

TRABAJOS ORIGINALES

Presentado: 04/04/2019
Aceptado: 17/11/2019
Publicado online: 25/05/2020
Editor:

Autores

Rebeca Acosta^{1,2}

racosta@unsa.com

Rolando Vera*^{1,2}

rolandovera824@gmail.com

<http://orcid.org/0000-0003-3072-8740>

Sofía Castro Cavicchini^{1,2}

soficastro2594@gmail.com

Alejandro Núñez^{1,2}

alenunez.1964@gmail.com

Nancy González Turu^{1,2}

charin_gt@hotmail.com

Florencia Abdenur Araos^{1,2}

florabdenuraraos@gmail.com

Raquel Figueroa^{2,3}

raquelfigueroa@hotmail.com.ar

Correspondencia

*Corresponding author

1 Escuela de Biología. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Salta. Avenida Bolivia 5150 (4400), Salta, Argentina

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

3 Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Gobierno de la Provincia de Salta.

Citación

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 (Mayo 2020). doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v27i2.17871>

Aspectos ecológicos de *Telmatobius atacamensis* (Anura: Telmatobiidae), un microendemismo de la Puna, Salta-Argentina

Ecological aspects of *Telmatobius atacamensis* (Anura: Telmatobiidae), a microendemism from the Puna, Salta-Argentina

Resumen

Telmatobius atacamensis es un anuro microendémico amenazado de la Puna salteña. En el presente estudio se identificaron los núcleos de reproducción caracterizando sus poblaciones. Para ello se realizó un muestreo anual en los ríos Los Patos y San Antonio, estableciéndose un total de diez sitios, registrándose pH, temperatura y conductividad eléctrica en los cuerpos de agua. Se empleó la técnica de encuentro visual (TEV) para la detección de los individuos. Se establecieron tres categorías de desarrollo larval, prometamórfico (G1), premetamórfico (G2) y climax metamórfico (G3). Se identificaron seis núcleos reproductivos, cuatro en río San Antonio y dos en río Los Patos. Los individuos se localizaron en refugios subacuáticos con un rango reducido de conductividad eléctrica y uno amplio de temperatura mientras que el pH fue alcalino. Ambos ríos mostraron diferencias en cuanto a la frecuencia relativa de categorías de estadio larval. Las abundancias de esta etapa fue significativamente diferente entre ambos (ANOVA $F=109.41$ $p<0.000$) siendo mayor para el río Los Patos. Los individuos adultos fueron registrados en ambos ríos durante todo el ciclo, con diferencias significativas en sus abundancias ($T=19.83$ $p<0.0001$), resultando mayor para el río Los Patos. El presente trabajo aportaría información relevante para la evaluación del estado actual de conservación y la elaboración objetiva de estrategias para el diseño de monitores efectivos, comparaciones poblacionales futuras y protección de la especie.

Abstract

Telmatobius atacamensis is a microendemic threatened anuran of the Puna of Salta, Argentina. In this study, we identify reproduction nuclei and we characterize the anurans populations. To do this, an annual sampling was made in Los Patos and San Antonio rivers and we selected ten sampling sites. We measured pH, temperature and electrical conductivity at each site. The visual encounter survey (VES) was used in order to identify the individuals. Three categories of larval development were established: prometamorphic (G1), premetamorphic (G2) and metamorphic climax (G3). We found a total of six reproductive nuclei, four in San Antonio River and two in Los Patos River. The individuals were located in underwater shelters with a low range of electrical conductivity and in a wide range of temperature while the pH was alkaline. The relative abundance at the larval stages were significantly different between the rivers (ANOVA $F=109.41$ $p<0.000$), the highest abundance was detected in Los Patos River. The adults were sampled in both rivers during the year with significant differences in their abundance ($T=19.83$ $p<0.0001$), being the highest in Los Patos River. This study would contribute significant information to the assessment of the current conservation status and the objective development of strategies for the design of effective monitoring, further population comparisons and species protection.

Palabras clave:

Telmatobius atacamensis; Región altoandina; Ecología de anuros; Endemismo.

Keywords:

Telmatobius atacamensis; High andean region; Anuran ecology; Endemism.

Introducción

De las catorce especies del género *Telmatobius* presentes en Argentina, solamente tres se distribuyen en la provincia de Salta, entre las cuales *Telmatobius atacamensis* Gallardo, 1962 constituye un microendemismo de la región puneña (Acosta et al. 2014, Lavilla & Barrionuevo 2005, Frost 2019). Este anuro raro, tanto geográfica como demográficamente, actualmente se encuentra en declinación (Vaira et al. 2012). Su localidad tipo está restringida a San Antonio de Los Cobres (24°12'15.63"S, 66°21'15.63"W, 3994 m de altitud). Aunque se ha sugerido que está probablemente extinta en esta localidad (Lavilla & Cei 2001, IUCN 2019), recientemente se han registrado poblaciones en cercanías de San Antonio de los Cobres (Acosta obs. pers.) y en el río Los Patos (Barrionuevo & Mangione 2006, Acosta obs. pers.), tributario del río San Antonio.

Telmatobius atacamensis ha sido registrado en localidades de la ecorregión de Puna - complejo Puna Árida, caracterizada por un clima seco y frío, con una gran amplitud térmica diaria, una media anual de 9 °C y precipitaciones que no superan los 100 a 250 mm anuales concentradas en los meses de diciembre a marzo (Morello et al. 2012). La Puna se caracteriza por presentar salares, vegas y redes fluviales poco desarrolladas y principalmente endorreicas, entre las cuales se destaca el río San Antonio cuyo principal tributario es el río Los Patos (Paoli 2002).

En ambientes áridos, las poblaciones de anuros se distribuyen de manera discontinua, asociados a cuerpos de agua, constituyéndose en una matriz inhóspita. Esto es muy importante ya que, tanto la reproducción como la fase larvaria están estrictamente ligadas a hábitats acuáticos que se presentan a manera de parches (Nicieza et al. 2010). Por otra parte, además de las restricciones fisiológicas y la alta filopatría, se suman aquellas que pueden imponer las barreras geográficas, la distancia entre los núcleos de reproducción, o la dureza de la matriz de hábitat al movimiento de los individuos entre poblaciones (Arens et al. 2007, Nicieza et al. 2010). Estas características los convierten en buenos bioindicadores, reflejando el estrés ambiental que impacta sobre parámetros poblacionales y que se vinculan con la disminución en la calidad de los ecosistemas y de esa manera los anuros serían bioindicadores de la salud ambiental (Whittaker et al. 2013, Loza del Carpio & Mendoza Quispe 2017).

Telmatobius atacamensis, como las demás especies argentinas del género, se caracterizan por su distribución geográfica restringida y por sus hábitos marcadamente acuáticos (Lavilla & Barrionuevo 2005), lo que los vincula obligadamente a los cuerpos de agua dulce permanentes. Estos ambientes son escasos en la región. Si bien, Vaira et al. (2012) categorizó a *T. atacamensis* como "Amenazada" es de notar que, el cambio de estatus, anteriormente "En peligro", debiera nuevamente de revisarse por las amenazas del pasivo minero, el vertido de aguas servidas, los residuos sólidos y el avance de la urbanización. A todo esto se debe sumar la construcción

de obras civiles como el acueducto Santa Rosa que discurre por el sector del río Los Patos y que modificaría de manera permanente tanto el paisaje como el caudal del cuerpo de agua (Acosta obs. pers.).

En este contexto, además de que el modelo general básico de los anfibios impone un alto grado de estructuración espacial de sus poblaciones (Wells 2007), se debe sumar los hábitos exclusivamente acuáticos de esta especie en particular. Asimismo, la acción antrópica negativa en los ambientes que habita y la presencia del hongo quítrido, *Batrachochytrium dendrobatidis* (Barrionuevo & Mangione 2006) conducen a considerar a este taxón como un grupo de especial interés en los procesos de planificación de áreas protegidas. Más aún, cuando el sector donde se distribuye la especie está incluido en la Reserva Provincial Los Andes (decreto 308/80 gobierno de la Provincia de Salta).

Teniendo en cuenta que los taxones endémicos están restringidos a un área específica, y podrían definirse como la diversidad biológica exclusiva de una región (Cowling & Hilton-Taylor 1994) resulta prioritario caracterizar las poblaciones de *Telmatobius atacamensis* a lo largo de su rango restringido de distribución, aspecto que por otra parte no fue abordado hasta el momento a pesar de su situación desde el punto de vista de la conservación.

Material y métodos

Área de estudio.- El área de estudio se inserta en la cuenca de Salinas Grandes (Subcuenca: "Salinas Grandes - Guayatayoc", Cuenca "Cerrada de la Puna"), en ella discurre el río San Antonio. Además, la microcuenca del río San Antonio cuya forma es elongada y se desarrolla en dirección sur - norte con una amplitud máxima de 80 km, incluye microcuencas cerradas de dimensiones reducidas (Paoli et al. 2010). Una de ellas, la de Los Patos Superior se incluyó en el área de estudio por haberse detectado poblaciones de *T. atacamensis* (Fig. 1).

Detección de núcleos reproductivos.- En ambos ríos, durante un ciclo anual 2017 (pre-muestreo) y 2018 (enero, febrero, abril, mayo, junio, agosto, septiembre, octubre y noviembre) se establecieron un total de diez estaciones de muestreo definidas a partir de la confluencia con un tributario que conecta con otras subcuencas (Tabla 1).

Tabla 1. Ubicación de las estaciones de muestreo.

Puntos	Coordenadas	
1	24° 21' S	66° 13' W
2	24° 17' S	66° 12' W
3	24° 14' S	66° 14' W
4	24° 15' S	66° 22' W
5	24° 15' S	66° 20' W
6	24° 11' S	66° 18' W
7	24° 14' S	66° 19' W
8	23° 57' S	66° 12' W
9	24° 08' S	66° 17' W
10	24° 09' S	66° 18' W

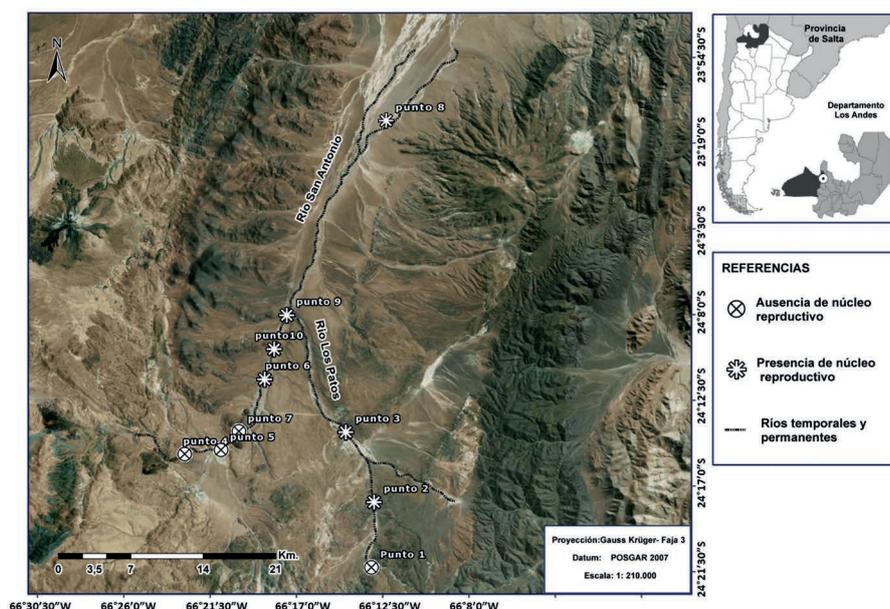


Figura 1. Sitios de muestreo en la subcuenca San Antonio indicando presencia y ausencia de núcleos reproductivos en río Los Patos y río San Antonio.



Figura 2. Individuos en etapa larval (A), metamórfico (B), adulto (C) y microhábitat característico de *Telmatobius atacamensis* en núcleos reproductivos detectados en la Puna salteña.

En cada estación se realizó una búsqueda exhaustiva de ejemplares mensualmente mediante la técnica de encuentro visual (TEV) utilizando para ello redes de malla fina (Heyer et al. 1994). Además, se registraron *in situ* los parámetros físico-químicos de los cuerpos de agua, pH, temperatura y conductividad eléctrica. Los registros se realizaron con medidor digital pH55/°C y EC60 Milwaukee, entre las 9:00 - 17:00 horas.

Para la identificación de los núcleos reproductivos, se consideraron aquellos microhábitats donde se registró simultáneamente la presencia de adultos en estado reproductivo, juveniles y larvas en diferentes grupos de desarrollo (Nicieza et al. 2010) (Fig. 2).

Seguendo a Lajmanovich (2000), se establecieron tres categorías de desarrollo larval, donde G1 incluía los estadios de 23 a 26 (Gosner 1960) correspondiendo al segmento de individuos prometamórfico, G2 (estadios 27 a 41) premetamórfico y G3 (42 a 46) clímax metamórfico. Para los individuos en etapa larval se registró el estadio (Gosner 1960), longitud hocico cloaca LHC (mm), longitud total del cuerpo LTC (mm) y peso (g).

Para cada individuo adulto detectado se registró la longitud hocico-cloaca (LHC) utilizando calibre digital, el peso (g) y el sexo determinado por caracteres sexuales externos. Todos los datos fueron tomados *in situ* en cada una de las estaciones de muestreo. Considerando el esta-

tus de conservación de la especie, los individuos fueron devueltos al sitio luego de la toma de datos. Los análisis estadísticos se realizaron en INFOSTAT (2008).

Resultados

Se detectaron seis núcleos reproductivos en la cuenca del río San Antonio y río Los Patos, cuatro en el primero y dos en el segundo (Fig. 1). Los núcleos reproductivos están asociados en todos los casos a la presencia de vegetación ribereña particular compuesta por cojines de plantas que al adentrarse en el cuerpo de agua, forman pequeños remansos y generan refugios subacuáticos donde siempre se localizaron a los individuos (Tabla 2).

Tabla 2. Lista de especies de plantas asociadas a los núcleos reproductivos en la Puna salteña.

Familia	Especie
Asteraceae	<i>Parastrephia quadrangularis</i> (Meyen) Cabrera.
Apiaceae	<i>Lilaeopsis macloviana</i> (Gand.) A. W. Hill.
Haloragaceae	<i>Myriophyllum quitense</i> Kunth.
Poaceae	<i>Distichlis humilis</i> Phil.
Haloragaceae	<i>Myriophyllum quitense</i> Kunth.
Zannichelliaceae	<i>Zannichellia palustris</i> L.
Ranunculaceae	<i>Halerpestes exilis</i> (Phil.) Tamura.
Cyperaceae	<i>Zameioscirpus atacamensis</i> (Phil.) Dhooge & Goetghebeur.
Campanulaceae	<i>Lobelia oligophylla</i> (Wedd.) Lammers.

Los valores promedio de las variables físico-químicas de temperatura y conductividad eléctrica del agua constituyen un conjunto de datos heterogéneos (CV > 40%) mientras que los valores de pH son homogéneos (CV < 40%) para ambos ríos (Tabla 3).

Tanto en río San Antonio como en río Los Patos, se detectó la presencia de larvas en la categoría de desarrollo G1 (23-26) a lo largo del año. Sin embargo, la mayor abundancia se registró en el mes de octubre para el río Los Patos mientras que en el río San Antonio fue en el mes de abril. Se destaca que la abundancia siempre fue superior en el primero (Fig.3).

Para la categoría G2 premetamórfico (27 – 41) ambos ríos presentan un comportamiento diferente ya que, a pesar de que en ambos ríos el mes de octubre registra una abundancia mayor, se observa otro pico para el río Los Patos durante el mes de febrero (Fig. 4). Asimismo, se destaca la diferencia significativa en la abundancia entre ambos ríos, siendo Los Patos el que presentó la mayor presencia de larvas en ese estadio siempre y en todas las estaciones.

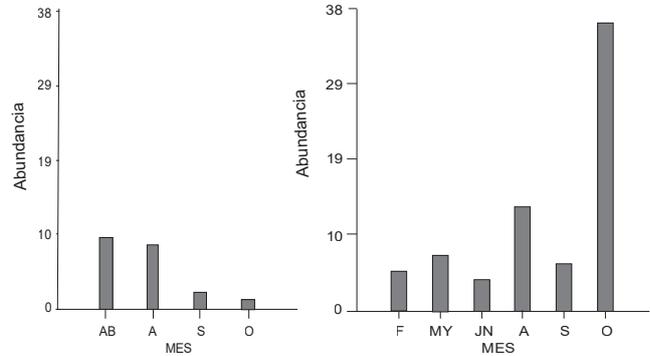


Figura 3. Abundancia de larvas para la categoría G1 en río San Antonio (izquierda) y río Los Patos (derecha) en el ciclo de muestreo: F: febrero; AB: abril; MY: mayo; JN: junio; A: agosto; S: septiembre; O: octubre.

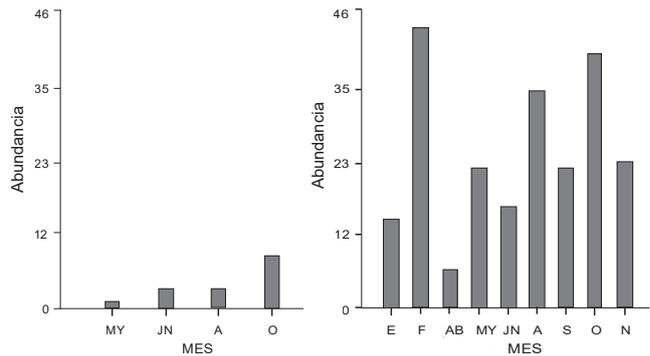


Figura 4. Abundancia de larvas para la categoría G2 en río San Antonio (izquierda) y río Los Patos (derecha) durante el ciclo de muestreo: E: enero; F: Febrero; AB: abril; MY: mayo; JN: junio; A: agosto; S: septiembre, O: octubre y N: noviembre.

Tabla 3. Parámetros Físico-Químicos tomados durante el ciclo de muestreo en río Los Patos y río San Antonio.

Sitios		Variables físico-químicas del agua <i>in situ</i>		
		Temperatura (°C)	Cond (mS/cm)	pH
Río Los Patos	Media±SD	14.61±1.92	1.37±0.13	8.63±0.13
	CV (%)	58	42	10
	Min-Máx	2-28.3	0.54-2.51	7.5-10.3
Río San Antonio	Media±SD	14.71±1.43	1.48±0.13	8.32±0.43
	CV (%)	43	40	23
	Min-Máx	2.4-24.1	0.4-0.93	2.6-10.1

Las larvas en clímax metamórfico (G3= 42 - 46) fueron registradas durante casi todo el ciclo en el río Los Patos con un máximo de abundancia en el mes de noviembre en oposición al río San Antonio que solo presentó un único registro. Se destaca que mientras en el río Los Patos la presencia de esta categoría es continua, en el río San Antonio está restringida al mes de octubre.

Ambos ríos mostraron diferencias en cuanto a la frecuencia relativa de categorías de estadio. Mientras en el río Los Patos se registraron una mayor frecuencia de G2, en el río San Antonio G1 y G2 se encuentran similarmente representadas. Asimismo, se observó que la presencia de larvas en clímax metamórfico fue superior en el río Los Patos (Fig. 5).

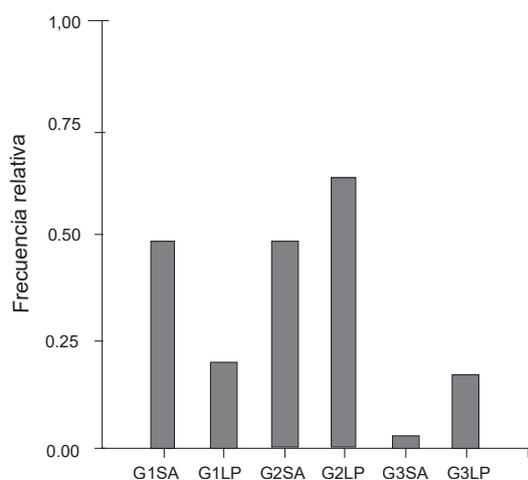


Figura 5. Frecuencia relativa de las categorías de desarrollo G1, G2 y G3 en río San Antonio (SA) y río Los Patos (LP).

La abundancia de la etapa larval fue significativamente diferente entre ambos ríos (ANOVA $F= 109.41$ $p<0.000$) siendo mayor para el río Los Patos. Cuando se compararon las variables morfológicas de las larvas entre ambos ríos, mediante T-test, dado que los datos cumplieron con los supuestos de normalidad, se observaron diferencias significativas en el promedio de la longitud del cuerpo ($T= 2.13$, $p= 0.0410$), siendo superior en el río Los Patos (3.26 ± 0.37) con respecto al río San Antonio (3.06 ± 0.49). Sin embargo, no se registraron diferencias significativas entre los pesos de las larvas correspondientes a las poblaciones de ambos ríos ($T = 1.41$, $p = 0.167$), aun cuando se registró una media mayor (8.27 g) en el río Los Patos.

Es interesante destacar la variación morfológica presente cuando se compararon los parámetros de longitud total y peso de los individuos, detectándose correlación entre dichas variables, considerando al total de datos ($R=0.74$, $p=0.0001$) y en un análisis en río Los Patos ($R=0.73$, $p=0.0001$) y río San Antonio ($R=0.82$, $p=0.0001$). Por otro lado, entre el peso y la longitud del cuerpo ($R: 0.05$, $p= 0.0001$; $R=0.62$, $p=0.0001$; $R= 0.82$, $p=0.0001$) se registró un mismo comportamiento. En ese marco, las larvas del río San Antonio resultaron con pesos mayores y un cuerpo más robusto a diferencia de las del río Los Patos con una forma más longilínea.

Los individuos adultos fueron registrados para ambos ríos durante todo el ciclo. Se registraron diferencias significativas en la abundancia entre ambos ($T= 19.83$, $p<0.0001$), resultando el río Los Patos el más abundante (Fig. 6). Asimismo, para el río San Antonio la mayor abundancia ($n= 16$) se registró en el mes de octubre mientras que para el río Los Patos ($n= 17$) correspondió al mes de septiembre. A pesar de este desplazamiento temporal en las abundancias, el peso promedio máximo detectado correspondió, para ambos sitios, al mes de abril (22.036 g y 17.27 g, respectivamente).

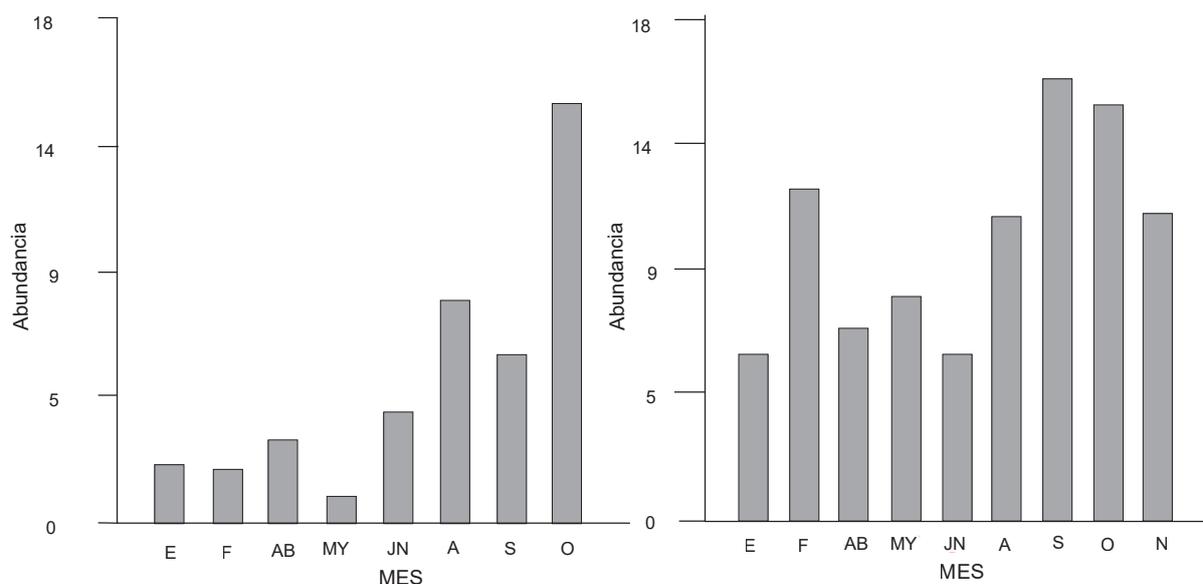


Figura 6. Abundancia de adultos durante el ciclo de muestreo en río San Antonio (izquierda) y río Los Patos (derecha).

Para ambos ríos no se registraron diferencias significativas en la proporción sexual pero sí en el tamaño del cuerpo resultando los machos de mayor tamaño en el río Los Patos. Se observaron diferencias significativas en el peso de los adultos (ANOVA $F=3.09$ $p=0.0493$) y en la longitud corporal (ANOVA $F=2.97$, $p=0.0175$) entre los diferentes meses del año. Un patrón similar se registró en el río San Antonio aunque este no fue significativamente diferente.

Discusión

Las especies del género *Telmatobius* se caracterizan por desarrollar su ciclo de vida en cuerpos de agua en valles andinos y puna de la cadena montañosa de los Andes desde Ecuador hasta el norte de Argentina y Chile (Lavilla & Barrionuevo 2005, Lavilla 1997). A pesar de su amplia distribución conforman un género con numerosos endemismos, por lo que son sensibles a las disminuciones poblacionales, a pesar de sus capacidades adaptativas (Angulo 2008). En Argentina la mayoría de los estudios sobre el género están restringidos a características anatómicas, morfológicas y de desarrollo (Lavilla & Barrionuevo 2005). Dado que algunos autores proponen que *T. atacamensis* se encuentra extinta en la localidad tipo y sus proximidades (Lavilla & Cei 2001) el registro de núcleos reproductivos en el río San Antonio es relevante. En este marco, la detección y caracterización de núcleos de reproducción de *T. atacamensis* realizada, se configuraría como la primera descripción sistemática de la amplitud de la distribución de este anuro endémico.

A partir de estos resultados, se puede sostener que los individuos se encuentran asociados exclusivamente a refugios sumergidos, en sitios restringidos y definidos por zonas meandrosas de los arroyos. El hábitat adecuado para el desarrollo de la especie se caracteriza por un reducido rango de conductividad eléctrica, un amplio de temperatura del agua y un pH alcalino. El tipo de hábitat registrado es congruente con lo documentado en especies del género (Lobos et al. 2016, 2018); el comportamiento de estas variables se podrían explicar por las características geológicas de la zona (Hongn et al. 2018), manteniendo los niveles altos de pH en todos los sitios. Sin embargo, es importante la evaluación a escala temporal de los efectos de las condiciones físico-químicas del medio sobre la distribución y abundancia de las poblaciones, dado que, la conductividad eléctrica del agua es a menudo un predictor importante de la ocupación de ranas (Lobos et al. 2018).

Considerando la abundancia de larvas a lo largo del ciclo de muestreo y el número de individuos por categoría de desarrollo, es posible caracterizar el patrón de actividad reproductiva de *T. atacamensis* como continua, ya que se registraron todas las clases etarias durante el año (Lajmanovich 2000). Sin embargo, se ha documentado para algunos anfibios altoandinos la presencia de larvas en etapas avanzadas de desarrollo en invierno con superposición de etapas de desarrollo tempranas y tardías en otras estaciones del año (Corbalán et al. 2014). Esta idea podría indicar que las larvas requieren de un tiempo prolongado para alcanzar la metamorfosis con pesos relativamente altos, en una posible respuesta plástica a

las presiones ambientales (Acosta 2015).

Los resultados en la abundancia relativa de las categorías de desarrollo permiten evidenciar una reducción en el número de individuos en clímax metamórfico para el río San Antonio, con mayor abundancia en las primeras fases del ciclo de vida (G1 y G2). Además, el comportamiento de los valores en un marco de análisis espacial indicarían que el río Los Patos concentra la mayor abundancia de las categorías de desarrollo y probablemente existiría un reclutamiento continuo de metamórficos en comparación a lo observado en el comportamiento de la población del río San Antonio (Corbalán et al. 2014, Lobos et al. 2018).

Las variables morfológicas como peso y longitud indicarían poblaciones significativamente de mayor talla y peso promedios en río Los Patos. Sin embargo, el análisis de la variación morfológica entre ambas poblaciones establece los máximos valores en río San Antonio, este comportamiento podría estar dado por los efectos de la baja abundancia de individuos sobre el total de datos. En un análisis inicial a escala local, las variaciones significativas observadas en los descriptores morfométricos entre los momentos de muestreo en río Los Patos podrían deberse a un efecto estacional. Pero sería recomendable una evaluación temporal más amplia para establecer los efectos de la estacionalidad en la dinámica de las poblaciones de la especie.

Los datos analizados indican una población constituida por individuos diferenciados sexualmente en toda la subcuenca, a diferencia de lo informado por Lobos et al. (2018) para *Telmatobius cf. philippii*. Asimismo, se destaca que la mayor abundancia para la clase adulta se registró en el río Los Patos y con tendencia a que las machos sean de mayor tamaño a pesar de que en el río San Antonio se detectaron un número mayor de núcleos reproductivos. Esto podría deberse a la reducida capacidad de dispersión de la especie para explorar nuevos hábitats o a la especificidad de los mismos. Sin embargo, las observaciones de campo realizadas en los muestreos evidenciarían que los individuos, por lo general tienden a permanecer en los refugios condicionando la exploración del espacio disponible.

En ese marco, la construcción de un acueducto en el río Los Patos, donde reportamos las poblaciones más abundantes establecidas, constituye un riesgo importante que alteraría el hábitat de *T. atacamensis*, reconocido como un microendemismo (Angulo 2002, Acosta et al. 2014, Portelli & Díaz-Gómez 2017). Además, el bajo número de individuos adultos podría afectar potencialmente el tamaño efectivo de la población, sumando un riesgo más para la conservación de la especie.

En conclusión, los datos obtenidos en el presente estudio sobre el tipo de microhábitat, distribución y abundancia local de las poblaciones detectadas de *T. atacamensis* aportarían información ecológica relevante para la evaluación del estado actual de conservación, la elaboración objetiva de estrategias para el diseño de monitores efectivos, comparaciones poblacionales futuras y protección de la especie.

Literatura citada

- Acosta R. 2015. Plasticidad fenotípica en metamorfosis de larvas de *Rhinella arenarum*. ISBN- 13:978-3-639-64755-6. ISBN-10:3639647556. EAN: 9783639647556. Ed. Publicia. pp: 264.
- 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.
- Angulo A. 2002. Anfibios y paradojas: perspectivas sobre la diversidad y las poblaciones de anfibios. *Ecología Aplicada*, (1): 105 – 109.
- Angulo A. 2008. Conservation needs of *Batrachophrynus* and *Telmatobius* frogs of the Andes of Peru. *Conservation and Society* 6:328-333. <http://dx.doi.org/10.4103/0972-4923.49196>
- Arens P, van der Sluis T, van't Westende WPC, Vosman B, et al. 2017. Genetic population differentiation and connectivity among fragmented Moor frog (*Rana arvalis*) populations in The Netherlands. *Landscape Ecology* (2007) 22: 1489–1500. <http://dx.doi.org/10.1007/s10980-007-9132-4>.
- Barrionuevo JS, Abdala CS. 2018. Capítulo 10. Herpetofauna de la Puna. En Grau HR, Babot MJ, Izquierdo AE, Grau A (Eds.). *La Puna Argentina: naturaleza y cultura. Serie Conservación de la Naturaleza*. Fundación Miguel Lillo. Tucumán.
- Barrionuevo SJ, Mangione S. 2006. Chytridiomycosis in two species of *Telmatobius* (Anura: Leptodactylidae) from Argentina. *Diseases of Aquatic Organisms* 73: 171–174. <https://doi.org/10.3354/dao073171>
- Corbalán V, Debandi G, Martínez F, Úbeda C. 2014. Prolonged larval development in the Critically Endangered Pehuenche's frog *Alsodes pehuenche*: implications for conservation. *Amphibia-Reptilia* 35. 283-292. <https://doi.org/10.1163/15685381-00002951>
- Cowling RM, Hilton-Taylor C. 1994. Patterns of plant diversity and endemism in southern Africa: an overview. In: Huntley, B.J. (Ed.), *Botanical Diversity in Southern Africa*. National Botanical Institute, Kirstenbosch, pp. 31–52.
- Decreto N° 308/80, de fecha 26/02/1980 (B.O. Salta N° 10.938, del 11/03/1980). Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Gobierno de la Provincia de Salta Argentina.
- Frost DR. 2019. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.0 (Date of access). Electronic Database accessible at <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. American Museum of Natural History, New York, USA.
- Gallardo JM. 1962. Los géneros *Telmatobius* y *Batrachophrynus* en la Argentina (Anura: Leptodactylidae). *Neotropica*, 8: 45-58.
- Gosner K. 1960. A simplified table for stating anuran embryos and larvae with notes on identification. *Herpetológica* 16:183-190.
- Heyer WR, Donnelly MA, McDiarmid RW, Hayek L-A C, Foster MS (Eds.). 1994. *Measuring and Monitoring Biological Diversity*. Smithsonian Institution Press, Washington, 364 pp.
- Hongn F, Montero-López C, Guzmán S, Aramayo A. 2018. Capítulo 1. Geología. En Grau HR, Babot MJ, Izquierdo AE, Grau A (Eds.). *La Puna Argentina: naturaleza y cultura. Serie Conservación de la Naturaleza*. Fundación Miguel Lillo. Tucumán.
- INFOSTAT. 2008. InfoStat, version 2008. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.
- IUCN SSC Amphibian Specialist Group. 2019. *Telmatobius atacamensis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T21581A101422445. [Último Acceso: 01/04/2019] <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-1.RLTS.T21581A101422445.en>
- Lajmanovich RC. 2000. Interpretación ecológica de una comunidad larvaria de anfibios anuros. *Interciencia*, 25(2):71-79.
- Lavilla EO, Cei JM. 2001. *Amphibians of Argentina. A Second Update, 1987-2000*. Monografía XXVII, Museo Regionale di Scienze Naturale, Torino.
- Lavilla EO, Barrionuevo SJ. 2005. El género *Telmatobius* en la República Argentina: una síntesis. *Asociación Herpetológica Española. Monografía de Herpetología*.7:115-165.
- Lavilla EO. 1997. Notas nomenclatorias del género *Telmatobius* (Anura: Leptodactylidae). *Cuadernos de Herpetología* 11 (1-2): 69-85.
- Lavilla EO. 2001. Amenazas, declinaciones poblacionales y extinciones en anfibios argentinos. *Cuadernos de Herpetología*.15 (1): 59-82.
- Lobos G, Rebolledo N, Charrier A, Rojas O. 2016. Natural history notes of *Telmatobius dankoi* (Anura, Telmatobiidae), a critically endangered species from northern Chile. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*. 51(2): 152-157. <https://doi.org/10.1080/01650521.2016.1203519>
- Lobos G, Rebolledo N, Sandoval M, Carrales C, Pérez Quezada JF. 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/sajhd-16-00062.1>
- Loza Del Carpio A, Mendoza Quispe W. 2017. Evaluación poblacional y estado de conservación de *Telmatobius macrostomus* Peters, 1873 (Anura: Telmatobiidae) en humedales altoandinos, Región Pasco-Perú. *Revista de Investigaciones Altoandinas* 19 (2):145-156. <http://dx.doi.org/10.18271/ria.2017.273>
- Morello J, Matteucci S, Rodriguez A. 2012. *Ecorregiones y complejos ecosistémicos argentinos - I a ed.* - Buenos Aires: Orientación Gráfica Editora, 2012. 752 p. ISBN 978-987-1922-00-0.
- Nicieza AG, Choda M, Álvarez D. 2010. Estructura genética de poblaciones subdivididas: Identificación de unidades de conservación de anfibios en la Cordillera Cantábrica. En: Diego F.J., J. Bosch, E. Ayllón et al. (Eds.) *Anfibios y Reptiles del Parque Nacional de Picos de Europa*. Colección Naturaleza y Parques Nacionales. Serie Técnica. Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino. Pp189-202. España.
- 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. INTA. EEA. Salta, Argentina.
- Portelli S, Gómez Díaz JM. 2017. Determinación de áreas prioritarias de conservación en la Puna y Prepuna del norte argentino. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales, Nueva Serie*, 19(1): 9-17. <http://dx.doi.org/10.22179/REVMACN.19.493>

- Reboratti C. 2005. Situación Ambiental en las ecorregiones de La Puna y Altos Andes. En Brown A., U. Martinez Ortiz, M. Acerbi & J. Corcuera (Eds.), La Situación Ambiental Argentina 2005, Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires, 2006. Pp 1-20.
- Vaira M, Akmentins M, Attademo M, Baldo D, et al. 2012. Categorización del estado de conservación de los anfibios de la República Argentina. Cuadernos de Herpetología 26: 151-163.
- Vaira M, Akmentins MS, Lavilla EO. 2018. Plan de Acción para la conservación de los anfibios de la República Argentina. Cuadernos de Herpetología 32 (supl. 1):56pp.
- Wells KD. 2007. The Ecology and Behavior of Amphibians. Chicago and London. The University of Chicago Press. 1148 pp.
- Whittaker K, Koo MS, Wake DB, Vredenburg VT. 2013. Global Declines of Amphibians. In: Levin S.A. (ed.) Encyclopedia of Biodiversity, Second Edition, Volume 3, p: 691-699. Waltham, MA: Academic Press.

Agradecimientos / Acknowledgments:

Los autores desean expresar su agradecimiento al Consejo de Investigación de la Universidad Nacional de Salta (CIUNSa) por la asistencia científica-técnica y económica, a la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la provincia de Salta por autorizar los muestreos y a Mariela Fabbroni por la identificación de las especies de plantas asociadas a los núcleos de reproducción.

Conflicto de intereses / Competing interests:

Los autores no incurrir en conflictos de intereses.

Rol de los autores / Authors Roles:

RA, RV, SCC, AN, FAA, NGT Realizaron trabajo de muestreo, tomaron datos a campo y analizaron los datos. RF realizó trabajo de gabinete y análisis de datos. RA y RV elaboraron el manuscrito.

Fuentes de financiamiento / Funding:

El presente trabajo se realizó con fondos del CIUNSa, proyecto tipo A N° 2302/0.

Aspectos éticos / legales; Ethics / legals:

Este trabajo no involucró colecta o preservación de especímenes, y no utilizó técnicas invasivas para su desarrollo. No incurrió en ningún problema legal. Se contó con autorización de Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable provincial Resolución N° 000742/2018.