatto <i>et al.</i> , 2009
Passeriformes		
No determinado	Brasil	Pizzatto <i>et al.</i> , 2009
Pipridae		
<i>Manacus manacus</i>	Guyanas, Amazonía y Selva Atlántica Brasil	Henderson y Pauers, 2012
Psittacidae		
No determinado	Amazonía Central, Brasil	Martins y Oliveira, 1999
Rallidae		
<i>Porphyrio martinica</i>	Cerrado, Brasil	Da Costa Silva y Henderson, 2013
Thraupidae		
<i>Thraupis sayaca</i>	Brasil	Pizzatto <i>et al.</i> , 2009
<i>Thraupis ornata</i>	Selva atlántica, Brasil	Castellari <i>et al.</i> , 2016
Turdidae		
<i>Turdus leucomelas</i>	Selva atlántica, Brasil	Castellari <i>et al.</i> , 2016
Tyrannidae		
<i>Elaenia</i> sp.	Amazonía Central, Brasil	Martins y Oliveira, 1999
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Cerrado Chaqueño, Brasil	Da Costa Silva <i>et al.</i> , 2012
MAMMALIA		

M. Yáñez-Muñoz *et al.* — Dieta de *Corallus hortulanus*

Cebidae		
<i>Saimiri sciureus</i>	Amazonía Central, Brasil	Ribeiro-Júnior <i>et al.</i> , 2016
Cricetidae		
<i>Hylaeamys perenensis</i>	Amazonía Noroccidental, Ecuador	Este estudio
<i>Nectomys squamipes</i>	Brasil	Pizzatto <i>et al.</i> , 2009
<i>Oligoryzomys nigripes</i>	Brasil	Pizzatto <i>et al.</i> , 2009
<i>Rhipidomys mastacalis</i>	Brasil	Pizzatto <i>et al.</i> , 2009
Didelphidae		
<i>Gracilinanus microtarsus</i>	Brasil	Pizzatto <i>et al.</i> , 2009
<i>Marmosa murina</i>	Brasil	Pizzatto <i>et al.</i> , 2009
<i>Micoureus demerarae</i>	Brasil	Pizzatto <i>et al.</i> , 2009
<i>Philander frenatus</i>	Brasil	Pizzatto <i>et al.</i> , 2009
Echimyidae		
No determinado	Amazonía Central, Brasil	Martins y Oliveira, 1999
Molossidae		
No determinado	Brasil	Pizzatto <i>et al.</i> , 2009
Phyllostomidae		
<i>Artibeus jamaicensis</i>	Guyanas, Amazonía y Selva Atlántica Brasil	Henderson y Pauers, 2012
<i>Artibeus obscurus</i>	Brasil	Pizzatto <i>et al.</i> , 2009
<i>Artibeus</i> sp.	Amazonía Central, Brasil	Barnett <i>et al.</i> , 2007
<i>Carollia perspicillata</i>	Selva atlántica, Brasil	Esbérard y Vrcibradic, 2007
<i>Platyrrhinus lineatus</i>	Selva atlántica, Brasil	Esbérard y Vrcibradic, 2007
Vespertilionidae		
<i>Myotis albescens</i>	Guyanas, Amazonía y Selva Atlántica Brasil	Henderson y Pauers, 2012
<i>Myotis</i> sp.	Amazonía Central, Brasil	Martins y Oliveira, 1999

- two Passeriformes at the Atlantic Rainforest, southeastern Brazil. *Herpetology Notes* 9: 87-89.
- Da Costa Silva, P. & Henderson, R.W. 2010. Observations on habitat, activity, foraging, and diet in the Amazon treeboa, *Corallus hortulanus*, on Batatas Island, Parnaíba Delta, Piauí, Brazil. *IRCF, Reptiles & Amphibians* 17: 218-221.
- Da Costa Silva, P.; Henderson, R.W.; Alvares, A.; Melo, S. & Guzzi, A. 2012. Observations on Foraging and New Prey Records for the Amazon Treeboa (*Corallus hortulanus*, Squamata: Boidae). *IRCF, Reptiles & Amphibians* 19:187-190.
- Da Costa Silva, P. & Henderson, R.W. 2013. Predation on a Purple Gallinule (*Porphyrio martinica*) by an Amazon Treeboa (*Corallus hortulanus*) on Ilha Grande, Piauí, Brazil. *Herpetology Notes* 6: 233-234.
- Dixon, J.R. & Soini, P. 1986. The reptiles of the upper Amazon basin, Iquitos region, Peru, I-VII. Milwaukee Public Museum. Wisconsin.
- Duellman, W.E. 1978. The biology of an equatorial herpetofauna in Amazonian Ecuador. *Miscellaneous Publications of the University of Kansas, Museum of Natural History* 65:1-352.
- Duellman, W.E. 2005. Cusco Amazónico: The lives of amphibians and reptiles in an Amazonian Rainforest. Comstock Publishing Associates, The University of Kansas Lawrence. Kansas.
- Esbérard, C.E.L. & Vrcibradic, D. 2007. Snakes preying on bats: new records from Brazil and a review of recorded cases in the Neotropical Region. *Revista Brasileira de Zoologia* 24: 848-853.
- Henderson, R.W. 1997. A taxonomic review of the *Corallus hortulanus* Complex of Neotropical tree boas. *Caribbean Journal of Science* 33: 198-221.
- Henderson, R.W. & Pauers, M.J. 2012. On the diets of neotropical treeboas (Squamata: Boidae: *Corallus*). *South American Journal of Herpetology* 7:172-180.
- Kok, P.J.R.; Bourne, G.R.; Lafontaine, R.; Lenglet, G.L. & Benjamin, P. 2006. *Corallus hortulanus* (Amazon tree boa) diet. *Herpetological Review* 37: 230-231.
- Martins, M. & Oliveira, M.E. 1999. Natural history of snakes in forests of the Manaus region, Central Amazonia, Brazil. *Herpetological Natural History* 6: 78-150.
- Pérez-Santos, C. & Moreno, A.G. 1991. Serpientes de Ecuador. Museo Regionale di Science Naturali, Monografia XI. Torino.
- Peters, J.A. & Orejas-Miranda, B. 1970. Catalogue of the neotropical Squamata: Part I. Snakes. *United States National Museum Bulletin* 297:1-347
- Pizzatto, L.; Marques, O.A.V. & Facure, K. 2009. Food habits of Brazilian boid snakes: overview and new data, with special reference to *Corallus hortulanus*. *Amphibia-Reptilia* 30: 533-544.
- Ribeiro-Júnior, M.A.; Ferrari, S.F.; Lima, J.R.; da Silva, C.R. &

- Lima, J.D. 2016. Predation of a squirrel monkey (*Saimiri sciureus*) by an Amazon tree boa (*Corallus hortulanus*): even small boids may be a potential threat to small-bodied platyrrhines. *Primates* 57:317-322.
- Ridgely, R. & Greenfield, P. 2001. The birds of Ecuador, Volumen II. Cornell University Press. New York.
- Rodríguez-Guerra, A. & Carvajal-Campos, A. 2013. *Corallus hortulanus*. En: Torres-Carvajal, O., Salazar-Valenzuela, D. & Merino-Viteri, A. (eds.), ReptiliaWebEcuador. Version 2013.0. Disponible en: <http://zoologia.puce.edu.ec/vertebrados/reptiles/FichaEspecie.aspx?Id=470>. Último acceso: 27 septiembre 2016.
- Santos-Costa, M.C.; Maschio, G.F. & Prudente, A.L.C. 2015. Natural history of snakes from Floresta Nacional de Caxiuanã, eastern Amazonia, Brazil. *Herpetology Notes* 8: 69-98.
- Turner, A. 2016. White-banded Swallow (*Atticora fasciata*). En: del Hoyo, J.; Elliott, A.; Sargatal, J.; Christie, D.A. & de Juana, E. (eds.), Handbook of the Birds of the World Alive. Lynx Edicions. Barcelona. Disponible en: <http://www.hbw.com/node/57723>. Último acceso: 26 September 2016.
- Uetz, P. & Hallermann, J. 2012. The JCVI/TIGR Reptile Database. Disponible en: <http://reptile-database.reptarium.cz/species?genus=Corallus&species=hortulanus>. Último acceso: 14 octubre 2016.

© 2017 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/>

Primeros registros de la herpetofauna en dos áreas naturales protegidas de la provincia de Santiago del Estero (Argentina)

Juan Manuel Pérez-Iglesias¹, Laura E. Jofré², Marta P. Rueda³

¹ Centro de Investigaciones del Medio Ambiente (CIMA), Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata. La Plata, Buenos Aires, Argentina.

² Área de Zoología, Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional de San Luis. San Luis, Argentina.

³ Instituto de Silvicultura y Manejo de Bosques. Facultad de Ciencia Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero. Santiago del Estero, Argentina.

Recibida: 21 Abril 2016

Revisada: 29 Abril 2016

Aceptada: 17 Enero 2017

Editor Asociado: M. Vaira

ABSTRACT

First herpetofauna record of two protected areas of Santiago del Estero province (Argentina)

Dry Chaco ecoregion is one of the largest remnants of dry forest in Latin America and has a very diverse herpetofauna. However, further studies are required for a deep knowledge of its composition and structure. Our objective was to perform an inventory of the herpetofauna in two natural areas of Dry Chaco of Santiago del Estero: Caburé Sur and Parque Provincial Copo. In the two protected areas we recorded 21 and 25 species of anurans and reptiles, respectively. According to the last Argentinean conservation assessment we found one threatened and five vulnerable species of reptiles in both protected areas. The inventory revealed that herpetofauna of the two protected areas of Santiago del Estero contains about 60% of the Dry Chaco herpetofauna. We report the presence of three new species for Santiago del Estero: *Kentropyx viridistriga*, *Teius oculatus* and *Stenocercus doellojuradoi*. We provide new information for future research and conservation actions on this ecoregion.

Key Words: Diversity; Distribution; Santiago del Estero; Argentina.

Durante las últimas décadas, la deforestación en los bosques secos y sabanas de América del Sur se ha visto severamente incrementada por el avance de las actividades agrícolas (principalmente el cultivo de soja) y por la práctica de la ganadería intensiva, que han provocado cambios importantes en la funcionalidad de los ecosistemas (Volante *et al.*, 2012; Gasparri y de Waroux, 2015; Gasparri *et al.*, 2015). Particularmente, los bosques secos y sabanas son los biomas más grandes de América del Sur, después de los bosques del Amazonas (Grau *et al.*, 2005). Dentro de estos biomas, se encuentra la ecorregión del Gran Chaco Sudamericano que cubre un área total de 1.200.000 km², por lo que también constituye la mayor biomasa vegetal de Argentina (Cabrera, 1976; Grau *et al.*, 2005). La porción situada al occidente de la isohieta de los setecientos milímetros constituye el ambiente del Chaco Semiárido, también denominado más recientemente como Chaco Seco (Cabrera, 1976; Adámoli *et al.*, 1990; Grau *et al.*, 2005; Torrella y Adámoli, 2005). Este sector de la

región chaqueña comprende varios países como Paraguay, Bolivia, Brasil y Argentina. En este último país ocupa parte de las provincias de Salta, Chaco, Formosa, Santiago del Estero y Tucumán. Toda la región presenta una gran diversidad biológica que se encuentra fuertemente amenazada por la acelerada deforestación (Grau *et al.*, 2005; Paolasso *et al.*, 2012; Piquer-Rodríguez *et al.*, 2015; Schmidt, 2015; Vallejos *et al.*, 2015) a la vez que dispone de un sistema de áreas protegidas deficiente (Izquierdo y Grau, 2009).

La principal problemática ambiental actual de la región la constituye el proceso de deforestación generalizado, con un marcado incremento de la tasa de deforestación a partir de la década de 1970, especialmente en los bosques chaqueños del este de las provincias de Santiago del Estero y Salta y la zona de transición entre el Chaco Semiárido y el Chaco Húmedo de la provincia del Chaco (Paolasso *et al.*, 2012; FAO, 2015; Vallejos *et al.*, 2015; Volante *et al.*, 2016). Santiago del Estero es la provincia argentina que posee la mayor extensión de Chaco Semiárido

aunque en los últimos quince años se ha convertido en la región que presenta la mayor superficie de bosque transformada del país asociada al incremento de la actividad agrícola o la llamada “pampeanización” del Chaco (Boletta *et al.*, 2006; Morello *et al.*, 2012; Volante, 2014; Camba Sans, 2015; Volante *et al.*, 2016).

El Chaco Seco presenta una importante diversidad de vertebrados y elevada riqueza de especies que incluye 145 especies de mamíferos (12 endémicos), 409 aves (7 endémicas), 54 reptiles (17 endémicos), y 34 anfibios (8 endémicos) (Redford *et al.*, 1990; Piquer-Rodríguez *et al.*, 2015; Torrella y Adámoli, 2005). No obstante, a pesar de ser considerada como una ecorregión de gran biodiversidad, aún se requiere de estudios en profundidad, especialmente en lo que respecta a su diversidad faunística.

La confección de inventarios de especies resulta indispensable para reconocer la diversidad biológica de un ecosistema y planificar acciones de conservación. La importancia de contar con estos inventarios de biodiversidad se ha hecho más evidente debido al aumento alarmante de la pérdida y disminución de poblaciones y especies (Santos-Barrera *et al.*, 2008; Ingaramo *et al.*, 2015). Particularmente, los anfibios y reptiles no escapan a esta problemática y sus poblaciones están sufriendo una disminución a nivel global, principalmente por causa de la destrucción y fragmentación de los hábitats (Alford y Richards, 1999; Alford *et al.*, 2001). La presencia de cobertura vegetal mantiene atributos funcionales de los ecosistemas como la temperatura del suelo y humedad ambiental, posibilitando condiciones favorables de reproducción, refugio, dispersión y alimentación para la herpetofauna local (Briguera *et al.*, 2006; Cebollada Pütz *et al.*, 2012; Volante *et al.*, 2012).

La herpetofauna representativa de la ecorregión del Chaco Seco ha sido considerada en varios trabajos (Lavilla y Scrocchi, 1991; Álvarez *et al.*, 1996; Lavilla *et al.*, 2000; Céspedes *et al.*, 2001; Álvarez *et al.*, 2002; Lavilla, 2005; Scrocchi y Giraudo, 2005; Briguera *et al.*, 2006; Kacoliris *et al.*, 2006; Perovic *et al.*, 2008; Cebollada Pütz *et al.*, 2012). No obstante, el conocimiento de la herpetofauna en la provincia de Santiago del Estero es muy incipiente y los inventarios de biodiversidad son escasos (Lavilla *et al.*, 2000; Kacoliris *et al.*, 2006; Perovic *et al.*, 2008; Abdala *et al.*, 2012; Vaira *et al.*, 2012). En este contexto, resulta de gran interés e importancia generar información de base con inventarios detallados sobre

la herpetofauna de la provincia de Santiago del Estero debido a las crecientes amenazas como consecuencia del avance de la frontera agrícola (Vallejos *et al.*, 2015; Schmidt, 2015).

El presente trabajo tiene como objetivo describir la composición de especies de anfibios y reptiles del Área Natural Especial de Investigación y Experimentación Caburé Sur y del Parque Provincial Copo de la provincia de Santiago del Estero, con el fin de incrementar el conocimiento de la herpetofauna de la porción centro-sur de la ecorregión del Chaco Seco. Nuestros resultados pretenden generar la información de base que pueda ser utilizada para futuros planes de manejo y conservación de estas áreas naturales protegidas.

Las áreas de estudio seleccionadas pertenecen a la categoría I (rojo) y II (amarillo) de conservación de Bosques Nativos según la Ley 26.331 (García Colazo *et al.*, 2013; Volante *et al.*, 2016) y están ubicadas dentro del corredor biológico de la actual ley de bosques según la actualización del Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos (OTBN) de la provincia de Santiago del Estero bajo la ley provincial n° 6.942 en los términos de la Ley Nacional n° 26.331 (Decreto PE 3133/2015) (Fig. 1). La fisionomía de la vegetación está caracterizada por la presencia de los bosques de quebracho colorado (*Schinopsis lorentzii*), quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho-blanco*) y mistol (*Ziziphus mistol*) como especies predominantes (Cabrera, 1976). El clima es semiárido, megatérmico con poco o ningún exceso de agua. Las temperaturas medias mensuales del mes más caliente (enero) es de 28°C y del mes más frío (julio) de 16,3°C. El 80% de las precipitaciones anuales (700-750 mm) se concentran entre octubre y marzo (primavera-verano) (Morello y Adámoli, 1974; Boletta *et al.*, 2006; Morello *et al.*, 2012).

El primer sitio de estudio, Caburé Sur (CS), constituye actualmente el proyecto de Área Natural Especial de Investigación y Experimentación, ubicada 12 km al sur de la Ruta Nacional N° 16, entre las localidades de “Los Tigres” y “El Caburé”, Departamento Copo (26°07'37,40”S; 62°30'41,70”O), a una altitud de 220 m s.n.m. y cubre una superficie de 20.000 hectáreas de las cuales el 50% presentan historias de fuego de distintas intensidades y severidades (Adámoli *et al.*, 1990; Perovic *et al.*, 2008). El segundo sitio de estudio, el Parque Provincial Copo (PPC), está ubicado a 40 km al norte de la Ruta Nacional N° 16 y a 3 km de la localidad de Los Pirpintos, Departamento Copo (25°46'21,70”S;

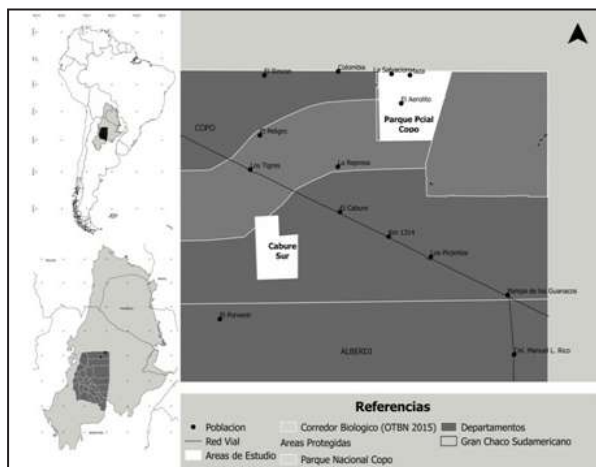


Figura 1. Ubicación geográfica de los sitios de estudio en el Chaco Seco de Santiago del Estero, Argentina. Los polígonos blancos indican los límites de las áreas naturales Caburé Sur y Parque Provincial Copo.

62°05'03,40"O) a una altitud de 184 m s.n.m. Su extensión cubre una superficie de 85.000 hectáreas (Fig. 1).

Dentro de cada área de estudio se identificaron dos ambientes compuestos por pastizales (paleocauces) y bosque secundario de quebracho colorado santiagueño y quebracho blanco. Para cada uno de estos ambientes se consideraron tres réplicas por área de estudio. Dentro de cada ambiente, fue posible identificar sitios más representativos para el registro de la diversidad de anfibios los cuales fueron: una laguna permanente, creada artificialmente por la población local para el ganado y una laguna temporal natural, formada luego de intensas lluvias debido a depresiones del terreno (Fig. 2).

Para el relevamiento de la herpetofauna, entre los meses de enero y febrero de 2012, se llevaron a cabo dos relevamientos de 7 días de duración en cada área natural en coincidencia con la época de altas temperaturas que coincide con el registro de las mayores precipitaciones en la región (Boletta y Ravelo, 2009, Morello *et al.*, 2012; Volante y Paruelo, 2015).

En cada uno de los ambientes seleccionados se aplicaron distintas técnicas de relevamiento para obtener un inventario de las especies de anfibios y reptiles siguiendo a Chañi (1992), Heyer *et al.* (1994) y Scrocchi y Kretzschmar (1994). Tanto en anfibios como en reptiles, se realizaron búsquedas visuales y registros por tiempo restringido cubriendo los ambientes seleccionados en ambas áreas. Para el caso de los reptiles se utilizaron, además, trampas de caída. La búsqueda por tiempo restringido en anfibios consistió en relevamientos en los sitios

de reproducción en los cuales se registraron durante 20 minutos todas las especies vistas u oídas. Durante los recorridos se realizaron registros de encuentros visuales incluyendo huevos, puestas y adultos de las especies presentes. Por otro lado, la búsqueda por tiempo restringido en reptiles se realizó con recorridas diurnas y nocturnas a lo largo de senderos y caminos, y además se llevaron a cabo reconocimiento de señales y rastros como mudas de tegumentos/escamas y/o huellas. La grilla de trampas de caída constaba de siete trampas (baldes de 20 litros) colocadas a 2 metros de distancia entre sí e interconectadas por medio de cercos construidos con red de polipropileno dispuestas en forma de "Y", cuyas ramas alcanzaban un largo de 4 metros. Estas trampas de caída permanecían abiertas por un intervalo entre las 06:00 a las 24:00 horas. La frecuencia de visita y control de las mismas fue cada media hora. En todos aquellos casos donde fue posible se colectaron ejemplares de cada especie (captura con lazos para reptiles y redes de mano para anuros) que fueron destinados como ejemplares de referencia. Simultáneamente, se tomaron fotografías de caracteres morfológicos claves para la determinación taxonómica de las especies. Los registros auditivos fueron obtenidos con un grabador digital Vaso VR678 IC- Recorder y luego identificados mediante comparaciones con grabaciones de referencia (Straneck *et al.*, 1993). En particular, considerando la actividad horaria de cada taxón y a fin de optimizar el estudio, se realizaron los registros visuales y auditivos de anfibios durante tres horas cada día entre las 18:00-21:00 por ambiente, y para los reptiles la búsqueda por tiempo restringido y el registro en las trampas caída se realizó en distintos horarios entre las 8:00-11:00, 14:00-16:00 y 22:00-24:00 considerando la diferencia en el tiempo de actividad de todos los reptiles sean tortugas, lagartos u ofidios. De esta manera en ambos sitios, el esfuerzo de captura fue de 10 horas hombre, el esfuerzo total de 140 horas hombre y el esfuerzo total de búsqueda fue de 560 horas; considerando que la búsqueda y registro fue llevada a cabo por cuatro personas.

Las capturas se realizaron con los permisos oficiales de la Dirección General de Bosques y Fauna del Ministerio de la Producción, Recursos Naturales, Forestación y Tierras de la provincia de Santiago del Estero. Los ejemplares de referencia fueron sacrificados según el método estándar establecido en la Guía para la Eutanasia Animal, propuesto por la IACUC (The Institutional Animal Care and Use



Figura 2. Ambientes muestreados en las áreas naturales Caburé Sur y Parque Provincial Copo en Santiago del Estero, Argentina. A) Pastizales (paleocauces), B) bosques secundarios, C) lagunas temporales, y D) lagunas permanentes.

Committee, 2013). Posteriormente, fueron fijados con formol al 10% y conservados en alcohol al 70%. Los especímenes de anfibios fueron depositados en la Colección Herpetológica del Museo de La Plata; y los reptiles en la Colección Herpetológica de la Universidad de San Luis (Apéndice I). Se realizaron registros fotográficos para aquellos casos que la colecta de especímenes de referencia no fue posible.

En el sitio CS se registraron un total de 32 especies: 15 de anuros y 17 de reptiles (Tabla 1). Del total de la riqueza de anfibios, un 93% fue registrada en los bosques secundarios y un 73% en pastizales. En tanto, en reptiles la riqueza en bosques secundarios representó aproximadamente un 82% y en pastizales un 47% de la riqueza total del área. Para los anfibios, la totalidad de especies se registró en lagunas permanentes y temporales; representando en ambos casos la misma proporción de la riqueza total de especies (73%).

En el sitio PPC, se registraron 16 especies de anuros y 21 especies de reptiles totalizando 37 especies para el área. La riqueza de anfibios en bosques secundarios representó aproximadamente el 94% y en pastizales el 25% respecto al total de especies registradas. Para el caso de los reptiles, todas las espe-

cies del área se registraron en bosques secundarios y sólo 19% en pastizales. Todas las especies de anfibios fueron registradas en lagunas representando una riqueza del 94% en lagunas permanentes y un 44% en lagunas temporales respecto a la riqueza total de especies del área. Al comparar la diversidad de la herpetofauna entre las áreas estudiadas, la riqueza de especies en bosques secundarios es similar entre ambos sitios. Por el contrario, la riqueza de especies en pastizales muestran una diferencia considerable, presentando CS mayor riqueza de anfibios y reptiles que PPC (Tablas 1 y 2).

La riqueza total de especies de ambas áreas protegidas, representan aproximadamente el 63% de las especies mencionadas para la ecorregión del Chaco Seco (Kacoliris *et al.*, 2006) y aproximadamente el 50% de las especies mencionadas para Santiago del Estero (Abdala *et al.*, 2012; Giraudo *et al.*, 2012; Prado *et al.*, 2012; Vaira *et al.*, 2012). No obstante, el presente trabajo representa hasta el momento el mayor registro de riqueza local de la herpetofauna en toda la provincia de Santiago del Estero.

Específicamente para los anfibios, el registro total de especies en ambas áreas representa el 70% de las especies mencionadas para la provincia de

Tabla 1. Anfibios registrados en las áreas naturales Caburé Sur y Parque Provincial Copo en Santiago del Estero, Argentina. Ambientes: Bosques secundarios (1), pastizales (2). + con ejemplar de referencia. - registro fotográfico/auditivo/avistaje.

Orden/Familia	Especie	Ambientes	
		1	2
ANURA			
Bufonidae	<i>Rhinella major</i> +	*	
	<i>Rhinella schneideri</i> +	*	*
Ceratophryidae	<i>Ceratophrys cranwelli</i> +	*	
	<i>Chacophrys pierotti</i> -	*	
Hylidae	<i>Phyllomedusa sauvagii</i> +	*	*
	<i>Pseudis platensis</i> +	*	
	<i>Pseudis minutus</i> -	*	
Leptodactylidae	<i>Scinax nasicus</i> +	*	*
	<i>Leptodactylus bufonius</i> +	*	*
	<i>Leptodactylus chaquensis</i> +	*	
	<i>Leptodactylus elenae</i> +		*
	<i>Leptodactylus fuscus</i> +	*	*
	<i>Leptodactylus gracilis</i> +	*	*
	<i>Leptodactylus latinasus</i> +	*	*
	<i>Leptodactylus mystacinus</i> +	*	*
	<i>Physalaemus albonotatus</i> -	*	*
	<i>Physalaemus biligonigerus</i> +	*	*
	<i>Physalaemus cuqui</i> +	*	
	<i>Physalaemus</i> sp. -	*	
	Microhylidae	<i>Dermatonotus muelleri</i> +	
<i>Elachistocleis bicolor</i> +		*	

Santiago del Estero (Vaira *et al.*, 2012) y el 65% de lo reportado para la ecorregión del Chaco Seco (Kacolaris *et al.*, 2006). En ambas áreas, la familia Leptodactylidae fue la mejor representada con 9 y 8 especies en CS y PPC, respectivamente; la segunda familia mejor representada fue Hylidae; seguida por Bufonidae, Ceratophryidae y Microhylidae (Tabla 1). Las especies de reptiles registradas representan aproximadamente el 40% de la especies mencionadas para la provincia de Santiago del Estero (Abdala *et al.*, 2012; Girauco *et al.*, 2012; Prado *et al.*, 2012) y aproximadamente el 55% de la riqueza citada para la ecorregión del Chaco Seco (Kacolaris *et al.*, 2006). En ambas áreas, la familia Teiidae resultó la mejor representada mientras que la segunda mejor representada resultó Dipsadidae, y con menor representación Tropiduridae y Viperidae (Tabla 2).

Todas las especies de anuros registradas son consideradas “No Amenazadas” según la última recategorización de anfibios argentinos (Vaira *et al.*, 2012) y la lista roja de la IUCN (IUCN, 2015). En el caso de los reptiles, considerando la última recategorización de reptiles (Abdala *et al.*, 2012;

Girauco *et al.*, 2012; Prado *et al.*, 2012), cinco de las especies registradas son consideradas “Vulnerables”: *Chelonoidis chilensis*, *Vanzosaura rubricauda*, *Contomastix serrana*, *Tropidurus spinulosus*, y *Stenocercus doellojuradoi*. Una especie está incluida en la categoría “Amenazada”: *Boa constrictor occidentalis*. Considerando la lista de especies de lagartijas registradas para Santiago del Estero por Abdala y col. (2012), reportamos la presencia de tres nuevas especies para esta provincia: *Kentropyx viridistriga*, *Teius oculatus* y *Stenocercus doellojuradoi* (Fig. 3).

El hecho que cada área albergue más de la mitad de los anuros y reptiles citados para la ecorregión del Chaco Seco de Argentina, resalta su valor como unidad de conservación para la herpetofauna de la región. Particularmente, de la comparación entre ambientes (bosques secundarios vs. pastizales) observamos que la mayor riqueza en la herpetofauna se registró en los bosques secundarios por lo que destacamos la importancia de estos ambientes como sitios prioritarios de protección, en especial para las especies consideradas “Vulnerables”. En este contexto, consideramos que las especies que utilizan

Tabla 2. Reptiles registrados en las áreas naturales Caburé Sur y Parque Provincial Copo en Santiago del Estero, Argentina. Ambientes: Bosques secundarios (1), Pastizales (2). +con ejemplar de referencia. - registro fotográfico/huellas/avistaje.

Clase/Orden/Familia	Especie	Ambientes	
		1	2
REPTILIA			
SQUAMATA			
Phyllodactylidae	<i>Homonota fasciatum</i> +		*
	<i>Homonota sp.</i> -		*
Gymnophthalmidae	<i>Vanzosaura rubricauda</i> +		*
Teiidae	<i>Ameiva ameiva</i> -		*
	<i>Aurivela longicauda</i> +	*	*
	<i>Ameivula ocellifera</i> +	*	
	<i>Contomastix serrana</i> +	*	
	<i>Kentropyx viridistriga</i> +		*
	<i>Teius sp</i> +	*	
	<i>Teius teyou</i> +	*	*
	<i>Teius oculatus</i> -	*	*
	<i>Salvator rufescens</i> -		
Tropiduridae	<i>Stenocercus doellojuradoi</i> +		*
	<i>Tropidurus etheridgei</i> +		*
	<i>Tropidurus spinulosus</i> +		*
Boidae	<i>Boa constrictor occidentalis</i> -	*	
Dipsadidae	<i>Erythrolamprus poecilogyrus caesius</i> +	*	
	<i>Philodryas psammophidea</i> +	*	*
	<i>Oxyrhopus rhombifer</i> +		*
	<i>Xenodon merremi</i> -	*	*
Elapidae	<i>Micrurus pyrrhocryptus</i> -	*	*
Leptotyphlopidae	<i>Siagonodon sp.</i> +	*	
Viperidae	<i>Bothropoides diporus</i> -	*	*
	<i>Bothrops alternatus</i> +		*
	<i>Crotalus vegrandis</i> -		*
TESTUDINES			
Chelonidae	<i>Chelonoidis chilensis</i> -		*

este ambiente podrían estar en riesgo de acuerdo a lo señalado por otros autores sobre la pérdida de la funcionalidad del bosque para la fauna local frente al avance de la frontera agrícola (Briguera *et al.*, 2006; Volante *et al.*, 2012; Cebollada Pütz *et al.*, 2012). En este sentido, consideramos que futuros estudios sobre la diversidad de la herpetofauna del Chaco Seco deberían enfocarse en evaluar la relación entre los cambios actuales en la estructura y funcionalidad del bosque chaqueño y el uso de hábitat de la herpetofauna de la región, dado que se menciona como la ecorregión con la mayor tasa de deforestación actual en Argentina. Asimismo, como mencionan Volante y Paruelo (2015), destacamos la importancia del rol de la población humana local

en los bosques chaqueños dado que podrían estar ayudando a mantener preservados estos ambientes.

Finalmente, resulta importante destacar que la historia de uso de ambos sitios es similar, con grandes áreas sometidas a la explotación forestal y al uso ganadero. A pesar de esto, actualmente ambas áreas naturales han sido recuperadas para su preservación por parte de las autoridades de la provincia de Santiago del Estero. En este contexto, este primer inventario puede representar un importante aporte para futuras decisiones de manejo sobre estas áreas, debido a que están inmersas en una región donde actualmente se registra y proyecta un incremento en la modificación de los ecosistemas debido a la acción antrópica, principalmente por el incremento

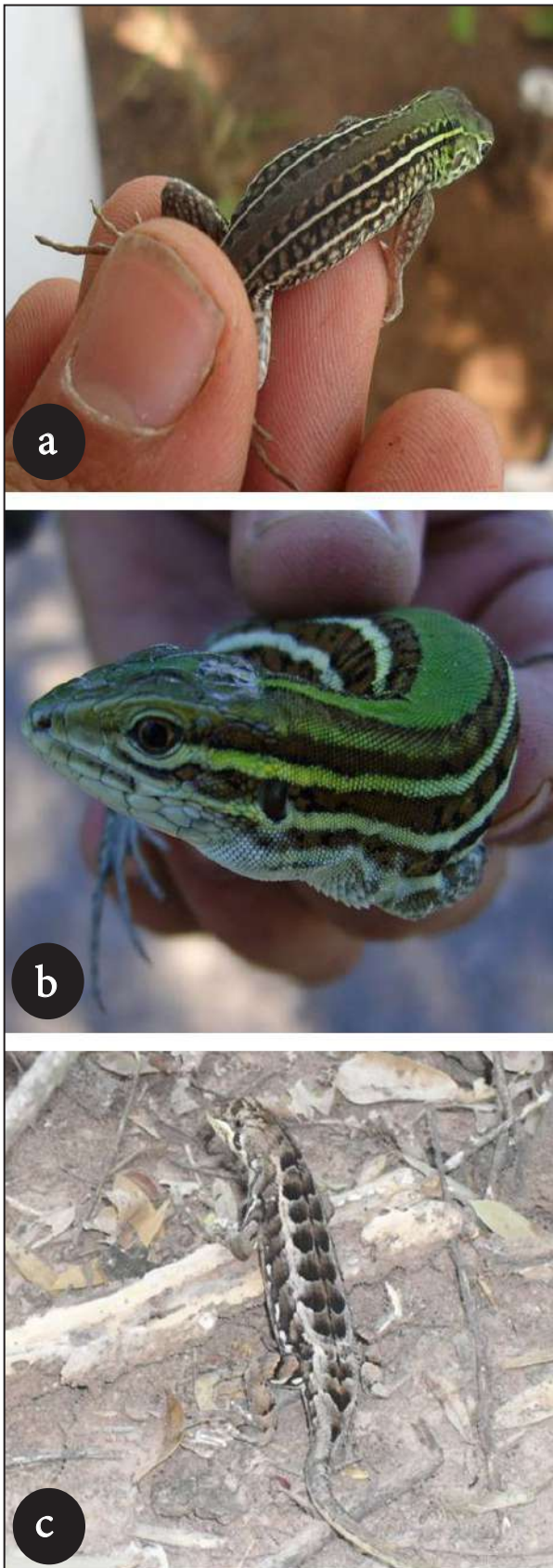


Figura 3. Tres nuevas de especies de reptiles registradas para la provincia de Santiago del Estero. a) *Teius oculatus*, b) *Kentropyx viridistriga* y, c) *Stenocercus doellojuradoi*.

de la deforestación para la expansión de la frontera agrícola (Bolleta *et al.*, 2006; Cebollada Pütz *et al.*, 2012; Volante *et al.*, 2016).

Agradecimientos

A los curadores, del Museo de La Plata: L. Alcalde y de la Colección Herpetológica de San Luis: B. Espeche por su ayuda brindada en la identificación de ejemplares. A G. S. Natale por la ayuda para la identificación de ejemplares. A los ingenieros forestales de Santiago del Estero, guardaparques de la Reserva Caburé Sur (EX FACA) y del Parque Provincial Copo y biólogos integrantes de los monitoreos: F. Cisneros, M. Griotti, A. Ochoa, R. Páez, V. Rosales, T. Verón; por toda la colaboración y asistencia brindada. Al Ing. P. Araujo y la Dirección General de Bosques y Fauna del Ministerio de la Producción, Recursos Naturales, Forestación y Tierras de la provincia de Santiago del Estero por el apoyo económico para las expediciones.

Literatura citada

- Abdala, C.S.; Acosta, J.L.; Acosta, J.C.; Álvarez, B.B.; Arias, F.; Avila, L.J.; Blanco, M.G.; Bonino, M.; Boretto, J.M.; Brancatelli, G.; Cabrera, M.R.; Cairo, S.; Corbalán, V.; Hernando, A.; Iburgüengoytía, N.R.; Kacoliris, F.P.; Laspiur, A.; Montero, R.; Morando, M.; Pelegrin, N.; Fulvio Pérez, C.H.; Quinteros, A.S.; Semhan, R.V.; Tedesco, M.E.; Vega, L. & Zalba, M.S. 2012. Categorización del estado de conservación de de las lagartijas y anfisbenas de la República Argentina. *Cuadernos de Herpetología* 26: 215-248.
- Adámoli, J.; Sennhauser, E.; Acero, J. M.; & Rescia, A. 1990. Stress and disturbance: vegetation dynamics in the dry Chaco region of Argentina. *Journal of Biogeography* 17: 491-500.
- Alford, R.A.; Dixon, P.M. & Pechmann, J.H.K. 2001. Ecology: Global amphibian population declines. *Nature* 412: 499-500.
- Alford, R.A. & Richards, S.J. 1999. Global Amphibian Declines: A problem in applied ecology. *Annual Review of Ecology and Systematics* 30: 133-165.
- Álvarez, B.B.; Aguirre, R.H.; Céspedes, J.A.; Hernando, A.B. & Tedesco, M.E. 2002. Atlas de Anfibios y Reptiles de las provincias de Corrientes, Chaco y Formosa (Argentina) I. Anuros, Cecílicos, Saurios, Anfisbénidos y Serpientes. UNNE: Corrientes.
- Álvarez, B.B.; Céspedes, J.A.; Lions, M.L.; Hernando, A. & Aguirre, R. 1996. Herpetofauna de las provincias de Corrientes, Chaco y Formosa (Argentina). *Facena* 12: 119-134.
- Boletta, P. E.; Ravelo, A. C.; Planchuelo, A. M. & Grilli, M. 2006. Assessing deforestation in the Argentine Chaco. *Forest Ecology and Management* 228: 108-114.
- Brigüera, V.; Tamburini, D.; Kufner, M.B.; Gavier, G.; Giraud, L., Torres, R. & Bechara, V. 2006. Herpetofauna en relictos de bosque chaqueño de la región de Mar Chiquita, Córdoba. *Cuadernos de Herpetología* 20: 25-31.
- Cabrera, A.L. 1976. Regiones fitogeográficas argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. ACME:

- Buenos Aires.
- Camba Sans, Gonzalo Hernán. 2015. ¿En qué medida fue efectiva la Ley de Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos?: El caso de Santiago del Estero. Tesis de grado. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires.
- Cebollada Pütz, C.; Basso, M.; Ruiz de los Llanos, E. & Kufner, M. 2012. La fauna chaqueña de Córdoba (Argentina) afectada por la transformación agrícola. *Ecología Aplicada* 11: 77-87.
- Céspedes, J.A.; Lions, M.L.; Álvarez, B.B. & Schaefer, E.F. 2001. Inventario de anfibios y reptiles del Parque Nacional Chaco, Argentina. *Natura Neotropicalis* 32: 163-169.
- Chani, J.M. 1992. Guía de campo para el estudio de los vertebrados. Ministerio de Educación y Justicia, Fundación Miguel Lillo. *Miscelanea* 88: 1-77.
- FAO, 2015. Global Forest Resources Assessment 2015. Disponible en: <<http://www.fao.org/forestry/fra2005/en/>>. Último acceso: 8 de diciembre de 2015.
- García Collazo, M. A.; Panizza, A. & Paruelo, J. 2013. Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos: Resultados de la Zonificación realizada por provincias del Norte argentino. *Ecología Austral* 23: 97-107.
- Gasparri, N.I. & de Waroux, Y.I.P. 2015. The coupling of South American soybean and cattle production frontiers: New challenges for conservation policy and land change science. *Conservation Letters* 8: 290-298.
- Gasparri, N.I.; Grau, H.R. & Sacchi, L.V. 2015. Determinants of the spatial distribution of cultivated land in the North Argentine Dry Chaco in a multi-decadal study. *Journal of Arid Environments* 123: 31-39.
- Giraud, A.R.; Arzamendia, V.; Bellini, G.P.; Bessa, C.A., Calamante, C.C.; Cardozo, G.; Chiaraviglio, M.; Costanzo, M.; Etchepare, E.G.; Di Cola, V.; Di Pietro, D.O.; Kretzschmar, S.; Palomas, S.; Nenda, S.J.; Rivera, P.C.; Rodríguez, M.E.; Scrocchi, G.J. & Williams, J. 2012. Categorización del estado de conservación de las Serpientes de la República Argentina. *Cuadernos de Herpetología* 26: 303-326.
- Grau, H.R.; Gasparri, N.I. & Aide, T.M. 2005. Agriculture expansion and deforestation in seasonally dry forests of north-west Argentina. *Environmental Conservation* 32: 140-148.
- Heyer, W.R.; Donnelly, M.A.; McDiarmid, R.W.; Hayek, L.C. & Foster, M.S. 1994. Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for amphibians. Smithsonian Institution Press: Washington, DC.
- Ingaramo, M.R.; Marangoni, F. & Cajade, R. 2015. Herpetofauna de la Reserva Paleontológica del Arroyo Toropí, Bella Vista, Corrientes, Argentina. *Cuadernos de Herpetología* 29: 69-75.
- IUCN, 2015. The IUCN Red List of Threatened Species: an Online Reference. Version 2015-3. Disponible en: <<http://www.iucnredlist.org>>. Último acceso: 11 diciembre 2015.
- Izquierdo, A.E. & Grau, H.R. 2009. Agriculture adjustment, land-use transition and protected areas in Northwestern Argentina. *Journal of Environmental Management* 90: 858-865.
- Kacoliris, F.P.; Berkunsky, I. & Williams, J. 2006. Herpetofauna of the Argentinean Impenetrable Great Chaco. *Phyllomedusa* 5: 149-157.
- Lavilla, E.O. 2005. Anfibios de la Reserva El Bagual: 119-153. *En*: Giacomo, A.G.; Krapovickas, S.F. & Pereira, J. (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. Aves Argentinas/Asociación Ornitológica del Plata, Temas de Naturaleza y Conservación 4, Buenos Aires.
- Lavilla, E.O.; Richard, E. & Scrocchi, G.J. 2000. Categorización de los Anfibios y Reptiles de la República Argentina. Asociación Herpetológica Argentina, San Miguel de Tucumán.
- Lavilla, E.O. & Scrocchi, G.J. 1991. Aportes a la Herpetología del Chaco Argentino. 1. Lista comentada de los taxa colectados por la expedición PRHERP. *Acta Zoologica Lilloana* 40: 21-32.
- Morello, J. & Adamoli, J. 1974. Las grandes unidades de vegetación y ambiente del Chaco Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Buenos Aires.
- Morello, J.; Mateucci, S.D.; Rodríguez, A.F. & Silva, M.E. 2012. Ecorregión del Chaco Seco. 151-204. *En*: Morello, J.; Mateucci, S.D.; Rodríguez, A.F. & Silva, M.E. (eds.). Ecorregiones y complejos ecosistémicos argentinos. Orientación Gráfica Editora. Buenos Aires.
- Paolasso, P.; Krapovickas, J. & Gasparri, N.I. 2012. Deforestación, expansión agropecuaria y dinámica demográfica en el Chaco Seco Argentino durante la década de los noventa. *Latin American Research Review* 47: 35-63.
- Pérez Iglesias, J.M. & Natale, G.S. 2013. *Physalaemus cuqui* Lobo, 1993: Ampliación de su distribución y confirmación del registro para la provincia de Santiago del Estero, Argentina. *Cuadernos de Herpetología* 27: 173-176.
- Perovic, P.; Trucco, C.; Tálamo, A.; Ramallo, D.; Baumgartner, A.; Lacci, A.; Mohr, F.; Bonduri, Y. & Quiroga, V. 2008. Primer monitoreo de la biodiversidad de la Unidad de Conservación Copo. Informe Final: 77. *En*: Programa de Monitoreo de la Biodiversidad del Parque Nacional Copo, R.P.C.y.z.d.A. (eds.), Informe APN/GEF/BIRE.
- Prado, W.S.; Waller, T.; Albareda, D.A.; Cabrera, M.R.; Etchepare, E.G.; Giraud, A.R.; González Carman, V.; Prosdoci, L. & Richard, E. 2012. Categorización del estado de conservación de las tortugas de la República Argentina. *Cuadernos de Herpetología* 26: 375-387.
- Piquer-Rodríguez, M.; Torella, S.; Gavier-Pizarro, G.; Volante, J.; Somma, D.; Ginzburg, R. & Kuemmerle, T. 2015. Effects of past and future land conversions on forest connectivity in the Argentine Chaco. *Landscape Ecology* 30: 817-833.
- Redford, K.H.; Taber, A. & Simonetti, J.A. 1990. There is more to biodiversity than the Tropical rain forests. *Conservation Biology* 4: 328-330.
- Santos-Barrera, G.; Pacheco, J.; Mendoza-Quijano, F.; Bolaños, F.; Chaves, G.; Daily, G.C.; Ehrlich, P.R. & Ceballos, G. 2008. Diversity, natural history and conservation of amphibians and reptiles from the San Vito Region, southwestern Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 56: 755-778.
- Schmidt, M.A. 2015. Política ambiental, avance de la frontera agropecuaria y deforestación en Argentina: El caso de la ley "de Bosques". *Revista GeoPantanal* 10: 121-140.
- Scrocchi, G.J. & Giraud, A.R. 2005. Reptiles de la Reserva El Bagual: 155-198. *En*: Giacomo, A.G.; Krapovickas, S.F. & Pereira, J. (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. Aves Argentinas/Asociación Ornitológica del Plata, Temas de Naturaleza y Conservación 4, Buenos Aires.
- Scrocchi, G.J. & Kretzschmar, S. 1994. Guía de métodos de captura y preparación de anfibios y reptiles para estudios científicos y manejo de colecciones herpetológicas. *Miscelanea* 102: 1-43.

- Straneck, R.; Carrizo, G. & De Olmedo, E.V. 1993. Catálogo de voces de anfibios de Argentina, L.O.L.A.: Buenos Aires.
- Torrella, S.A. & Adámoli, J. 2005. Situación ambiental de la ecorregión del Chaco Seco: 73-75. *En*: Brown, A.; Martínez Ortiz, U.; Acerbi, M. & Corcuera, J. (eds.). La Situación Ambiental Argentina 2005, Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires.
- Vallejos, M.; Volante, J.; Mosciaro, M.J.; Vale, L.M.; Bustamante, M.L. & Paruelo, J.M. 2015. Transformation dynamics of the natural cover in the Dry Chaco ecoregion: A plot level geodatabase from 1976 to 2012. *Journal of Arid Environments* 123: 3-11.
- Vaira, M.; Akmentins, M.; Attademo, M.; Baldo, D.; Barrasso, D.; Barrionuevo, S.; Basso, N.; Blotto, B.; Cairo, S.; Cajade, R.; Céspedes, J.; Corbalán, V.; Chilote, P.; Duré, M.; Falcione, C.; Ferraro, D.; Gutierrez, F.R.; Ingaramo, M.R.; Junges, C.; Lajmanovich, R.; Lescano, J.N.; Marangoni, F.; Martinazzo, L.; Marti, L.; Moreno, L.; Natale, G.; Pérez Iglesias, J.M.; Peltzer, P.; Quiroga, L.; Rosset, S.; Sanabria, E.; Sanchez, L.; Schaefer, E.; Úbeda, C. & Zaracho, V. 2012. Categorización del estado de conservación de los anfibios de la República Argentina. *Cuadernos de Herpetología* 26: 131-159.
- Volante, J.N.; Alcaraz-Segura, D.; Mosciaro, M.J.; Viglizzo, E.F. & Paruelo, J.M. 2012. Ecosystem functional changes associated with land clearing in NW Argentina. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 154: 12-22.
- Volante, J.N. 2014. Dinámica y consecuencias del cambio en la cobertura y el uso del suelo en el Chaco Semi-Árido. Tesis Doctoral. Escuela para graduados Ing. Agr. Alberto Soriano-Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires.
- Volante, J. N.; Mosciaro, M. J.; Gavier-Pizarro, G. I. & Paruelo,

J. M. 2016. Agricultural expansion in the Semi-arid Chaco: Poorly selective contagious advance. *Land Use Policy* 55: 154-165.

Apéndice I

Amphibia: Anura

- Bufoidea: *Rhinella major* MLP 5676. *Rhinella schneideri* MLP 5462 y 5679.
- Ceratophryidae: *Ceratophrys cranwelli* MLP 5463 y 5673.
- Leptodactylidae: *Leptodactylus bufonius* MLP 5682-5685. *Leptodactylus chaquensis* MLP 5677. *Leptodactylus fuscus* MLP 5458-5459 y 5686. *Leptodactylus elenae* MLP 5461. *Leptodactylus latinasus* MLP 5683. *Physalaemus biligonigerus* MLP 5464-5469, 5660-5672. *Physalaemus cuqui* MLP 5470 y 5549.
- Hylidae: *Phyllomedusa sauvagii* MLP 5675. *Pseudis platensis* MLP 5674. *Scinax nasicus* MLP 5680.
- Microhylidae: *Dermatonotus muelleri* MLP 5460. *Elachistocleia bicolor* MLP 5678.

Reptilia: Squamata

- Gymnophthalmidae: *Vanzosaura rubricauda*: CH-UNSL 0490.
- Teiidae: *Aurivela longicauda*: CH-UNSL 0495. *Contomastix serrana*: CH-UNSL 0489. *Kentropyx viridistriga*: CH-UNSL 0494. *Teius teyou*: CH-UNSL 0490-0491.
- Tropiduridae: *Stenocercus doellojuradoi*: CH-UNSL 0493.
- Dipsadidae: *Erythrolamprus poecilogyrus caesius* CH-UNSL 0496. *Oxyrhopus rhombifer* MLP R6378. *Philodryas psammophidea* CH-UNSL 0497 y MLP R6377.
- Viperidae: *Bothropoides diporus* CH-UNSL 0498.

© 2017 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/>

Variación y primer registro de *Apostolepis multicincta* Harvey, 1999 (Squamata: Dipsadidae) para el departamento de Cochabamba, Bolivia

Patricia Mendoza-Miranda^{1,3}, Gabriel Callapa¹, Arturo Muñoz S.^{1,2}

¹ Museo de Historia Natural Alcide d'Orbigny, Departamento de Herpetología. Avenida Potosí # 1458 Casilla postal #843. Cochabamba, Bolivia.

² Laboratory of Animal Nutrition, Faculty of Veterinary Medicine, Ghent University, Heidestraat 19, 9820 Merelbeke, Bélgica.

³ Dirección actual: Investigadora Independiente. Av. Blanco Galindo Km 11. Urb. Carlos Peña #37, Bolivia.

Localidad— Estado Plurinacional de Bolivia, departamento de Cochabamba, Provincia Mizque, Municipio Mizque, Cantón Mizque, Comunidad Viña Perdida cerca al río Lampasillo (17°54'18"S y 65°20'25"O). Individuo hembra adulto (MHN-CR-3014) colectado el 23 de mayo de 2014 (Fig. 1), en hábitat dominado por vegetación arbustiva propia de la ecoregión de los Bosques Secos Interandinos en combinación de zonas rocosas. El espécimen se encuentra depositado en la colección herpetológica del Museo de Historia Natural Alcide d'Orbigny. Colector: Alex Güiñar Meruvia.

Comentarios— Las serpientes del género *Apostolepis* Cope, 1862 son un grupo de culebras fosoriales con hábitos nocturnos, usualmente de alimentación ophiophaga (Lema, 2001). Las especies de éste género están estrechamente relacionados con *Elapomorphus* y *Phalotris*, y los tres géneros se denominan a menudo "elapomorphines" (Harvey, 1999). Endémica de Sudamérica, con 33 especies registradas desde las Guyanas hasta el noreste de Argentina en áreas tropicales y subtropicales del Este de los Andes (Uetz *et al.*, 2014).

Según Harvey (1999) y (Lema, 2001) en Bolivia se tienen registradas 9 especies: *A. ambiniger* (Peters, 1869), *A. dorbignyi* (Schlegel, 1837), *A. nigrolineata* (Peters, 1869), *A. nigroterminata* (Boulenger, 1896), *A. vittata* (Cope, 1887), y las endémicas de Bolivia *A. breviceps* (Harvey, Gonzales & Scrocchi, 2001), *A. phillipsi* (Harvey, 1999), *A. tenuis* (Ruthven, 1927) y *A. multicincta* (Harvey, 1999).

La descripción del espécimen colectado se realizó en base a los caracteres descritos por Harvey (1999); escamas dorsales 15/15/15; supralabiales 6/6; supralabiales en contacto con el ojo 2-3/2-3; nasal 1/1;

preocular 1/1; postocular 1/1; ausencia de temporales; infralabiales 6/6; infralabiales en contacto con el Chin 1: 1-3/1-3; infralabiales en contacto con el Chin 2: 3-4/3-4; gulares 5/4; preventrales 2; ventrales 239; subcaudales divididas 43; anal dividida; longitud hocico-cloaca (LHC) 340 mm; largo de la cola (LC) 48 mm; longitud total (LT) 381 mm.

El espécimen coincide con la descripción de Harvey (1999) con la siguiente combinación de caracteres, (1) hocico redondeado, largo de la rostral en vista dorsal más o menos igual a la mitad de su distancia a la frontal; (2) seis supralabiales; (3) nasal y preocular separadas por prefrontal; (4) temporales ausentes; (5) tres infralabiales en contacto con el primer par de mentales anteriores; (6) ventrales



Figura 1. *Apostolepis multicincta*, Viña Perdida, Cochabamba, Bolivia. Hembra (MHNCR-3014).

212-233, subcaudales 31-40; (7) placas dorsales de la cabeza negro immaculado excepto por una banda gris (blanco en juveniles) a través del hocico; (8) mancha supralabial clara moderada, ocupando parte o la totalidad de 3 supralabiales; (9) collar nucal blanco de 2.0-2.5 dorsales de largo, bordeadas por collar gris angosto (blanco en juveniles) de 0.5 dorsales de largo; collar nucal negro de 4 dorsales de largo; (10) dorso carece de líneas; (11) dorso rojo; (12) escama terminal mayormente gris (blanco en juveniles) punteada (13) mental casi immaculada; región gular no pigmentada.

El espécimen colectado coincide con las anteriores combinaciones de características, sólo variando en el punto 6 donde el espécimen presenta 239 ventrales y 43 subcaudales, máximo 233 y 40 respectivamente en la descripción de Harvey, (1999). Siendo que el número de subcaudales coincide con lo indicado por Embert y Reichle (2003) citando entre 31 a 43 subcaudales.

Debido a éstas variaciones en el espécimen, se procedió a una revisión de todos los individuos colectados y depositados en la colección científica del Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado del departamento de Santa Cruz y Museo de Historia Natural Alcide d'Orbigny del departamento de Cochabamba.

Se realizó la revisión de 22 individuos de diferentes edades y sexos, donde se pudo observar que los especímenes de *Apostolepis multicincta* presentan una variación principalmente en: Gulares (3-6), Pre-ventrales (0-4), Ventrales (207-239) y Subcaudales (28-43) (Tabla 1).

Sin embargo se desconoce si el sexo del espécimen es una determinante para esta variación, ya que varios de los especímenes revisados no contaban con éste dato.

Finalmente se brinda el nuevo registro de *A. multicincta* que extiende su distribución en Bolivia hacia el este del departamento de Cochabamba (Fig. 2), ampliando de la misma manera su rango altitudinal hasta los 2100 m s.n.m. encontrándose este registro a 120 kilómetros al noroeste del punto más cercano citado por Embert y Reichle (2003).

Apostolepis multicincta reconocida como endémica del departamento de Santa Cruz, Bolivia, con registros en la Provincia Florida en las proximidades de Pampagrande como localidad tipo (Harvey, 1999), luego registrada en zonas de contacto con la provincia Caballero (Embert y Reichle, 2003; Gonzales *et al.*, 2004), Urigua viejo en la Serranía Taremakua de

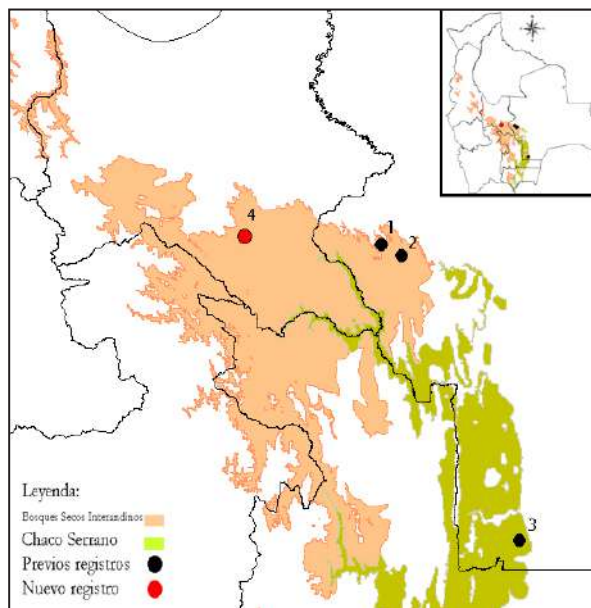


Figura 2. Registros previos de *Apostolepis multicincta* en Bolivia (círculos negros); Nuevo registro departamental (círculo rojo).

la provincia Cordillera (Rivas, 2007) y Cajones del río Grande (Gonzales y Montaña, 2009). De acuerdo a esta distribución, *A. multicincta* se encuentra dentro las ecoregiones de Bosque Seco Interandino y Bosque Tucumano-Boliviano principalmente (Embert, 2007).

La distribución dentro de la ecorregión de los Bosques Secos Interandinos hace que esta especie tenga una de las mayores amenazas para su declive poblacional, la pérdida de hábitat por expansión de la actividad agrícola y urbana está provocando el declive poblacional de ésta y muchas especies en Bolivia. A ésta amenaza se suma el poco conocimiento de diferenciación con especies venenosas, donde la población confunde a ésta especie como venenosa y se la califica como una amenaza.

Sugerimos que se realice un estudio amplio acerca de su historia natural, densidad poblacional y amenazas latentes ya que ésta especie es endémica en Bolivia y con una distribución restringida, para que se puedan tomar acciones para su conservación.

Agradecimientos

Queremos agradecer a A. Agüiar Meruvia, colector del espécimen; al Museo de Historia Natural Alcide d'Orbigny; al Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado y su personal por permitirnos acceder a la colección científica y la colaboración durante la revisión de los especímenes, así como también a A. Vargas por colaborar con los contactos en la ciudad de Santa Cruz.

Taba 1. Lepidosis de todos los individuos colectados de *Apostolepis multincincta*.

Colección	Código de espécimen	Localidad	Fecha de colecta	Sexo	Gulares	Preventrales	Ventrales	Subcaudales divididas	LHC	LC	Comentarios
MHNAD	MHNCR 3014	Cochabamba, Mizque, Viña Perdida	23/05/2014	Hembra	5/4	2	239	43	340	48	Nuevo registro geográfico
MHNAD	PMM 54	Santa Cruz, Valle Grande, Ñancahuasú, Saladillo	30/05/2015	Hembra	5/5	2	220	39	374	53	Últimas 2 escamas ventrales divididas.
MHNAD	MHN-CR 480 RRT127	Santa Cruz, Ururigua viejo	2007	Macho	6/6	2	218	39	300	39	La coloración negruzca de la cabeza es más pronunciada.
MHN-NKM	MNKR 4531 / LG 2525	Santa Cruz, Cordillera, Cajones del Rio Grande, Cachuela Brava.	s/d	Macho	5/5	3	222	38	324	40	s/d
MHN-NKM	NKR 2742 / DE 57	Santa Cruz, Florida, Pampagrande	s/d	Macho	6/5	2	223	41	304	47	s/d
MHN-NKM	NKR 2060	Santa Cruz, Florida, Pampagrande	s/d	Macho	6/5	1	216	38	309	41	s/d
MHN-NKM	NKR 1462	Santa Cruz, Florida, Pampagrande	s/d	Macho	4/3	2	212	37	301	42	s/d
MHN-NKM	NKR 3333	Santa Cruz, Florida, Tembladera	13/04/2002	s/d	s/d	1	Dañado	41	s/d	s/d	s/d
MHN-NKM	MNKR 3886	Santa Cruz, Florida, Pampagrande	28/01/2003	s/d	s/d	2	213	36	281	37	s/d
MHN-NKM	NKR 3301	Santa Cruz, Florida, Barrio Nuevo	02/03/2002	s/d	s/d	1	228	28	336	46	s/d
MHN-NKM	NKR 2345	Santa Cruz, Florida, Pampagrande. Loc. El Millu	21/08/1998	s/d	s/d	s/d	Dañado	37	260	50	s/d
MHN-NKM	MNKR 2537 / NKR 2537	Santa Cruz, Florida, Mataral.	08/05/2000	s/d	s/d	s/d	218	38	348	55	s/d
MHN-NKM	NKR 2374	Santa Cruz, Florida, Pampagrande, Santa Rosa de Lima.	10/11/1999	s/d	Dañada	Dañada	Dañado	41	312	54	s/d
MHN-NKM	NKR 2743 / DE 065	Santa Cruz, Florida, Pampagrande	14/05/2001	s/d	s/d	4	215	34	169	22	s/d
MHN-NKM	NKR 3383	Santa Cruz, Florida	s/d	s/d	s/d	3	227	38	174	23	s/d

MHN- NKM	MNKR 5362	Santa Cruz, Florida, Mayrana	s/d	s/d	0	207	33	194	18	s/d
MHN- NKM	NKR 2501	Santa Cruz, Florida, Pampagrande	18/03/2000	s/d	2	229	36	194	53	s/d
MHN- NKM	NKR 1486	Santa Cruz, Florida, Pampagrande, Mataral	26/02/1998	s/d	1	225	32	180	44	s/d
MHN- NKM	NKR 1313	Bolivia, Santa Cruz, Florida, Pampagrande, Mataral.	18/01/1997	s/d	2	233	34	410	55	s/d
MHN- NKM	NKR 1461	Santa Cruz, Florida, Pampagran- de, El Millu.	17/12/1997	s/d	2	226	36	329	39	Dos pre-anales divididas.
MHN- NKM	NKR 1369	Santa Cruz, Florida, Pampagran- de, Algodonal.	19/04/?	s/d	2	227	33	355	42	s/d
MHN- NKM	NKR 2106	Santa Cruz, Florida, Pampagran- de.	19/01/2000	s/d	2	214	38	260	36	s/d
MHN- NKM	NKR 1733	Santa Cruz, Florida, Pampagran- de, Loc. El Millu.	09/05/1998	s/d	2	225	34	171	20	s/d
MHN- NKM	NKR 1675	Santa Cruz, Florida, Pampagran- de, Loc. Oraciones.	31/07/1997	s/d	2	214	35	330	45	s/d

Literatura citada

- Embert, D. & Reichle, S. 2003. Neue Daten zu *Apostolepis multicincta* Harvey, 1999 aus den interandinen Trockentaelnern Boliviens. *Salamandra* 39: 249-253.
- Embert, D. 2007. Distribution, diversity and conservation status of Bolivian Reptiles. Forschungsarbeit zur Erlangung des Doktorgrades (Dr. rer. nat.) der Mathematisch Naturwissenschaftlichen Fakultät der Rheinischen Friedrichs-Wilhelms: Universität Bonn.
- Gonzales, L.; Embert, D. & Montaña, R. 2004. Reptiles. *En: Historia Natural de Pampagrande*. Museo Noel Kempff Mercado. Santa Cruz.
- Gonzales, L. & Montaña, R. 2009 *Apostolepis multicincta*: 281-282. *En: Aguirre, L. F.; Aguayo, R.; Balderrama, J. A.; Cortez, C.; Tarifa, T. & O. Rocha (eds.). 2009. Libro rojo de la fauna silvestre de vertebrados de Bolivia*. Ministerio de Medio Ambiente y Agua. La Paz-Bolivia.
- Harvey, M.B. 1999. Revision of Bolivian *Apostolepis* (Squamata: Colubridae). *Copeia* 1999: 388-409.
- Lema, T. 2001. Fossorial snake genus *Apostolepis* from South America (Serpentes: Colubridae: Elapomorphae). *Cuadernos de Herpetología* 15: 29-43.
- Rivas, R. 2007. Diversidad y uso de Hábitat de la Herpetofauna en la Serranía Taremakua, Santa Cruz-Bolivia. Tesis de grado de Licenciatura. Universidad Mayor de San Simón. Facultad de Ciencias y Tecnología. Cochabamba-Bolivia.
- Uetz, P. & Jirí Hošek (eds.). 2014. The Reptile Database. Disponible en: <<http://www.reptile-database.org>> Último acceso: 8 de Diciembre de 2014.

Recibida: 14 Mayo 2015
Revisada: 13 Agosto 2015
Aceptada: 22 Diciembre 2016
Editor Asociado: A. Giraudo

© 2017 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 record of *Liolaemus azarai* and *Hemidactylus mabouia* for Ñeembucú Department, Paraguay

Víctor Hugo Zaracho¹, María Esther Tedesco¹, Martha Motte², Alberto Yanosky³

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

² Museo Nacional de Historia Natural del Paraguay. Km 10 ½ Ruta Mariscal Estigarribia. San Lorenzo, Departamento Central, Paraguay.

³ Asociación Guyra Paraguay, Paraguay.

Liolaemus azarai Ávila, 2003

Locality— Paraguay, Ñeembucú Department, Laureles District, San Sebastián (27°11'33"S; 57°48'11"W. WGS84. 70 m above sea level.). Date: 23/01/2016. Col: M. E. Tedesco, V. H. Zaracho and M. Motte. Voucher: MNHNP 12086 (juvenile, snout-vent length: 32.14 mm).

Hemidactylus mabouia (Moreau de Jonnés, 1818)

Locality—Paraguay, Ñeembucú Department, Cerrito (27°20'38"S; 57°38'24"W. WGS84. 65 m above sea level). Date: 22/01/2016. Col: M. E. Tedesco, V. H. Zaracho and M. Motte. Voucher: MNHNP 12087 (adult, snout-vent length: 55.53 mm).

Comments— The distribution of reptiles from Paraguay was recently revised and updated by Cacciali *et al.* (2016). Here we report the presence of two lizard species not recorded previously for Ñeembucú Department.

In Paraguay, *Liolaemus azarai* is known mainly for its type locality, Isla Yacyretá (Itapúa Department), and other population from Yabebyry (Misiones Department) (Fig. 1). Land area in Isla Yacyretá has been greatly reduced due to the permanent flooding caused by the construction and operation of the Yacyretá hydroelectric dam. A *L. azarai* adult male was observed active in January 21, 2016 (11:13 h), and two days later, several juvenile were observed (one of them was collected) (Fig. 2A-B). The individuals were found in a sand dune dominated by *Elyonurus muticus* grasses and “yatay” palms (*Butia* sp.). This habitat is similar to that in Argentina where the species is also present (Álvarez *et al.*, 2003; Ávila, 2003; Zaracho *et al.*, 2014). In Paraguay, its conservation status is

Vulnerable (Motte *et al.*, 2009). The new locality extends its distribution ca. 110 Km to the west of the two localities where it was previously recorded in Paraguay: Isla Yacyretá (Itapúa Department) and Yabebyry (Misiones Department).

Hemidactylus mabouia has been previously reported in urban areas of Alto Paraná, Central, Concepción, San Pedro, and Itapúa Departments (Cacciali *et al.*, 2016) (Fig. 1). It is an invasive species from Africa that currently occurs in México, Cuba and other islands, Venezuela, Guyana, Ecuador, Peru, Colombia, Brazil, Argentina, Uruguay and Paraguay (Cacciali

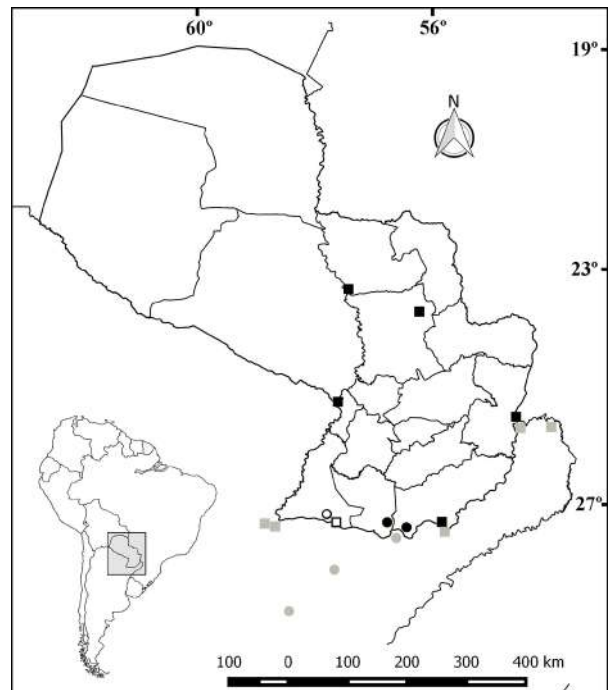


Figure 1. Distribution of *Liolaemus azarai* (circles) and *Hemidactylus mabouia* (squares) in Paraguay (open symbols: new records). Closest Argentinean records are included as gray symbols (Álvarez *et al.*, 2003; Zaracho *et al.*, 2014; Baldo *et al.*, 2008).

and Motte, 2009). Its presence in Paraguay likely originated, as in other places, by passive transportation through floating vegetation or ships (Avila-Pires, 1995; Kluge, 1969; Cacciali and Motte, 2009). The collected specimen (Fig. 2) was found climbing a wall in a house, about at 17:00 h. This new record extends the distribution of *H. mabouia* in Paraguay ca. 200 km to the south of Asunción, and 200 km to the west of Encarnación, the nearest localities with confirmed presence of the species.

Acknowledgements

We thank CONACYT (Paraguay) for financial support for the project “Visión de biodiversidad nacional y evaluación ecorregional: la ecología al servicio de las decisiones de conservación y análisis de la fragmentación de los hábitats” (Código 14-INV-063). To E. Etchepare for their help with the Figure 1. To Secretaría del Ambiente (Paraguay) for collection permit (N° 133/2015).

Literature cited

- Álvarez, B.B.; Aguirre, R.; Céspedes, J.; Hernando, A.B. & Tedesco, M.E. 2003. Herpetofauna del Iberá: 99-178. En: Álvarez, B.B. (ed.). Fauna del Iberá. Editorial de la Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes.
- Ávila, L.J. 2003. A new species of *Liolaemus* (Squamata: Liolaemidae) from Northeastern Argentina and Southern Paraguay. *Herpetologica* 59: 283-292.
- Avila-Pires, T.C.S. 1995. Lizards of Brazilian Amazonia (Reptilia: Squamata). *Zoologische Verhandlungen* 299: 1-706.
- Baldo, D.; Borteiro, C.; Brusquetti, F.; García, J.E. & Prigioni, C. 2008. Reptilia, Gekkonidae, *Hemidactylus mabouia*, *Tarentola mauritanica*: Distribution extension and anthropogenic dispersal. *Check List* 4: 434-438.
- Cacciali, P. & Motte, M. 2009. Nuevos registros de *Hemidactylus mabouia* (Sauria: Gekkonidae) en Paraguay. *Cuadernos de Herpetología* 23: 41-44.
- Cacciali, P.; Scott, N.J.; Aquino Ortiz, A.L.; Fitzgerald, L.A. & 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.
- Kluge, A. 1969. The evolution and geographical origin of

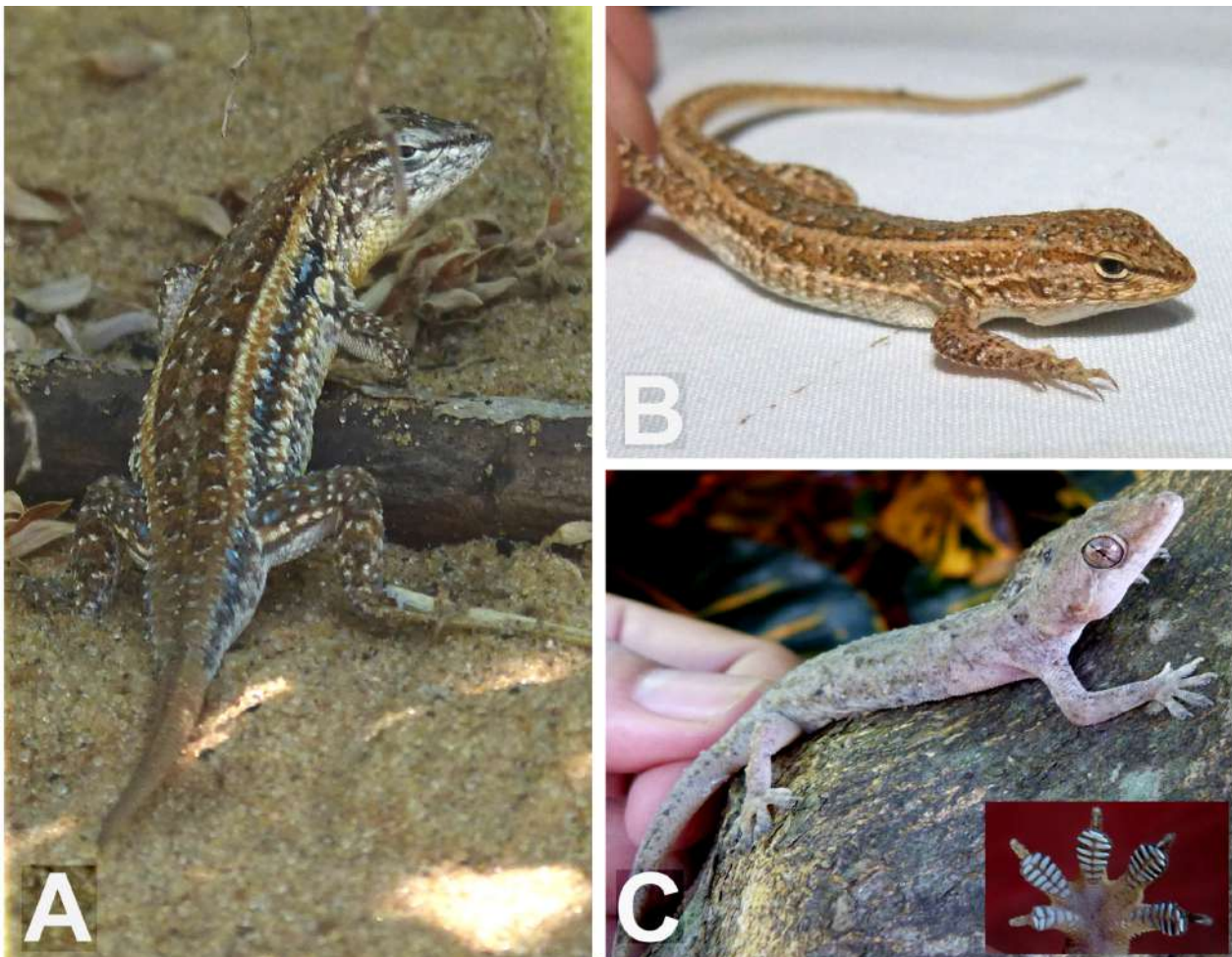


Figure 2. Voucher individuals of two species of lizard from Ñeembucú Department, Paraguay. A-B, *Liolaemus azarai* (adult and juvenile, respectively); C, *Hemidactylus mabouia* (Inset: ventral view of the left hand).

the New World *Hemidactylus mabouia-brookii* complex (Gekkonidae, Sauria). *Miscellaneous Publications of the Museum of Zoology of the University of Michigan* 138: 1-78.
Motte, M.; Núñez, K.; Cacciali, P.; Brusquetti, F.; Scott, N. & Aquino, A.L. 2009. Categorización del estado de conservación de los Anfibios y Reptiles de Paraguay.

Cuadernos de Herpetología 23: 5-18.
Zaracho, V.H.; Ingaramo, M.R.; Semhan, R.V.; Etchepare, E.G.; Acosta, J.L.; Falcione, A.C & Álvarez, B.B. 2014. Herpetofauna de la Reserva Natural Provincial Isla Apipé Grande (Corrientes, Argentina). *Cuadernos de Herpetología* 28: 153-160.

Recibida: 22 Junio 2016

Revisada: 23 Julio 2016

Aceptada: 22 Diciembre 2016

Editor Asociado: M. Cabrera

© 2017 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/>

Nuevo registro y confirmación de *Leiosaurus paronae* (Peracca, 1897) (Squamata: Leiosauridae) en la provincia de San Juan, Argentina

Rodrigo Gómez Alés^{1,2}, Susana Alejandra Castro^{1,2}, Rodrigo Nieva^{1,2}, Ana Paula Galdeano^{1,2}, Graciela Mirta Blanco^{1,3}, Juan Carlos Acosta^{1,3}

¹ DIBIOVA (Diversidad y Biología de Vertebrados del Árido). Departamento de Biología. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de San Juan. Av. Ignacio de la Roza 590 (O), CPA: J5402DCS Rivadavia, San Juan, Argentina.

² CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas), Argentina.

³ CIGEOBIO-CONICET. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de San Juan. Av. Ignacio de la Roza 590 (O) CPA: J5402DCS, Rivadavia, San Juan, Argentina.

Localidad— República Argentina. Provincia de San Juan, departamento Valle Fértil, localidad La Majadita (30°43'50.22''S, 67°29'09.52''O, 976 m s.n.m.; Fig. 1). Fecha de colección: diciembre de 2015 y enero de 2016. Colectores: Rodrigo Nieva, Ana Paula Galdeano, Susana A. Castro y Rodrigo Gómez Alés. Los ejemplares capturados fueron depositados en la colección herpetológica del Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de San Juan (UNSJ 2630, hembra; UNSJ 2631, juvenil).

Comentarios— La biología de *Leiosaurus paronae* ha sido poco estudiada, solamente se conoce que es una especie ovípara y que se alimenta de insectos, arañas y escorpiones (Leynaud *et al.*, 2006). Su presencia está asociada a ambientes de bosque serrano seco, en terrenos arenosos con vegetación xerófila y alta densidad de árboles (Ceí, 1986; Cabrera, 2009). *Leiosaurus paronae* fue citada para las provincias de Catamarca, La Rioja, Santiago del Estero, La Pampa (Gallardo, 1961; 1966; Gallardo *et al.*, 1985), Córdoba (Gallardo, 1961; Cabrera y Bee de Speroni, 1986; Pelegrin *et al.*, 2006), San Luis (Gallardo, 1961; Ávila y Carrizo, 2003) y Mendoza (Gallardo, 1961; Corbalán y Debandi, 2008). Esta distribución fue confirmada en la última evaluación del estado de conservación de las lagartijas de Argentina (Abdala *et al.*, 2012; Fig. 1). En San Juan, se ha citado como presencia probable (Ávila *et al.*, 1998) y presencia a confirmar (Acosta *et al.*, en prensa), debido a registros informales anónimos y a los mapas de distribución de la especie que la ubicaban desde el sur de Mendoza, abarcando sectores de Monte y Chaco en

San Luis, La Rioja y Córdoba, muy cerca de los límites con la provincia de San Juan (Ceí, 1986; 1993).

Durante un estudio de campo correspondiente a un monitoreo herpetofaunístico en la localidad La Majadita, el 01 de diciembre de 2015 se encontró una hembra adulta de *Leiosaurus paronae* (largo hocico- cloaca 79 mm, peso 12.5 g; Fig. 2 A-B). En el mismo sitio el 10 de enero de 2016 se encontró un ejemplar juvenil (largo hocico- cloaca 44 mm, peso 6.2 g; Fig. 2 C). Los individuos fueron identificados siguiendo los caracteres diagnósticos de la especie

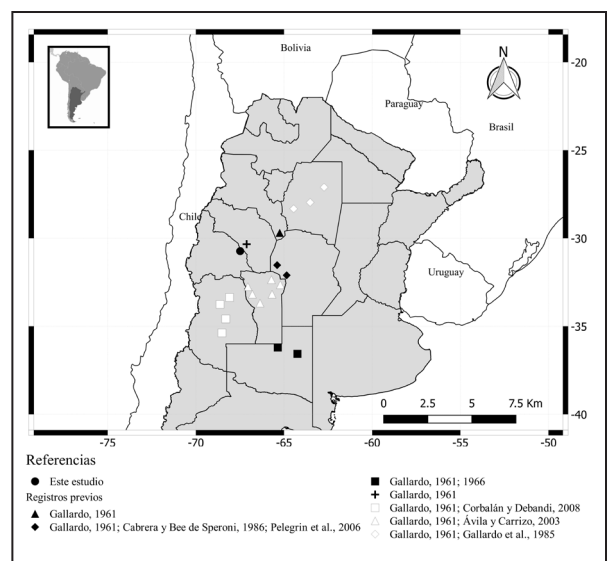


Figura 1. Nuevo registro de *Leiosaurus paronae* en la localidad La Majadita, departamento Valle Fértil, San Juan, Argentina (círculo negro) y registros previos en las siguientes provincias de Argentina: Santiago del Estero (rombo blanco), Catamarca (triángulo negro), La Rioja (cruz), Córdoba (rombo negro), San Luis (triángulo blanco), Mendoza (cuadrado blanco) y La Pampa (cuadrado negro).



Figura 2. Vista dorsal (A) y ventral (B) del ejemplar hembra (LHC 79 mm; UNSJ-2630), y vista dorsal (C) del juvenil (LHC 44 mm; UNSJ-2631) de *Leiosaurus paronae* colectados en La Majadita, Valle Fértil, provincia de San Juan. Fotos: Ana Paula Galdeano.

(Peracca, 1897; Gallardo, 1961; Cei, 1986, 1993). El ejemplar hembra examinado presenta una pequeña cresta nucal y dorsal sobre la línea vertebral, siendo más pronunciada en la región nucal, correspondiente a escamas cónicas puntiagudas; dorsolateralmente posee escamas cónicas pronunciadas que forman hileras irregulares. En la región cefálica se observan escamas irregulares prominentes y poliédricas. Ausencia de escamas rostral y mentoniana. Las narinas se ubican más cerca del hocico que de la región ocular. Ventralmente exhibe escamas subtriangulares imbricadas débilmente quilladas. Presenta escamas subdigitales tri a pentacarenadas y caudales evidentemente quilladas.

El patrón de coloración dorsal en vida es grisáceo, con matices rojizos en los bordes de manchas dorsales y bandas en extremidades. Presenta seis manchas oscuras discontinuas en la línea vertebral transversales en forma de lirio y prolongaciones borrosas en los flancos de color oscuro. En las extremidades y colas se observan bandas oscuras irregulares. Ventralmente es grisáceo blanquecino con rayas transversales irregulares, desde la región gular hasta la cloaca. Posee una banda transversal irregular y oscura en la región ocular, y mancha ocular festoneada en forma de antifaz. Estos caracteres permitieron identificar a los ejemplares como *Leiosaurus paronae* y diferenciarla de las especies hermanas *L. jaguaris* y *L. catamarcensis*, distribuidas al noroeste de Argentina (Morando *et al.*, 2015).

El sitio donde hallamos los especímenes es un área ecotonal entre las regiones biogeográficas del Monte y Chaco Occidental, caracterizado por un suelo arenoso y arcillo-limoso donde la vegetación dominante es *Bulnesia retama*, *Lycium chanar*, junto con vegetación xerófila y efímera. Además, en el mismo sitio y en sintopía con *L. paronae* se encuentran otras especies de lagartos como *Liolaemus darwini*, *L. gracilis*, *L. chacoensis*, *Aurivela longicauda*, *Teyus teyou*, *Homonota fasciata*, *H. borelli*, *Stenocercus*

doellojuradoi y *Salvator rufescens*.

En la última evaluación del estado de conservación de las lagartijas de Argentina, *Leiosaurus paronae* fue categorizada como una especie Vulnerable, debido a que no se contaba con suficientes datos sobre su biología ni nuevos registros desde el año 2000 (Laspiur, 2012). Asimismo, el avance progresivo de las perturbaciones sobre el hábitat natural del bosque chaqueño, podrían generar disminuciones en la densidad de las poblaciones. Particularmente, el sitio donde hallamos los ejemplares de *L. paronae* presenta grandes perturbaciones debido a la tala y al pastoreo intensivo por ganado caprino y bovino. Por este motivo, resultaría valioso determinar si constituye una población estable o no, debido al impacto y degradación ambiental que sufre el sitio, y de este modo aportar información sustancial que ayude a evaluar con mayor precisión su estado de conservación.

Agradecimientos

A G. Fava por su ayuda en la confección del mapa. A L. Ávila por las observaciones realizadas al manuscrito. A la Secretaría de Medio Ambiente, Dirección de Conservación y Áreas Protegidas de la provincia de San Juan, por los permisos de colecta otorgados. Al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET, becas doctorales RGA y APG). Este estudio se encuentra en el marco del proyecto “Fauna Herpetológica del Chaco y Monte de San Juan: diversidad y biología”, financiado por la Universidad Nacional de San Juan CICITCA- Resolución N° 18/14-CS (directora GMB). A los revisores anónimos y a S. Quinteros que contribuyeron a mejorar el trabajo.

Literatura citada

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.; Ibargüengoytia, N.R.; Kacoliris, F.; Laspiur, A.; Montero, R.; Morando, M.; Pelegrín, N.; Pérez, C.H.F.; Quinteros, A.S.; Semhan, R.V.; Tedesco, M.E.;

- Vega, L. & Zalba, S.M. 2012. Categorización del estado de conservación de las lagartijas y anfisbenas de la República Argentina. *Cuadernos de Herpetología* 26: 215-248.
- Acosta, J.C.; Laspiur, A.; Blanco, G. & Villavicencio, H.J. En prensa. Diversidad y Conservación de Anfibios y reptiles de San Juan. *En: Martínez- Carretero, E. & García, A. (eds.), San Juan Ambiental. San Juan: Universidad Nacional de San Juan.*
- Ávila, L.J. & Carrizo, G.R. 2003. Lista comentada y distribución geográfica de la herpetofauna de la provincia de San Luis, Argentina. *Acta zoológica lilloana* 47: 93-115.
- Ávila, L.J.; Acosta, J.C. & Murúa, F. 1998. Herpetofauna de la provincia de San Juan, Argentina: lista comentada y distribución geográfica. *Cuadernos de Herpetología* 12: 11-29.
- Cabrera, M.R. & Bee de Speroni, N. 1986. Composición y distribución de la lacertofauna de la provincia de Córdoba, Argentina. II. Amphisbaenidae, Anguidae e Iguanidae. *Historia Natural* 6: 1-12.
- Cabrera, M. 2009. Lagartos del centro de la Argentina. Córdoba, Argentina. Edición independiente.
- 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.
- Cei, J.M. 1993. Reptiles del noroeste, nordeste y este de la Argentina. Herpetofauna de las selvas subtropicales, Puna y Pampas. *Museo Regionale di Scienze Naturali Torino Monografie* 14: 1-929.
- Corbalán, V. & Debandi, G. 2008. La lacertofauna de Mendoza: lista actualizada, distribución y riqueza. *Cuadernos de Herpetología* 22: 5-24.
- Gallardo, J.M. 1961. Estudio zoogeográfico del género *Leiosaurus* (Reptilia: Sauria). *Physis* 22: 113-118.
- Gallardo, J.M. 1966. "*Liolaemus lentus*" Nov. Sp. (Iguanidae) de La Pampa y algunas observaciones sobre los saurios de dicha provincia Argentina y del oeste de Buenos Aires. *Neotropica* 12: 15-29.
- Gallardo, J.M.; Vallejo, M.T. & Miranda, M.E. 1985. Estudio sobre la distribución de los saurios de Santiago del Estero. República Argentina (Reptilia: Sauria). *Historia Natural* 5: 97-103.
- Laspiur, A. 2012. *Leiosaurus paronae* (Peracca, 1897). Matuasto de cresta. *En: Categorización del estado de conservación de la herpetofauna de la República Argentina. Ficha de los taxones. Lagartijas y Anfisbenas. Cuadernos de Herpetología* 26: 252.
- Leynaud, G.C.; Pelegrin, N. & Lescano, J.N. 2006. Anfibios y Reptiles: 219-235. *En: Bucher, E.H. (ed), Bañados del río Dulce y Laguna Mar Chiquita (Córdoba, Argentina), Academia Nacional de Ciencias, Córdoba.*
- Morando, M.; Olave, M.; Ávila, L.J.; Baker, E. & Sites Jr, J.W. 2015. Molecular phylogeny of the lizard clade Leiosaurae endemic to Southern South America. *Herpetologica* 71: 322-331.
- Pelegrin, N.; Leynaud, G.C. & Bucher, E.H. 2006. Reptile fauna of the Chancaní Reserve (Arid Chaco, Argentina): species list and conservation status. *Herpetozoa* 19: 85-86.
- Peracca, M.G. 1897. Intorno ad un nuovo genere di Iguande del Brasile. *Bollettino dei Musei di Zoologia ed Anatomia Comparata della R. Università di Torino* 12: 1-2.

Recibida: 19 Agosto 2016
 Revisada: 1 Noviembre 2016
 Aceptada: 7 Febrero 2017
 Editor Asociado: A. S. Quinteros

© 2017 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/>

CUADERNOS *de* HERPETOLOGÍA

VOLUMEN 31 - NUMERO 1 - MAYO 2017

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

VOLUMEN 31 - NUMERO 1

Trabajos

Reproductive biology in an Uruguayan population of *Elachistocleis bicolor* (Guérin-Meneville, 1838) (Anura, Microhylidae)

Ernesto Elgue, Raúl Maneyro

5

Alometría y heterocronías durante el desarrollo temprano de cinco especies de *Hypsiboas* (Anura: Hylidae)

Grisel Navarro Acosta, Florencia Vera Candiotti

11

Notas

Predation of *Trachycephalus typhonius* (Linnaeus, 1758) (Anura: Hylidae) by *Chacophrys pierottii* (Vellard, 1948) (Anura: Ceratophryidae) in the Paraguayan Chaco

Diego Bueno Villafañe, Hugo Cabral Beconi, Arne Lesterhuis

23

Restricción de la distribución de *Mesoclemmys vanderhaegei* (Bour, 1973) (Testudines: Chelidae) en Argentina

María Julia Cassano

25

Assessment of the calling detection probability throughout the day of two invasive populations of bullfrog (*Lithobates catesbeianus*) in Uruguay

Gabriel Laufer, Noelia Gobel, Alvaro Soutullo, Claudio Martinez-Debat, Rafael O. de Sá

29

Atypical coloration in the yellow-striped poisonous frog, *Dendrobates truncatus* (Cope, 1861), in the Colombian Magdalena river valley

Diego A. Rivera-Prieto, David Marín-C

33

Predation on Southern Turnip-tailed geckos (*Thecadactylus solimoensis*) by a Spectacled Owl (*Pulsatrix perspicillata*)

Juan D. Daza, Lee Bension Price, Christopher M. Schalk, Aaron M. Bauer, A. Randall Borman, Julian Kerbis Peterhans

37

Dos nuevos registros de vertebrados en la dieta de la boa de jardines *Corallus hortulanus* (Squamata: Boidae) en el noroeste de la Amazonía

Mario H. Yáñez-Muñoz, Glenda M. Pozo-Zamora, Francisco Sornoza-Molina, Jorge Brito M.

41

Primeros registros de la herpetofauna en dos áreas naturales protegidas de la provincia de Santiago del Estero (Argentina)

Juan Manuel Pérez-Iglesias, Laura E. Jofré, Marta P. Rueda

49

Novedades zoogeográficas

Variación y primer registro de *Apostolepis multicineta* Harvey, 1999 (Squamata: Dipsadidae) para el departamento de Cochabamba, Bolivia

Patricia Mendoza-Miranda, Gabriel Callapa, Arturo Muñoz S.

59

First record of *Liolaemus azarai* and *Hemidactylus mabouia* for Ñeembucú Department, Paraguay

Víctor Hugo Zaracho, María Esther Tedesco, Martha Motte, Alberto Yanosky

65

Nuevo registro y confirmación de *Leiosaurus paronae* Peracca, 1897 (Squamata: Leiosauridae) en la provincia de San Juan, Argentina

Rodrigo Gómez Alés, Susana Alejandra Castro, Rodrigo Nieva, Ana Paula Galdeano, Graciela Mirta Blanco, Juan Carlos Acosta

69



con el apoyo
editorial de



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, Sedici, InfoBase Index.