BIODIVERSIDAD DE CHILE

PATRIMONIO Y DESAFIOS

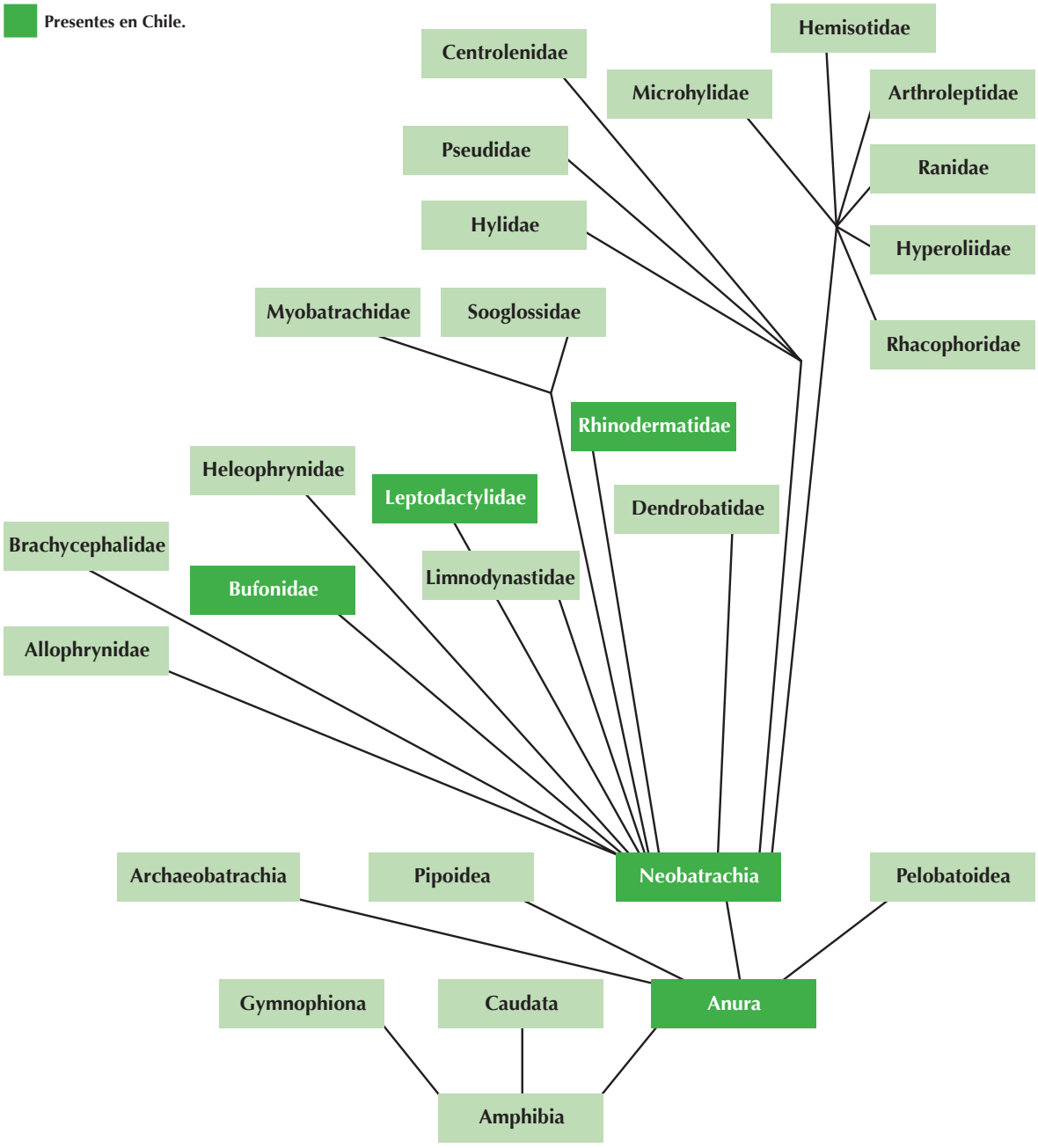
SEGUNDA EDICION ACTUALIZADA

COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE
2008

BIODIVERSIDAD DE CHILE

PATRIMONIO Y DESAFÍOS

ÓRDENES DE ANFIBIOS EN EL MUNDO



Bibliografía
Ford, L.S., y D.C. Canatella. 1993. The major clades of frog. Herpetol. Monogr. 7: 94-117.

ANFIBIOS

Marco Méndez y Claudio Correa

Un anfibio es un vertebrado tetrápodo, con piel glandular carente de estructuras epidérmicas como escamas, pelos y plumas. Los anfibios actuales pertenecen a tres órdenes: Anura (ranas y sapos), Gymnophiona (cecilias) y Urodela (salamandras). Estos organismos presentan una característica singular dentro de los vertebrados, pues sufren una diferenciación total durante su desarrollo, a través del proceso de metamorfosis. El ciclo de vida de la mayoría de las especies consiste en una etapa acuática inicial, que corresponde al estado larval, y una etapa acuática-terrestre que corresponde al individuo adulto. El sistema respiratorio es branquial en la fase larvaria de su desarrollo y pulmonar en el estado adulto. Curiosamente, la piel también es parte del sistema respiratorio de un anfibio adulto, la que le permite intercambiar oxígeno disuelto en el agua. En general, la reproducción es externa, donde el macho fecunda los huevos mientras la hembra los va expulsando de su cuerpo en un ambiente acuoso, por ejemplo, una laguna.

BREVE HISTORIA DE SU CONOCIMIENTO EN CHILE

Como señala Cei (1962), los primeros trabajos sobre sapos chilenos se desarrollaron hace cuatro siglos, cuando el abate Feuillée describió la larva de *Caudiverbera caudiverbera*. Años después, en 1843, Charles Darwin recolectó varias especies de herpetozoos, descritas posteriormente por Bell, Duméril y Bibron. Entre estas especies se encuentra la inconfundible *Rhinoderma darwinii*, también conocida como ranita de Darwin.

Anteriormente, Claudio Gay, quien había sido contratado por el gobierno chileno desde 1830, recolectó material que fue descrito también en su mayoría por Duméril y Bibron, y en parte por Guichenot, quien describió *Bufo rubropunctatus*. En el siglo XX, Philippi escribió el "Suplemento de los Batracios Chilenos"; sin embargo, este trabajo se caracterizó por una tendencia a describir nuevas especies recurriendo a diferencias mínimas y, como señala Cei, llevó a "una multiplicación arbitraria de especies".

En el año 1962, José Miguel Cei, publica "Batracios de Chile", hasta la fecha el texto más completo acerca de los anfibios del país. En este trabajo se documenta la historia natural de cada especie, con hermosas y detalladas láminas, que incluye la variación geográfica de varias especies chilenas e incorpora incluso descripciones de los estadios larvales de algunas de ellas. Este libro resume el estado del arte de la herpetología a esa fecha.

En el año 1970, Donoso-Barros, publica un catálogo de las especies de anfibios de Chile. Posteriormente, en 1988, Alberto Veloso y José Navarro publican la "Lista sistemática y distribución geográfica de anfibios y reptiles de Chile". Este trabajo resume la información geográfica de todas las especies presentes y provee una clasificación distribucional en términos geográficos y ecológicos. Entre los herpetólogos hoy activos cabe destacar el trabajo de los doctores Alberto Veloso, Ramón Formas y Juan Carlos Ortiz, quienes han desarrollado notablemente el área, en particular la sistemática, con especial énfasis en la citogenética y la morfología.

En Chile, actualmente, hay cuatro grupos dedicados al estudio de los anfibios: 1) En la Universidad de Antofagasta, Irma Northland (citogenética) y Juana Capetillo (citogenética); 2) En la Universidad de Chile, Alberto Veloso (citogenética y sistemática), Patricia Iturra (citogenética), Mario Penna (bioacústica) y Marco Méndez (sistemática molecular); 3) En la Universidad de Concepción, Juan Carlos Ortiz (sistemática y ecología) y Helen Díaz-Páez (ecología); 4) En la Universidad Austral, Ramón Formas (sistemática y citogenética), Lila Brieva (sistemática), César Cuevas (sistemática) y José Núñez (sistemática molecular). Estos autores, junto a sus estudiantes, han producido casi la totalidad de las publicaciones realizadas en el grupo desde 1980, lo que se estima en alrededor de 355 publicaciones. Al respecto, un detallado resumen de las publicaciones de los herpetozoos desde 1810 hasta 2005, se encuentra en http://www.bio.puc.cl/auco/artic07/herpeto1.htm, sitio mantenido y actualizado por el biólogo Enrique Silva A.

DIVERSIDAD TAXONÓMICA

Los anfibios son el grupo menos numeroso de vertebrados presentes en Chile. En una revisión del año 2003 del estado de conservación de los anfibios chilenos, Díaz-Páez y Ortiz reconocen 50 especies nativas pertenecientes a tres familias, todas ellas del orden Anura: Bufonidae, Leptodactylidae y Rhinodermatidae.

Según estos autores, la familia Bufonidae está representada por seis especies del género *Bufo*. La mayor parte de los anfibios chilenos, 42 especies, pertenece a la familia Leptodactylidae. Los 11 géneros reconocidos por Díaz-Páez y Ortiz para esta familia pueden adscribirse a dos subfamilias: *Leptodactylinae*, que incluye el género *Pleurodema* con tres especies, y Telmatobiinae, que incluye los géneros *Alsodes*, *Atelognathus*, *Batrachyla*, *Caudiverbera*, *Eupsophus*, *Hylorina*, *Insuetophrynus*, *Telmalsodes*, *Telmatobufo* y *Telmatobius*, con un total de 39 especies. La familia Rhinodermatidae (ranitas de Darwin) está formada por dos especies, *Rhinoderma darwinii* y *Rhinoderma rufum*, la última de las cuales posiblemente esté extinta. A esta lista hay que agregar la especie introducida *Xenopus laevis* que pertenece a la familia Pipidae.

El número de especies descritas en Chile ha tenido un incremento constante desde la monografía realizada por Cei en 1962, quien reconoce nueve géneros y 19 especies para las tres familias. Esta tendencia se ha mantenido, ya que desde la revisión de Díaz-Páez y Ortiz se han descrito varias especies de la familia Leptodactylidae, con distribuciones muy restringidas, todas ellas pertenecientes a géneros con numerosas especies y con rangos de distribución relativamente amplios (*Alsodes*, *Atelognathus*, *Eupsophus* y *Telmatobius*). En contraste, la cantidad de géneros de anfibios representados en Chile se ha mantenido relativamente estable desde que Lynch en 1978 estudió la sistemática de la subfamilia Telmatobiinae. Desde esa fecha el único cambio a nivel genérico lo constituye la creación de *Telmalsodes* para un par de especies del género *Alsodes*, una de ellas endémica de la cordillera central de Chile.

En el cuadro 1 se indica el número de especies nativas por género y el número de especies endémicas para cada uno. Este cuadro se basa en la lista de especies publicada en Díaz-Páez y Ortiz (2003), a la cual se han agregado seis recientemente descritas, totalizando 56 especies.

***Cuadro 1*. Listado de géneros de anfibios presentes en Chile.**

Género	Número de especies en Chile	Número de especies endémicas
Alsodes	13	11
Atelognathus	3	3
Batrachyla	4	1
Bufo	6	2
Caudiverbera	1	1
Eupsophus	9	6
Hylorina	1	-
Insuetophrynus	1	1
Pleurodema	3	-
Rhinoderma	2	1
Telmalsodes	1	1
Telmatobius	9	7
Telmatobufo	3	3

En resumen, tres géneros (*Caudiverbera*, *Insuetophrynus* y *Telmatobufo*; 23,1 por ciento) y 37 especies (66,1 por ciento) son endémicos. Es importante destacar que muchas de las especies no endémicas del sur de Chile y la familia Rhinodermatidae se extienden sólo en una estrecha franja limítrofe de Argentina.

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN

En conjunto, las tres familias de anfibios presentes en Chile se distribuyen a lo largo de todo el país, ocupando los más diversos hábitat, desde el nivel del mar hasta aproximadamente los 5.000 metros.

Las especies del género *Bufo* se distribuyen desde el Altiplano de la I Región hasta la Patagonia de la XII Región. Una especie, *Bufo atacamensis*, se encuentra en las quebradas del desierto de Atacama desde la II hasta la IV Región. La especie *Bufo spinulosus* habita la cordillera de los Andes desde la I Región hasta la zona central, donde es remplazada por *Bufo papillosus,* hasta la X Región. En la Depresión Intermedia, desde la IV hasta la IX Región, habita *Bufo arunco* (sapo de rulo), mientras que en el bosque valdiviano, entre la VIII y la X Región, se encuentra el raro *Bufo rubropunctatus*. La especie *Bufo variegatus* tiene una distribución fragmentada que va desde la VIII a la XII Región.

La distribución de *Telmatobiinae* abarca la región andina desde la línea del Ecuador hasta los 29ºS, el territorio chileno desde la III hasta la XII Región y parte de la Patagonia argentina y chilena. Sólo dos de los diez géneros de telmatobinos representados en Chile tienen más especies fuera del país: *Telmatobius*, con una extensa distribución en los Andes, y *Atelognathus*, con una distribución fragmentada en la Patagonia argentina y chilena. El género leptodactilino *Pleurodema* (sapitos de cuatro ojos) se distribuye ampliamente en Sudamérica, pero sólo una especie, *Pleurodema thaul*, tiene una distribución que abarca gran parte del territorio nacional desde la III Región hasta Aisén.

La familia Rhinodermatidae es propia de los bosques templados, desde la VI hasta la XI Región. Entre las dos especies que constituyen el género, *Rhinoderma darwinii* es la más común y la que tiene el rango de distribución más amplio.

El desierto de Atacama constituye una barrera infranqueable para la dispersión de los anfibios, mientras que el clima del extremo sur limita los hábitat disponibles para este tipo de animales. Latitudinalmente, el número de especies y géneros de anfibios aumenta desde la III Región hasta alcanzar un máximo entre la VIII y la X Región. Las especies *Bufo variegatus* y *Pleurodema bufonina* alcanzan la Patagonia de la XII Región, la latitud más austral de todas las especies de anuros. Altitudinalmente, el mayor número de especies habita desde el nivel del mar hasta los 1.000 metros aunque en el extremo norte se encuentran especies que pueden habitar sobre los 4.000 metros (*Bufo spinulosus*, *Pleurodema marmorata*, *Telmatobius*).

La extensión de los rangos de distribución de los géneros también varía notablemente. Es así como *Pleurodema*, *Batrachyla*, *Alsodes* y *Bufo* ocupan amplias regiones de nuestro territorio, mientras que el género *Insuetophrynus* se encuentra en una pequeña zona de la cordillera de la Costa, entre

Los anfibios son vertebrados que se distinguen porque viven en agua y tierra. De hecho, la palabra anfibio significa doble vida (amphi=doble/ bios=vida), por esto, su fisiología tiene semejanzas con la de peces y reptiles. Viven sobre todo en ríos, esteros y lagos; unos pocos se encuentran en aguas salobres (salares), pero ninguno es marino. Foto: Nicolás Piwonka.

la IX y la X Región. Otro género —con una distribución muy limitada— es *Telmalsodes*, que ha sido descrito sólo en una pequeña zona en la cordillera de la Región Metropolitana. Lo mismo ocurre a nivel específico, con un gran número de especies conocidas sólo en la localidad tipo.

ANFIBIOS Y AMBIENTE

Poco se conoce acerca de la historia natural de la mayoría de las especies de anfibios chilenos. En general se trata de especies que son activas cazadoras de insectos y de hábitos nocturnos o crepusculares en su etapa adulta, aunque en los bosques templados del sur es posible observar individuos activos durante el día, sobre todo después de una lluvia. Por otra parte, la mayoría de las larvas son detritívoras o herbívoras, mientras que la larva de *Caudiverbera caudiverbera* (rana chilena) alcanza un gran tamaño (hasta 15,5 cm) y es omnívora.

En cuanto a los ambientes que ocupan, el principal factor limitante que afecta la distribución de los anfibios es la disponibilidad de agua, fundamental para su reproducción. Sin embargo, la variabilidad temporal y espacial de este recurso ha producido una serie de estrategias que han permitido a estas especies ocupar los más diversos hábitat. De esta forma pueden encontrarse especies de hábitos principalmente terrestres que se acercan al agua en la época reproductiva (*Bufo*), especies que habitan permanentemente lagunas y otros cuerpos de agua (*Caudiverbera* y *Telmatobius*) y especies adaptadas a arroyos (*Insuetophrynus* y *Telmatobufo*). Por otra parte, la mayoría de las especies de los géneros *Alsodes*, *Batrachyla*, *Eupsophus*, *Hylorina* y *Rhinoderma* habitan los bosques templados y tienen hábitos más terrestres. La especie *Pleurodema thaul* es la que tiene el rango de distribución más amplio en Chile, ya que habita desde algunas quebradas de la III Región hasta los bosques templados de la Región de Aisén.

La diversidad de hábitat en que estas especies se encuentran se ha traducido también en una diversidad en las estrategias reproductivas. Las especies de los géneros *Telmatobufo* e *Insuetophrynus* tienen larvas adaptadas a los cursos rápidos de agua que presentan notables modificaciones morfológicas para sobrevivir en estos ambientes. Las especies del género *Batrachyla* ponen sus huevos en la vegetación húmeda cerca de algún arroyo, después de lo cual los renacuajos que eclosionan son arrastrados hacia el agua donde completan su desarrollo alimentándose activamente. Los sapos del género *Eupsophus*, en cambio, colocan sus huevos en cavidades llenas de agua en el suelo donde permanecen hasta completar su desarrollo sin necesidad de alimentarse (sobreviven de sus reservas de yema). La reproducción de *Rhinoderma darwinii* es excepcional entre los anfibios. Después de la cópula, el macho permanece junto a sus huevos hasta que los renacuajos comienzan a moverse, señal que provoca que el macho se los trague. Las larvas permanecen en un saco bucal modificado por medio del cual su padre los alimenta, modalidad reproductiva conocida como neomelia. Finalmente, después de unos tres meses de permanecer en el interior, los pequeños sapos son expulsados completamente formados y comienzan su vida independiente.

SINGULARIDADES EN CHILE

Una de las características sobresalientes de los anfibios chilenos es su alto nivel de endemismo (véase el cuadro 1). Considerando como endémicas aquellas formas que marginalmente se encuentran en los bosques limítrofes argentinos, el endemismo se extiende a nivel de familias, géneros y especies. Sin embargo, muchas de las especies endémicas se conocen sólo en la localidad tipo y algunas no han sido colectadas en años recientes.

Desde un punto de vista sistemático es importante destacar que dos de los géneros endémicos, *Caudiverbera* y *Telmatobufo*, presentan características morfológicas y cariológicas que los diferencian del resto de las especies de

leptodactílidos chilenos. Datos moleculares (secuencias de ADN) obtenidos por nuestro grupo de trabajo confirman esta divergencia, por lo que es posible considerar a estas especies como un linaje único que ha permanecido aislado y se ha diferenciado en nuestro territorio. Otra especie cuyas relaciones filogenéticas han sido discutidas extensamente es *Insuetophrynus acarpicus*, que presenta algunas características morfológicas únicas entre los anfibios chilenos.

La familia Rhinodermatidae ilustra la singularidad de la fauna de anfibios chilenos. Aunque se han planteado numerosas proposiciones, aún se desconoce la posición sistemática de esta familia con respecto a otros anuros sudamericanos. Algunos autores consideran que se trata de un linaje especializado de leptodactílidos. Sin embargo, lo más destacable de estas especies es su modo de reproducción. Como ya se mencionó, las larvas de *Rhinoderma darwinii* se desarrollan completamente en el saco bucal de los machos. La otra especie, *Rhinoderma rufum*, se diferencia porque las larvas permanecen un tiempo menor en el saco bucal y completan su desarrollo en un ambiente acuático. Lamentablemente, la posible extinción de esta última especie imposibilitaría el estudio de la evolución de este singular modo de reproducción.

NECESIDADES DE INVESTIGACIÓN

El conocimiento de la historia natural de los anfibios chilenos es fragmentario. Con la excepción de algunos estudios ecológicos o etológicos en especies como *Caudiverbera caudiverbera*, *Pleurodema thaul* y *Bufo spinulosus*, poco se conoce acerca de la biología de la mayoría de las especies. Muchas de ellas han sido descritas a partir de unos pocos individuos adultos, por lo que se desconoce su estadio larvario o cualquier otro detalle de su historia natural. Por lo tanto, un conocimiento más completo de la biología de campo de estas especies constituye un punto de urgente necesidad.

Otro aspecto prácticamente desconocido, que hasta el momento ha sido abordado en unas pocas especies, es la variación intraespecífica. Por ejemplo, se ha documentado la variación morfológica y cariotípica en *Pleurodema thaul* en un gradiente latitudinal, la cual ha sido asociada con la variación genética detectada con aloenzimas. Recientemente se ha descrito la variación genética en poblaciones de *Bufo spinulosus* utilizando marcadores de ADN nucleares y mitocondriales, la cual es una especie con una amplia distribución que presenta un alto nivel de variación morfológica entre poblaciones. No se han realizado estudios similares en otras especies con amplios rangos de distribución como *Bufo arunco*, *Caudiverbera caudiverbera* o *Rhinoderma darwinii*.

La taxonomía y sistemática han sido objeto de numerosos estudios, pero un examen detallado de la literatura muestra que hay muchos aspectos por aclarar en estas áreas. La continua descripción de especies revela la extensa diferenciación genética que han alcanzado algunos linajes en nuestro territorio (en particular los géneros *Alsodes* y *Telmatobius*). Por otra parte, algunas especies descritas no han sido documentadas en años recientes (entre otras, *Atelognathus grandisonae* y *Alsodes coppingeri*). Estos antecedentes indican que aún desconocemos cuántas especies de anfibios habitan nuestro país, lo que hace necesario un mayor esfuerzo en la exploración de nuevas localidades.

Las relaciones filogenéticas de las especies que habitan nuestro país han sido estudiadas con caracteres morfológicos, cariotípicos y moleculares (sistemas enzimáticos) por autores chilenos y extranjeros. Las proposiciones de relaciones difieren entre estos estudios, pero, en general, se ha aceptado que dentro de la familia Leptodactylidae, los telmatobinos conforman un grupo monofilético (un conjunto de especies emparentadas con un antepasado común). Nuestro grupo de trabajo ha incorporado recientemente secuencias de ADN al estudio de la sistemática de los leptodactílidos chilenos. Estos análisis sugieren que los géneros podrían conformar varios grupos no emparentados entre sí, lo cual indica que hay una mayor diversidad de la que se ha aceptado hasta ahora. Estos resultados también plantean un nuevo panorama para el origen y diversificación de los anfibios chilenos. Sin embargo, es necesario extender este tipo de estudios incorporando un mayor número de especies chilenas y sudaméricanas para profundizar en la historia evolutiva de este interesante grupo de organismos.

Bibliografía

Cei, J. 1962. Batracios de Chile. Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago, Chile. cviii + 128 pp.

Díaz, N.F. 1986. "Biosistemática de los Leptodactylidae chilenos". Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso, 17: 65-85.

Díaz-Páez, H. y J.C. Ortiz. 2003. "Evaluación del estado de conservación de los anfibios chilenos". Revista Chilena de Historia Natural, 76: 509-525.

Formas, J.R. 1979. "La Herpetofauna de los Bosques Temperados de Sudamérica". En: Duellman, W. D. (ed.). The South American Herpetofauna: Its Origin, Evolution and Dispersal. Museum of Natural History, University of Kansas Monography, 7: 341-369.

Formas, J.R. 1995. "Anfibios". En: Simonetti, J.A., M.T.K. Arroyo, A.E. Spotorno y E. Lozada (eds.). Diversidad biológica de Chile, pp. 314-325. CONICYT, Santiago, Chile.

Lynch, J.D. 1978. "A re-assessment of the Telmatobiine leptodactylid frogs of Patagonia". Occasional Papers of the Museum of Natural History, University of Kansas, 72: 1-57.

Veloso, A. y J. Navarro. 1988. "Lista sistemática y distribución geográfica de anfibios y reptiles de Chile". Bolletino del Museo Regionale di Scienze Naturali, Torino 6: 481-593.

Izquierda: **En Chile se conocen 56 especies nativas de anfibios que se distribuyen a lo largo de todo el país. El conocimiento de la biología e historia natural de la mayoría de estas especies —muchas de ellas endémicas— es precario, por cuanto es necesario desarrollar un trabajo de campo más acabado. El texto más completo a la fecha es el libro "Batracios de Chile", de José Miguel Cei, publicado en 1962.** Foto: Nicolás Piwonka.

Páginas siguientes: **En los ecosistemas dulceacuícolas, los productores primarios —aquellos que transforman la energía solar en energía química para el desarrollo de la vida en el medio acuático—, son principalmente algas azules y verdes, peridíneas y diatomeas, las que forman el fitoplancton. Los consumidores de este último son principalmente invertebrados y peces, dado el tamaño del alimento disponible. Las bacterias y hongos funcionan como desintegradores y degradadores que consumen la energía de los detritus y liberan los nutrientes.** Foto: Nicolás Piwonka.