

REPORTE DE VALORES MORFOMÉTRICOS ALTOS DE *TELMATOBIUS CULEUS* EN EL SITIO PRIORITARIO COMPLEJO DE LAGUNAS LAGUNILLAS, PERÚ

REPORT OF HIGH MORPHOMETRIC VALUES OF *TELMATOBIUS CULEUS* IN THE PRIORITY SITE COMPLEX OF LAGUNAS LAGUNILLAS, PERU

Dennis X. Huiza-Balcon^{1,2,5,6*}, Victor E. Ramos Rodrigo³, Mario A. Soria Aredondo² & Roberto K. Elías Piperis^{3,4}

¹Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre SERFOR - ATFFS Puno, Perú.

²Asociación para la Conservación de la Biodiversidad PROCARNIVOROS, Puno, Perú.

³Denver Zoological Foundation, Denver, Colorado, USA.

⁴Universidad Peruana Cayetano Heredia, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Laboratorio de Vida Silvestre, Lima, Perú.

⁵Colección Científica de la Universidad Nacional del Altiplano Puno CCUNAP, Puno, Perú.

⁶Instituto de Investigación en Ciencias Ambientales, Salud y Biodiversidad IICASB, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.

*Correspondence: dhuisa@serfor.gob.pe, dennis.bhd@gmail.com

Received: 2023-11-20. Accepted: 2024-07-29. Published: 2024-10-15.

Editor: Alessandro Catenazzi, Perú.

Abstract.— We documented the linear morphometry of 14 specimens of *Telmatobius culeus* from the Lagunillas Lagoon Complex, collected through snorkel diving and shoreline transects at depths of 1.5 to 2 m, about total of specimens seven ($n = 7$) is from Lagunillas and seven ($n = 7$) from Ululunasa. In the Lagunillas lagoon the maximum value of Total Length LT is 292 mm; maximum and minimum range of LHC is 107 mm and 92 mm. In the Ululunasa lagoon the maximum LT value is 390 mm; the maximum and minimum range of LHC is 163 mm and 124 mm. In terms of size, these values are the highest records for the species in recent years.

Keywords.— High andean lagoons, linear morphometry, Telmatobiidae, Titicaca Basin

Resumen.— Se documenta la morfometría lineal de 14 ejemplares de *Telmatobius culeus* provenientes del Complejo de Lagunas Lagunillas, colectados por medio de buceo con snorkel y transectos a borde de orilla en profundidades de 1.5 a 2 m. Del total de especímenes siete ($n = 7$) corresponden a Lagunillas y siete ($n = 7$) a Ululunasa. En la laguna Lagunillas el valor máximo de Longitud Total LT es de 292 mm; rango máximo y mínimo de LHC es de 107 mm y 92 mm. En la laguna Ululunasa el valor máximo de LT es de 390 mm; el rango máximo y mínimo de LHC es de 163 mm y 124 mm. En cuanto al tamaño, estos valores son los mayores registros para la especie en los últimos años.

Palabras clave.— Cuenca del Titicaca, lagunas altoandinas, morfometría lineal, Telmatobiidae.

INTRODUCCIÓN

El género *Telmatobius* Wiegmann, 1834 es un grupo diverso de anfibios nativos de los Andes, con representaciones en la región altoandina y altiplano, altamente especializados a la vida acuática (Vellard, 1951; Navas & Chauí-Berlinck, 2007). La mayor

riqueza de especies de este género se encuentra en bosques y valles interandinos, por encima de los 3,000 m s.n.m. (De la Riva, 2005; Lavilla & Barrionuevo, 2005; Barrionuevo, 2017).

Los anuros de mayor y menor tamaño son más propensos a la extinción por las condiciones climáticas extremas (Feijó et al., 2023), pero los de menor tamaño tienen mayor riesgo de extinción (Cardillo, 2020). Entre los Telmatobiidae de mayor tamaño como *Telmatobius macrostomus* (Castillo et al., 2021), *T. culeus* (Vitt & Caldwell, 2014; Muñoz-Saravia et al., 2018) y *T. mayoloi* (Lehr, 2005) que son de hábitos completamente acuáticos, por sus tamaños se observa una mayor superficie de respiración cutánea (Hutchison, 1976; Amphibian Web, 2024). Los *T. culeus* registrados con la piel desplegada e inmóviles (Huisa-Balcon et al., 2022) sugieren un comportamiento termorregulador que beneficiaría procesos metabólicos y fisiológicos (Muñoz-Saravia et al., 2018), también es posible que este comportamiento esté relacionado con la configuración del campo visual, lo cual podría influir en la evolución del espacio interorbital en la especie (Jiang et al., 2022). El tamaño también puede mejorar la capacidad de captura de presas por succión (Carreño & Nishikawa, 2010).

Telmatobius culeus Garman, 1876 es una especie endémica del Lago Titicaca, a una elevación de 3,810 m s.n.m. (Icochea et al., 2004), que se caracteriza por su piel holgada en el cuerpo y extremidades, cabeza marcadamente deprimida, de forma

lacustre (De la Riva, 2005). Los valores morfométricos citados para *T. culeus* en relación con su longitud hocico-cloaca LHC (SVL siglas en inglés) referencian valores de 140 mm (Vitt & Caldwell, 2014), 135 mm (Vellard, 1951), 130 mm (Vellard, 1991) para el Lago Titicaca; En localidades adyacentes al Lago Titicaca como Achacachi, se informa un valor de 137.95 mm, en la laguna de Saracocha un valor de 57.13 mm y en la laguna Arapa un valor de 76.81 mm (Benavides et al., 2002). Para el Complejo de Lagunas Lagunillas, la laguna Lagunillas se señala un rango de SVL de 100 mm a 125 mm (Vellard, 1991) y 112 mm a 130 mm (Parker, 1940); para Saracocha valores de 45-49 mm (Parker, 1940). En ese sentido, se planteó como objetivo describir los valores morfométricos que definen a los especímenes de *T. culeus* de las lagunas del complejo de Lagunas Lagunillas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El área de estudio corresponde al Sitio Prioritario Complejo de Laguna Lagunillas (Fig. 1) establecida mediante Ordenanza Regional N°017-2015-GRP-CRP, está ubicada en los distritos de Santa Lucía de la provincia de Lampa y en el distrito de

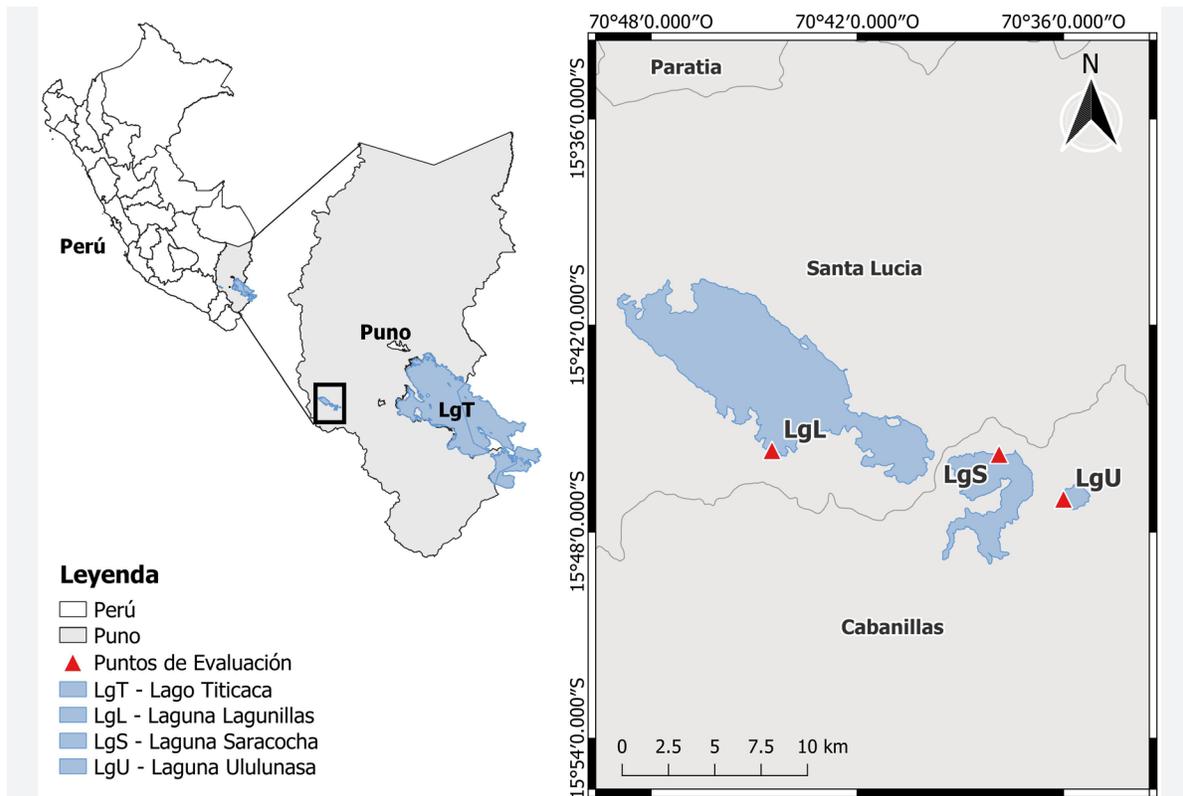


Figure 1. Location map, sampling points in the lagoons that make up the Lagunas Lagunillas Complex (red triangles), in the districts of Santa Lucía (province of Lampa) and Cabanillas (province of San Román), department of Puno. / **Figura 1.** Mapa de ubicación, puntos de muestreo en las lagunas que conforman el Complejo de Lagunas Lagunillas (triángulos rojos), en los distritos de Santa Lucía (provincia de Lampa) y Cabanillas (provincia de San Román), departamento de Puno.

Cabanillas de la provincia de San Román. El Complejo está conformado por los cuerpos de agua de laguna Lagunillas (LgL) con coordenadas 15.75522° S, 70.745843° W; laguna Saracocha (LgS) con coordenadas 15.764241° S, 70.629990° W; y laguna Ululunasa (LgU) con coordenadas 15.781414° S, 70.599534° W; estos cuerpos de agua cubren un área total de 7908.07 ha, ubicándose entre los 4,147 m s.n.m. a 4,283 m s.n.m. Las lagunas Saracocha y Ululunasa, tienen principal importancia al proteger el germoplasma de especies ícticas del género *Orestias* según la Resolución Ministerial N°482-2018-PRODUCE.

Captura, colecta y registros

Previamente se solicitó la autorización de investigación al Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre SERFOR con código N°AUT-IFS-2021-050. El muestreo se realizó en fecha 16 al 18 de octubre del 2021, entre las 09:00-13:00 h. Se capturaron un total de 14 individuos, de los cuales 12 fueron capturados temporalmente y 02 fueron colectados fijados con formol al 10 %, posteriormente almacenados en alcohol al 70 %. Las colectas fueron depositadas en la Colección Científica de la Universidad Nacional del Altiplano (CCUNAP) con códigos de catálogo asignados CCUNAP-0001 y CCUNAP-0002 provenientes de LgL y LgU, respectivamente.

El trabajo contó con seis etapas: 1) Desinfección de materiales y equipos en la orilla, calibración de equipos (e.g., GPS, vernier), disposición de materiales: guantes de nitrilo, dos baldes con agua, el primero para contener a los individuos, y el segundo para hidratar a los individuos durante su manipulación. 2) Buceo y colecta, reconocimiento visual del área de estudio, ubicando el microhábitat sustrato rocoso-vegetación (Ramos et al., 2019), se estableció un único transecto (100 m de largo por 2 m de ancho) por cada cuerpo de agua, ubicada a una distancia paralela aproximada de 3 m a la orilla. Un buzo realizó la captura de los individuos usando una red circular de 100 cm de diámetro con mango extensible, mientras el segundo buzo dispuso las capturas en una red rectangular de 100 x 60 cm, cada animal capturado se colocó en una bolsa Ziploc con agua. 3) La morfometría fue tomada en un tiempo promedio de 15 minutos por espécimen, hidratando a los individuos en intervalos de dos minutos para evitar la desecación de su piel. 4) El sexo de los especímenes se determinó por la presencia de callo nupcial de color oscuro en el pulgar y se registró la coloración de la piel (dorso y la zona ventral), posteriormente se dispuso a los individuos en su bolsa Ziploc respectiva; posteriormente liberaron a los individuos en su lugar de captura. 5) Desinfección de materiales, equipos, movilidad y materiales con Virkon, siguiendo el protocolo de Aguirre & Lampo (2006). 6) Disposición final de las colectas en una Institución Nacional Depositaria de Material Biológico en cumplimiento de la normativa peruana.

Medidas morfométricas

Para obtener todas las medidas se usó un calibrador digital Digimater Plastic Caliper (158.6 mm) precisión de ± 0.203 mm. Siguiendo a De la Riva et al. (2005) se midieron las siguientes variables y las abreviaturas utilizadas por sus siglas en inglés son: la longitud hocico-cloaca (SVL), el diámetro del ojo (ED), la longitud de extremidad anterior (distancia desde el punto de flexión del húmero y radio-ulna hasta la punta de la pata en el dedo IV) (FL), la longitud del fémur (FeL), la longitud de tibio-fibula (TFL), la longitud del tarso-metatarso (distancia desde punto de flexión de la tibiofibula y calcaneum-astragalus hasta la punta de la pata IV) (TML), el ancho de la mandíbula inferior (MW), la distancia entre fosas nasales (BN), el ancho interorbital (IW), el ancho de la cabeza (HW), la distancia boca-narinas (ND), la altura de la cabeza (HH). Se procesaron las medidas hallándose la media, la desviación estándar, rango mayor y menor siguiendo a Merino-Viteri et al. (2005) y Benavides et al. (2002), la medida de Longitud Total (LT) que comprende desde el hocico hasta la punta de la pata en el dedo IV.

RESULTADOS

Se estudio la morfometría de un total de catorce individuos ($n = 14$) de *T. culeus*; sin embargo, a pesar de los esfuerzos realizados, no se registraron especímenes en la Laguna Saracocha. Las capturas de los especímenes de *T. culeus* se realizaron en zonas con sustrato arenoso-vegetación (LgL) y rocoso-vegetación (LgU) a una profundidad promedio de 1.5 y 2 m respectivamente.

Del total de capturas siete ($n = 7$) corresponden a LgL y siete ($n = 7$) a LgU. En el transecto de LgL cuatro ($n = 4$) fueron machos con valor de peso promedio de 163.8 gr de peso (185 gr, 184 gr, 111 gr, 175 gr) y tres ($n = 3$) son hembras con valor promedio 181 gr de peso (183 gr, 165 gr, 195 gr); en el transecto de LgU cinco ($n = 5$) fueron hembras con valor de peso promedio 312.2 gr (380 gr, 311 gr, 380 gr, 300 gr, 190 gr) y dos ($n = 2$) fueron machos con valor de peso promedio 287 gr (310 gr, 265 gr). En la LgL el valor máximo de LT de las hembras fue de 292 mm y de los machos fue de 288 mm; el rango máximo y mínimo de SVL registrado fue de 107.0 mm y 92.0 mm. En la LgU, el valor máximo de LT de las hembras fue de 390 mm y machos fue de 312 mm; el rango máximo y mínimo de SVL registrado fue de 163 mm y 124 mm (Tabla 1, Tabla 2).

En este estudio, se analizaron 13 variables morfométricas (Tabla 1), destacándose los valores obtenidos para ancho de la cabeza (HW) de los especímenes capturados en LaL, con un valor máximo de 38 mm y para LgU un valor máximo de 55 mm. En cuanto a la longitud del fémur de (FeL) en LaL se obtuvo un valor máximo de 50 mm y para LgU un valor máximo de

Table 1. Comparison of linear morphometric measurements (in mm) of adults of *Telmatobius culeus* from the Lagunas Lagunillas Complex in this study, Laguna Saracocha and Bahía Achacachi in Benavides et al. (2002). The mean, standard deviation, and range are shown in parentheses.

Tabla 1. Comparación de las medidas morfométricas lineales (en mm) de adultos de *Telmatobius culeus* procedente del Complejo de Lagunas Lagunillas presente estudio, Laguna Saracocha y Bahía Achacachi en Benavides et al. (2002). Se muestra la media, desviación estándar, y el rango en paréntesis.

Medidas morfométricas	<i>Telmatobius culeus</i>			
	Laguna Lagunillas	Laguna Ululunasa (Alonso)	Laguna Saracocha	Bahía de Achacachi
			(considerado <i>T. crawfordi</i> por Benavides et al., 2002)	Lago Menor (Titicaca) (Benavides et al., 2002)
	n = 7	n = 7	n = 28	n = 40
SVL	100.6 ± 5.8 (92.0-107.0)	145.9 ± 16.4 (124.0-163.0)	51.22 ± 2.59 (47.08-57.13)	104.05 ± 16.20 (74.84-137.95)
ED	8.1 ± 0.9 (7.0-9.0)	8.3 ± 1.4 (6.0-10.0)	4.59 ± 0.29 (3.71-5.12)	6.81 ± 0.88 (4.51-8.45)
FL	47.7 ± 4.0 (43.0-54.0)	57.4 ± 3.5 (54.0-63.0)	- -	- -
FeL	45.7 ± 3.9 (39.0-50.0)	54.4 ± 7.4 (44.0-61.0)	21.66 ± 1.56 (18.29-25.16)	45.31 ± 7.97 (29.47-58.11)
TFL	51.6 ± 2.3 (48.0-54.0)	61.3 ± 3.1 (57.0-66.0)	20.75 ± 1.38 (18.11-24.07)	45.12 ± 7.65 (28.76-57.27)
TML	78.9 ± 4.1 (72.0-83.0)	94.0 ± 9.0 (80.0-105.0)	33.05 ± 2.17 (29.64-38.43)	73.28 ± 11.59 (47.58-93.24)
MW	27.1 ± 1.5 (25.0-29.0)	34.3 ± 3.8 (30.0-40.0)	- -	- -
BN	6.6 ± 0.5 (6.0-7.0)	8.3 ± 1.1 (7.0-10.0)	2.95 ± 0.25 (2.51-3.66)	5.29 ± 1.08 (3.24-7.61)
IW	11.9 ± 1.6 (9.0-14.0)	19.1 ± 3.1 (15.0-24.0)	6.19 ± 0.45 (5.41-7.46)	13.05 ± 2.60 (8.77-18.48)
HW	36.4 ± 1.5 (34.0-38.0)	49.7 ± 3.8 (44.0-55.0)	17.97 ± 1.36 (15.57-22.80)	41.08 ± 7.23 (27.82-59.94)
ND	7.9 ± 0.7 (7.0-9.0)	9.7 ± 1.0 (8.0-11.0)	3.78 ± 0.33 (3.06-4.52)	7.07 ± 1.05 (4.52-9.20)
HH	17.0 ± 1.4 (15.0-19.0)	27.3 ± 4.6 (22.0-33.0)	- -	- -
LT	276.71 ± 13.9 (251.0-292.0)	355.57 ± 33.5 (312.0-390.0)	- -	- -



Table 2. Measurements of linear morphometric characters (in mm) of recorded specimens (females and males) in the Lagunas Lagunillas Complex. The mean, standard deviation, and sample range are shown within parentheses.

Tabla 2. Medidas de caracteres morfométricos lineales (en mm) de especímenes registrados (hembras y machos) en el Complejo de Lagunas Lagunillas. Se muestra la media, desviación estándar y el rango de muestra dentro de paréntesis.

Medidas morfométricas	<i>Telmatobius culeus</i>			
	Laguna Lagunillas		Laguna Ululunasa (Alonso)	
	n = 4	n = 3	n = 5	n = 2
SVL	104.7 ± 4.041 (100.0-107.0)	97.5 ± 5.196 (92.0-104.0)	153.4 ± 12.26 (133.0-166.3)	127.0 ± 4.243 (124.0-130.0)
ED	8.0 ± 1.00 (7.0-9.0)	8.25 ± 0.96 (7.0-9.0)	8.6 ± 1.517 (6.0-10.0)	7.5 ± 0.707 (7.0-8.0)
FL	49.33 ± 0.577 (49.0-50.0)	46.50 ± 5.196 (43.0-54.0)	58.8 ± 3.194 (55.0-63.0)	54.0 ± 0.0 (54.0-54.0)
FeL	46.3 ± 4.163 (42.0-50.0)	45.0 ± 4.082 (39.00-48.0)	58.6 ± 2.3 (56.0-61.0)	44.0 ± 0.0 (44.0-44.0)
TFL	53.0 ± 1.0 (52.0-54.0)	50.5 ± 2.52 (48.0-54.0)	62.8 ± 2.05 (61.0-66.0)	57.5 ± 0.707 (57.0-58.0)
TML	80.00 ± 3.61 (76.0-83.0)	78.0 ± 4.69 (72.0-83.0)	98.2 ± 6.14 (89.0-105.0)	83.5 ± 4.950 (80.0-87.0)
MW	27.33 ± 1.155 (26.0-28.0)	27.0 ± 1.826 (25.0-29.0)	35.8 ± 3.421 (31.0-40.1)	30.5 ± 0.707 (30.0-31.0)
BN	6.67 ± 0.58 (6.0-7.0)	6.5 ± 0.58 (6.0-7.0)	8.4 ± 1.14 (7.0-10.0)	8.0 ± 1.414 (7.0-9.0)
IW	12.00 ± 1.00 (11.0-13.0)	11.75 ± 2.062 (9.0-14.0)	20.6 ± 2.302 (19.0-24.0)	15.5 ± 0.707 (15.0-16.0)
HW	37.69 ± 0.577 (37.0-38.0)	35.5 ± 1.291 (34.0-37.0)	50.4 ± 3.435 (47.0-55.0)	48.0 ± 5.657 (44.0-52.0)
ND	8.333 ± 0.577 (8.0-9.0)	7.5 ± 0.577 (7.0-8.0)	9.4 ± 0.894 (8.0-10.0)	10.5 ± 0.707 (10.0-11.0)
HH	17.67 ± 1.528 (16.0-19.0)	16.5 ± 1.291 (15.0-18.0)	29.0 ± 4.359 (22.0-33.0)	23.0 ± 4.359 (23.0-23.0)

61 mm. Respecto, a la longitud de tibia-fíbula (TFL) se obtuvo un valor máximo de 54 mm y para LgU un valor máximo de 66 mm. Asimismo, en la longitud de tarso-metatarso (TML) se registraron valores máximos de 83 mm para LgL y un valor máximo de 105 mm para LgU. A pesar del reducido número de

muestras se observa que los valores más altos de morfometría corresponden a los especímenes de la Laguna Ululunasa.

Los individuos colectados se encontraron inmóviles, con la piel desplegada reflejo de su adaptación al medio acuático (Fig. 2). En



las lagunas LaL y LgU, *T. culeus* presenta una coloración dorsal plomiza, verdoso y marrón en tonalidades oscuras, con puntos minúsculos y dispersos de color negro, marrón, naranja y pardo, confundiendo con el sustrato rocoso, arenoso y vegetación marchita. El vientre muestra un color más uniforme y claro, inversamente a la tonalidad del dorso, por ejemplo, individuo con dorso verde oscuro presenta un vientre en tonalidad verde más claro cómo se observa en las figuras 3 y 4.

Los valores registrados de SVL se compararon con los valores morfométricos de la literatura (Tabla 3), que muestran algunos valores históricos efectuados por autores como Garman (1975), Parker (1940), Vellard (1951), Vellard (1953), Vellard (1960), Vellard (1991), Benavides et al. (2002), de estos autores se tomaron las medidas de SVL de los especímenes registrados según localidad, hábitat, altitud y profundidad, dentro del rango de la distribución de la especie en la cuenca del Titicaca con prioridad en el Complejo de Lagunas Lagunillas. El valor más alto corresponde a un espécimen hembra con un valor de LT de 390 mm y con un valor de SVL de 163 mm, capturada temporalmente a una profundidad de 1.5 metros de profundidad en el sustrato rocoso-vegetación en la Laguna Ululunasa a 4,282 m s.n.m. Cabe resaltar que en las tres lagunas no se registraron individuos con proporciones que correspondan a renacuajos, metamorfos o juveniles.

DISCUSIÓN

La sistemática y taxonomía de *Telmatobius* es compleja, la morfología externa es altamente conservada y muestra una considerable variación intraespecífica principalmente en especies que viven en lugares a gran altitud (Vellard, 1951; De la Riva, 2005; Benavides, 2005), en el Complejo de Lagunas Lagunillas, específicamente la laguna Saracocha se propone a esta población como *T. escomeli crawfordi* (Vellard, 1991). Sin embargo, los primeros estudios moleculares en poblaciones de *Telmatobius* de la cuenca del Titicaca (Benavides et al., 2002; Benavides, 2005) determinarían únicamente la presencia de dos especies *T. culeus* y *T. marmoratus*, cayendo en la sinonimia una larga lista de especies y subespecies. Aunque, un estudio reciente ejecutado por Sáez et al., (2022) en su análisis recuperan a un linaje denominando grupo G y la proponen como especie candidata; nuestro relevamiento no registró especímenes con características diferentes de los que distinguen a *T. culeus*. Es evidente que el esfuerzo de muestreo sea mayor en estas lagunas (LaL, LaS y LgU) y se incluya los riachuelos y estanques adyacentes a estos cuerpos de agua.

Los datos morfométricos presentados en este reporte provenientes de ejemplares de *T. culeus* de la Laguna Ululunasa

del Complejo de Lagunas Lagunillas son los de mayor tamaño registrados en los últimos años, en la laguna Lagunillas los valores de SVL de rangos máximos son de 107 mm y mientras que para la laguna Ululunasa 163 mm. Estos últimos valores en comparación con los reportes históricos para este complejo de lagunas sobrepasan a lo registrado por Vellard (1953) que menciona para Lagunillas un valor de 61 mm (Vellard, 1953) mas no al valor de 130 mm reportado por Parker (1994). Respecto de los valores históricos en el lago Menor (Huiñamarca), laguna Arapa y Yapupampa valores de 85 mm (Parker, 1940); en el ámbito de la laguna Saracocha en hábitat de arroyo y estanques un valor de 57.13 mm (Benavides et al., 2002); en la Laguna Arapa 76.81 mm (Benavides et al., 2002) y 65.2 mm (Vellard, 1951); en la Isla Amantani 60.5 mm (Vellard, 1951); en el rio Cabanillas (Juliaca) 110.6 mm (Vellard, 1953); en la bahía de Puno 60.5 mm (Vellard, 1951); en el rio Ilave 110.6 mm (Vellard, 1953); en la Laguna Hacienda Checayani 84 mm (Vellard, 1953); en la laguna Chajchora 66 mm (Vellard, 1953); y para Saracocha donde Benavides et al. (2002) menciona un valor de 57.13 mm.

Otros miembros del género alcanzan medidas de SVL considerables como se referencian para *T. macrostomus* entre 118 mm y 120 mm en hembras (Sinsch & Aguilar, 2021) y *T. mayoloi* entre 90.3 mm en hembras y 108.1 mm en machos (Lehr, 2005). Nuestros valores hallados de SVL en machos y hembras de la LgU es 104 mm y 107 mm, respectivamente. Para los machos y hembras de la LaU 130 mm y 163 mm, respectivamente. Sin embargo, en condiciones de cautiverio Mantilla et al. (2023) registra a un ejemplar hembra con 170 mm.

En cuanto a los valores más altos obtenidos para el Sitio Prioritario Complejo de Lagunas Lagunillas, corresponden a la laguna Ululunasa con valores máximos que resaltan como el ancho de cabeza (HW) un valor de 55 mm; longitud del fémur de (FeL) un valor de 61 mm; longitud de tibio-fibula (TFL) un valor de 66 mm; longitud de tarso-metatarso (TML) un valor de 105 mm; Estos valores contrastan con los registrados para el Lago Titicaca, que corresponden a Achacachi con valores máximos de HW de 59.94 mm, valor de FeL de 58.11 mm, valor de TFL de 57.27 mm y valor de TML de 93.24 mm (Benavides et al., 2002). La protección de parte del estado peruano de la laguna Ululunasa para la protección ictica nativa podría influir en que una de sus potenciales amenazas como lo es la trucha, no estaría ejerciendo presión sobre esta población, permitiendo el desarrollo y hallazgo de especímenes de *T. culeus* con esas dimensiones, la ausencia de afluentes contaminantes sobre este cuerpo de agua es otro factor que podría influenciar en mantener las condiciones naturales propias de este cuerpo de agua. La laguna Lagunillas aumento sus dimensiones a partir de la construcción de una presa en 1995, proporcionando de esta manera mayor



Figure 2. Temporary capture of a specimen of *Telmatobius culeus* in which the characteristics that distinguish the species such as loose skin can be observed. Photo: Dennis X. Huisa-Balcón.

Figura 2. Captura temporal de espécimen de *Telmatobius culeus* en el cual se pueden observar las características que distinguen a la especie como la piel holgada. Foto: Dennis X. Huisa-Balcón.



Figure 3. Temporary capture of an individual of *Telmatobius culeus* in which the dark green back is observed, Ululunasa Lagoon, Lagunillas Lagunas Complex, Puno. Photo: Dennis X. Huisa-Balcón.

Figura 3. Captura temporal de individuo de *Telmatobius culeus* en el cual se observa el dorso verde oscuro, Laguna Ululunasa, Complejo de Lagunas Lagunillas, Puno. Foto: Dennis X. Huisa-Balcón.



Figure 4. Temporary capture of an individual of *Telmatobius culeus* in which the light green belly can be seen, Ululunasa Lagoon, Lagunillas Lagunas Complex, Puno. Photo: Dennis X. Huisa-Balcón.

Figura 4. Captura temporal de Individuo de *T. culeus* en el cual se observa el vientre de color verde claro, Laguna Ululunasa, Complejo de Lagunas Lagunillas, Puno. Foto: Dennis X. Huisa-Balcón.

hábitat para las poblaciones de *T. culeus* lo cual podría explicar las dimensiones que en este estudio se reportan, aquí la acuicultura se desarrolla promovida por el estado peruano para la crianza de truchas en jaulas flotantes para el desarrollo económico de las poblaciones circundantes mediante el otorgamiento de concesiones. Durante nuestro muestreo no se evidenció la presencia de *Phalcoboenus megalopterus* que depreda a *T. culeus* (Quispe et al., 2024) u actividades de canibalismo (Muñoz-Saravia et al., 2020); sin embargo, un individuo de *T. culeus* hembra defecó una columna vertebral de un pez posiblemente perteneciente al género *Orestias*.

Respecto a la coloración de *T. culeus* se observó una gama que va desde el color verde, marrón y plomo, esta variedad de tonalidades es observada por Garman (1855), Parker (1940),

Vellard (1951), Vellard (1960) y Vellard (1991), que describen la coloración del dorso con manchas claras y oscuras e inversamente más claro el vientre. Para especies crípticas Grenat et al. (2012) observan en *Odontophrynus americanus* y *Odontophrynus cordobae* la presencia de patrones altamente variables en coloración. Sin embargo, se destaca que se requieren estudios más detallados que involucren un mayor número de muestras para caracterizar la gama de colores evidenciados para la población de *T. culeus* en el Complejo de Lagunas Lagunillas.

La presencia de micro-contaminantes químicos provenientes de la actividad agrícola (Herbicidas), farmacológica (Bokoni et al., 2020), metales pesados (Ficken & Birne, 2012) y aguas residuales (Zeitler et al., 2021) producen efectos subletales en anuros, perjudicando a los especímenes a nivel individual y

Table 3. Comparison of historical and reported SVL/LT (mm) measurements of *Telmatobius culeus* specimens.**Tabla 3.** Comparación de medidas históricas y reportadas de SVL/LT (mm) de especímenes de *Telmatobius culeus*.

Localidad (elevación en metros)	Hábitat	Profundidad del agua	SVL/LT (mm)	Autores
(1) Lago Titicaca (3810) *	Lacustre	20.1 m	>10.16	Garman (1875)
(2) Bahía de Achacachi, Lago Menor (3810) *	Lacustre	>10 m	134	Parker (1940), Vellard (1951), Vellard (1953)
(3) Laguna Lagunillas	Lacustre	-	112-130	Parker (1940)
(4) Copani (3810) *	Lacustre	2-3 m	50	Vellard (1960), Benavides et al. (2002)
(5) Bahía de Achacachi, Lago Menor (3810) *	Lacustre	>10 m	104	Benavides et al. (2002)
(6) Laguna Arapa (3820) *	Lacustre	-	65.2	Vellard (1951)
(7) Laguna Lagunillas (4250) *	Lacustre	-	<61	Vellard (1953)
(8) Río Juliaca (3824) *	Fluvial	-	<110	Vellard (1953)
(9) Río Ilave	Fluvial	-	<90	Vellard (1953)
(10) Laguna Hacienda Checayani (3973) *	Lacustre	-	<84	Vellard (1953)
(11) Laguna Chajchora (4156) *	Lacustre	-	<77	Vellard (1953)
(12) Laguna Saracocha (4500) *	Arroyo, estanque, lacustre	<0.5 m	>51.22	Parker (1940), Benavides et al. (2002)
(13) Centro de Investigación y Producción de Bienes y Servicios Chucuito (Puno) (3931) **	Cautiverio	-	170	Mantilla et al. (2023)
(14) Laguna Lagunillas (4250) ***	Lacustre	1-2 m	107	-
(15) Laguna Ululunasa (Alonso) (4283) ***	Lacustre	1-2 m	163	-
(16) Laguna Saracocha (4210) ***	Lacustre	-	-	-

* Históricos referenciales.

** Cautiverio, CIPBS-Chucuito, Universidad Nacional del Altiplano Puno.

*** Valores del presente reporte para el Complejo de Lagunas Lagunillas.

poblacional (Bókoni et al., 2020). La presencia de especímenes de gran tamaño en el Complejo Lagunillas, podría deberse a que el sector tiene cierto grado de protección respecto de efluentes o tributarios contaminantes siendo necesario estudios de calidad de agua que evidencien ello, sin embargo, se debe precisar que al igual que en el lago Titicaca en la laguna Lagunillas está permitida la acuicultura (cría de truchas en jaulas flotantes), a diferencia de Saracocha y Ululunasa donde está prohibida la acuicultura con especies exóticas como la trucha, pejerrey u otras. Se recomienda realizar estudios genéticos que ayuden a interpretar mejor estas variaciones en la morfometría de estas poblaciones aisladas geográficamente, así mismo, efectuar monitoreos de la calidad de agua cuya data debería correlacionarse con estos hallazgos.

Agradecimientos.— A Friend Of the Earth FOE por la subvención económica, a Denver Zoological Foundation por el apoyo con los equipos de campo, a la Asociación PRO

CARNIVOROS por el respaldo institucional, a la ATFFS Puno/SERFOR por el respaldo institucional, a las entidades SERFOR por aceptar la solicitud de permiso de investigación científica mediante Resolución de Dirección General N°DOO402-2021-MIDAGRI-SERFOR-DGGSPFFS y código de Autorización N°AUT-IFS-2021-050. Al Dr. Alfredo L. Loza del Carpio director de la Colección Científica de la Universidad Nacional del Altiplano Puno CCUNAP por acceder al depósito de las colectas mediante Constancia de Deposito N°001-2023-CC-IICASB/UNAP-PUNO; y a los revisores anónimos que ayudaron a mejorar la presentación de este trabajo.

LITERATURA CITADA

Amphibian Web. 2024. Information on amphibian biology and conservation. Berkeley, California. <https://amphibianweb.org>, [Consultado en febrero 2024]

- Aguirre, A.S. & M. Lampo. 2006. Protocolo de bioseguridad y cuarentena para prevenir la transmisión de enfermedades en anfibios. Pp 73-92. En: A. Angulo, J.V. Rueda-Almonacid, J.V. Rodríguez-Mahecha & E. La Marca (Eds.), Técnicas de Inventario y Monitoreo para los Anfibios de la Región Tropical Andina. Conservación Internacional, Bogotá D.C., Colombia.
- Barrionuevo, J.S. 2017. Frogs at the summits: phylogeny of the Andean frogs of the genus *Telmatobius* (Anura: Telmatobiidae) based on phenotypic characters. *Cladistics* 33:41-68.
- Benavides, E., J.C. Ortiz & J.W. Sites. 2002. Species boundaries among the *Telmatobius* (Anura: Leptodactylidae) of the Lake Titicaca Basin: allozyme and morphological evidence. *Herpetologica* 58:31-55.
- Benavides, E. 2005. The *Telmatobius* species complex in Lake Titicaca: applying phylogeographic and coalescent approaches to evolutionary studies of highly polymorphic Andean frogs. *Monografías de Herpetología* 7:167-185.
- Bókoni, V., V Verebélyi, N. Ujhegyi, Z. Mikó, E. Nemesházi, M. Szederkényi, S. Orf, E. Vitányi & A.M. Móricz. 2020. Effects of two little-studied environmental pollutants on early development in anurans. *Environmental Pollution* 260:114078.
- Cardillo, M. 2020. Clarifying the relationship between body size and extinction risk in amphibians by complete mapping of model space. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 288:20203011.
- Castillo, L., Elías, R., Bolaños, F., Herbert, M., Rodríguez, J.E. & Y. Matamoros (Eds.) 2021. Taller Análisis de Viabilidad Poblacional (PVA) de la rana gigante del lago Junín (*Telmatobius macrostomus*). 22 de febrero - 24 de marzo, 2021. Reuniones virtuales. IUCN SSC Grupo de Especialistas en Planificación para la Conservación (CPSG Mesoamérica).
- De La Riva, I. 2005. Bolivian frogs of the genus *Telmatobius*: synopsis, taxonomic comments, and description of a new species. *Monografías de Herpetología* 7:65-101.
- De La Riva, I., J. Aparicio & R.J. Ninon. 2005. New species of *Telmatobius* (Anura: Leptodactylidae) from humid Paramo of Peru and Bolivia. *Journal of Herpetology* 39:409-416.
- Feijó, A., C.M. Carlson, R. Gray, Q. Yang & A.C. Hughes. 2023. Extreme-sized anurans are more prone to climate-driven extinctions. *Climate Change Ecology* 4:100062.
- Ficken, K.L.G. & P.G. Byrne. (2013). Heavy metal pollution negatively correlates with anuran species richness and distribution in south-eastern Australia. *Austral Ecology* 38:523-533.
- Garman, S. 1875. *Cyclorhamphus culeus*. Exploration of Lake Titicaca by Alexander Agassiz and S. W. Garman. I. Fishes and Reptiles. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology* 3:273-279.
- Grenat, P.R., N.E. Salas & A.L. Martino. 2012. Variación morfológica e interespecífica entre poblaciones de *Odontophrynus* (Anura: Cycloramphidae) del área central de Argentina. *Revista de Biología Tropical* 60:1589-1601.
- Huisa-Balcon, D.X., V.E. Ramos, R.L. Castillo & P.R. Elías. 2022. Registro documentado de *Telmatobius culeus* (Garman 1875) (Anura: Telmatobiidae), Laguna Ululunasa, Perú. *Revista Latinoamericana de Herpetología* 5:1-2.
- Hutchison, V.H., H.B. Haines & G. Engbreton. 1976. Aquatic life at high altitude: respiratory adaptations in the Lake Titicaca frog, *Telmatobius culeus*. *Respiratory Physiology* 27:115-129.
- Icochea, J., S. Reichle, I. De la Riva, U. Sinsch & J. Köhler. 2004. *Telmatobius culeus*. The IUCN Red List of Threatened Species: e.T57334A11623098. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-2.RLTS.T57334A178948447.en> [Consultado en enero 2019]
- Jiang, Y., Ch. Chen & W. Liao. 2022. Anuran interorbital distance variation: the role of ecological and behavioral factors. *Integrative Zoology* 17:777-786.
- Mantilla, B., D. Pari & M. Mamani. 2023. Reproducción de la rana gigante (*Telmatobius culeus*, Garman 1875) del Lago Titicaca, ambientes controlados - Puno. Fondo Editorial, Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo UNAT, Tayacaja, Huancavelica, Perú.
- Merino-Viteri, A., L.A. Coloma & A. Almendáriz. 2005. Los *Telmatobius* de los andes de Ecuador y su disminución poblacional. *Monografías de Herpetología* 7:9-37.
- Navas, C.A. & J.G. Chauí-Berlinck. 2007. Respiratory physiology of high-altitude anurans: 55 years of research on altitude and oxygen. *Respiratory Physiology & Neurobiology* 158:307-313.
- Lavilla, E. O. 2005. Lista sistemática y bibliográfica comentada sobre el género *Telmatobius*. *Monografías Herpetológicas* 7:283-349.
- Lavilla, E. O. & J. S. Barrionuevo. 2005. El género *Telmatobius* en la



- República Argentina: una síntesis. Monografías Herpetológicas 7:115-165.
- Lehr, E. 2005. The *Telmatobius* and *Batrachophrynus* species of Peru. Monografías de Herpetología 7:39-64.
- Muñoz-Saravia, A., G. Callapa & G.P.J. Janssens. 2018. Temperature exposures and possible thermoregulation strategies in the Titicaca water frog *Telmatobius culeus*, a fully aquatic frog of the High Andes. *Endangered Species Research* 37:91-103.
- Ordenanza Regional N°017-2015-GRP-CRP. Aprueban dieciocho Sitios Prioritarios para la Conservación de la Diversidad Biológica del departamento de Puno. Normas Legales. 575165-575168.
- Parker, H. W. 1940. XII. Amphibia. In Percy Sladen Trust Expedition to the Lake Titicaca Under the leadership Mc Cary Gilson. *Transaction of the Linnean Society of London* (3)12:203-2016.
- Quispe, J., A. Díaz & A. Almonte. 2024. Predation by a Mountain Caracara on a Titicaca Water Frog in Peru. *Journal of Raptor Research* 58:273-275.
- Ramos, E., J. Quispe & R. Elías. 2019. Evaluación de la abundancia relativa de *Telmatobius culeus* en la zona litoral del lago Titicaca, Perú. *Revista Peruana de Biología* 26: 475-480.
- Resolución Ministerial N°482-2018-PRODUCE. Establecer a las Lagunas Saracocha y Ululunasa (Alonso) del departamento de Puno como zonas de reserva pesquera para la protección del germoplasma ictico, áreas de reproducción, larvaje y alevinaje de las especies icticas de la cuenca del lago Titicaca; quedando Prohibida toda actividad pesquera y acuícola que involucre las especies pejerrey argentino, trucha arco iris u otras especies. Normas Legales 40-41.
- Sáez, P., A. Zuñiga-Reynoso, P. Fibla, F. Cruz-Jofré, C. Aguilar, J. Aparicio, J.C. Cusi, K. Otárola & M.A. Méndez. Phylogeny of *Telmatobius marmoratus* complex (Anura, Telmatobiidae) reveals high cryptic diversity in the Andean Altiplano. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 176:107594.
- Sinsch, U. & C. Aguilar-Puntriano. 2021. Growth trajectory of the world's largest aquatic frog (*Telmatobius macrostomus*): skeleton chronological analysis of digit growth marks. *Salamandra* 57:291-294.
- Vellard, J. 1991. Los batracios. Pp. 453-462. En C. Dejoux & A. Iltis (Eds.), *El Lago Titicaca Síntesis del Conocimiento Limnológico Actual*. ORSTOM, HISBOL, La Paz, Bolivia.
- Vellard, J. 1951. Estudios sobre batracios andinos, El grupo *Telmatobius* y formas afines. *Memorias del Museo de Historia Natural "Javier Prado" UNMSM* 1:1-98
- Vellard, J. 1953. Estudios sobre batracios andinos. II. El grupo *Marmoratus* (sic) y formas afines. *Memorias del Museo de Historia Natural "Javier Prado" UNMSM* 2:1-53
- Vellard, J. 1960. Estudios sobre batracios andinos, El género *Pleuroderma* en los andes. *Memorias del Museo de Historia Natural "Javier Prado" UNMSM* 10:1-18.
- Vitt, L.J. & J.P. Caldwell. 2014. *Herpetology: An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles*. 4th Edition. Elsevier, Academic Press, Norman, Oklahoma.
- Zeitler, E.F., K.K. Cecala & D.A. MacGrath. 2021. Carryover effects minimized the positive effects of treated wastewater on anuran development. *Journal of Environment Management* 289:112571.

