

ARTICULO

DIVERSIDAD DE ANFIBIOS EN UN ÁREA PERIGLACIAR DEL CAMPO DE HIELO PATAGÓNICO SUR, PATAGONIA CHILENA

Victor Raimilla^{1,*}

¹Fundación Parque La Tapera, Sitio 1, Manzana 32 S/N, Caleta Tortel, Aisén, Chile.

*E-mail: phalcoboenus@gmail.com

RESUMEN

Se estudió la comunidad de anfibios del sector “Predio Nahuel”, del área protegida privada “Parque La Tapera” ubicada en un área cercana al ventisquero Jorge Montt, límite norte del Campo de Hielo Patagónico Sur. Esta zona periglaciaria es geológicamente reciente, y aparece posterior al retroceso glaciario ocurrido entre los años 1945 y 1976, por lo que su superficie aún es dominada por afloramientos rocosos. Se registró un total de 101 individuos de seis especies: *Alsodes coppingeri*, *Batrachyla antartandica*, *Chaltenobatrachus grandisonae*, *Nannophryne variegata*, *Eupsophus calcaratus* e *Hylorina sylvatica*. Ambientes de pozas y riachuelos fueron los hábitats con mayor diversidad. Se describen los microhábitats de la nueva población de *C. grandisonae*.

Palabras claves: área de conservación privada, Aisén, *Chaltenobatrachus grandisonae*, Chile, ventisquero Jorge Montt, uso de hábitat.

ABSTRACT

Frogs diversity in a periglacial area of the Southern Patagonian Icefield, Chilean Patagonia. This research reports the amphibian community in the “Predio Nahuel” area, conservation site of the Private Protected Area “Parque La Tapera” located near the Jorge Montt Glacier, on the northern edge of the Southern Patagonian Icefield. This periglacial zone is recent, where the landscape matrix is dominated by rocky outcrops, appearing during the glacial retreat that occurred between 1945 and 1976. A total of 101 individuals of six species were recorded: *Alsodes coppingeri*, *Batrachyla antartandica*, *Chaltenobatrachus grandisonae*, *Nannophryne variegata*, *Eupsophus calcaratus* and *Hylorina sylvatica*. Pools and streams were the habitats with the greatest diversity. The microhabitats of a new population of *C. grandisonae* are described.

Key words: Aisén, *Chaltenobatrachus grandisonae*, Chile, habitat use, Jorge Montt glacier, private conservation area.

INTRODUCCIÓN

Los anfibios son los animales vertebrados más amenazados a nivel mundial, con un 41% de las especies con problemas de conservación importante (CR + EN + VU), principalmente amenazadas por la pérdida y degradación del hábitat, cambio climático, contaminación de cursos y cuerpos de agua, introducción de especies foráneas, enfermedades, y la explotación de anfibios (Stuart *et al.* 2004, Gardner *et al.* 2007, IUCN 2020). Para Chile, se han descrito 60 especies (Correa 2019), 50% de las cuales se encuentran amenazadas y experimentan declinaciones poblacionales importantes (IUCN 2020). Este fenómeno se refleja en la disminución de su abundancia, cambios en la estructura poblacional, o más drástica aún, en la desaparición de poblaciones a escala local. En Chile, la información de riqueza y abundancia de anfibios es escasa (*e.g.*, Díaz-Páez *et al.* 2002; Méndez *et al.* 2003, González *et al.* 2015) y alcanzan solo un 6% de los estudios publicados (Lobos *et al.* 2013). Estudios de esta naturaleza constituyen información básica para determinar el estado original de las poblaciones, o de las fluctuaciones generadas por cambios ambientales o perturbaciones. Recientemente, diversas prospecciones e investigaciones en anfibios han sido realizadas en áreas periglaciares, lo que ha permitido mejorar al conocimiento de los anfibios australes (Aravena *et al.* 2011, González *et al.* 2015, Ortiz *et al.* 2015).

El Campo de Hielo Patagónico Sur (CHPS) tiene una superficie de 13.000 km², y se encuentra ubicado entre los paralelos 48°S y 51°S. Posee 48 glaciares en sus 370 km de largo y 60 km de ancho (Aniya *et al.* 1992), siendo el glaciar Jorge Montt (48°19'S, 73°29'O) el más septentrional, con una superficie de 500 km² (Rivera *et al.* 2012) caracterizándose por tener contacto con la marea de un fiordo, el Calén, generado por la retracción glacial experimentada desde 1898 (Steffen 1910). El presente estudio tiene como objetivo estimar la diversidad de anfibios y describir su uso del hábitat en el área periglacial del ventisquero Jorge Montt, inicio del CHPS, región de Aisén, Chile.

MATERIALES Y MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

El área explorada fue de 2.723 ha y corresponde al denominado “Predio Nahuel” (48°13'43”S; 73°31'42”O a 48°18'04”S; 73°28'57”O), uno de los sitios de conservación de la fundación Parque La Taper, colindante con la sección norte del Parque Nacional Bernardo O’Higgins (PNBO), en la Región de Aisén. El área es dominada por afloramientos rocosos y posee en su interior dos lagos, Jorge Montt y el Plomo, este último compartido con el PNBO (Figura 1). Se encuentra al noroeste del glaciar Jorge Montt, y de acuerdo a análisis comparativos de imágenes satelitales, la zona estuvo cubierta totalmente por hielo glaciar hasta el año 1945, el que paulatinamente fue retrocediendo hasta dejar descubierta totalmente la zona en el año 1976 (Aniya *et al.* 1992, Rivera *et al.* 2012).

El clima es templado frío perhúmedo, con precipitaciones que superan los 3.000 mm en promedio anual, sin estación seca, correspondiendo a un bioclima templado hiperoceánico y a un ombrotipo hiperhúmedo y ultrahiperhúmedo, propio de las costas y archipiélagos del Pacífico Sur (Luebert y Plissock 2017). La vegetación es dominada por comunidades de matorral arborescentes con escasos parches de

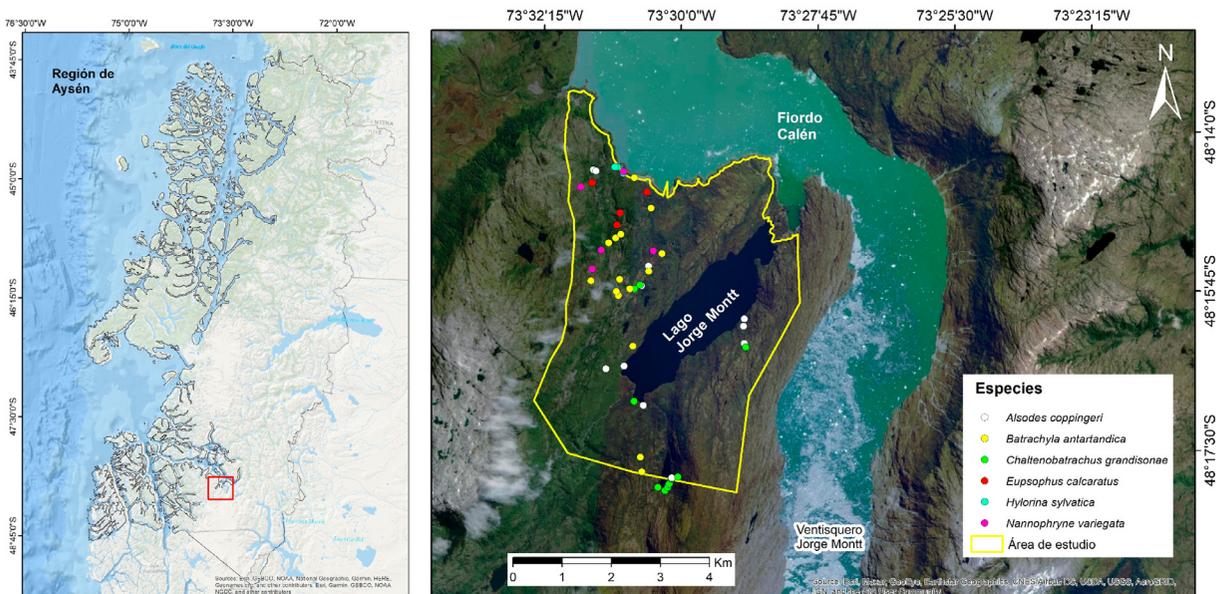


Figura 1. Zona circundante al ventisquero Jorge Montt, Región de Aisén indicada en el cuadrado rojo (a). En (b) las zonas de registro en el “Predio Nahuel” del parque la Taper.

bosque adulto de *Nothofagus*, ubicadas principalmente en las quebradas y zonas altas (300 msnm), estas últimas posiblemente estuvieron libres de hielo. En menor proporción se encuentran las comunidades de turberas sphagnosas, pulvinadas y graminosas.

a) *Búsqueda y detección de anfibios*

Entre diciembre de 2018 y enero de 2020 se visitó el área realizando muestreos estacionales con énfasis en primavera y verano, enfocando la búsqueda en sitios potenciales, utilizando para ello tres metodologías: a) búsqueda visual activa bajo micro-refugios (*e.g.*, rocas, árboles caídos) como también en áreas de alta humedad (*e.g.*, mallines, turberas, zonas de arroyos), b) estudios de encuentros visuales (VES) diurnos y nocturnos realizados durante transectos de desplazamiento entre puntos (Díaz-Páez *et al.* 2002, Asencio *et al.* 2006, Raimilla y de la Harpe 2019) y c) recuentos auditivos en cursos y cuerpos de agua (estacionales y permanentes), induciendo la respuesta vocal a través de la reproducción de “grabaciones” de conespecíficos disponibles en Penna-Varela (2005). Para cada registro, se determinó su estado reproductivo, y se clasificó el hábitat de acuerdo a las siguientes categorías: i) riachuelo, ii) poza (estacional o estable), iii) lago, iv) turbera, v) bosque y vi) matorral arborescente. El índice de abundancia relativa fue estimado como



Figura 2. Anfibios registrados en el Predio Nahuel: a) rana de pecho espinoso austral (*Alsodes coppingeri*), b) rana de Chaltén (*Chaltenobatrachus grandisonae*), c) sapo tres rayas (*Nannophryne variegata*), d) rana de hojarasca austral (*Eupsophus calcaratus*), e) rana jaspeada (*Batrachyla antartandica*), y f) rana esmeralda (*Hylorina sylvatica*).

número de detecciones por 100 horas de muestreo. El esfuerzo de búsqueda se consideró como la suma de horas de búsqueda al día por hombre. Por la dificultad de movilidad en el área, los transectos nocturnos fueron menor a los diurnos.

b) Estimación de diversidad

Para determinar que hábitat es más diverso, se estimaron dos índices de diversidad: Shannon-Wiener (H') y Simpson's (1-D) (Krebs 1999), utilizando el software Past 4.02 (Hammer *et al.* 2001). Ambos índices tratan la diversidad como una función de la riqueza y abundancia, donde el índice de Shannon-Wiener proporciona más importancia o peso a las especies raras (índice de equidad), mientras que el índice de Simpson's proporciona un mayor valor de importancia a las especies abundantes (índice de dominancia; Krebs 1999).

RESULTADOS

El esfuerzo de muestreo fue de 150 h (75 h por dos personas) distribuidas en dieciséis días efectivos de búsqueda. Se registró un total de 101 individuos y seis especies (Tabla 1; Figura 2). Destaca la presencia de la rana de Chaltén (*Chaltenobatrachus grandisonae*), especie con escasas localidades documentadas. Las especies más abundantes fueron la rana jaspeada (*Batrachyla antartandica*) y la rana esmeralda (*Hylorina sylvatica*) seguidas por la rana de hojarasca austral (*Eupsophus calcaratus*) (Tabla 1).

Con respecto al uso de las técnicas, la más efectiva fue el recuento auditivo en hábitat apropiados para la detección tanto de especies (5 de 6) como de individuos (68,32%; 69 de 101; Tabla 1), con *H. sylvatica*

Tabla 1. Riqueza y abundancia (absoluta y relativa) de anfibios según técnica de detección en un área periglacial al ventisquero Jorge Montt. Indicios de reproducción son indicados por especie: L = larvas, O = oviposturas, CR = Caracteres secundarios reproductivos.

Especie	Búsqueda visual activa	Estudios de encuentros visuales (VES)	Auditivos	Ab. Absoluta total	Ab. Relativa total
Rana de pecho espinoso austral (<i>Alsodes coppingeri</i>) L, CR)	12		2	15	22,5
Rana jaspeada (<i>Batrachyla antartandica</i>) O)		1	24	25	37,5
Rana de Chaltén (<i>Chaltenobatrachus grandisonae</i>) (L)	13			13	19,5
Rana de hojarasca austral (<i>Eupsophus calcaratus</i>)		2	14	16	24
Rana esmeralda (<i>Hylorina sylvatica</i>)			24	24	36
Sapo tres rayas (<i>Nannophryne variegata</i>) (O)		4	4	8	112
Total individuos	25	7	69	101	151,5
Total especies (S)	2	3	5	6	

Tabla 2. Diversidad de anfibios según hábitat en el área periglacial del ventisquero Jorge Montt.

Especie	Riachuelo	Poza	Lago	Turbera	Bosque	Matorral arborescente
<i>Alsodes coppingeri</i>	10	0	5	0	0	0
<i>Batrachyla antartandica</i>	0	24	0	0	0	1
<i>Chaltenobatrachus grandisonae</i>	2	5	6	0	0	0
<i>Eupsophus calcaratus</i>	2	0	0		4	10
<i>Hylorina sylvatica</i>	0	24	0	0	0	0
<i>Nannophryne variegata</i>	0	4	0	2	2	0
Total individuos	14	57	11	2	6	11
Total especies (S')	3	4	2	1	2	2
H'	0,7963	1,128	0,689	0	0,6365	0,3046
1-D'	0,449	0,6328	0,4959	0	0,4444	0,1653

exclusivamente detectada por dicha técnica. La búsqueda visual activa fue más efectiva para la rana de pecho espinoso austral (*Alsodes coppingeri*) y *C. grandisonae*, las que se encontraron generalmente bajo rocas en los bordes e interior de cursos de agua.

En lo que se refiere a los hábitats, las pozas estacionales fueron las más diversas, seguidas de riachuelos y lagos (Tabla 2). En el hábitat de turbera solo fue registrado escasamente el sapo de tres rayas (*Nannophryne variegata*). Para *C. grandisonae*, los individuos fueron encontrados en cinco zonas: poza estacional por aumento del nivel del agua del Lago Jorge Montt (n = 1), un riachuelo afluente (35° de pendiente) del Lago Jorge Montt (n = 2), pozas estacionales de origen pluvial conectadas parcialmente por riachuelos de origen fluvial (n = 4) y Lago Plomo (n = 6). En todos los casos, los individuos de *C. grandisonae* fueron encontrados bajo rocas sumergidas (entre 10 a 15 cm de profundidad) en los cursos y pozas de agua, o en el borde en el caso de las lagunas, a excepción del registro proveniente del lago Jorge Montt que fue encontrado bajo un tronco sumergido.

DISCUSIÓN

La riqueza de anfibios registrada (seis especies) fue un poco menor a la encontrada en otras zonas similares ubicadas más al sur (siete a ocho especies: Aravena *et al.* 2011, González *et al.* 2015). La ausencia de las dos especies de ranas de antifaz (*Batrachyla nibaldoi* y *B. taniata*), podría responder a que el hábitat que utilizan en el sur de Chile se encuentra escasamente representado en el área periglacial del ventisquero Jorge Montt, es decir, cuerpos de agua estacionales o mallines con abundante vegetación insertos o que bordean el bosque (Díaz-Páez *et al.* 2002, Rabanal y Núñez 2008, Rabanal 2010, Correa *et al.* 2014).

Por su parte, la presencia de *H. sylvatica* es coincidente con la ampliación de distribución citada para el Parque Nacional Bernardo O'Higgins (Aravena *et al.* 2011, González *et al.* 2015). En términos de abundancia, las ranas de conducta gregaria como la rana jaspeada (*Batrachyla antartandica*) y rana esmeralda (*Hylorina sylvatica*) fueron las más abundantes, escuchadas generalmente en la noche en zonas de pozas estacionales. González *et al.* (2015) reporta para el Parque Nacional Bernardo O'Higgins abundancias totales mayores a las aquí mencionadas, donde dominó *N. variegata* con 1.247 individuos,

registrado principalmente en turberas, ecosistemas de larga data de formación (4.000 a 19.000 años AP; León *et al.* 2020), y escasamente representado en el predio Nahuel.

Con respecto al uso de técnicas, la búsqueda visual activa permitió la detección de dos especies, *Chaltenobatrachus grandisonae*, y *A. coppingeri*, las cuales suelen utilizar espacios entre rocas dentro del curso de agua. Esta técnica requiere una mayor inversión de tiempo, pero permite sumar especies de difícil detección y que no aparecen con otras técnicas de muestreo (*cf.* Díaz-Páez *et al.* 2002).

Los registros de *C. grandisonae* corresponden a una nueva población para la especie, de la cual históricamente solo han sido descritas en nueve localidades, siete en Chile (Isla Wellington, Laguna Caiquenes, Lago Balboa, Villa O'Higgins, Fiordo témpano en el Parque Nacional (PN) Bernardo O'Higgins y cercanías del Ventisquero Steffens (PN Laguna San Rafael); Lynch 1975, Aravena *et al.* 2011, Cisternas *et al.* 2013, Díaz-Páez *et al.* 2015, Anderson *et al.* 2016), y dos en Argentina (Lago del Desierto y Lago Nansen de la Provincia de Santa Cruz; Basso *et al.* 2011). Si bien la especie fue registrada en varios sitios del Predio Nahuel, incluyendo dos lagos, debe ser tratada como única población, ya que la distancia más cercana entre puntos no supera los dos km, distancia mínima sugerida en especies más pequeñas y con menor movilidad para ser considerada poblaciones distintas (Soto-Azat *et al.* 2013; en *Rhinoderma darwini*).

Nuevos estudios de diversidad de anfibios en estas zonas son necesarios, ya que contribuyen al conocimiento de la historia natural, uso de hábitat, distribución y abundancia para especies categorizadas a nivel nacional e internacional como “inadecuadamente conocidas” o “datos deficientes”, es decir, que no se posee la suficiente información sobre sus requerimientos ecológicos y amenazas para precisar su estado de conservación.

Se registraron 101 individuos, distribuidos en seis especies. Esta riqueza y abundancia es inferior a lo reportado para áreas similares más al sur (PNBO).

El hábitat de poza fue el más diverso en ambientes periglaciares del ventisquero Jorge Montt.

Se reporta el hallazgo de una nueva población de *Chaltenobatrachus grandisonae*, la cual solo fue registrada mediante la técnica de búsqueda visual activa bajo refugios. Se recomienda esta técnica para áreas remotas donde solo se puede invertir poco tiempo o no pernoctar.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue parte de los resultados de la línea base del “Predio Nahuel” de la Fundación Parque La Tapera. Mis agradecimientos al equipo de logística: Enrique Poblete, Benedicto Ruíz (Chonaca), Ramón Ruíz y Guillermo Tisnado. Sebastián Carrasco y Mauricio Melgarejo colaboraron en terreno. A S. Carrasco y a un revisor anónimo por sus valiosos aportes que mejoraron el manuscrito. Y a Erik Sandvig por corregir el abstract.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, C., J. LARRAÍN, M. HÜNE, S. MURCIA, J.L. CABELLO, E. DAVIS y D. HARO. 2016. Ecología. En: S. Murcia, E. Davis, M. Martinic, y M. Hüne (Eds.). Conocer y valorar el territorio de la Comuna de Tortel: un atlas temático (pp. 38-53). Ediciones Universidad de Magallanes, Punta Arenas, Chile.
- ANIYA, M., H. SATO, R. NARUSE, M. SHIZUKUISHI y G. CASASSA. 1992. Monitoring recent glacier variations in the Southern Patagonia Icefield, utilizing remote sensing data. *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing* 29(B7): 87-94.
- ARAVENA, J.C., G. VELA-RUIZ, R. VILLA-MARTÍNEZ, E. DOMÍNGUEZ, C. ALDEA, J. SANHUEZA, A. ZUÑIGA y C. BRIONES. 2011. Parque Nacional Bernardo O'Higgins National Park. Ediciones Fundación CEQUA, Punta Arenas, Chile. 248 pp.

- ASENCIO, J., A. KUSCH, J.M. HENRÍQUEZ y J. CÁRCAMO. 2009. Registros de anfibios en el bosque norpatagónico costero del canal Messier, Chile. *Anales del Instituto de la Patagonia* 37: 113-117.
- BASSO, N.G., C.A. ÚBEDA, M.M. BUNGE y L.B. MARTINAZZO. 2011. A new genus of neobatrachian frog from southern Patagonian forests, Argentina and Chile. *Zootaxa* 3002: 31-44.
- BLOTTO, B.L., J.J. NUÑEZ, N.G. BASSO, C.A. ÚBEDA, W.C. WHEELER y J. FAIVOVICH. 2013. Phylogenetic relationships of a Patagonian frog radiation, the *Alsodes* + *Eupsophus* clade (Anura: Alsodidae), with comments on the supposed paraphyly of *Eupsophus*. *Cladistics* 29(2): 113-131.
- CISTERNAS, J., C. CORREA, N. VELÁSQUEZ y M. PENNA. 2013. Reproductive features of *Chaltenobatrachus grandisonae* (Anura: Batrachylidae) within a protected area in Patagonia, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 86: 365-368.
- CORREA, A. 2019. Nueva lista comentada de los anfibios de Chile (Amphibia, Anura). *Boletín Chileno de Herpetología* 6: 1-14.
- CORREA, A., J. CISTERNAS, N. VELÁSQUEZ, G. LOBOS y J. SAN MARTÍN-ÓRDENES. 2014. Distribution extension, new records and historical occurrence of *Batrachyla taeniata* (Girard, 1854) (Anura: Batrachylidae) in Chile. *Herpetology Notes* 7: 703-706.
- DÍAZ-PÁEZ, H., C. WILLIAMS y R. GRIFFITHS. 2002. Diversidad y abundancia de anfibios en el Parque Nacional Laguna San Rafael. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural (Chile)* 51: 135-145.
- DÍAZ-PÁEZ, H., N. ALVEAL, I. CISTERNAS-MEDINA y J.C. ORTIZ. 2015. New distribution records of *Chaltenobatrachus grandisonae* (Anura: Batrachylidae) in Patagonia, Chile. *Check-List* 11(4): 1-3.
- GARDNER, T.A., J. BARLOW y C.A. PERES. 2007. Paradox, presumption and pitfalls in conservation biology: the importance of habitat change for amphibians and reptiles. *Biological Conservation* 138: 166-179.
- GONZÁLEZ, N., T. ARANGUIZ, R. RODRÍGUEZ, y M. BARRIENTOS. 2015. Catastro de anfibios del Parque Nacional Bernardo O'Higgins, región de Magallanes y Antártica chilena. *Biodiversidata* 3: 87-90.
- HAMMER, O., D.A. HARPER, y P.D. RYAN. 2001. PAST: Palaeontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4: 9.
- IUCN. 2019. *Chaltenobatrachus grandisonae*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T2295A79808678. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-1.RLTS.T2295A79808678.en>. (accedido 4 septiembre 2020).
- IUCN. 2020. Red list. Summary statistics. URL: <https://www.iucnredlist.org/resources/summary-statistics> (accedido 29 agosto 2020)
- KREBS, C.J. 1999. *Ecological methodology*. Benjamin/Cummings editorial. Second edition. USA.
- LEÓN, C.A., M. GABRIEL, C. RODRÍGUEZ, R. ITURRASPE, A. SAVORETTI, V. PANCOTTO, A. BENÍTEZ-MORA, A. VALDÉS, M.F. DIAZ, C. OBERPAUR, E. DOMÍNGUEZ, L.D. FERNÁNDEZ, R. MACKENZIE, T. ROLAND, D. MAUQUOY y C. SILVA. 2021. Peatlands of southern South America: a review. *Mires and Peat* 27: 1-29.
- LYNCH, J.D. 1975. A new Chilean frog of the extra-Andean assemblage of *Telmatobius* (Amphibia: Leptodactylidae). *Bulletin of the Southern California Academy of Sciences*, 74: 160-161.
- LOBOS, G, M. VIDAL, C. CORREA, A. LABRA, H. DÍAZ-PÁEZ, A. CHARRIER, F. RABANAL, S. DÍAZ y C. TALA. 2013. Anfibios de Chile, un desafío para la conservación. Ministerio del Medio Ambiente, Fundación Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile y Red Chilena de Herpetología, Santiago. 104 pp.
- MÉNDEZ M., E. SOTO, F. TORRES-PÉREZ y A. VELOSO. 2003. Anfibios y reptiles de los bosques de la Cordillera de la Costa (IX y X Región, Chile). In: Smith-Ramírez C., J.J. Armesto y C. Valdovinos (eds), *Biodiversidad y Ecología de los Bosques de la Cordillera de la Costa de Chile*. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.
- ORTIZ, J.C. 2015. Anfibios de las turberas del extremo austral de Chile. En: E. Domínguez y D. Vega-Valdés (eds), *Funciones y servicios ecosistémicos de las turberas en Magallanes* (pp. 229-240). Colección de libros INIA No 33, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Kampenaike, Punta Arenas, Chile.
- PENNA-VARELA, M.C. 2005. *Voces de anfibios de Chile*. CD-ROM. Editorial Universidad de Chile.
- RABANAL, F.E. 2010. Amphibia, Anura, Ceratophryidae, *Batrachyla nibaldi* Formas, 1997: Latitudinal extension in Patagonia, southern Chile, and distributional range actualization. *Check-List* 6(2): 287-288.

- RABANAL, F.E. y J.J. NUÑEZ. 2008. Anfibios de los bosques templados de Chile. Editorial Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- RAIMILLA, V. y J.P. DE LA HARPE. 2019. Ampliación del límite austral de distribución de la rana de hojarasca de párpados verdes (*Eupsophus emiliopugini* Formas 1989) (Anura, Alsodidae) en Chile. Boletín Chileno de Herpetología 6: 59-63.
- Rivera, A., J. Corripio, C. Bravo y S. Cisternas. 2012. Glaciar Jorge Montt (Chilean Patagonia) dynamics derived from photos obtained by fixed cameras and satellite image feature tracking. Annals of Glaciology 53(60): doi: 10.3189/2012AoG60A152
- SOTO-AZAT, C., A. VALENZUELA-SÁNCHEZ, B. COLLEN, J.M. ROWCLIFFE, A. VELOSO y A. A UNNINGHAM. 2013. The population decline and extinction of Darwin's Frogs. PLoS ONE 8(6): 1-11.
- STEFFEN, H. 1910. Viajes de exploracion i estudio en la Patagonia Occidental, 1892-1902. Anexo de los anales de la Universidad de Chile, Santiago.
- STUART, S.N., J.S. CHANSON, N.A. COX, B.E. YOUNG, A.S.L. RODRIGUES, D.L. FISCHMAN, y R.W. WALLER. 2004. Status and trends of amphibian declines and extinctions. Science 306: 1783-1786.