

Dependencia térmica de la salamandra endémica de Colombia *Bolitoglossa ramosi* (Caudata, Plethodontidae)

Erika X. Cruz, Carlos A. Galindo & Manuel H. Bernal

Grupo de Herpetología, Eco-fisiología & Etología, Universidad del Tolima, Altos de Santa Elena, Código Postal 730006299, Ibagué, Tolima, Colombia.
(erikacruz1391@gmail.com; galindo11_59@hotmail.com; mhbernal@ut.edu.co)

Recibido 23 diciembre 2015

Aceptado 18 julio 2016

DOI: 10.1590/1678-4766e2016018

ABSTRACT. Thermal dependence of the Colombian endemic salamander *Bolitoglossa ramosi* (Caudata, Plethodontidae). Environmental temperature is a determining factor in the physiological and behavioral processes of amphibians because they are ectotherms and consequently depend on external heat sources to achieve optimal body temperatures. The aim of this study was to determine the thermal dependence of the Colombian endemic salamander *Bolitoglossa ramosi* Brame & Wake, 1972 with respect to the air and substrate temperatures. Field samples were carried out in the municipality of Líbano, Tolima, Colombia, between 18:00 and 24:00 hours, in April and May 2015. 34 individuals were captured and for each salamander it was recorded: the body temperature, body mass and body length. The substrate and air temperatures were also measured in the place where the animals were found. Body temperature of the individuals had a mean of $18.3 \pm 0.55^\circ\text{C}$, showing a positive and significant relationship to the substrate and air temperatures, which demonstrates that the species is thermoconformer. Furthermore, the body temperature showed a higher thermal dependence on the substrate than the air temperature indicating that *B. ramosi* presents a tigmothermal regulation. Finally, the body temperature was not related to body length or body mass. This information is useful for understanding the thermal biology of the species and the possible physiological responses to the increase in environmental temperatures.

KEYWORDS. Amphibian, conservation, ectotherms, physiology, thermal biology.

RESUMEN. La temperatura ambiental es un factor determinante en los procesos fisiológicos y comportamentales de los anfibios ya que son ectotermos y consecuentemente dependen de una fuente de calor externa para alcanzar su temperatura corporal óptima. El objetivo de este trabajo fue determinar la dependencia térmica de la salamandra endémica de Colombia *Bolitoglossa ramosi* Brame & Wake, 1972 con respecto a las temperaturas del aire y del sustrato. Para esto se realizaron diferentes muestreos en el municipio de Líbano, Tolima, Colombia, entre las 18:00 y las 24:00 horas, en Abril y Mayo de 2015. Allí se capturaron 34 individuos a los cuales se les registró directamente en campo: la temperatura corporal, la masa corporal y la longitud corporal. También, se midió la temperatura del sustrato y la temperatura del aire en el lugar donde fue encontrado el animal. La temperatura corporal de los individuos tuvo una media de $18.3 \pm 0.55^\circ\text{C}$, mostrando una relación positiva y significativa con la temperatura del sustrato y la temperatura del aire, lo que demuestra que la especie es termoconformadora. Además, la temperatura corporal mostró una dependencia térmica mayor con la temperatura del sustrato que con la del aire, indicando que *B. ramosi* presenta una regulación tigmotérmica. Finalmente, la temperatura corporal no se relacionó con la longitud corporal ni con la masa corporal. Esta información es importante para el conocimiento de la biología térmica de la especie y las posibles respuestas fisiológicas ante el incremento de las temperaturas ambientales.

PALABRAS-CLAVE. Anfibios, biología térmica, conservación, ectotermos, fisiología.

La temperatura es un factor determinante para la supervivencia de los anfibios al modular casi todos sus aspectos ecológicos, fisiológicos y comportamentales (SPOTILA, 1972; WELLS, 2007). Particularmente, por ser ectotermos, los anfibios no tienen la capacidad de generar calor a partir de reacciones metabólicas y por esta razón la temperatura ambiental es fundamental para el incremento de su temperatura corporal (DUELLMAN & TRUEB, 1994; RANDALL *et al.*, 1997), aunque limita su distribución espacial, temporal y los restringe a determinados tipos de hábitat (SPOTILA, 1972; FEDER & POUGH, 1975; TRACY, 1976; FEDER, 1982; ANGILLETTA, 2009).

Las relaciones térmicas de los anfibios con su medio implican la pérdida o ganancia de calor por convección con

la atmósfera, la conducción hacia o desde el sustrato, la radiación térmica con elementos del medio y la pérdida de calor por evaporación (TRACY, 1976; DUELLMAN & TRUEB, 1994). Por ejemplo, en anuros se ha reportado la heliotermia en animales que tienen la capacidad de captar calor a través de la radiación solar, como *Bufo boreas* y *Bufo spinulosus* (LILLYWHITE *et al.*, 1973; LAMBRINOS & KLEIER, 2003), y la tigmotermia, en animales que captan el calor por conducción, como *Leptodactylus ocellatus*, *Pleurodema thaul* (SANABRIA *et al.*, 2003; ITURRA-CID *et al.*, 2014) y algunas especies de Bufonidae y Leptodactylidae que termorregulan en sustratos secos y húmedos, de acuerdo con experimentos realizados en laboratorio (TRACY *et al.*, 1993; SANABRIA *et al.*, 2005), así como durante cambios estacionales en campo (SANABRIA

et al., 2011; ITURRA-CID *et al.*, 2014).

Aun considerando la posibilidad de termorregular comportamentalmente, al buscar diversos ambientes térmicos, los anfibios son muy específicos en los requerimientos de su hábitat, especialmente por el control en el balance hídrico el cual puede superponerse a los esfuerzos por encontrar una temperatura óptima (OROMÍ *et al.*, 2010). Esto hace que la mayoría tengan tendencias termoconformadoras, en donde la temperatura corporal está relacionada con la temperatura del sustrato o del aire (LAMBRINOS & KLEIER, 2003; ITURRA-CID *et al.*, 2014), y particularmente en el caso de las salamandras, las necesidades por mantener niveles hídricos adecuados las confina a ambientes húmedos con poca diversidad térmica (FEDER, 1982), por lo que la termorregulación comportamental es poco común en la mayoría de ellas (FEDER & LYNCH, 1982).

Bolitoglossa ramosi Brame & Wake, 1972 es una especie de la familia Plethodontidae, endémica de Colombia, con una distribución restringida al flanco oriental de la cordillera central en los departamentos de Antioquia, Caldas, Huila y Tolima (PALACIO *et al.*, 2006). Es una salamandra nocturna que habita bosques andinos y sub-andinos, con una distribución altitudinal entre los 1.200 y 2.000 m (PALACIO *et al.*, 2006). Según la lista roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), se encuentra en preocupación menor (LC); sin embargo, se desconocen aún muchos aspectos de su biología, en especial sobre su biología térmica. Por lo tanto, el presente trabajo estudia la relación entre la temperatura ambiental y la temperatura corporal de la salamandra *B. ramosi* con el propósito de establecer su dependencia térmica. Se espera que esta información contribuya al conocimiento sobre la biología de esta salamandra y sirva de base para futuros estudios que evalúen los impactos de la temperatura ambiental en este grupo de anfibios considerados como muy vulnerables ante las transformaciones de su hábitat (BANK *et al.*, 2006; BLAUSTEIN *et al.*, 2010; HUSSAIN & PANDIT, 2012).

MATERIALES Y MÉTODOS

Entre los meses de Abril y Mayo de 2015 se realizaron tres muestreos de campo, desde las 18:00 hasta las 24:00h, en un relicto de bosque húmedo premontano (HOLDRIDGE, 1978) en el municipio de Líbano (04°54'36,4"N, 75°03'43,7"W), departamento del Tolima, Colombia. Este lugar se encuentra localizado a una altitud de 1.750 m con una temperatura media anual de 18.9°C, 85% de humedad relativa y 2.378 mm de precipitación. Allí se capturaron 34 salamandras mediante la técnica de relevamientos por encuentros visuales, a los cuales se les registró directamente en campo: la temperatura corporal, la masa corporal y la longitud corporal. También, se midió la temperatura del sustrato y la temperatura del aire en el lugar donde fue encontrado el animal. Estas mediciones se realizaron con dos termómetros Extech (421502), de precisión $\pm 0.3^\circ\text{C}$, que contaban cada uno con dos termocuplas tipo K (diámetro 1mm), los cuales fueron previamente comparados, encontrándose una diferencia térmica máxima entre ellos

de 0.01°C . La temperatura corporal fue medida en la parte latero-ventral del animal a través del contacto directo con una de las termocuplas, con el fin de evitar la manipulación del individuo y la transferencia de calor por parte del investigador (NAVAS & ARAUJO, 2000). De manera simultánea se utilizaron las otras termocuplas para medir la temperatura del sustrato, directamente en el lugar en donde el animal se encontraba posado, y la temperatura el aire, a una distancia de 10 cm con respecto al sustrato. Luego, a cada salamandra se le registró la masa corporal, con una balanza electrónica de precisión 0.01 g, y longitud corporal, medida desde la punta del hocico hasta la cloaca, con un calibrador digital de precisión 0.01 mm.

Adicional a los datos colectados en campo, en el laboratorio de Herpetología de la Universidad del Tolima se midieron las temperaturas corporales, tal y como se describió previamente, y las temperatura cloacales de siete individuos de *Bolitoglossa ramosi*, utilizando simultáneamente las dos termocuplas del mismo termómetro. En cada animal se realizaron cinco registros en intervalos de tres minutos, para un total de 35 datos, los cuales se compararon para identificar si había diferencias significativas entre estas dos temperaturas.

Para establecer la tendencia termorregulatoria entre la temperatura corporal de las salamandras con respecto a: (1) la temperatura del sustrato, (2) la temperatura del aire, (3) la masa corporal y (4) la longitud corporal, se realizó una regresión lineal para cada caso, siguiendo la metodología utilizada en anuros (ITURRA-CID *et al.*, 2014). Además, se estableció el mecanismo principal de obtención del calor en las salamandras a partir de la comparación de los coeficientes de correlación de las relaciones entre la temperatura corporal con la temperatura del sustrato y la del aire. Por otra parte, la comparación de los datos entre la temperatura corporal y la temperatura cloacal se realizó a través de la prueba pareada no paramétrica de Wilcoxon (ZAR, 1999). Todos los análisis estadísticos se realizaron en el programa SPSS (versión 21).

RESULTADOS

Los resultados obtenidos en laboratorio no arrojaron diferencias significativas entre la temperatura cloacal y la temperatura corporal en las salamandras (Prueba de Wilcoxon, $Z=-1,914$, $p>0.05$) (Fig. 1). Con respecto a las temperaturas obtenidas en campo en los 34 individuos estudiados, el promedio y la desviación estándar para la temperatura corporal fue de $18.3\pm 0.55^\circ\text{C}$, para la temperatura del sustrato fue de $18.8\pm 0.62^\circ\text{C}$ y para la temperatura del aire fue de $18.2\pm 0.58^\circ\text{C}$. La temperatura corporal (T_c) de las salamandras mostró una relación positiva y significativa con la temperatura del sustrato (T_s) ($R^2=0.78$, $p=0.0001$; $T_c=3.592 + 0.7837T_s$) (Fig. 2), y con la temperatura del aire (T_a) ($R^2=0.38$, $p=0.0001$; $T_c=7.6343 + 0.5857T_a$) (Fig. 3). De otra parte, se evidenció una correlación alta entre la temperatura corporal y la temperatura del sustrato (Pearson $r=0.88$, $p=0.0001$), la cual fue mayor que la correlación entre la temperatura corporal y la temperatura del aire (Pearson $r=0.61$, $p=0.0001$). Finalmente, la temperatura corporal no se

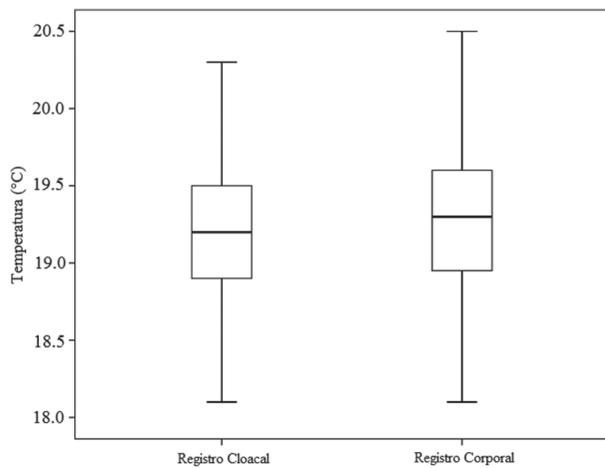
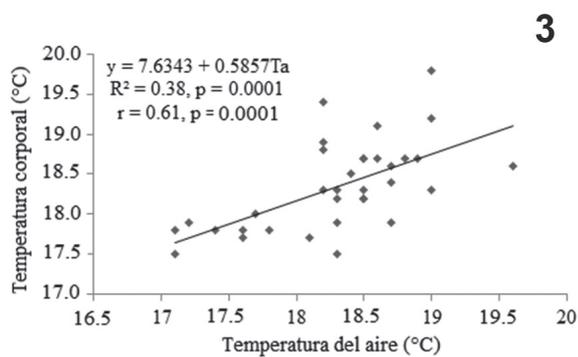
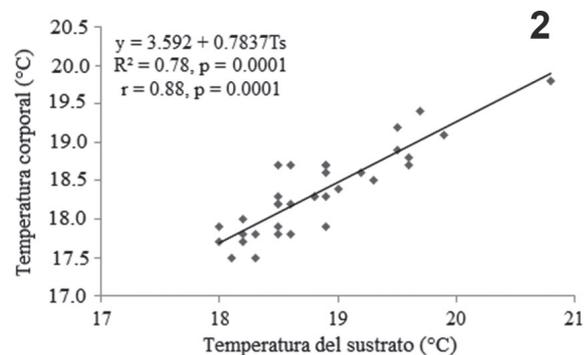


Fig. 1. Comparación entre la temperatura cloacal y la temperatura corporal en *Bolitoglossa ramosi* Brame & Wake, 1972.

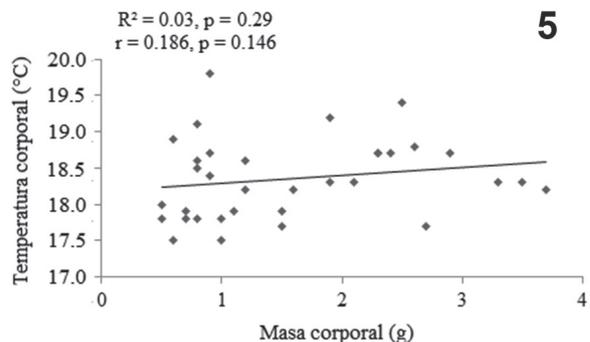
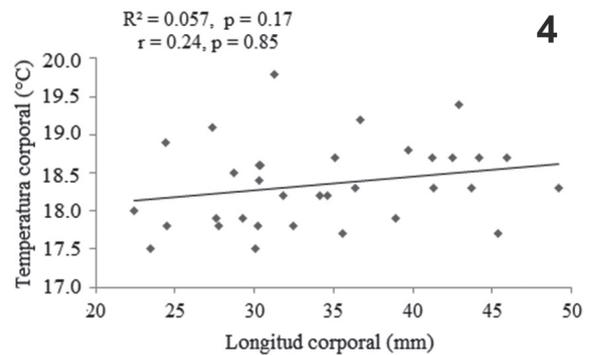


Figs. 2, 3. Relación entre la temperatura corporal y la temperatura: Fig. 2, del sustrato; Fig. 3, del aire en la salamandra *Bolitoglossa ramosi* Brame & Wake, 1972.

relacionó con la longitud corporal ($R^2=0.05$, $p=0.17$; Pearson $r=0.24$, $p=0.85$) (Fig. 4) ni con la masa corporal ($R^2= 0.03$, $p=0.29$; Pearson $r=0.186$, $p=0.146$) (Fig. 5).

DISCUSIÓN

Los reportes de la temperatura corporal en anfibios se han hecho a partir de los registros de las temperaturas obtenidas en la superficie de los organismos (dorsal, ventral o entre el tronco y el muslo), de las temperaturas internas cloacales y hasta en la cavidad abdominal obtenida con radiotransmisores



Figs 4, 5. Relación entre la temperatura corporal y: Fig. 4, la longitud corporal, Fig. 5, la masa corporal de la salamandra *Bolitoglossa ramosi* Brame & Wake, 1972.

sensibles a la temperatura (OROMÍ *et al.*, 2010). En el caso de las salamandras terrestres, los estudios clásicos de BOGERT (1952) y FEDER (1976, 1982), FEDER & LYNCH (1982), FEDER *et al.* (1982) han considerado las temperaturas del sustrato como equivalentes de las temperaturas corporales. Sin embargo, las temperaturas superficiales en los anfibios expuestos al aire, en donde puede haber pérdida de agua de la piel por evaporación, pueden ser diferentes a las temperaturas internas (HUTCHISON & DUPRÉ, 1992). En este trabajo no se encontró una diferencia significativa entre la temperatura cloacal y la temperatura corporal medida ventrolateralmente en *Bolitoglossa ramosi*. Esto significa que los datos de la temperatura corporal reportados en este estudio representan adecuadamente la temperatura corporal interna de las salamandras, constituyéndose en una metodología apropiada para evitar la manipulación de los animales, lo que podría generar alteraciones en las mediciones de la temperatura y hasta lesiones a las salamandras, como la autotomía caudal.

La temperatura corporal de *Bolitoglossa ramosi* se asoció positiva y significativamente con las temperaturas ambientales, tanto del sustrato como del aire, demostrando que es una especie termoconformadora, como ha sido también recientemente indicado para otros anfibios (ITURRA-CID *et al.*, 2014). Además, la temperatura corporal *B. ramosi* presentó una correlación mayor con la temperatura del sustrato en comparación con la del aire, lo que sugiere que presenta una termorregulación tigmotérmica, entendiendo la tigmotermia como la obtención del calor por conducción del

medio o sustrato (HUTCHISON & DUPRÉ, 1992; NAVAS, 1996). Este resultado concuerda con lo reportado por BRATTSTROM (1963) en algunas salamandras *Taricha torosa*, *Dicamptodon ensatus*, *Ambystoma jeffersonianu*, *Ambystoma opacum* y en otras especies de anfibios (LAMBRINOS & KLEIER, 2003; SANABRIA et al., 2003, 2005; OROMÍ et al., 2010; ITURRA-CID et al., 2014). El comportamiento termoconformador ha sido explicado como una estrategia de los anfibios para evitar la pérdida de agua y mantener su piel húmeda y permeable, lo que resulta particularmente importante en salamandras terrestres de la familia Plethodontidae (que no presentan pulmones) para poder realizar el intercambio gaseoso a través de la piel (FEDER, 1976, 1983). También, con el propósito de ahorrar tiempo y energía en la búsqueda innecesaria de microhábitat que no ofrecen oportunidades para termorregular (OROMÍ et al., 2010; SANABRIA et al., 2011), que pueden ser utilizados en otras actividades como la alimentación, búsqueda de refugios, reproducción y crecimiento (SANABRIA et al., 2014). Específicamente, para el caso de *B. ramosi*, es posible que la poca variación térmica de su hábitat sea la principal limitante para termorregular durante su actividad nocturna, ya que en términos de balance de agua la humedad relativa siempre se mantuvo por encima del 85% en el lugar de estudio.

ZUG et al. (2001), propusieron que animales pequeños deberían tener temperaturas corporales más altas que los individuos de mayor tamaño, debido a que ellos intercambian calor con el ambiente mucho más rápido, lo que implica un incremento en la deshidratación y en la temperatura corporal (SANABRIA et al., 2003; SINERVO et al., 2010). Los resultados de este trabajo no mostraron ninguna asociación entre la temperatura corporal y la longitud corporal, ni entre la temperatura corporal y la masa corporal, lo que coincide con lo reportado en el anuro *Pleurodema thaul* (ITURRA-CID et al., 2014), así que el tamaño y la masa corporal no parecen ser caracteres determinantes en el mecanismo del intercambio de calor en los anfibios, o por lo menos en los tamaños corporales estudiados.

En conclusión, en este trabajo se reporta que la salamandra *Bolitoglossa ramosi* presenta las características de una especie termoconformadora con regulación tigmotérmica, lo que quiere decir que su temperatura corporal tiene una estrecha relación con la temperatura del ambiente, en particular con la del sustrato en el que se localiza. Este resultado es importante para tenerlo en cuenta en términos de conservación, ya que dicha condición térmica implica que los aumentos en la temperatura ambiental, como los que actualmente se están presentando por efectos de los incrementos globales y locales, deberían generar impactos proporcionales en la temperatura de estos animales afectando sus procesos fisiológicos (HOMYACK et al., 2010), y que incluso podrían llegar a ser letales. También, se encontró que la temperatura corporal de *B. ramosi* no se relaciona con características morfológicas como la longitud corporal o la masa corporal, aunque se debe tener en cuenta que la especie de estudio es en general de tamaño pequeño.

Agradecimientos. Al fondo de investigaciones y desarrollo científico de la Universidad del Tolima por la financiación del proyecto (proyecto número 420214). A la Corporación Autónoma Regional del Tolima, CORTOLIMA, por otorgar el permiso de investigación en diversidad biológica (Resolución 2046 del 13 de Junio del 2012). A los integrantes del Grupo de Investigación en Herpetología, Eco-Fisiología y Etología de la Universidad del Tolima, en especial a María Triana, Jorge Turriago, Marcela Henao, Cristian Gallego, Sigifredo Clavijo, James Herrán y David Salgado por sus asesorías y acompañamiento en campo. Finalmente, a Beatriz Rubio y Armando Carbonel por permitir la realización del trabajo de campo en la finca Villa Beatriz del Líbano, Tolima, Colombia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGILETTA, M. J. 2009. **Thermal adaptation a theoretical and empirical synthesis**. New York, Oxford University Press. 285p.
- BANK, M. S.; CROCKER, J. B.; DAVIS, S.; BROTHERTON, D. K.; COOK, R.; BEHLER, J. & CONNERY, B. 2006. Population decline of northern dusky salamanders at Acadia National Park, Maine, USA. **Biological Conservation** 130(2):230-238.
- BLAUSTEIN, A. R.; WALLS, S. C.; BANCROFT, B. A.; LAWLER, J. J.; SEARLE, C. L. & GERVAZI, S. S. 2010. Direct and indirect effects of climate change on amphibian population. **Diversity** 2:281-313.
- BOGERT, C. M. 1952. Relative abundance, habitats, and normal thermal levels of some Virginia salamanders. **Ecology** 33(1):16-30.
- BRATTSTROM, B. H. 1963. Review of the thermal requirements of amphibians. **Ecology** 44(2):238-255.
- DUELLMAN, W. E. & TRUEB, L. 1994. **Biology of amphibians**. Baltimore, Maryland, McGraw-Hill Book Company. 553p.
- FEDER, M. E. 1976. Oxygen consumption and body temperature in neotropical and temperate zone lungless salamanders (Amphibia: Plethodontidae). **Journal of Comparative Physiology** 110:197-208.
- FEDER, M. E. 1982. Thermal ecology of neotropical lungless salamanders (Amphibia: Plethodontidae): environmental temperatures and behavioral responses. **Ecology** 63(6):1665-1674.
- FEDER, M. E. 1983. Integrating the Ecology and Physiology of Plethodontid Salamanders. **Herpetológica** 39(3):291-310.
- FEDER, M. E. & LYNCH, J. F. 1982. Effects of latitude, season, elevation, and microhabitat on field body temperatures of neotropical and temperate zone salamanders. **Ecology** 63(6):1657-1664.
- FEDER, M. E.; LYNCH, J. F.; SHAFFER, H. B. & WAKE, D. B. 1982. Field body temperatures of tropical and temperate zone salamanders. **Smithsonian Herpetological Information Service** 52:1-23.
- FEDER, M. E. & POUGH, F. H. 1975. Temperature selection by the red-backed salamander, *Plethodon c. cinereus* (Green) (Caudata: Plethodontidae). **Comparative Biochemistry and Physiology** 50A:91-98.
- HOLDRIDGE, L. R. 1978. **Ecología basada en zonas de vida**. San José, Instituto Interamericano de Cooperación Para la Agricultura. 216p.
- HOMYACK, J. A.; HASS, C. A. & HOPKINS, W. A. 2010. Influence of temperature and body mass on standard metabolic rate of eastern red-backed salamanders (*Plethodon cinereus*). **Journal of Thermal Biology** 35:143-146.
- HUSSAIN, Q. A. & PANDIT, A. K. 2012. Global amphibian declines: A review. **International Journal of Biodiversity and Conservation** 4(10):348-357.
- HUTCHISON, V. H. & DUPRÉ, R. K. 1992. Thermoregulation. In: FEDER, M. E. & BURGGREN, W. W. eds. **Environmental Physiology of the Amphibians**. Chicago, The University of Chicago Press, p. 206-249.
- ITURRA-CID, M.; VIDAL, M.; LABRA, A. & ORTIZ, J. C. 2014. Winter thermal ecology of *Pleurodema thaul* (Amphibia: Leptodactylidae). **Gayana** 78(1):25-30.
- LAMBRINOS, J. G. & KLEIER, C. C. 2003. Thermoregulation of juvenile Andean toads (*Bufo spinulosus*) at 4300 m. **Journal of Thermal Biology** 28:15-19.
- LILLYWHITE, H. B.; LICHT, P. & CHELGREN, P. 1973. The role of behavioral thermoregulation in the growth energetics of the toad, *Bufo boreas*. **Ecology** 54(2):375-383.
- NAVAS, C. A. 1996. Implications of microhabitat selection and patterns of activity on the thermal ecology of high elevation neotropical anurans. **Oecologia** 108(4):617-626.

- NAVAS, C. A. & ARAUJO, C. 2000. The use of agar models to study amphibian thermal ecology. **Journal of Herpetology** 34(2):330-334.
- OROMÍ, N.; SANUY, D. & SINSCH, U. 2010. Thermal ecology of natterjack toads (*Bufo calamita*) in a semiarid landscape. **Journal of Thermal Biology** 35:34-40.
- PALACIO, J. A.; MUÑOZ, E. M.; GALLO, S. M. & RIVERA, M. 2006. **Guía de campo: Anfibios y Reptiles del Valle de Aburrá**. Medellín, Editorial Zuluaga. 175p.
- RANDALL, D.; BURGGREN, W. & FRENCH, K. 1997. **Eckert-Animal Physiology: Mechanisms and Adaptations**. 4ed. New York, W. H. Freeman & Company. 723p.
- SANABRIA, E. A.; QUIROGA, L. B. & ACOSTA, J. C. 2003. Ecología térmica de *Leptodactylus ocellatus* (Linnaeus, 1758) (Anura: Leptodactylidae) en los bañados de zonda, San Juan, Argentina. **Cuadernos de Herpetología** 17(1.2):127-129.
- SANABRIA, E. A.; QUIROGA, L. B. & ACOSTA, J. C. 2005. Termorregulación de adultos de *Bufo arenarum* (Hensel, 1867) (Anura: Bufonidae) en diferentes microhabitats de los humedales de Zonda, San Juan, Argentina. **Revista Española de Herpetología** 19:127-132.
- SANABRIA, E. A.; QUIROGA, L. B. & MARTINO, A. L. 2011. Seasonal changes in the thermoregulatory strategies of *Rhinella arenarum* in the monte desert, Argentina. **Journal of Thermal Biology** 36:23-28.
- SANABRIA, E. A.; VAIRA, M.; QUIROGA, L. B.; AKMENTINS, M. S. & PEREYRA, L. C. 2014. Variation of thermal parameters in two different color morphs of a diurnal poison toad, *Melanophryniscus rubriventris* (Anura: Bufonidae). **Journal of Thermal Biology** 41:1-5.
- SINERVO, B.; MÉNDEZ-DE-LA-CRUZ, F.; MILES, D. B.; HEULIN, B.; BASTIAANS, E.; VILLAGRÁN-SANTA CRUZ, M.; LARAR-ESENDIZ, R.; MARTÍNEZ-MÉNDEZ, N.; CALDERÓN-ESPINOSA, M. L.; MEZA-LÁZARO, R. N.; GADSDEN, H.; AVILA, L. J.; MORANDO, M.; DE LA RIVA, I. J.; SEPÚLVEDA, P. V.; DUARTE, C. F.; IBARGÜENGOYTÍA, N.; AGUILAR, C.; MASSOT, M.; LEPETZ, V.; OKSANEN, T. A.; CHAPPLE, D. G.; BAUER, A. M.; BRANCH, W. R.; CLOBERT, J. & SITES JR, J. W. 2010. Erosion of lizard diversity by climate change and altered thermal niches. **Science** 328:894-899.
- SPOTILA, J. R. 1972. Role of temperature and water in the ecology of lungless Salamanders. **Ecological Monographs** 42(1):95-125.
- TRACY, C. R. 1976. A model of the dynamic exchanges of water and energy between a terrestrial amphibian and its environment. **Ecological Monographs** 46(3):293-326.
- TRACY, C. R.; CHRISTIAN, K. A.; O'CONNOR, M. P. & TRACY, C. R. 1993. Behavioral thermoregulation by *Bufo americanus*: the importance of the hydric environment. **Herpetologica** 49(3):375-382.
- WELLS, K. D. 2007. **The ecology and behaviour of amphibians**. Chicago, The University of Chicago Press. 855p.
- ZAR, J. H. 1999. **Biostatistical analysis**. New Jersey, Prentice Hall. 662p.
- ZUG, G.; VITT, L. & CALDWELL, G. 2001. **Herpetology: An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles**. San Diego, Academic Press. 627p.