

Boletín Chileno de Herpetología 3: 4-6 (2016)

# Dimorfismo sexual en *Alsodes pehuenche* Cei 1976 (Amphibia, Anura, Alsodidae)

Sexual dimorphism in *Alsodes pehuenche* Cei 1976 (Amphibia, Anura, Alsodidae)

Felipe Herrera &amp; Nelson A. Velásquez\*

Laboratorio de Comunicación Animal, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad Católica del Maule, Talca, Chile

\*Correspondencia a: nelson.velasquez@gmail.com

**Resumen.** *Alsodes pehuenche* es un anuro endémico de Chile y Argentina, siendo escaso el conocimiento de su biología. Diferencias morfológicas intersexuales han sido evidentes para los investigadores pero estudios sistemáticos para caracterizar estas diferencias no han sido llevados a cabo en esta especie. Por esta razón, en el presente estudio realizamos un análisis morfométrico lineal para establecer diferencias entre machos y hembras en *A. pehuenche*. Se realizaron 13 mediciones a machos y hembras adultos. De estas mediciones, la masa corporal, a diferencia del largo hocico-cloaca, mostró diferencias significativas entre los sexos. Sin embargo, el análisis multivariado no arrojó diferencias significativas considerando 11 de estas variables morfométricas. A pesar de no obtener diferencias significativas, la mayoría de las variables medidas mostró valores más altos para machos que para hembras. Estas diferencias morfométricas entre machos y hembras de *A. pehuenche* podrían ser concordantes con un proceso de selección sexual.

**Palabras clave:** Tamaño corporal, morfometría lineal

**Abstract.** *Alsodes pehuenche* is an endemic anuran of Chile and Argentina for which a limited knowledge of its biology is available. Researchers have observed intersexual morphological differences but no systematic studies to characterize these differences have been carried out. In the present study we performed a linear morphometric analysis to determine differences between males and females in *A. pehuenche*. We took 13 measurements on adult males and females. Body mass showed significant differences between sexes, in contrast with snout-vent length, which did not show significant differences. Furthermore, multivariate analyses did not yield significant differences in 11 morphometric variables. In spite of the lack of statistical significance, most of the variables measured showed higher values in males than females. These morphometric differences between males and females are concordant with the operation of sexual selection processes shaping the gross anatomy of *A. pehuenche*.

**Keywords:** Body size, linear morphometrics

## Introducción

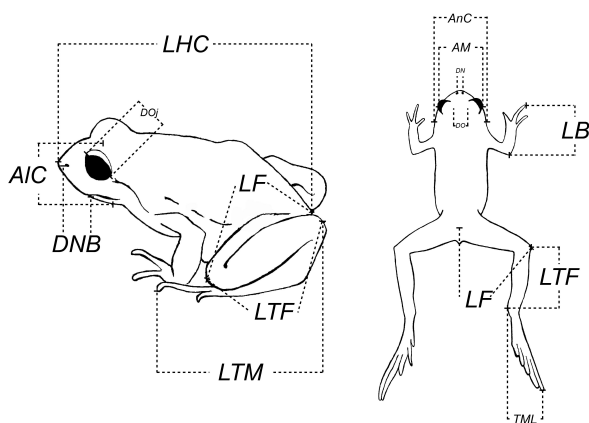
*Alsodes* Bell 1834 es un género de anuros ampliamente distribuido en Chile y Argentina compuesto por 19 especies (Frost 2014), teniendo cada una de ellas una distribución geográfica muy restringida (i.e. microendémicas, Cuevas y Formas 2005). Los patrones de endemismo que presentan estas especies pueden relacionarse con el clima y la ubicación geográfica, generando estos factores barreras geográficas que pueden provocar el aislamiento reproductivo entre las poblaciones y por consiguiente especiación (Cuevas y Formas 2001, Fuentes y Jaksic 1979, Herron y Freeman 2013, Velásquez 2014). Una de las principales características de este género es su marcado dimorfismo sexual que puede ser apreciado en los machos al presentar vistosos parches nupciales compuestos de espinas queratinizadas en el pecho y dedos de las patas delanteras (Cuevas y Formas 2001). Otro carácter que hace evidente su

dimorfismo sexual es la diferencia morfológica en el ancho de las extremidades anteriores, las cuales son notoriamente más gruesas en machos que en hembras (Rabanal y Núñez 2008, Corbalán 2010). Hasta el momento no hay estudios en los cuales se haya realizado una comparación morfométrica entre sexos de *Alsodes pehuenche* Cei 1976 que pueda establecer diferencias intersexuales cuantitativas en la especie. Por esta razón el objetivo del presente trabajo es estudiar las diferencias morfométricas entre sujetos de sexos distintos de *A. pehuenche*.

## Materiales y métodos

Adultos de *A. pehuenche* fueron capturados en la población del Paso Pehuenche en la Provincia de Talca, Chile (35° 59.926'S, 70° 24.188'W; Corbalán 2010, Correa et al. 2013) en dos

prospecciones: diciembre de 2015 y febrero de 2016. Los 13 especímenes capturados en la primera prospección (7 machos y 6 hembras) fueron medidos en terreno y sólo fueron registrados la masa corporal (Smart Weigh Pro Pocket Scale, Smart Weigh,  $\pm 0,01g$ ) y el largo hocico-cloaca (LHC) con un caliper digital (Ubermann,  $\pm 0,001$  mm). La temperatura del aire, temperatura del agua y humedad relativa del aire fueron medidas en el lugar de captura de cada espécimen, siendo en promedio  $5,5 \pm 0,86$  °C,  $6,22 \pm 1,18$  °C y  $67,35 \pm 5,36$  %, respectivamente. Los 20 especímenes capturados en la segunda prospección (9 machos y 11 hembras), fueron trasladados al Laboratorio de Comunicación Animal, donde se determinó la masa corporal y 12 variables morfométricas lineales siguiendo a Márquez-García et al. (2009). Estas variables fueron: largo hocico-cloaca (LHC), distancia entre orbitas (DO), distancia entre narinas (DN), ancho de la mandíbula (AM), ancho de la cabeza (AnC), distancia nariz-boca (DNB), alto de cabeza (AIC), diámetro de ojo (DOj), largo del brazo (LB), largo del fémur (LF), largo tibia-fíbula (LTF) y largo tarso-metatarso (LTM) (Fig.1). Las temperaturas del aire y agua registradas en el lugar de captura de estos especímenes fueron de  $2,9$  °C y  $6,6$  °C, respectivamente, mientras que la humedad relativa del aire fue del 45%.



**Figura 1:** Vista Lateral y dorsal de un anuro modelo mostrando las medidas morfométricas realizadas en este estudio. Abreviaciones: LHC: Largo hocico-cloaca, DO: Distancia entre orbitas, DN: Distancia entre narinas, AM: Ancho de mandíbula, AnC: Ancho de cabeza, DNB: Distancia nariz-boca, AIC: Alto de cabeza, DOj: Diámetro de ojo, LB: Largo del brazo, LF: Largo del fémur, LTF: Largo tibia-fíbula y LTM: Largo tarso-metatarso.

Cada variable fue agrupada por sexo y se utilizó un Análisis de Componentes Principales (PCA) sobre 11 variables morfométricas exceptuando LHC para estudiar las variables que más influyen en la variación de los grupos. Luego consideramos las cinco variables más importantes para realizar un Análisis de Covarianza Multivariado (MANCOVA), incluyendo estas cinco variables como variables dependientes, el sexo como predictor categórico y el LHC como predictor continuo (Vivanco 1999). Particularmente, para las variables masa corporal y LHC se consideraron los datos de las dos prospecciones y se compararon entre sexos a través de pruebas de *t* de Student. Para el resto de las variables morfométricas, fueron considerados sólo los datos de la segunda prospección. Todos los análisis estadísticos fueron realizados en el programa STATISTICA 8 (STATISTICA 2007).

## Resultados

Con las variables morfométricas incluidas en el PCA, tres de los once Componentes Principales tuvieron eigenvalues mayores a 1,

explicando estos tres componentes en conjunto el 72,2 % de la variación total (Fig. 2A). Además, este análisis reveló que las 5 variables más importantes en la variación entre sexos fueron en orden decreciente: ancho de cabeza, distancia nariz-boca, largo tarso-metatarso, largo del brazo, largo del fémur. El MANCOVA realizado con estas variables mostró diferencias cercanas a la significancia (MANCOVA: Wilks'  $\lambda = 0,5076$ ,  $df = 5,13$ ,  $p = 0,0832$ ). Sin embargo, la covariable considerada (i.e. LHC) mostró diferencias significativas (MANCOVA: Wilks'  $\lambda = 0,1478$ ,  $df = 5,13$ ,  $p = 0$ ). A partir de las pruebas de *t*, la masa corporal fue significativamente mayor en machos que en hembras (Prueba de *t*:  $t = 2,9176$ ,  $df = 31$ ,  $p = 0,0065$ , Fig. 2B), mientras que la LHC no mostró diferencias significativas entre sexos (Prueba de *t*:  $t = 0,7301$ ,  $df = 31$ ,  $p = 0,4708$ , Fig. 2C).

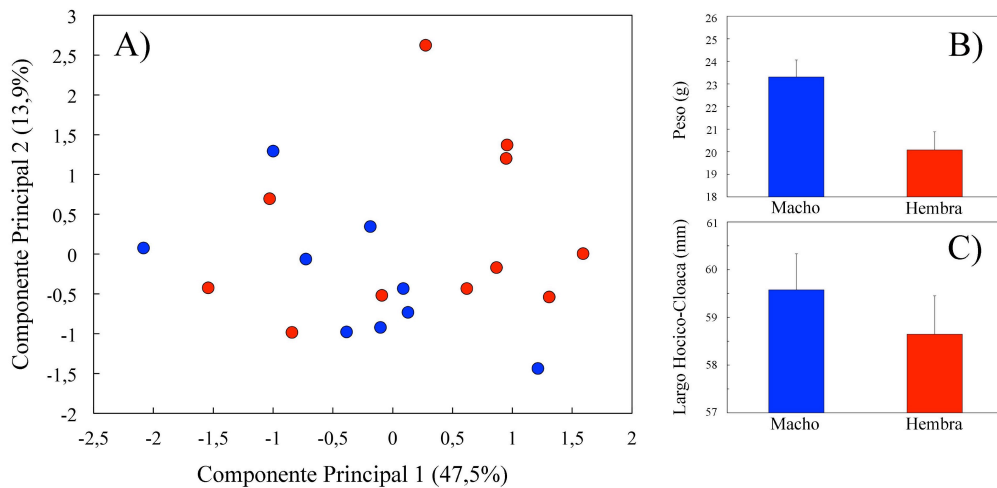
## Discusión

Las mediciones morfométricas realizadas permiten comprobar que existen diferencias de tamaño entre los sexos, sin embargo estas variaciones no muestran diferencias significativas. A pesar de ello, muchas de las variables presentaron valores más altos en los machos que en las hembras, por lo que si se aumenta el tamaño muestral manteniendo las relaciones encontradas en el presente estudio estas diferencias llegarían a ser significativas (Vivanco 1999). Interesantemente, el análisis de covarianza multivariado no arrojó diferencias significativas debidas al sexo entre las variables consideradas pero si debidas al LHC, indicando que de obtenerse diferencias significativas producto del sexo, estas serían una consecuencia del efecto de las diferencias en el LHC, en otras palabras, alométricas.

Estos resultados se agregan a la información ya existente en el genero *Alsodes* respecto del dimorfismo sexual evidente en algunas estructuras características, como son los parches nupciales presentes en el pecho y dedos de patas delanteras de los machos (Correa et al. 2013). Además de esta notoria diferencia, los machos poseen las extremidades delanteras mucho más robustas que las hembras (Formas et al. 1998), diferencias que son también evidenciadas en *A. pehuenche* (Correa et al. 2013).

El dimorfismo sexual en morfología ha sido estudiado previamente en algunas especies de anuros dando como resultado que las hembras (Bosch y Márquez 1996) o los machos (Taborsky et al. 2009) presentan un mayor tamaño corporal. En este estudio, se encontró que los machos de *A. pehuenche* poseen una masa corporal superior a las hembras conespecíficas. La masa corporal y algunas variables morfométricas han sido investigadas en otros herpetozoos como las lagartijas *Liolaemus multicolor* y *L. irregularis* (Valdecantos y Lobo 2007) y los anuros *Elachistocleis bicolor*, *Leptodactylus latinasus* y *Rhinella fernandezae* (Martori 2005). Además, se ha propuesto que el dimorfismo sexual puede ser explicado por medio de diferencias en la competencia por el acceso al otro sexo, diferencias en el esfuerzo del cuidado parental o diferencias en la utilización de recursos (Howard 1981).

Las diferencias morfométricas encontradas en este estudio y las reportadas previamente, como son la presencia de parches nupciales y robustez de las extremidades anteriores en machos y la mayor presencia de manchas amarillas en la superficie dorsal de las hembras de *A. pehuenche* (Correa et al 2013, Herrera y Velásquez, datos personales) podrían generar diferencias en la atractividad de cada sexo y desencadenar un proceso de selección sexual (Howard 1981; Anderson 1994). Ries et al. (2008) demostró en estudios realizados con *Rana arvalis wolterstorffi* que diferencias intersexuales de coloración en la superficie dorsal pueden ocurrir tanto de manera temporal (i.e. en períodos reproductivos) como permanentemente. Estos patrones de coloración pueden jugar un rol importante en la comunicación intersexual para atraer a las hembras conespecíficas en el período reproductivo (Hödl y Amézquita 2001). Futuros estudios podrían ayudar a revelar el significado ecológico-evolutivo del dimorfismo sexual en *A. pehuenche*.



**Figura 2:** A) Análisis de Componentes Principales sobre las 11 variables morfométricas medidas en machos y hembras de *A. pehuenche*. B) y C) Masa corporal y largo hocico-cloaca de machos y hembras de *A. pehuenche*, respectivamente.

## Agradecimientos

Se agradece a dos revisores anónimos que ayudaron a mejorar este trabajo. Nelson A. Velásquez agradece al Proyecto Fondecyt 11140752.

## Referencias

- ANDERSSON M (1994) Sexual Selection. Princeton University Press. 624 p.
- BOSCH J & R MÁRQUEZ (1996) Discriminant functions for sex identification in two midwife toads (*Alytes obstetricans* and *A. cisternasii*). *Herpetologica* 6: 105-109.
- CORBALAN V, G DEBANDI & F MARTÍNEZ (2010) *Alsodes pehuenche* (Anura: Cycloramphidae): Past, present and future. *Cuadernos de Herpetología* 24, 17-13.
- CORREA C, L PASTENES, P ITURRA, P CALDERON, D VÁSQUEZ, N LAM, H SALINAS & M MÉNDEZ (2013) Confirmation of the presence of *Alsodes pehuenche* Cei, 1976 (Anura, Alsodidae) in Chile: morphological, chromosomal and molecular evidence. *Gayana (Concepción)* 77(2): 125-131.
- CUEVAS CC & JR FORMAS (2001) A new species of *Alsodes* (Amphibia, Anura, Leptodactylidae) from central Chile. *Amphibia-Reptilia*, 22(2): 187-198.
- CUEVAS CC & JR FORMAS (2005) A new frog of the genus *Alsodes* (Leptodactylidae) from the Tolhuaca National Park, Andes Range, southern Chile. *Amphibia-Reptilia* 26: 39-48.
- FROST DR (2014) Amphibian Species of the World Online Reference. Version 6.0. American Museum of Natural History, New York, USA. Available from: <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html> (17 junio 2016).
- FUENTES ER & FM JAKSIC (1979) Lizards and rodents, an explanation for their relative species diversity in Chile. *Archivos de Biología y Medicina Experimental* 12: 179- 190.
- HERRON J & S FREEMAN (2013) Evolutionary analysis. Pearson Higher Ed. 864 p.
- HÖDL W & A Amézquita (2001) Visual signaling in anuran amphibians. *Anuran communication*, 121-141.
- HOWARD R (1981) Sexual dimorphism in Bullfrogs. *Ecology* 62(2): 303-310
- MÁRQUEZ-GARCÍA M, M CORREA-SOLIS, M SALLASBERRY & MA MÉNDEZ (2009) Effects of pond drying on morphological and life history traits in the anuran *Rhinella spinulosa* (Anura: Bufonidae). *Evolutionary Ecology Research* 11: 803-815.
- MARTORI R, L AUN, A BIRRI, C ROZZI GIMÉNEZ & E HEREDIA (2005) Reproducción comparada de tres especies de anuros sintópicos de una localidad del sudeste de Córdoba. *Cuadernos de Herpetología*, 18(2): 43-59.
- RABANAL FE & JJ NÚÑEZ (2008) Anfíbios de los bosques templados de Chile. Universidad Austral de Chile. 206 p.
- RIES C, J SPAETHE, M SZTATECSNY, C STRONDL & W HÖDL (2008) Turning blue and ultraviolet: sex-specific colour change during the mating season in the Balkan moor frog. *Journal of Zoology* 276:229-236.
- ROHLF FJ (1990) Morphometrics. *Annual Review of Ecology and Systematics* 21: 299-316.
- StatSoft Inc (2007). STATISTICA (data analysis software system), version 8.0. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).
- TABORSKY B, L GUYER & M TABORSKY (2009) Size-assortative mating in the absence of mate choice. *Animal Behavior* 77: 439-448.
- VALDECANTOS MS & F LOBO (2007) Dimorfismo sexual en *Liolaemus multicolor* y *L. irregularis* (Iguania: Liolaemidae). *Revista española de herpetología* 21: 55-69.
- VELÁSQUEZ NA (2014) Geographic variation in acoustic communication in anurans and its neuroethological implications. *Journal of Physiology-Paris* 108(2): 167-173.
- VIVANCO M (1999) Análisis estadístico multivariable: teoría y práctica. Universitaria. 234 p.

Recibido: Julio 2016

Aceptado: Octubre 2016

Publicado: Diciembre 2016

Editor a cargo: D. Esquerré