

CAPÍTULO 9

ANFIBIOS DE LAS TURBERAS DE *SPHAGNUM* DE LA REGIÓN DE AYSÉN

Juan Carlos Ortiz¹ & Erwin Domínguez²

¹ Departamento de Zoología, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas y Centro de Reproducción ex situ de la ranita de Darwin (*Rhinoderma darwini*) de la Universidad de Concepción, Chile.

² Instituto de Investigaciones Agropecuarias - INIA - Kampenaiké. Casilla 277, Punta Arenas, Chile

E-mail: jortiz@udec.cl

RESUMEN

Las turberas de *Sphagnum* son humedales que han comenzado a ser un recurso económico con la cosecha de la cubierta vegetal del musgo *Sphagnum*. Esta situación ha preocupado por el impacto que conlleva a la hidrología de estos ecosistemas y a la presencia de anfibios, como se ha demostrado en otros países como Canadá. El objetivo de este capítulo es analizar la presencia de las especies de anfibios presentes en las turberas de *Sphagnum* y sectores ecotonales a ellas, de la región de Aysén y determinar si las perturbaciones generadas por la cosecha del musgo pompón afecta la sobrevivencia de ellas en esta región.

Se estudiaron 13 turberas de *Sphagnum magellanicum*, de las cuales tres de ellas están intervenidas por la explotación del pompón y 10 no intervenidas, de manera de determinar si existen diferencias en la composición de las especies de anfibios. Se registraron seis especies, de las cuales *Nannophryne variegata* fue la más abundante y se encontró en la mayor cantidad de turberas no intervenidas, estando ausente por completo en las intervenidas. La mayor riqueza de especies se encontró en las turberas mixtas de *Sphagnum* y pulvinadas no intervenidas. La explotación de las turberas de *Sphagnum* no solo afecta los sitios de reproducción de *N. variegata*, sino que además afectan el mantenimiento del balance del agua con el bosque circundante y a su vez, a la mantención de las comunidades de anfibios.

Palabras clave: anfibios, *Nannophryne variegata*, turberas, conservación.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, uno de los grupos de animales que presentan mayores problemas de conservación en el mundo son los anfibios (Blaustein & Wake, 1990; Stuart *et al.* 2004). La pérdida y degradación de hábitats es uno de los factores que afecta a la gran mayoría de las especies. De la misma manera, se ha indicado como uno de estos factores de declinación de los anfibios en Chile, la pérdida de lugares de reproducción (Ibarra-Vidal, 1989; Ortiz & Heatwole, 2010). Las turberas de *Sphagnum* se encuentran preferentemente en sustratos con drenaje deficiente y en depresiones intermorreicas con arcilla (Dollenz *et al.* 2012; Díaz *et al.* 2015) y en Chile cubren aproximadamente 7.684.000 ha (Plissock & Luebert, 2006). Según Pisano (1977) estas se encuentran en hábitats muy húmedos con suelos típicos con alta acidez en climas templado-frío (Fig. 1). Son un hábitat que presentan una alta biodiversidad y que cumple un rol significativo en su conservación (RAMSAR, 2004; Parish *et al.* 2008). Entre los grupos taxonómicos que se ven favorecidos en estos ambientes, se encuentran los anfibios. Este ambiente con alta humedad y saturado de agua es muy propicio para la presencia de los anfibios, ya que presenta condiciones favorables para la reproducción de estos, así como condiciones favorables para el desarrollo de sus larvas y estados tempranos postmetamórficos. Sin embargo, los problemas principales a nivel mundial que presentan actualmente los anfibios para su sobrevivencia, está la destrucción de sus hábitats especialmente por drenaje y el cambio del uso del suelo (Wake, 1991; Collins & Storer, 2003; Stuart *et al.* 2008) y se estima que más del 50% de los humedales del mundo se encuentra degradados o amenazados (Moser *et al.* 1996). En la actualidad, las turberas de *Sphagnum* están siendo intervenidas por la cosecha de musgo del género *Sphagnum* o pompón, el cual se caracteriza por su gran capacidad para retener agua, hasta 20 veces su peso (Schofield, 1985). Su extracción durante más de 25 años se realizó en forma irracional sobre turberas, sin un plan de manejo adecuado lo cual ha provocado graves problemas ambientales que ponen en riesgo su sustentabilidad, afectando la biodiversidad presente en las turberas y en especial a los anfibios entre otros (Domínguez *et al.* 2012). Hay que señalar que los anfibios han sido ampliamente considerados como especies centinelas e indicadoras del estrés de los ecosistemas (Halliday, 2000; Roy 2002; Sheridan & Olson, 2003; Sadinski *et al.* 2018). Para evaluar esta situación en la región de Aysén, se analizaron turberas de *Sphagnum* presentes en esta área, de manera de determinar las especies de anfibios presentes en estas turberas, tanto en sectores donde no se ha desarrollado la explotación de este recurso, así como en lugares donde se ha realizado la extracción comercial del musgo *Sphagnum*.

El objetivo de este capítulo es analizar la presencia de las especies de anfibios presentes en las turberas de *Sphagnum* y sectores ecotonales a ellas de la región de Aysén y determinar si las perturbaciones generadas por la cosecha del musgo pompón afectan la sobrevivencia de ellas en esta región.



Fig. 1. Turbera de *Sphagnum* no intervenida, sector río Mayer, comuna de Villa O´Higgins, región de Aysén.

METODOLOGÍA

La superficie de turberas de *Sphagnum* en la región de Aysén, según CONAF (2011) en el estudio del catastro del bosque nativo, ocupa aproximadamente 6.336 ha. Un total de 13 turberas fueron prospectadas en los meses de primavera y verano entre 2018 y 2019. Estas se distribuyen en las comunas de Aysén, Coyhaique, Cochrane, Tortel y Villa O´Higgins, las cuales son indicadas en la Figura 1 y Tabla 1 del capítulo 8 de flora y vegetación de este libro. Para su clasificación se siguió el criterio de Domínguez & Silva (2021) que reconocen: Turbera de *Sphagnum* no intervenida, Turbera de *Sphagnum* intervenida y Turbera mixta de *Sphagnum* y pulvinada no intervenida (Fig. 2 y Tabla 1).

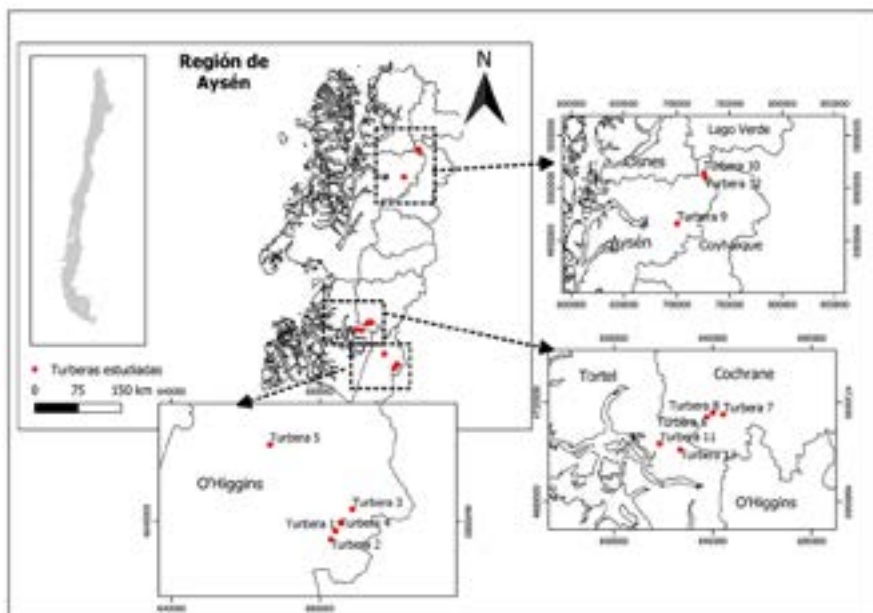


Fig. 2. Distribución de las turberas prospectadas en este estudio según Domínguez & Silva (2021).

Tabla 1. Ubicación de los sitios de muestreo según el tipo de turbera. El sitio es individualizado por sus coordenadas, su nombre y código de identificación del sector.

Clases	Nº Familias	Nº Especies
<i>Sphagnum</i> no intervenida	Sector río Mayer (T1)	48°23'22,3" S., 72°30'40,7" O.
	Sector río Mayer (T2)	48°24'37,3" S., 72°31'41,7" O.
	Sector río Mayer (T3)	48°20'9,3" S., 72°27'8,7" O.
	Sector río Mayer (T4)	48°22'12,3" S., 72°29'43,7" O.
	Lago Vargas (T6)	47°42'43,5" S., 73°9'51,3" O.
	Campo Grande (T10)	44°59'14,5" S., 72°8'13,3" O.
	Laguna Caiquenes (T13)	47°49'56,52" S., 73°18'17,21" O.
<i>Sphagnum</i> intervenida	Lago Vargas (T8)	45°13,8" S., 72°6'55" O.
	Los Torreones (T9)	45°25'44,2" S., 72°26'17,6" O.
	Laguna P. Aguirre Cerda (T12)	45°1'8,56" S., 72°7'7,38" O.
Mixta de <i>Sphagnum</i> y pulvinada no intervenida	Sector río Bravo (T5)	48°11'7,16" S., 72°45'32,7" O.
	Sector Lago Vargas (T7)	47°42'4,3" S., 73°4'34" O.
	Los Remolinos (T11)	47°48'44,5" S., 73°24'57,4" O.

La metodología de observación de los anfibios se realizó en cada uno de los tipos de turberas, pero en tres micro hábitats diferentes: a) cubierta vegetal formada mayoritariamente por musgo *Sphagnum*, b) pozas de agua al interior de la turbera y c) ecotono de turbera conformado preferentemente de bosquetes de *Nothofagus* de Lenga, Coigüe de Chiloé, Coigüe de Magallanes y Ciprés de las Guaitecas (Figura 3). En cada una de ellas se realizaron transectos aleatorios que abarcaran cada uno de estos microhábitats, siguiendo lo propuesto por Heyer *et al.* (1994).

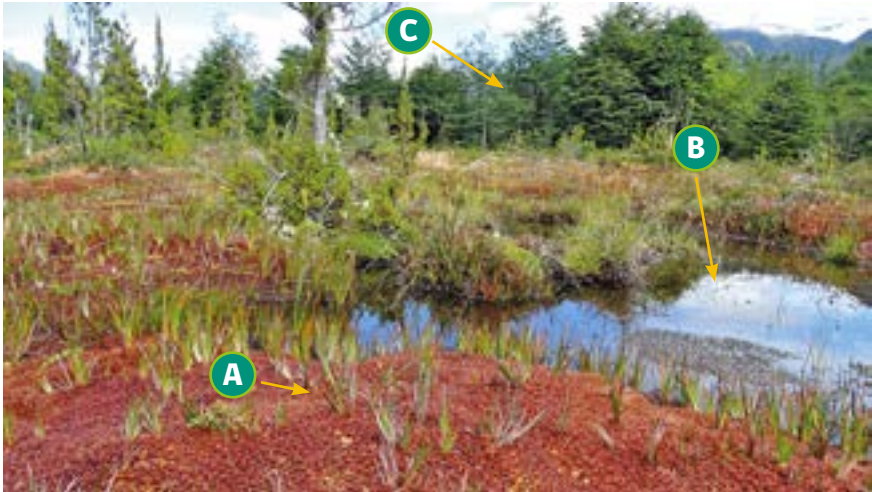


Figura 3. Ambientes reconocidos en la turbera. **A)** Turbera de *Sphagnum*. **B)** Pozas de agua al interior de la turbera y **C)** Ecotono de la turbera.

RESULTADOS

Las especies de anfibios observadas en los diferentes tipos de turberas, sitios y microhábitats, se muestran en la Tabla 2. La especie característica de este ambiente de turbera fue *Nannophryne variegata*, la cual fue observada en abundancia en su fase postmetamórfica, recién terminada su metamorfosis. Estos en general se desplazaban sobre la turbera de *Sphagnum* no intervenida, hacia sectores ecotonales de ella. En las pozas al interior de estas mismas turberas, fue posible observar larvas en diferentes estadios en los sectores de río Mayer (T1, T2, T3 y T4), Lago Vargas (T7 o T6) y Laguna Caiquenes (T13). Estas larvas aprovechan estas pozas quietas para alimentarse de detritos y ramoneo de microalgas y en algunas oportunidades se ha observado depredando sobre

las colas de larvas muertas. En uno de los sitios de río Mayer (T1), fue posible observar aún dos posturas de esta especie. En una turbera de *Sphagnum* mixta pulvinada no intervenida (T7) y en una pequeña poza cerca de su ecotono, un ejemplar juvenil de *Hylorina sylvatica*. Además, en la turbera de Laguna Caiquenes en sus sectores ecotonales con el bosque siempre verde, fue posible encontrar ejemplares de *Eupsophus calcaratus* y en un pozón de este mismo sector ecotonal, se encontraron larvas de *Chaltenobatrachus grandisonae*, lo cual confirma lo observado previamente en este sector por Cisternas *et al.* (2013) y Díaz-Páez *et al.* (2015). De la misma manera en el ecotono de la turba del sector de Los Remolinos (T11), también fueron observados ejemplares de *E. calcaratus* y escuchados individuos de *Batrachyla leptopus*. Por el contrario *B. leptopus*, fue observada en simpatría bajo troncos con *B. taeniata* en sectores ecotonales de río Bravo (T5) y en Los Torreones (T9) y además escuchado su canto en el ecotono del Lago Vargas (T6).



Figura 4.- Especies observadas en las turberas de *Sphagnum magellanicum* en la región de Aysén. 1. *Nannophryne variegata* (sapo de rayas o sapo variegado). 1a Adulto; 1b Larvas y 1c Estado postmetamórfico.



Figura 4.- Especies observadas en las turberas de *Sphagnum magellanicum* en la región de Aysén. 2. *Hylorina sylvatica* (sapo esmeralda o rana dorada). 2a Vista dorsal; 2b Vista frontal; 2c Estado postmetamórfico.



Figura 4.- Especies observadas en las turberas de *Sphagnum magellanicum* en la región de Aysén. 3. *Chaltenobatrachus grandisonae*. (sapo de Puerto Edén). 3a Vista lateral; 3b Vista frontal; 3c Vista dorsal.



Figura 4.- Especies observadas en las turberas de *Sphagnum magellanicum* en la región de Aysén. 4. *Batrachyla leptopus*. (rana moteada o rana jaspeada). 4a Vista lateral; 4b Vista dorsal; 4c Vista lateral.



Figura 5.- Especies observadas en las turberas de *Sphagnum magellanicum* en la región de Aysén. 5. *Batrachyla taeniata*. (ranita de antifaz o rana de ceja). 5a Vista lateral.



Figura 4. - Especies observadas en las turberas de *Sphagnum magellanicum* en la región de Aysén. 6. *Eupsophus calcaratus*. (rana de hojarasca austral). 6a Vista lateral; 6b Vista dorsal; 6c Vista frontal.

Tabla 2.– Especies de anfibios y estados de desarrollo observados (Ad=adulto; PostM= pos-metamórfico; La= larva; H= huevos). Diferentes tipos de turberas: Turbera de *Sphagnum* no intervenida (TSno), Turbera de *Sphagnum* intervenida (TSi), Turbera mixta de *Sphagnum* y pulvinada no intervenida (TmSPno). Microhábitats: Turba (Tu), Poza (Po), Ecotono (Eco) e individualización del sitio (T).

Especies	Estado	Tipo de turba	Micro Hábitat	Micro Hábitat
<i>Batrachyla leptopus</i>	Ad.	TmSPno	Eco	T5, T11
	Ad.	TSno	Eco	T6
	Ad.	TSi	Eco	T8, T9
<i>Batrachyla taeniata</i>	Ad.	TmSPno	Eco	T5
	Ad.	TSi	Eco	T9
<i>Chaltenobatrachus grandisonae</i>	La.	TSno	Eco	T13
<i>Eupsophus calcaratus</i>	Ad.	TmSPno	Eco	T11
	Ad.	TSno	Eco	T13
<i>Hylorina sylvatica</i>	PostM	TmSPno	Po	T7
<i>Nannophryne variegata</i>	Ad.	TSno	Eco	T2, T6, T13
	PostM	TSno	Tu	T1, T2, T3, T4, T6, T13
	La.	TSno	Po	T1, T2, T3, T4, T6
	Hu.	TSno	Po	T1

DISCUSIÓN

Si comparamos la riqueza de especies presentes en las turberas de la región de Magallanes (Ortiz, 2015) con las turberas de *Sphagnum magellanicum* de Aysén, en éstas últimas observamos un menor número de especies. Sin embargo, estas turberas de la región de Aysén, siguen siendo un ambiente apropiado para que el sapo de rayas (*Nannophryne variegata*) realice su actividad reproductiva. Esto se pudo constatar en los sitios donde la turba se mantenía no intervenida. En el período de primavera son visitadas por ejemplares adultos reproductivos de *N. variegata*. En las pozas o cuerpos de aguas quietas que quedan entre la turba, se realiza la fecundación colocando bandas gelatinosas de 350 a 450 huevos (Formas & Pugín, 1975). Después de la eclosión de los huevos, aparecen sus pequeñas larvas de color negro, que se mantienen alimentándose hasta el término de su metamorfosis. Luego estos pequeños postmetamórficos fueron observados abandonando las turberas y dirigiéndose hacia los sectores ecotonales, donde la turbera se pone en contacto con el bosque de *Nothofagus*. Es en este último hábitat, donde los individuos continúan su desarrollo hasta alcanzar su madurez sexual del cual volverán nuevamente a los cuerpos de agua de la turbera, para reproducirse (Fig. 5 y Anexo 1).

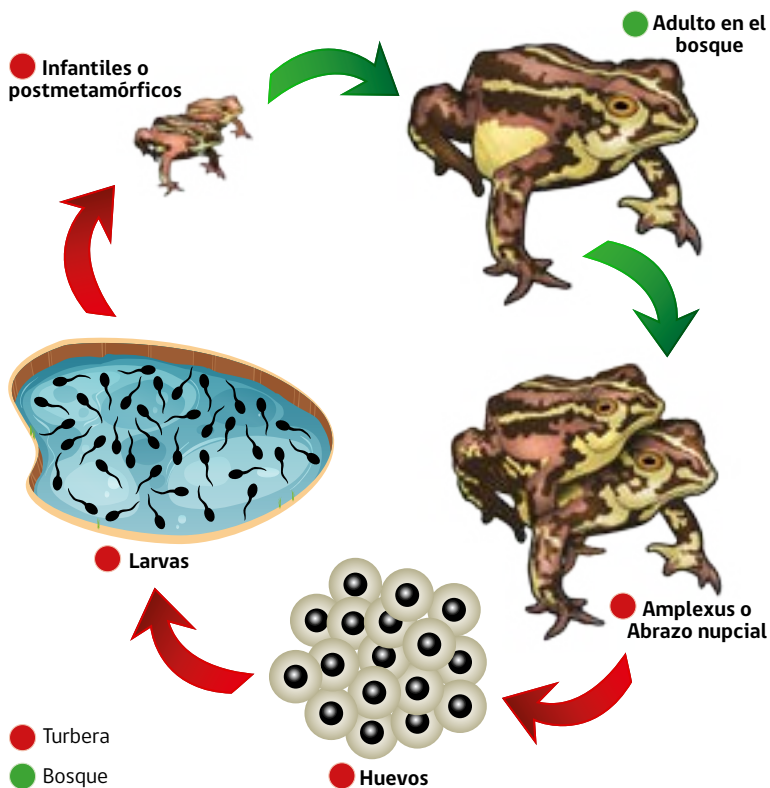


Figura 5. Ciclo de vida de *Nannophryne variegata* para la región de Aysén. Las flechas rojas = indican que el abrazo nupcial, la postura de huevos, el desarrollo de las larvas y del estado postmetamórfico ocurren en la turbera y la flecha verde = indica que el adulto pasa su vida en el bosque.

En los ambientes donde la turbera de *Sphagnum* ha sido explotada o modificada con drenajes para su desecación, se produce un deterioro de las condiciones hídricas (Domínguez, 2014) afectando los hábitats aptos para la reproducción de *N. variegata*. De hecho, esta afirmación se ve corroborada por la ausencia de esta especie, especialmente en las observaciones realizadas en Lago Vargas (T8) y en los sitios Los Torreones (T9) y Laguna Pedro Aguirre Cerda (T12) del sector Mañiguales, donde ha habido cosecha de musgo *Sphagnum* en las turberas. Sin embargo, en los sectores ecotonales de Los Torreones (T9) donde aún se conservan algunos remanentes del bosque, fue posible encontrar a *B. leptopus* y *B. taeniata*, bajo troncos en suelos con abundante humedad. De la misma manera, fue posible escuchar a *B. leptopus* en el ecotono de Lago Vargas (T8) y el canto de ambas especies en sectores ecotonales de río Bravo (T5).

Una observación interesante fue encontrar un individuo juvenil de *Hylorina sylvatica* en una poza ecotonal de una turbera mixta de *Sphagnum* y pulvinada no intervenida en Lago Vargas (T7). Como estas turberas se originaron en el pasado reciente, a partir de cipresales muertos que fueron explotados en forma intensiva por colonos en el siglo pasado, estos sectores ecotoniales mantienen aún condiciones hídricas y vegetacionales que permiten aún la presencia de especies propias de los bosques siempreverde que la circundan.

En laguna Caiquenes, la turbera de *Sphagnum* y el bosque siempreverde presente, no han sido intervenidos. Esta situación permite que, en el bosque siempreverde perimetral a la turbera, se desarrollen otras especies como *Eupsophus calcaratus* y *Chaltenobatrachus grandisonae* y encontrar a *N. variegata* en periodo reproductivo en pozones al interior de la turbera.



Finalmente, se puede señalar en general, que los anfibios al tener baja vagilidad en comparación con otros vertebrados (Sinsch, 1990), están más vulnerables a las perturbaciones del hábitat. De aquí que nuestros anfibios en la Patagonia requieren humedales, ya sea para la reproducción o para completar sus ciclos de vida (Wilbur, 1980). En la actualidad, este ecosistema



de turbera de *Sphagnum* se encuentra amenazado debido a la extracción masiva y sin manejo del pompón, generando impactos hacia la biodiversidad y sus funciones las cuales se encuentran escasamente evaluadas (Domínguez *et al.* 2012; Domínguez, 2014). Fenómenos semejantes se han visualizado en Canadá al comparar turberas no intervenidas con intervenidas (Mazerolle, 2003). Como estas turberas dominadas por el musgo pompón, presentan un alto nivel de conexión con el bosque nativo de *Nothofagus*, estas cumplen un rol vital en el mantenimiento del balance del agua con el bosque circundante (Ruthsatz & Villagrán, 1991), lo que permite la mantención de las comunidades de anfibios. De aquí que estas turberas de *Sphagnum* en la región de Aysén sean un recurso clave, para la realización de la reproducción no solo de *N. variegata*, sino que además del resto de la comunidad de anfibios que viven en los sectores ecotonales a ellas.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a INIA Tamel Aike por la invitación a participar en el Programa FIC -R titulado: Bases ambientales y productivas para la conservación y uso sustentable del musgo *Sphagnum* en la región de Aysén, así como a Víctor Raimilla por facilitar fotografías de anfibios y a Darío Navarrete por su ayuda en la ilustración.

BIBLIOGRAFÍA

- Blaustein, A.R. & Wake, D.B. (1990). Declining amphibian populations: a global phenomenon? *Trends in Ecology and Evolution*, 5, 203–204.
- Cisternas, J., Correa, C., Velasquez, N. & Penna, M. (2013). Reproductive features of *Chaltenobatrachus grandisonae* (Anura: Batrachylidae) within a protected area in Patagonia, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 86, 365–368.
- Collins, J.P., & Storer, A. (2003). Global amphibian declines: sorting the hypotheses. *Diversity and Distributions*, 9, 89–98.
- CONAF (Corporación Nacional Forestal) (2011). Catastro de los recursos vegetacionales nativos de Chile: Monitoreo de cambios y actualizaciones período 1997 – 2011. Santiago, Chile.
- Díaz, M.F., Silva, W. & León C.A. (2015) Características de los ecosistemas de turberas, factores que influyen en su formación y tipos. En: Domínguez, E. & Vega- Valdés, D. (eds.) Funciones y servicios ecosistémicos de Magallanes: 27–39. Colección libros INIA N° 33. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Kampenaike Punta Arenas. Chile.
- Díaz-Páez, H., Alveal, N., Cisternas-Medina, I. & Ortiz, J.C. (2015). New distribution records of *Chaltenobatrachus grandisonae* (Anura: Batrachylidae) in Patagonia, Chile. *CheckList*, 11(4) 1168, 1–3.
- Domínguez, E. (2014). Manual de buenas prácticas para el uso sostenido del musgo *Sphagnum magellanicum* en Magallanes, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Kampenaike, Punta Arenas, Chile. Boletín INIA N° 276, 113 pp.
- Domínguez, E., & Silva, F. (2021). Flora y vegetación de turberas de *Sphagnum* en la región de Aysén. Cap. 8 p. 193 – 231. En E. Domínguez & M.P. Martínez (eds.). *Funciones y servicios ecosistémicos de las turberas de Sphagnum en la región de Aysén*. Colección libros INIA N° 41. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Tamel Aike, Coyhaique, Chile. 344 pp.
- Domínguez, E., Bahamonde, N. & Muñoz-Escobar, C. (2012). Efectos de la extracción de turba sobre la composición y estructura de una turbera de *Sphagnum* explotada y abandonada hace 20 años, Chile. *Anales Instituto Patagonia (Chile)*, 40(2), 37–45.
- Dollenz, O., Henríquez, J.M. & Domínguez, E. (2012). La vegetación de las geoformas proglaciares en los glaciares Balmaceda, Tyndall, Taraba y Erna, Magallanes, Chile. *Anales del Instituto de la Patagonia (Chile)*, 40(2), 7–17.
- Formas, J.R. & Pugín, E. (1978). Tadpoles of *Eupsophus roseus* and *Bufo variegatus* (Amphibia, Anura) in Southern Chile. *Journal of Herpetology*, 12(2), 243–246.
- Halliday, T. (2000). Do frogs make good Canaries? *Biologist* (London), 47, 143–146.
- Heyer, W.R., Donnelly, M.A., McDiarmid, R.W., Hayek, L.C. & Foster, M.S. (1994). *Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibians*. Smithsonian Institution Press. Washington and London.
- Ibarra-Vidal, H. (1989). Impacto de las actividades humanas sobre la herpetofauna en Chile. *Comunicaciones del Museo Regional de Concepción* (Chile), 8, 33–39.
- Mazerolle, M.J. (2003). Detrimental effects of peat mining on amphibian abundance and species richness in bogs. *Biological Conservation*, 113, 215–223.

- Moser, M., Prentice, C. & Frazier, S. (1996). A global overview of wetland loss and degradation. In: Proceedings of the 6th Meeting of the Conference of Contracting Parties. Ramsar Convention Bureau, Gland, Switzerland.
- Ortiz, J.C. (2015). Anfibios de las turberas del extremo austral de Chile. Capítulo 8: 229 - 240. En: E. Domínguez & D. Vega-Valdés (eds.). Funciones y servicios ecosistémicos de las turberas en Magallanes. Colección libros INIA N° 33. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Kampenaike. Punta Arenas, Chile.
- Ortiz, J.C. & Heatwole, H. (2010) Status of Conservation and Decline of the Amphibians of Chile p 20-29. In: Heatwole, H.& Barrio-Amorós, C. (eds.) Amphibian Biology. Volume 9. Status of decline of Amphibians. Western Hemisphere. Part 1. Paraguay, Chile and Argentina, Surrey Beatty & Sons, Australia. 78pp.
- Parish, F., Sirin, A., Charman, D., Joosten, H., Minaeva, T. & Silvius, M. (2008). Assessment on peatlands, biodiversity and climate change. Global Environment Center, Kuala Lumpur and Wetlands International Wageningen, 187pp.
- Pisano, E. (1977). Fitogeografía de Fuego-Patagonia chilena. I. Comunidades vegetales entre las latitudes 52° 56°S. *Anales del Instituto de la Patagonia*, Chile, 8, 121-250.
- Plissock, P. & Luebert, F. (2006). Ecosistemas terrestres, 74-87. En: Biodiversidad de Chile: Patrimonio y Desafíos. Comisión Nacional del Medio Ambiente, Santiago. Chile, 639 pp.
- Ramsar (2004). Lineamientos para la acción mundial sobre las turberas. Secretaría de la Conservación de Ramsar, Gland, Suiza.
- Roy, D. (2002). Amphibians as environmental sentinels. *Journal of Biosciences*, 27, 187-188. <https://doi.org/10.1007/BF02704906>
- Ruthsatz, B. & Villagrán, C. (1991). Vegetation pattern and soil nutrients of a Magellanic moorland on the Cordillera de Piuchué, Chiloé Island, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 64, 461-478.
- Sadinski, W., Gallant, A.L., Roth, M., Brown, J., Senay, G., Brininger, W., Jones, P.M. & Stoker, J. (2018) Multi-year data from satellite- and ground-based sensors show details and scale matter in assessing climate's effects on wetland surface water, amphibians, and landscape conditions. *PLoS ONE* 13(9): e0201951. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201951>.
- Schoefield, W.B. (1985). The Peat Mosses-Subclass Sphagnidae. In: Introduction to Bryology. The Blackburn Press, Caldwell, New Jersey, 32-48.
- Sheridan, C. D. & Olson, D. H. (2003). Amphibian assemblages in zero-order basins in the Oregon Coast Range. *Canadian Journal of Forest Research*, 33, 1452-1477.
- Sinsch, U. (1990). Migration and orientation in anuran amphibians. *Ethology, Ecology & Evolution*, 2, 65-79.
- Stuart, S.N., Chanson, J.S., Cox, N.A., Young, B.E., Rodríguez, A.S.L., Fischman, D.L. & Waller, R.W. (2004). Status and Trends and Amphibian Declines and Extinctions Worldwide. *Science*, 306, 1783-1786.
- Stuart, S.N., Hoffmann, M., Chanson, J.S., Cox, N.A., Berridge, R.J., Ramani, P. & Young, B.E. (2008). Threatened Amphibians of the world. Lynx Ediciones, IUCN, Conservation International, Barcelona, Gland, Arlington.
- Wake, D.B. (1991). Declining amphibian populations. *Science*, 253, 860.
- Wilbur, H.M. (1980). Complex life cycles. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 11, 67-93.

ANEXO 1

Ficha técnica de identificación

Nannophryne variegata Günther, 1870.

Sapito de rayas, sapo variegado, sapito de las turberas.

Es una especie de tamaño pequeño que puede alcanzar los 45 mm, con un hocico corto y redondeado. El macho es más pequeño que la hembra, con callosidades poco evidentes en los primeros dedos de la mano. No se observa tímpano visible. La piel del dorso con abundantes glándulas alargadas que se extienden a continuación de las parótidas ovaladas. Fémur y tibia igualmente con glándulas redondeadas. Coloración dorsal es café o verdosa con tres a cinco estrías longitudinales amarillas, siendo la vertebral más constante y evidente (Fig. 6a). El vientre es negro con manchas blancas. Las plantas y dedos de las extremidades de color amarillo anaranjado (Fig. 6b). Su reproducción es ovípara. El período reproductivo comienza a mediados de septiembre y dura aproximadamente de 10 a 12 días luego de los cuales vuelven al bosque. Los huevos son colocados en una cuerda gelatinosa en espiral doble. Las posturas se componen de masas que varían entre 350 a 450 huevos. Los renacuajos obtenidos de los huevos alcanzan 20 mm de largo de los cuales 12 mm son de la cola que es redondeada en su extremo. Caminan sin saltar y son malos nadadores. Especie endémica de los bosques australes de Chile y Argentina y en turberas y mallines aledaños a ellos. Es una de las especies más australes del mundo que se distribuye desde la región del Biobío hasta la de Magallanes.

Estado de conservación según el Reglamento de Clasificación de Especies (RCE): Preocupación Menor (LC).



Figura 6. *Nannophryne variegata*. **A)** vista dorsal con presencia de una glándula parótida ovalada a cada lado de la cabeza, detrás de las cuales se extienden una serie de glándulas alargadas a lo largo del dorso. Además, se visualizan las estrías longitudinales de color amarillo verdoso y **B)** Vista ventral muestra el vientre negro con manchas blancas y las plantas y dedos de color amarillo anaranjado.