

ECOLOGÍA Y COMPORTAMIENTO

Caracterización de la actividad reproductiva de *Telmatobius atacamensis* (Anura: Telmatobiidae), un microendemismo de la Puna de Salta, Argentina

Characterization of the reproductive activity of *Telmatobius atacamensis* (Anura: Telmatobiidae), a microendemism from the Puna of Salta, Argentina

Rolando Vera ^{1,2*}, Mónica Soliz ^{2,3*}, Sofía Castro-Cavicchini ^{1,2}, Josué Resina-Pastori ^{1,2,3},
Alejandro Núñez ^{1,2}, Nancy González-Turu ^{1,2}, Rebeca Acosta ^{1,2,3}

- Recibido: 20/03/2025
- Aceptado: 31/10/2025
- Publicado: 06/05/2026

Citation: Vera, R., Soliz, M., Castro-Cavicchini, S., Resina-Pastori, J., Núñez, A., González-Turu, N., Acosta, R. (2026). Caracterización de la actividad reproductiva de *Telmatobius atacamensis* (Anura: Telmatobiidae), un microendemismo de la Puna de Salta, Argentina. *Caldasia*, 48, e121420. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v48.121420>

RESUMEN

En general, se conoce poco acerca del comportamiento y ecología reproductiva de *Telmatobius atacamensis*, especie categorizada en Peligro Crítico. El objetivo de este trabajo fue caracterizar distintos aspectos de la ecología reproductiva de *T. atacamensis*: puestas de huevos, sitio de ovoposición, amplexo, primeros estadios embrionarios y comportamiento parental. Los estudios se realizaron en el río Los Patos, San Antonio de los Cobres, Salta, Argentina. Una vez detectada la actividad reproductiva, se documentó fotográficamente y se realizaron mediciones del tamaño y número de huevos, así como de parámetros fisicoquímicos en los sitios. Se observó amplexo axilar y que las puestas de huevos consistían en masas gelatinosas adheridas a rocas sumergidas. La primera puesta registrada fue observada en octubre del 2024 y constaba de 53 huevos en estadios 17-18 de desarrollo de Gosner, de la que se colectaron dos embriones. La segunda puesta registrada fue observada en noviembre del 2024. Esta constaba de 350 huevos recién fertilizados, los que fueron caracterizados y fotografiados en estadio de gastrulación. Junto a la segunda puesta se observó a un macho de *T. atacamensis* que reaccionó con movimientos rápidos, lo que sugeriría cuidado parental. Nuestros resultados amplían el conocimiento sobre aspectos reproductivos de *T. atacamensis*. Debido a las amenazas que enfrenta la especie y a su distribución restringida, la contribución al conocimiento de su historia natural, como los de la biología reproductiva de la especie, son clave en términos de conservación.

Palabras clave: Amplexo, biología reproductiva, conservación, cuidado parental.

¹ Escuela de Biología. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Salta. Avenida Bolivia 5150 (4400), Salta, Argentina. rolandovera824@gmail.com, soficastro2594@gmail.com, josueresina@gmail.com, alenunez1964@gmail.com, charin1771@gmail.com, normarebecaacosta@gmail.com

² Consejo de Investigación Universidad Nacional de Salta. Avenida Bolivia 5150 (4400) Salta, Argentina.

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas-Universidad Nacional de Salta, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales. Salta, Argentina. monica.c.soliz@gmail.com

* Autores de correspondencia.



ABSTRACT

In general, there is a lack of knowledge about the reproductive behavior and ecology of *Telmatobius atacamensis*, a species classified as Critically Endangered. The aim of this study was to characterize different aspects of the reproductive ecology of *T. atacamensis*: egg laying, oviposition site, amplexus, early embryonic stages and parental behavior. The studies were conducted in Los Patos River, San Antonio de los Cobres, Salta, Argentina. Once reproductive activity was detected, it was documented photographically and measurements were taken of the size and number of eggs, as well as physicochemical parameters at the sites. Axillary amplexus was observed, and egg laying consisted of gelatinous masses attached to submerged rocks. The first recorded laying was observed in October 2024 and consisted of 53 eggs in Gosner stages 17-18 of development. From this laying, a sample of two embryos was taken and analyzed in the laboratory. The second recorded clutch was observed in November 2024. It consisted of 350 newly fertilized eggs, which were characterized and photographed at the gastrulation stage. Along with the second clutch, a male *T. atacamensis* was observed reacting with rapid movements, suggesting parental care. Our results expand our knowledge of the reproductive aspects of *T. atacamensis*. Due to the threats facing the species and its restricted distribution, the contributions to knowledge about its natural history, such as the reproductive biology of the species, are key to its conservation.

Keywords: Amplexus, conservation, parental care, reproductive biology.

INTRODUCCIÓN

El género *Telmatobius* Wiegmann, 1834 actualmente incluye sesenta especies distribuidas en zonas montañosas andinas desde Ecuador a Argentina (Frost, 2025). A pesar de su amplia distribución, constituye un género rico en endemismos (Angulo, 2008; Barrionuevo, 2017). Las especies de *Telmatobius* se distribuyen en general a grandes alturas entre los 1000 a 5200 msnm (Catenazzi et al., 2013; Frost, 2025; Vellard, 1952). De las 16 especies del género presentes en Argentina (Frost, 2025), solo tres se distribuyen en la provincia de Salta; *Telmatobius atacamensis* (Gallardo, 1962), *T. marmoratus* (Duméril & Bibron, 1841) y *T. oxycephalus* (Vellard, 1946) (Vaira et al., 2012).

Telmatobius atacamensis es una especie microendémica de la Puna salteña (Acosta et al., 2014; Acosta et al., 2024; Frost, 2025; Lavilla & Barrionuevo, 2005), que se encuentra categorizada como “en peligro crítico” según la IUCN (2025) y amenazada a nivel nacional (Vaira et al., 2012), principalmente debido a la pérdida o alteración del hábitat (avance de la urbanización y obras de infraestructura) (Acosta et al., 2020), la infección por el hongo quitridio *Batrachochytrium dendrobatidis* Longcore, Pessier & D.K. Nichols (Barrionuevo & Mangione, 2006) y la introducción de especies exóticas, principalmente *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) (IUCN, 2025). Si bien la localidad tipo de *T. atacamensis* está restringida a San

Antonio de Los Cobres (24°12' Sur, 66°21' Oeste; Altitud: 3994msnm), recientemente se han identificado poblaciones en las cercanías de esta localidad, específicamente en los ríos San Antonio y Los Patos (tributario del primero), ubicados en el oeste de la provincia de Salta (Barrionuevo & Mangione, 2006; Acosta et al., 2020).

Telmatobius. atacamensis presenta una distribución geográfica restringida y hábitos exclusivamente acuáticos (Lavilla & Barrionuevo, 2005), lo cual los vincula obligatoriamente a los cuerpos de agua dulce permanentes, que son escasos en la región (Acosta et al., 2020). En estos, los individuos se encuentran en refugios sumergidos asociados a vegetación, ubicados en sitios restringidos y definidos por zonas meandrosas de los arroyos (Acosta et al., 2020).

Hay escasos antecedentes del comportamiento y ecología reproductivas de *T. atacamensis*. Los machos poseen callosidades nupciales y son de menor tamaño que las hembras (Acosta et al., 2020), similar a otras especies del género en Argentina (Lavilla & Barrionuevo, 2005). En la familia Telmatobiidae se considera al amplexo axilar como el más típico (Carvajal-Castro et al., 2020), pero se desconoce el tipo de amplexo de *T. atacamensis*.

En relación con la puesta de huevos de la especie, se espera que sea similar a la de otras especies del género y que consista en una masa gelatinosa adherida a rocas o a la vegetación sumergida (Barrionuevo & Abdala, 2018;

Lavilla & Barrionuevo, 2005). En Argentina existen reportes para las especies *Telmatobius laticeps* (Laurent, 1977), *T. pisanoi* (Laurent, 1977) (Cei, 1949; Pisanó, 1955), *T. hauthali* (Koslowsky, 1895) (Rengel & Pisanó, 1977), *T. rubigo* (Barrionuevo & Baldo, 2009) (Gastón, 2022) y *T. oxycephalus* (Brunetti et al., 2025). Sin embargo, la puesta de *T. atacamensis* aún no ha sido registrada ni descrita. En el presente trabajo se describe el amplexo y la puesta de huevos de la especie *T. atacamensis* observados en condiciones naturales, así como las condiciones físico-químicas de los sitios reproductivos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el río Los Patos (24°17' N 66°12' W), una microcuenca que se encuentra dentro de la de la subcuenca “Salinas Grandes - Guayatayoc”, Cuenca “Cerrada de la Puna”. Este río fluye hacia el tramo medio-inferior de la microcuenca del río San Antonio, el cual desemboca en las Salinas Grandes. Dentro de los afluentes que recibe el río San Antonio, el río Los Patos es el de mayor importancia (Paoli, 2002; Paoli et al., 2010).

En el marco del proyecto “Caracterización de núcleos reproductivos de anuros en el departamento Los Andes, Salta” se llevó a cabo un relevamiento durante el mes de diciembre del 2020 y relevamientos periódicos durante el año 2024 en los sitios de ocurrencia reportados para la especie por Acosta et al. (2020). En ellos, se realizó la búsqueda exhaustiva de individuos adultos en amplexo, puesta de huevos o cualquier otro indicio de actividad reproductiva.

Las puestas fueron documentadas por medio de fotografías digitales y, en la mayoría de los casos, se utilizó una escala milimétrica. Se efectuaron mediciones del tamaño de puesta, número de huevos y altura sobre el cuerpo de agua. El tamaño de la puesta fue medido con una cinta métrica en campo y, luego, para estimar los tamaños de los huevos, se utilizaron las imágenes digitales que fueron procesadas con el software ImageJ (versión 1.54, Schneider et al., 2012).

Los sitios donde se encontraban las puestas fueron caracterizados mediante parámetros físico-químicos: pH y temperatura del agua (pH55 Milwaukee), oxígeno disuelto

(Milwaukee Mw600) y conductividad eléctrica (EC60 Milwaukee). Por otra parte, se colectaron dos huevos para la posterior determinación de estadios de desarrollo. Para la descripción de caracteres embrionarios y la determinación de los estadios de desarrollo se siguió a Gosner (1960) y Gilbert (2000). Posteriormente, los embriones fueron fijados tres días más tarde en formol al 10 % y fueron fotografiados utilizando una cámara digital de alta resolución, conectada a un microscopio binocular (Leica - DM 2500).

El estudio se realizó de acuerdo con los permisos otorgados por la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la provincia de Salta (Exp. 0090227- 239090/2023-0; Res. 00296).

RESULTADOS

El 27 de diciembre de 2020, se observó en un cuerpo de agua a dos individuos en amplexo axilar, donde el macho sujetaba a la hembra por detrás de las patas delanteras (Figs. 1a-c). La pareja localizada en amplexo se encontraba en fase de pre-oviposición. Posteriormente, durante muestreos en el mismo sitio, en el año 2024, se registraron dos puestas de huevos. La primera puesta se registró el 5 de octubre de 2024 y consistía en una masa gelatinosa transparente que contenía 53 huevos. La puesta (largo: 19,5 cm, ancho: 13,5 cm) se encontraba en el remanso de un arroyo de corriente moderada adherida en el envés de una roca plana (largo: 35 cm, ancho: 16 cm) semisumergida a 13,4 cm de profundidad (Fig. 2).

Los embriones se encontraban, al momento de la colecta, en los estadios 17-18 de Gosner (1960); es decir, en etapas de neurulación con la yema de la cola evidente (Fig. 2a). Al momento de ser fijados en laboratorio, fueron asignados a los estadios 21 y 22 de Gosner (1960), debido a que presentaban ramificación de las yemas branquiales, narinas, opérculo en la base de las branquias, apertura de la boca, somitos, córnea y aleta caudal transparentes (Figs. 2d, e). Adicionalmente, en la muestra extraída se identificó una larva de Artrópodo que se encontraba en la masa gelatinosa que contenía los huevos (Fig. 3c).

En una segunda visita, se observó a la misma puesta de huevos siete días después del primer registro (12 de octu-

bre de 2024) y los embriones fueron asignados a los estadios 19 y 20 de Gosner (1960); algunos de ellos estaban en pre-eclosión, a los que se les visualizaba la cola, las yemas branquiales y el disco oral. Otros embriones estaban recién eclosionados, aproximadamente en estadio 20 de Gosner (1960), los que presentaban mayor alargamiento de la cola y mayor desarrollo de las branquias (Figs. 2b, c). Todas las observaciones mencionadas se realizaron en el sitio reproductivo. Durante esta observación, se registró la presencia de larvas de dípteros sobre la roca donde se encontraba la puesta e hirudíneos en rocas próximas (Figs. 3a, b).

El 16 de noviembre de 2024 se identificó la segunda puesta de huevos en un sitio con características similares al primer registro, a una distancia de 30 m (Figs. 4a-c). Esta puesta presentaba un largo de 20,5 cm y ancho de 18,5 cm en una roca semisumergida (largo: 34,5 cm, ancho: 28 cm) a una profundidad de 12,5 cm a 17 cm de la orilla. Junto a la puesta se observó un individuo macho, el que fue iden-

tificado a partir de sus caracteres sexuales secundarios (Fig. 4b). El macho observado reaccionó con movimientos rápidos frente a nuestra presencia. Los embriones en el sitio se encontraban recién fertilizados en etapa de gastrulación, pudiendo observarse en los huevos una creciente gris. Se visualizó el polo animal pequeño y pigmentado de negro, el polo vegetativo grande y de color blanco. Todos los embriones en esta puesta de huevos se encontraban en gastrulación (Fig. 4c). La puesta contenía 350 huevos, los que presentaron un diámetro promedio de $1,9 \text{ mm} \pm 0,3$ (rango 1,1–3,1 mm).

Para la primera puesta (5 de octubre del 2024) se registró en el agua un valor de pH 8,1, temperatura 11,5 °C, oxígeno disuelto 6,7 mg/L y una conductividad eléctrica de 1 mS/cm. Para la segunda puesta (12 de octubre del 2024) se registró un pH de 9,2, temperatura de 21,8 °C, oxígeno disuelto 7,1 mg/L y una conductividad eléctrica de 0,95 mS/cm.

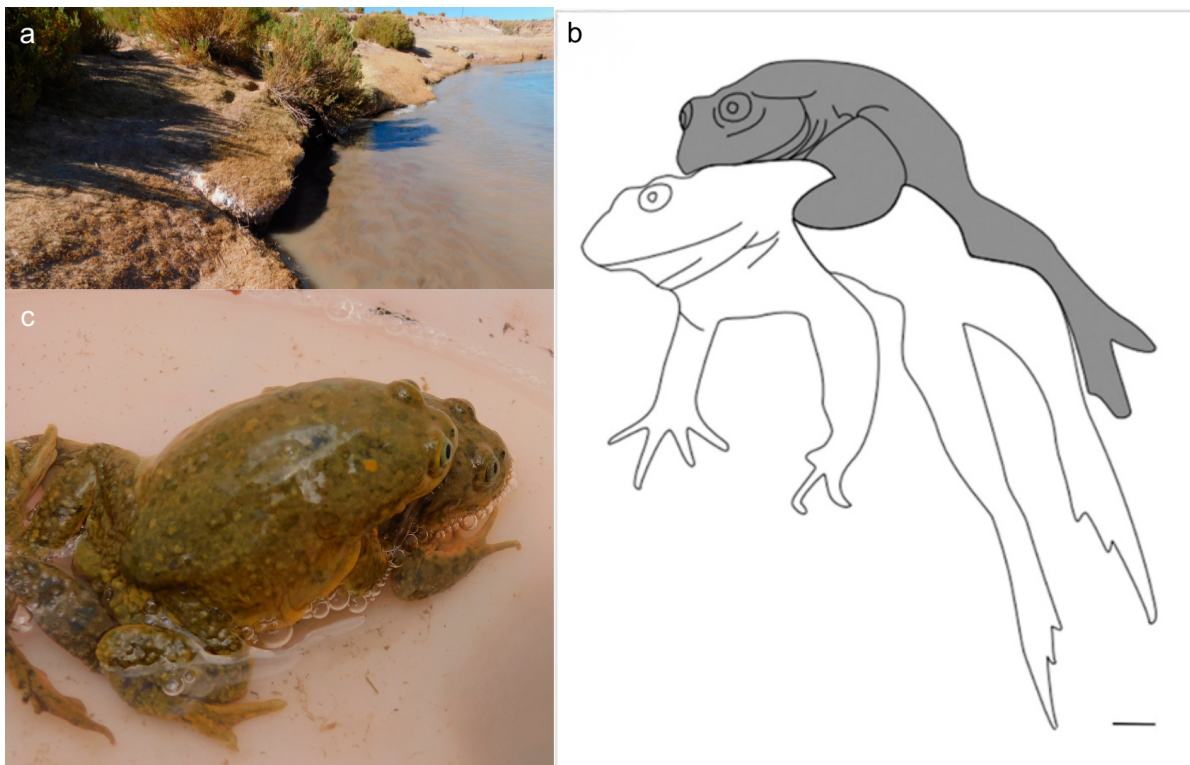


Figura 1. Amplexo de *Telmatobius atacamensis*. **a.** Sitio donde fue registrado el amplexo. **b.** Esquema simplificado de dos individuos en amplexo, el macho coloreado en gris oscuro. **c.** Individuos en amplexo. Escala: 5 mm.

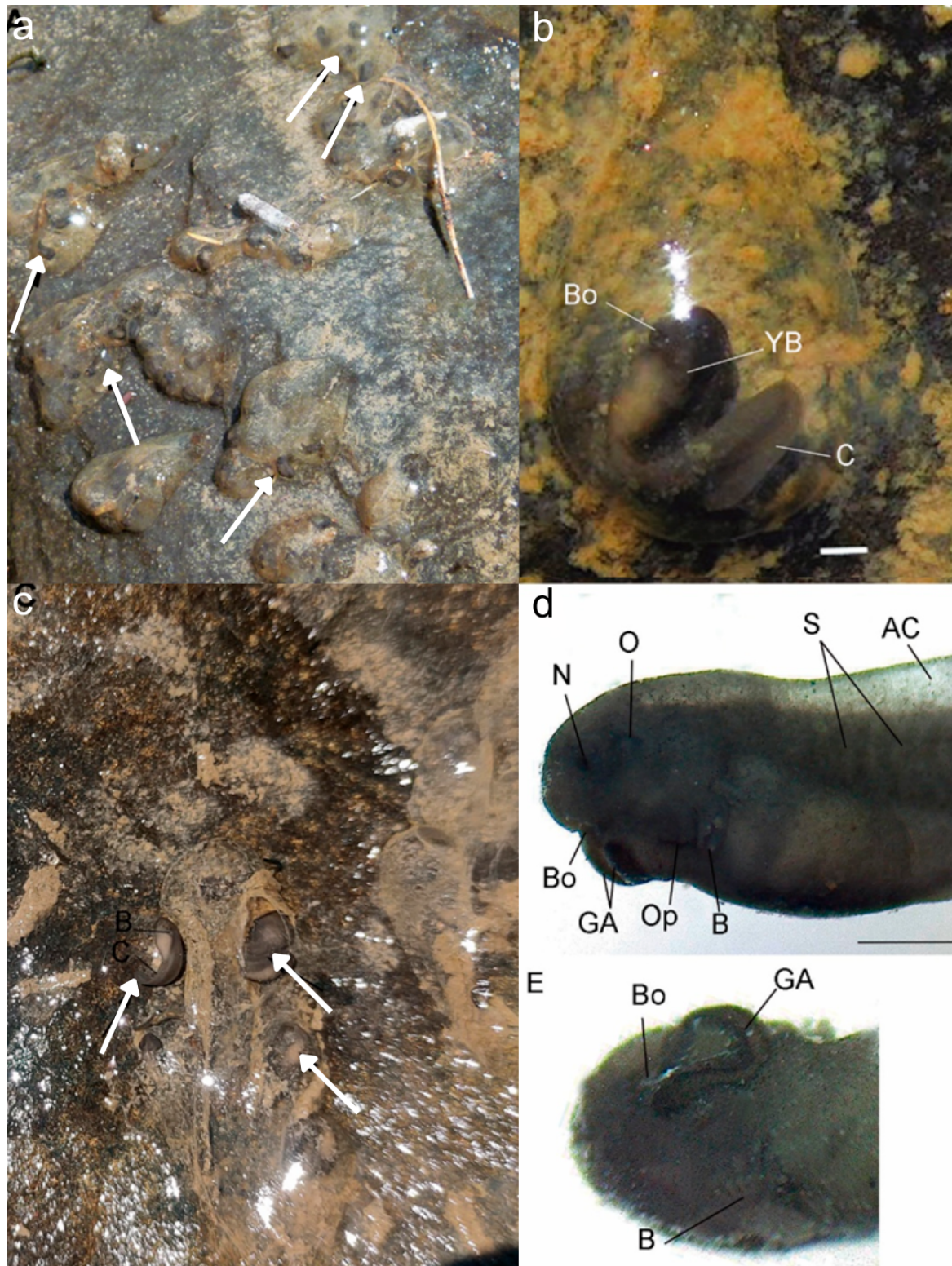


Figura 2. Puesta de huevos de *Telmatobius atacamensis*, se pueden observar embriones en diferentes estadios de desarrollo. **a.** Huevo en etapa de neurulación señalados con flechas (estadio 17-18), se observa la yema de la cola. **b.** Vista ventral del embrión en etapa de neurulación, preeclusión (estadio 19); se visualiza la cola, las yemas branquiales y el disco oral. **c.** Embriones recién eclosionados (estadio 20) señalado con flecha, se observa alargamiento de la cola y mayor desarrollo de las branquias. **d-e** Embrión en estadio 21-22. **d.** Vista lateral, se observa ramificación de las yemas branquiales, narina, opérculo en la base de las branquias, apertura de la boca, somitos, córnea y aleta caudal transparentes. **e.** Vista ventral. AC, aleta caudal; B, branquias; Bo, boca; DO, disco oral; GA, glándulas adhesivas; N, narina; O, ojo; Op, opérculo; S, somitos; YB, yema de las branquias. Escala: 1mm.

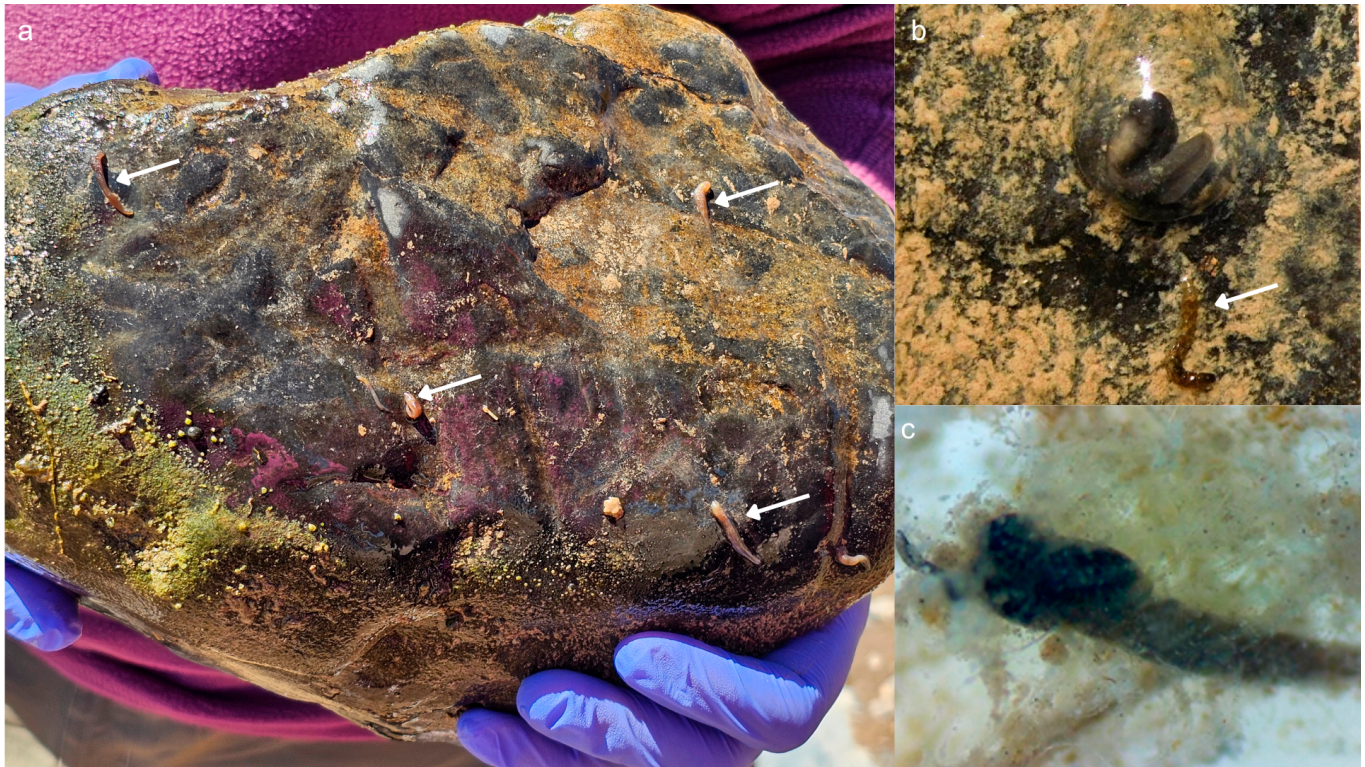


Figura 3. Invertebrados asociados a los sitios de la puesta de *Telmatobius atacamensis*. **a.** Hirudíneos señalados con flechas. **b.** Larva de díptero próximo a un embrión de la puesta. **c.** Larva de artrópodo en la masa gelatinosa.



Figura 4. Cuidado parental de *Telmatobius atacamensis*. **a.** Sitio donde se registró la puesta y el individuo macho, la flecha roja señala el punto donde se observó el individuo y la flecha blanca la roca donde se encontraba adherida la puesta de huevos. **b.** Individuo macho observado próximo a las puestas. **c.** Puesta de huevos en etapa de fertilización-gastrulación, las flechas señalan los huevos donde pueden observarse los polos, polo animal en color negro y el polo vegetativo de color blanco. Escala: 2 cm.

DISCUSIÓN

Nuestros resultados permiten ampliar el conocimiento sobre aspectos reproductivos de *T. atacamensis*. En este marco, el modo de amplexo coincide con lo reportado para la familia Telmatobiidae (Carvajal-Castro et al., 2020). Al igual que *T. laticeps*, *T. pisanoi*, *T. rubigo* y *T. oxycephalus*, los huevos estaban incluidos en una masa gelatinosa en la parte inferior de rocas sumergidas (Brunetti et al., 2025; Gastón, 2022; Lavilla & Barrionuevo, 2005). Los tamaños de las puestas son similares a los descriptos para *T. rubigo* (Gastón, 2022). El número de huevos por puesta coincide con el rango reportado para *T. rubigo* (Gastón, 2022) y otras especies del género (Brunetti et al., 2025). El diámetro promedio de los huevos es similar a los mencionados para *T. rubigo* (Gastón, 2022) y *T. hauthali* (Rengel & Pisanó, 1977), y de menor tamaño que los reportados para *Telmatobius niger* Barbour & Noble, 1920 (Merino-Viteri et al., 2005) y *T. culeus* (Garman, 1876) (Mantilla-Mendoza, 2018).

La diferencia en el número de huevos en las puestas podría deberse a un comportamiento de oviposición prolongada, tal como se ha documentado en condiciones de cautiverio para *T. culeus* (Pérez, 2005) y como se ha sugerido para *T. rubigo* (Gastón, 2022). Sin embargo, estos antecedentes son preliminares, dado que se requiere contar con un mayor número de puestas para establecer un valor promedio más preciso. A partir de las observaciones en campo, se sugiere que la eclosión de los embriones duraría alrededor de siete días, dado que en la segunda observación se registraron embriones en pre-eclosión y eclosión. Este tiempo de eclosión estimado coincide con lo reportado por Pérez (2005) para *T. culeus* en condiciones de cautiverio. Sin embargo, para la misma especie en otro estudio (Mantilla-Mendoza, 2018), se estimó que la eclosión no fue sincrónica en toda la puesta, durando entre catorce y 20 días.

Considerando la clasificación de modos reproductivos propuesta por Nunes de Almeida et al. (2021), el modo reproductivo de *T. atacamensis* se puede establecer como Modo Reproductivo 16, es decir, los huevos son depositados en el fondo de cuerpos de agua dulce lóticos con renacuajos de vida libre, así como lo descrito para *T. rubigo* (Gastón, 2022). Cabe destacar que los huevos en ambas especies se encuentran adheridos a las rocas. Lo anterior, confirma el Modo Reproductivo 6 propuesto por Lavilla (2018) para los anuros de Argentina.

Asimismo, la identificación de un macho junto a la segunda puesta sugiere cuidado parental. Este tipo de comportamiento ha sido reportado para *T. niger* (Merino-Viteri et al., 2005), *T. rubigo* (Gastón, 2022), *T. oxycephalus*, *T. hintoni* Parker, 1940, *T. jelskii* (Peters, 1873), *Telmatobius intermedius* Vellard, 1951 y *T. culeus* (Brunetti et al., 2025). De esta manera, el registro en *T. atacamensis* contribuye al conocimiento sobre el comportamiento de cuidado parental en el grupo *marmoratus* (Barrionuevo, 2017).

Acosta et al. (2020) sugieren que *T. atacamensis* presenta reproducción continua, debido a que se registraron adultos y larvas en diferentes estadios de desarrollo a lo largo de un ciclo anual de muestreo. Nuestros reportes de amplexo y puestas de huevos fueron realizados en la temporada húmeda, coincidiendo con los meses donde se registró la mayor abundancia de adultos para el río Los Patos (Acosta et al., 2020). Si bien esto podría suponer una mayor actividad reproductiva en ese momento, los datos no son suficientes para confirmar la estacionalidad en la reproducción; además, el reporte de larvas en los primeros estadios de desarrollo durante los meses de marzo a julio en otros años de muestreo (Vera, datos no publ.), los registros de puestas en temporada seca (Brunetti et al., 2025; Gastón, 2022) y la gametogénesis continua, sin detención de la actividad durante el invierno en algunas especies del género (Lavilla & Barrionuevo, 2005), contribuyen a la hipótesis de la reproducción continua.

Los sitios donde se encontraron las puestas presentaron un pH alcalino y valores de profundidad similares a lo reportado en los sitios reproductivos de *T. rubigo* (Gastón, 2022). Con respecto a la conductividad eléctrica del agua, esta fue baja en comparación a lo descrito para los sitios de otras especies del género, como por ejemplo para *Telmatobius cf. philippii* (Cuevas & Formas, 2002) (Lobos et al., 2018).

Por otro lado, la presencia de artrópodos (larvas de díptero en la misma roca y un ejemplar de orden inespecífico dentro de la masa gelatinosa de la primera puesta) y los ejemplares de hirudíneos en rocas próximas, se explica porque algunos de estos invertebrados forman parte de los ítems disponibles que consumen los individuos adultos de *T. atacamensis* (Abdenur-Araos et al., 2022). Sin embargo, en etapas tempranas del ciclo de la especie (huevos, embriones y larvas) sería necesario evaluar si existe un comportamiento de depredación sobre estas, como ha

sido reportado para otras especies de anuros (Culler et al., 2014; Soler et al., 2014; Villa et al., 1982).

Debido al microendemismo de *T. atacamensis* (Vaira et al., 2012), su dependencia a los cuerpos de agua y las amenazas que enfrenta (Acosta et al. 2020; Barrionuevo & Abdala, 2018; IUCN, 2025), la implementación de acciones de conservación es prioritario. En este sentido, la contribución al conocimiento de la historia natural de *T. atacamensis*, sobre todo aquellos aspectos poco estudiados, como los de su biología reproductiva, constituye un elemento clave para la conservación de la especie (Vaira et al., 2018). Por lo tanto, sugerimos monitorear los sitios donde fueron registradas las puestas y el amplexo, así como continuar explorando otros sitios donde se distribuye la especie (Acosta et al., 2024; Acosta et al., 2020), con el fin de establecer su potencial reproductivo.

PARTICIPACIÓN DE AUTORES

Concepción y diseño: RV, MS, AN Y RA. Toma de datos: RV, MS, SCC, JRP, AN, NGT y RA. Análisis de los datos: RV y MS. Escritura y Revisión: RV, MS, SCC, JRP, AN, NGT y RA.

AGRADECIMIENTOS

A la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la provincia de Salta y al Consejo de Investigación de la Universidad Nacional de Salta (CIUNSa).

LITERATURA CITADA

- Abdenur, F., Vera, R., Castro, S., González, N., Núñez, A. & Acosta, R. (2022). Dieta de *Telmatobius atacamensis* (Anura: Telmatobiidae): primeros aportes al conocimiento sistemático del nicho trófico. *Caldasia*, 44(3), 619-626. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v44n3.94762>
- Acosta, R., Núñez, A., Figueroa, R. & Guantay, E. (2014). Estado de conservación de los anfibios en la provincia de Salta: dimensión local de un problema global. *Revista Lhawet*, 3(3), 35-40.
- Acosta, R., Soliz, M. C., Resina Pastori, J. M., Vera, R., Castro Cavicchini, S. V., Núñez, H. A., Rodríguez, C. A., González Turu, N. del R., Álvarez, F., Sisti, E. H., Palacios, E. J. & Mamani, M. L. (2024). Nueva contribución al conocimiento de la distribución de *Telmatobius* cf. *atacamensis* Gallardo, 1962 en la provincia de Salta, Argentina. *Revista Latinoamericana de Herpetología*, 7(3), 82-86. <https://doi.org/10.22201/fc.25942158e.2024.3.960>
- Acosta, R., Vera, R., Castro Cavicchini, S., Núñez, A., González Turu, N., Abdenur Araos, F. & Figueroa, R. (2020). Aspectos ecológicos de *Telmatobius atacamensis* (Anura: Telmatobiidae), un microendemismo de la Puna, Salta-Argentina. *Revista Peruana de Biología*, 27(2), 113-120. <https://doi.org/10.15381/rpb.v27i2.17871>
- Angulo, A. (2008). Necesidades de conservación de las ranas *Batrachophrynus* y *Telmatobius* de los Andes del Perú. *Conservation and Society*, 6(4), 328-333. <https://doi.org/10.4103/0972-4923.49196>
- Barrionuevo, J. S. (2017). Frogs at the summits: phylogeny of the Andean frogs of the genus *Telmatobius* (Anura: Telmatobiidae) based on phenotypic characters. *Cladistics*, 33(1), 41-68. <https://dx.doi.org/10.1111/cla.12158>
- Barrionuevo, J. S. & Abdala, C. S. (2018). Herpetofauna de la Puna argentina: una síntesis. Fundación Miguel Lillo; Serie *Conservación de la Naturaleza*, 24(11), 209-228.
- Barrionuevo, S. & Mangione, S. (2006). Chytridiomycosis in two species of *Telmatobius* (Anura: Leptodactylidae) from Argentina. *Diseases of Aquatic Organisms*, 73(2), 171-174. <https://doi.org/10.3354/dao073171>
- Brunetti, A. E., Muñoz-Saravia, A., Barrionuevo, J. S., Delgado-C, J. A., Vargas, V. J. & Faivovich, J. (2025). Cuidado parental de puestas de huevos bajo el agua en ranas acuáticas andinas (Anura: Telmatobiidae). *Canadian Journal of Zoology*, 103, 1-15. <https://doi.org/10.1139/cjz-2024-0064>
- Carvajal-Castro, J. D., López-Aguirre, Y., Ospina-L, A. M., Santos, J. C., Rojas, B. & Vargas-Salinas, F. (2020). Much more than a clasp: evolutionary patterns of amplexus diversity in anurans. *Biological Journal of the Linnean Society*, 129, 652-663. <http://dx.doi.org/10.1101/854117>
- Catenazzi, A., von May, R. & Vredenburg, V. T. (2013). Conservation of the high Andean frog *Telmatobius jelskii* along the PERU LNG pipeline in the Regions of Ayacucho and Huancavelica, Peru. En: A. Alonso, F. Dallmeier, G. Servat (Eds.), *Monitoring biodiversity: Lessons from a Trans-Andean megaproject* (pp. 1-26). Smithsonian Scholarly Press.
- Cei, J. M. (1949). Sobre la biología sexual de un batracio de gran altura de la región andina (*Telmatobius schreiteri* Vellard, 1946). *Acta Zoologica Lilloana*, 7, 467-488.
- Culler, L., Ohba, S. & Crumrine, P. W. (2014). Predator-prey interactions of dytiscids. En: D. A. Yee (Ed.), *Ecology, systematics, and the natural history of predaceous diving beetles (Coleoptera: Dytiscidae)*. Springer. http://dx.doi.org/10.1007/978-94-017-109-0_8
- Frost, D. R. (2025). *Amphibian Species of the World: An Online Reference. Version 6.2*. American Museum of Natural History. <http://dx.doi.org/10.5531/db.vz.0001>
- Gastón, M. S. (2022). Reproductive behaviour of the threatened rusted frog *Telmatobius rubigo*. *The Herpetological Bulletin*, 160, 27-30. <http://dx.doi.org/10.33256/hb160.2730>

- Gilbert, S. F. (2000). *The Frog Life Cycle in developmental biology*. (6th ed.). Sinauer Associates. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK10035/>
- Gosner, K. L. (1960). A simplified table for staging anuran embryos and larvae with notes on identification. *Herpetológica*, 16(3), 183-190. <http://www.jstor.org/stable/3890061>
- International Union for Conservation of Nature [IUCN]. (2025). *The IUCN Red List of Threatened Species*. <http://www.iucn-redlist.org/details/21581/0>
- Lavilla, E. O. & Barrionuevo, J. S. (2005). El género *Telmatobius* en la República Argentina: Una síntesis. En: E. O. Lavilla, I. De la Riva (Eds.), *Estudios sobre las ranas andinas de los géneros Telmatobius y Batrachophrynus* (Anura: Leptodactylidae) (pp. 115-165). Asociación Herpetológica Española.
- Lavilla, E. O. (2018). Reproducción y desarrollo en anuros argentinos. En: E. O. Lavilla, (Ed.), *Anfibios Argentinos: Diversidad, biología y conservación* (pp. 222-227). Independiente.
- Lobos, G., Rebolledo, N., Sandoval, M., Carrales, C. & Pérez Quezada, J. F. (2018). Temporal gap between knowledge and conservation needs in high Andean anurans: the case of the Ascotán Salt Flat Frog in Chile (Anura: Telmatobiidae: *Telmatobius*). *South American Journal of Herpetology*, 13(1), 33-43. <https://doi.org/10.2994/SAJH-D-16-00062.1>
- Mantilla-Mendoza, B. (2018). *Reproducción de la rana gigante (Telmatobius culeus, Garman 1875) del lago Titicaca en ambientes controlados*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano]. <https://repositorio.unap.edu.pe/items/4916c085-f0f5-4589-8b10-c0e6e5023f39>.
- Merino-Viteri, A., Coloma, L. A. & Almendáriz, A. (2005). Los *Telmatobius* (Leptodactylidae) de los Andes del Ecuador y su declive poblacional. En: E. O. Lavilla, I. De la Riva (Eds.), *Estudios sobre las ranas andinas de los géneros Telmatobius y Batrachophrynus* (Anura: Leptodactylidae) (pp. 9-37). Asociación Herpetológica Española. https://archive.org/details/20200326_20200326_1554
- Nunes de Almeida, C. H. L., Haddad, C. F. B. & Toledo, L. F. (2021). A revised classification of the amphibian reproductive modes. *Salamandra*, 57, 413-427.
- Paoli, H. (2002). *Recursos Hídricos de la Puna, Valles y Bolsones Áridos del Noroeste Argentino*. INTA. <https://www.cohife.org.ar/wp-content/uploads/2024/02/Ficha-67-2002-Recursos-Hidricos-de-la-Puna-Valles-y-Bolsones-Aridos-del-Noroeste-Argentino.pdf>
- Paoli, H., Elena, H., Mosciaro, J., Ledesma, F & Noé, Y. (2010). Cuenca Cerrada de la Puna. Subcuenca: Salinas Grandes - Guayatayoc. Caracterización de las cuencas hídricas de las provincias de Salta y Jujuy. Salta, Argentina: INTA EEA. <https://www.cohife.org.ar/wp-content/uploads/2024/02/Ficha-90-2011-Caracterizacion-de-las-cuencas-hidricas-de-las-provincias-de-Salta-y-Jujuy-INTA.pdf>
- Pérez, M. E. (2005). Cría en cautividad y uso sostenible de la rana gigante del lago Titicaca (*Telmatobius culeus*). En: Lavilla EO, De la Riva I, (Eds.). *Estudios sobre las ranas andinas de los géneros Telmatobius y Batrachophrynus* (pp. 261-271). Monografía Herpetológica.
- Pisanó, A. (1955). Notas ecológicas sobre la vida larvaria de *Telmatobius schreiteri*. *Ciencia e Investigación* 11, 86-91.
- Rengel, D. & Pisanó A. (1977). Factors of deutoplasmolysis in *Telmatobius hauthali*. *Acta Embryologiae Experimentalis*, 2, 163-169.
- Schneider, C. A., Rasband, W.S., Eliceiri, K.W. (2012). NIH image to image J: 25 years of image analysis. *Nature Methods*, 9, 671-675 <https://doi.org/10.1038/nmeth.2089>
- Soler, G., Cortelezzi, A., Berkunsky, I., Kacoliris, F. P. & Gullo, B. (2014). Primer registro de depredación de huevos de anuros por sanguijuelas en Argentina. *Cuadernos de Herpetología*, 28(1), 7-10.
- Vaira, M., Akmentins, M., Attademo, M., Baldo, D., Barrasso, D. A., Barrionuevo, S., Basso, N., Blotto, B., Cairo, S., Cajade, R., Céspedes, J. A., Corbalán, V., Chilote, P., Duré, M., Falcione, C., Ferraro, D., Gutiérrez, F. R., Ingaramo, M. R., Junges, C., Lajmanovich, R., Lescano, J. N., Marangoni, F., Martinazzo, L., Martí, R., Moreno, L., Natale, G., Pérez-Iglesias, J. M., Peltzer, P., Quiroga, L., Rosset, S., Sanabria, E., Sánchez, 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.
- Vaira, M., Akmentis, M. S. & Lavilla, E. O. (2018). Plan de Acción para la conservación de los anfibios de la República Argentina. *Cuadernos de Herpetología*, 32(1), 1-56.
- Vellard, J. (1952). Estudios sobre batracios andinos. I. El grupo *Telmatobius* y formas afines. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 1, 1-89. <http://dx.doi.org/10.2307/1437653>
- Villa, J., Mcdiarmid, R. & Gallardo J. (1982). Arthropod predators of leptodactylid frog foam nests. *Herpetologica*, 38, 19-27.