



Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias Forestales y Recursos Naturales

**Plan de conservación *ex situ* de la rana verde de Mehuín
Insuetophrynus acarpicus (Rhinodermatidae), primera fase:
implementación de acuaterrario**

Patrocinante: Sr. José J. Núñez

Trabajo de Tesina presentado como parte
de los requisitos para optar al Título de
Ingeniero(a) en Conservación de Recursos Naturales

LUCAS ALONSO ARRATIA MARTÍNEZ

VALDIVIA

2025

	Índice de materias	Páginas
i	Calificación Comité de Titulación	3
ii	Resumen	4
1	INTRODUCCIÓN	5
1.1	Clase Amphibia	5
1.2	Declive de las poblaciones	6
1.3	Crianza <i>ex-situ</i> como estrategia de conservación de anfibios	6
1.4	Anfibios de Chile	9
1.4.1	Experiencias crianza <i>ex-situ</i> de anfibios en Chile	10
1.4.2	La situación de <i>Insuetophrynus acarpicus</i>	11
1.4.3	Población de Llancahue como caso de estudio	13
2	OBJETIVOS	15
3	MÉTODOS	16
3.1	Área de estudio	16
3.2	Método de descripción del área	16
3.3	Método de prospección de anfibios	17
3.4	Diseño del acuaterrario	17
4	RESULTADOS	19
4.1	Medición de parámetros y descripción del ambiente	19
4.2	Prospección de anfibios	21
4.3	Construcción e implementación de acuaterrario	22
4.4	Comparación de parámetros	25
5	DISCUSIONES Y CONCLUSIONES	26
6	REFERENCIAS	28

Calificación Comité de Titulación

		Nota
Patrocinante:	Sr. José J. Nuñez	5,10
Informante:	Sr. Paulo Corti	6,14
Informante:	Sr. Inao Vásquez	5,80

El Patrocinante acredita que el presente Trabajo de Titulación cumple con los requisitos de contenido y de forma contemplados en el Reglamento de Titulación de la Escuela. Del mismo modo, acredita que en el presente documento han sido consideradas las sugerencias y modificaciones propuestas por los demás integrantes del Comité de Titulación.



Sr. José J. Nuñez

Resumen

Los anfibios son uno de los grupos de vertebrados que presentan los mayores problemas de conservación y una alta vulnerabilidad al impacto antrópico a los ecosistemas naturales. La pérdida de estos organismos puede afectar negativamente el estado del ecosistema que habitan, puesto que los anfibios proveen diversos servicios ecosistémicos, como el ciclo energético y de nutrientes, y el control de poblaciones de otros organismos. En este escenario, las iniciativas de crianza en cautiverio surgen como una alternativa para prevenir la disminución de las poblaciones de anfibios y la obtención de conocimientos que faciliten el desarrollo de programas de conservación. En Chile, estos programas han cobrado una creciente importancia y se ha comenzado con la instauración de programas de crianza para algunas especies amenazadas. Aun así, existen especies que se encuentran amenazadas de las cuales no se tiene información, como el caso de *Insuetophrynus acarpicus*, especie para la cual, si bien se han descrito nuevas poblaciones, se encuentra categorizada como En Peligro dada la degradación de su hábitat. Por ende, se plantea el diseño de un ambiente para la crianza de *I. acarpicus* en cautiverio, basado en las características ambientales que presenta su hábitat, utilizando como modelo y sitio de estudio el predio Llancahue en la ciudad de Valdivia. Para esto, se realizaron muestreos en el sitio, recopilando datos bióticos y abióticos, y se determinaron las especies de anfibios que fueron encontradas durante dichos muestreos. Los datos obtenidos fueron utilizados para el diseño y construcción del acuaterrario que será utilizado para el programa de crianza en cautiverio de dicha especie. No obstante, aún existen consideraciones al respecto, puesto que *I. acarpicus* es una especie sumamente frágil y susceptible a los cambios al ambiente y el manejo inadecuado podría afectar negativamente a la especie que se plantea proteger.

Palabras clave: *Insuetophrynus acarpicus*, Llancahue, crianza en cautiverio.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Clase Amphibia

Los anfibios corresponden a una clase de vertebrados que presenta, hasta la fecha, 8888 especies, las que se clasifican en tres órdenes vivientes Gymnophiona, que reúne a las cecilias con 226 especies, Caudata, que incluye a salamandras, tritones y ajolotes, con 827 especies y el orden Anura, que presenta 7835 especies de ranas y sapos (Frost 2025).

Con respecto a los anuros, estos presentan un ciclo de vida que está asociado generalmente a ambientes húmedos, en dicho ciclo se puede identificar una fase acuática larval y otra terrestre como adulto. En el periodo reproductivo, los machos realizan vocalizaciones para atraer a las hembras. Luego del *amplexus*, las hembras depositan los huevos en arroyos, lagunas o charcos temporales, donde son fertilizados. De los huevos, eclosionan los renacuajos, que presentan branquias y una cola adaptada para nadar. Al final del estado larval, comienza el proceso de metamorfosis, en el que el individuo sufre cambios morfológicos y fisiológicos drásticos mediante un proceso de autodigestión, la cola es absorbida y se acorta hasta que desaparece a la vez que aparecen y se desarrollan las extremidades. Así, el organismo obtiene los nutrientes necesarios para su desarrollo mientras transforma su boca y sistema digestivo, adaptado para su nuevo estilo de vida (Rabanal y Nuñez 2008).

A diferencia de otros vertebrados como aves y mamíferos, los anfibios presentan características específicas que determinan su alta sensibilidad al ambiente. Son animales ectotermos, es decir, dependen de la temperatura del ambiente y los sitios que suelen seleccionar como hábitat que les permitan mantener una temperatura corporal ideal, por lo que los cambios abruptos y las perturbaciones pueden inducir alteraciones tanto en la fisiología como en la conducta. Además, tienen una fuerte restricción al desplazamiento, puesto que presentan una baja vagilidad y un alto nivel de filopatría, lo que genera que los rangos de distribución de muchas especies sean muy restringidos (Lobos *et al.* 2013).

1.2. Declive de las poblaciones

Los anfibios son uno de los grupos de vertebrados que presentan los mayores problemas de conservación (IUCN 2024). Las actividades relacionadas al desarrollo humano, como la deforestación, expansión agrícola, producción de energía; son actividades que implican transformación en los ecosistemas naturales influyendo negativamente en los organismos que los habitan y corresponden a la principal amenaza contra las poblaciones de anfibios, puesto que reduce la disponibilidad de hábitat para estas (Soria *et al.* 2022). Más aún, cualquier fragmento de hábitat que quede suele ser muy pequeño o está demasiado degradado para albergar una población viable, o las distancias entre fragmentos no permiten la movilidad de los anfibios (IUCN 2023).

Por otro lado, la pérdida de una o varias especies puede afectar negativamente el estado de un ecosistema, puesto que los anfibios desempeñan un papel importante en los ecosistemas en que se encuentran, ya que son proveedores de diversos servicios ecosistémicos. Su asociación tanto con los entornos terrestres como los acuáticos facilita el ciclo de nutrientes y el flujo energético entre estos hábitats (Tapley *et al.* 2015). Además, son controladores de poblaciones de insectos, incluyendo aquellos vectores de enfermedades relevantes para el ser humano (West 2018).

1.3. Crianza *ex-situ* como estrategia de conservación de anfibios

A pesar de que la reproducción de anfibios en cautiverio y la reintroducción de estos individuos son controvertidas (Griffiths & Pavajeau 2008), los programas de crianza para la conservación pueden ser una alternativa para prevenir la extinción de especies amenazadas. Los atributos generales de estos organismos, en comparación a otros vertebrados, los hacen candidatos ideales para los programas de crianza. Los bajos requerimientos de espacio, la alta fecundidad, los cortos tiempos generacionales, entre otros aspectos, facilitan la aplicación de dichos programas (Tapley *et al.* 2015).

Si bien los programas de crianza no son una solución por sí mismos, la existencia de poblaciones en cautiverio facilita la investigación sobre las especies proporcionando opciones y recursos que permitirán aumentar la probabilidad de supervivencia de algunas especies (IUCN 2024). Por lo anterior, hay muchos factores que influyen en el éxito de estos desafíos.

Por ejemplo, es fundamental determinar las condiciones apropiadas para la crianza, tales como requerimientos de microclima, calidad de agua, dietas únicas, comportamiento y desencadenantes de cría

específicos de cada especie (Tapley *et al.* 2015). Por otro lado, en programas de translocación, el número de individuos liberados puede afectar significativamente la probabilidad de éxito. Un estudio, por ejemplo, demostró que aquellos que liberaron más de 1000 individuos fueron más exitosos que aquellos que liberaron una cantidad menor (Germano y Bishop 2009).

El fracaso a causa de la liberación de una reducida cantidad de individuos puede explicarse por el efecto Allee (Torcher *et al.* 2006) y la población puede fracasar en establecerse por problemas asociados a comportamiento social y/o dificultad para encontrar pareja. Para anfibios acuáticos, es recomendable liberar entre 10.000 y 50.000 huevos para alcanzar una población adulta de 100 individuos (Germano y Bishop 2009). Sin embargo, en la mayoría de los programas de translocación se suele utilizar modelamiento de poblaciones para determinar el número óptimo de individuos para capturar y liberar (Tocher *et al.* 2006).

La calidad del hábitat de liberación y su ubicación en el rango de distribución de la especie también es un factor importante para el éxito de la translocación. Si el hábitat no es adecuado disminuyen las probabilidades de obtener resultados positivos incluso cuando el resto de los factores sí fueron considerados (Germano & Bishop 2009). La proporción de los proyectos exitosos ha aumentado con respecto a las translocaciones previamente reportadas, lo que resulta en un panorama alentador para los programas de conservación de anfibios. No obstante, las cifras actuales demuestran que aún existe un margen de mejora.

Por ejemplo, aquellos animales liberados pueden ser más propensos a asentarse cerca a los sitios de liberación cuando se les proporcionan señales natales que se vinculan a experiencias positivas en estadios tempranos de vida (Stamps & Swaisgood 2007). Considerando esto, se debe investigar sobre técnicas como “liberaciones suaves”, que permiten aclimatar a los individuos que se plantea liberar al nuevo entorno, provisionamiento de recursos y otras medidas de soporte para incrementar el éxito de los programas de translocación (Germano & Bishop 2009).

Asimismo, al trabajar con especies que muestran fuertes tendencias de “homing”, puede ser beneficioso liberar huevos o individuos juveniles en comparación a adultos, que pueden haber tenido el tiempo suficiente para desarrollar asociaciones con el sitio de residencia (Tocher & Brown 2004). Además, en el caso de anfibios acuáticos, resulta preferible trasladar huevos o individuos en estadios tempranos dada la alta disponibilidad de estos, y los huevos suelen estar disponibles para su recogida

durante mayores periodos de tiempo, puesto que los individuos adultos pueden solo aparecer en los lugares de reproducción durante cortos periodos (Semlitsch 2002).

Por otro lado, los requerimientos nutricionales de la mayoría de los anfibios son desconocidos y cambian con la etapa de vida (Hadfield *et al.* 2006). Incluso si se conoce la dieta, puede ser imposible de replicar en cautiverio, lo que puede tener importantes repercusiones en los programas de crianza. Por ejemplo, existen linajes de ranas conocidos por obtener alcaloides a partir de su dieta, los cuales aportan como defensas contra depredadores y microorganismos (Rodriguez *et al.* 2010; Ogilvy *et al.* 2012; Dugas *et al.* 2013). Uno de estos alcaloides, la batracotoxina, se reduce con el tiempo en las ranas recogidas en la naturaleza, y es inexistente en los individuos criados en cautiverio. (Antwis *et al.* 2014; Loudon *et al.* 2013).

Otro factor a considerar es que los programas de crianza pueden fomentar el desarrollo de adaptaciones en una generación a causa de los efectos del ambiente sobre los rasgos fenotípicos, es decir, una especie puede adaptarse genéticamente a su entorno en cautiverio por las presiones de selección del ambiente (Tapley *et al.* 2015). La adaptación aumenta exponencialmente con el número de generaciones nacidas en cautiverio, lo que influye en el fitness de los anfibios, y puede afectar negativamente el éxito de su reproducción y posterior reintroducción (Frankham 2008). Por esto, se requiere de estrategias con el objetivo de minimizar la adaptación de los individuos al cautiverio.

Una de las alternativas corresponde a reproducir las características y condiciones de los ambientes naturales, con el fin de evitar la adaptación al entorno artificial que habita. También, la importación recurrente desde una población silvestre a la población en cautiverio ralentiza la adaptación genética, y es posible que determinar el número apropiado de individuos y la frecuencia de las importaciones (Tapley *et al.* 2015).

1.4. Anfibios de Chile

En Chile, la riqueza de anfibios es reducida en comparación a otros países de Latinoamérica, presentando únicamente 58 especies pertenecientes al orden Anura y ningún representante de los órdenes Caudata y Gymnophiona (Frost 2025). Sin embargo, la diversidad evolutiva y el nivel de endemismo que presenta es considerablemente mayor en el país debido a la heterogeneidad ambiental existente (Correa 2019) y al “aislamiento” de su historia biogeográfica (Santibañez *et al.* 2008). La Cordillera de los Andes en el este, el océano Pacífico en el oeste y el desierto más seco del mundo en el norte son barreras naturales que rodean el territorio, contribuyendo a su singularidad (Vidal *et al.* 2024).

A continuación, en el cuadro 1, se presenta una lista con la clasificación de los anfibios nativos de Chile, indicando el número de especies totales y endémicas por género.

Cuadro 1. Clasificación de anfibios en Chile. Elaboración propia a partir de Frost 2025.

Familia	Género	N° de especies en Chile	N° de especies endémicas	% de endemismo
Alsodidae	<i>Alsodes</i>	18	13	72%
	<i>Eupsophus</i>	10	6	60%
Batrachylidae	<i>Atelognathus</i>	1	-	0%
	<i>Batrachyla</i>	4	1	25%
	<i>Chaltenobatrachus</i>	1	-	0%
	<i>Hylorina</i>	1	-	0%
Bufonidae	<i>Nannophryne</i>	1	-	0%
	<i>Rhinella</i>	4	2	50%
Calyptocephalellidae	<i>Calyptocephalella</i>	1	1	100%
	<i>Telmatobufo</i>	4	4	100%
Leptodactylidae	<i>Pleurodema</i>	3	-	0%
Rhinodermatidae	<i>Insuetophrynus</i>	1	1	100%
	<i>Rhinoderma</i>	2	1	50%
Telmatobiidae	<i>Telmatobius</i>	7	4	50%
Total: 7	14	58	34	58%

1.4.1. Experiencias crianza *ex-situ* de anfibios en Chile.

Los programas de conservación han cobrado una creciente relevancia en los últimos años, tanto desde el potencial de investigación como la misma perspectiva de conservación de las especies, y diversos grupos/organizaciones se encuentran desarrollando proyectos para la conservación de anfibios que se encuentran amenazados.

1.4.1.1. *Rhinoderma darwinii* y *Alsodes vanzolini*

En la Universidad de Concepción, con la colaboración del Zoológico de Leipzig (Alemania) se ha establecido la Estación de biología para la conservación y reproducción *ex situ* de la Ranita de Darwin, en la cual se desarrolla un modelo de crianza en cautiverio para las especies *Rhinoderma darwinii* (Duméril and Bibron) y *Alsodes vanzolinii* (Donoso-Barros), no obstante, esta experiencia también puede ser replicada y adaptada para otras especies.

En la estación los ejemplares se mantienen en terrarios que simulan su hábitat natural. Se controlan factores como humedad, fotoperiodo y temperatura para ofrecer las condiciones óptimas, lo que favorece su bienestar y desarrollo, que es clave para el éxito reproductivo. En la estación se producen múltiples especies de insectos para alimentación de las ranas en cautiverio, lo que permite controlar la calidad del alimento, de modo que se eviten parásitos y enfermedades. Además, al criar internamente los insectos garantiza una dieta adecuada y libre de contaminantes, con el objetivo de asegurar el bienestar de las ranas y minimizar la dependencia de fuentes externas (Díaz *et al.* 2024).

1.4.1.2. *Telmatobius dankoi*

La ranita del Loa (*Telmatobius dankoi* (Formas)), anfibio que habita la zona norte de Chile y que se encuentra categorizada como En Peligro Crítico (IUCN 2021), forma parte del programa de conservación del Zoológico Nacional, cuyo objetivo es la reproducción y crianza *ex-situ*. Su caso es de suma importancia, puesto que cuando se descubrió que el arroyo que habita en 2019, una pequeña vertiente cercano a la ciudad de Calama, debido a la acción humana, había quedado prácticamente seco y la población se había reducido al borde de la desaparición. Por esto, se rescataron a los últimos 14 individuos de la zona y fueron llevadas al Zoológico Nacional para su rehabilitación, ya que se encontraron en deplorables condiciones de salud y desnutrición (ParqueMet 2023).

Más adelante, a finales del 2020, se logró la reproducción exitosa de las ranas que fueron rescatadas, con una postura de más de 600 huevos en total. Actualmente el programa plantea mantener las poblaciones bajo cuidado para mantenerlas estables y genéticamente sanas, contando con cerca de 500 individuos, incluyendo a los adultos fundadores y las crías nacidas en el zoológico, y se apunta a una futura reintroducción a su ambiente natural, cuando este sea restaurado y se encuentre protegido (ParqueMet 2023).

1.4.2. La situación de *Insuetophrynus acarpicus*

La rana verde de Mehuín (*Insuetophrynus acarpicus* (Barrio)) es una de las tres especies pertenecientes a la familia Rhinodermatidae, un grupo de ranas neotropicales de 70 millones de años de antigüedad consideradas como los Hyloidea más antiguos conocidos (Feng *et al.* 2017).

Esta especie es un anfibio de tamaño medio, mide entre 35 y 56 mm. de longitud desde el hocico hasta la cloaca en ejemplares adultos, presenta un cuerpo robusto y extremidades fuertes, su cabeza es más ancha que larga (Rabanal y Nuñez 2008). Sus dedos terminan en puntas redondeadas y los ortejos presentan membrana interdigital hasta la primera falange. La coloración dorsal varía desde café hasta gris oscura y presenta pequeñas granulaciones a lo largo de este (Lobos *et al.* 2013), por otro lado, la coloración ventral es rosácea o blanquecina. Presenta ojos prominentes de color café y pupila horizontal. Una franja oscura de pigmentos recorre desde las narinas hasta el margen anterior de los ojos, continuando sobre el pliegue postocular. De marcado dimorfismo sexual, los machos presentan parches pectorales queratinosos, similares a las especies del género *Alsodes* y también espinas en el borde interno de las manos (Rabanal y Nuñez 2008).

Esta especie es predominantemente acuática y de hábitos nocturnos. Vive bajo los esquistos de roca y en cavidades originadas naturalmente por erosión, lugar donde se esconde durante el día, mientras que en la noche salen en búsqueda de alimento y pueden encontrarse sobre las rocas de los arroyos o en las orillas de estos (Celis-Diez *et al.* 2011). Sus renacuajos se suelen encontrar en los remansos de los ríos en zonas de poca iluminación y su periodo de desarrollo es de aproximadamente 1 año (Rabanal y Formas 2009).

Cuando se describió la especie, se conocía únicamente en la localidad de Mehuín, no obstante, se han encontrado nuevas poblaciones en distintas localidades. En el año 2002, fue encontrada en una

sección del río Queule y en Colehual Alto (Soto *et al.* 2002), en el año 2011, se encontraron 4 individuos, 3 juveniles y un macho adulto en la localidad de Chanchán (Rabanal y Nuñez 2012) y también se encontró en Llenehue en dos ocasiones (Contreras 2014; Formas y Cuevas 2017); a finales de 2014, en el predio Llancahue se encontró 1 individuo, y luego, en otra instancia se encontraron otros 5 (Parada 2017). En febrero de 2016, se encontraron tres adultos en el Parque Alerce Costero (Segura 2017). En el 2018, se encontró un adulto a orillas de una sección del Río Chaihuín (Contreras *et al.* 2018), y en 2022, se encontraron 5 individuos en el área protegida Refugio de Ranitas Aldea de Viento en la localidad de Los Pellines (Valenzuela *et al.* 2024).

Debido a lo anterior, *I. acarpicus* pasó de estar clasificada como En Peligro Crítico a En Peligro, a pesar de que presenta una restringida distribución y una fragmentación severa de sus poblaciones (IUCN 2018). A continuación, en la figura 1, se presenta un mapa con las localidades en las que se ha descrito *I. acarpicus*.



Figura 1. Mapa de distribución de *Insuetophrynus acarpicus*. El área sombreada corresponde al área de ocurrencia de la rana verde de Mehuín. (extraído de Valenzuela *et al.* 2024).

Considerando la situación en la que se encuentra esta especie, su estado de conservación y la limitada información que se tiene sobre sus poblaciones, plantear un programa de conservación *ex-situ* para *I. acarpicus* facilitaría la generación de nuevos conocimientos sobre la rana verde de Mehuín,

además, permitiría futuras actividades relacionadas a translocación para la recuperación de las poblaciones de esta especie.

1.4.3. Población de Llancahue como caso de estudio

Llancahue corresponde al predio fiscal periurbano a la ciudad de Valdivia, el cual es creado con el fin de proteger una cuenca hidrográfica cubierta principalmente por bosque nativo para proveer de agua potable a Valdivia (Donoso 2020).

El clima que presenta la zona, según la clasificación de Koeppen, corresponde a templado lluvioso cálido con influencia mediterránea. La geomorfología del lugar se caracteriza por presentar lomajes suaves con pendientes entre 10% y 30% y altitudes desde los 10 hasta los 360 m.s.n.m. La temperatura y precipitación media anual corresponden a 12° C y 2357 mm, respectivamente. (Pino et al 2020a).

La cuenca del Llancahue proporciona importantes servicios ecosistémicos a la población humana local, incluyendo protección de la biodiversidad del lugar, recreación, agua limpia, puesto que otorga aproximadamente un 60% del suministro de agua total de la ciudad de Valdivia y representa parte de un hotspot de biodiversidad y un ecosistema amenazado (Parada et al. 2017), ya que provee hábitat para diferentes especies (Pino et al. 2020b).

Además, contiene una de las últimas reservas de bosque primario (aproximadamente 700 hectáreas de rodales antiguos) junto con bosques secundarios de diferentes tipos. Estos bosques se componen principalmente de especies arbóreas como coigüe (*Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Oerst.), tepa (*Laureliopsis philippiana* (Looser) Schodde), ulmo (*Eucryphia cordifolia* (Cav.)), olivillo (*Aextoxicon punctatum* (Ruiz & Pav.)), tineo (*Weinmannia trichosperma* (Cav.)), avellano (*Gevuina avellana* (Molina)), mañío hembra (*Saxegothaea conspicua* (Lindl.)), roble (*Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst) y laurel (*Laurelia sempervirens* (Ruiz & Pav.)) (Pino et al. 2022a). También se presentan diversos arbustos, como quila (*Chusquea quila* (Kunth)), romerillos (*Baccharis sp.*); helechos, como quil-quil (*Blechnum hastatum* (Kaulfuss)), helecho película (*Hymenophyllum sp.*); y trepadoras como copihue (*Lapageria rosea* (Ruiz & Pavon)), quillineja (*Luzuriaga radicans* (Ruiz & Pav)) y voqui blanco (*Boquila trifoliolata* (DC.) Decne.) (Ponce et al. 2022).

Asímismo, en cuanto la fauna del lugar, el predio Llancahue presenta diversas especies de aves, como el chucao (*Scelorchilus rubecula* (Kittlitz)) y mamíferos que se encuentran amenazados, como el

puj (Pudu puda (Molina)) y la güiña (Leopardus guigna (Molina)) (Nuñez *et al.* 2022). Con respecto a los anfibios locales, se presentan las especies que se han encontrado y su estado de conservación según la Lista Roja de la IUCN (cuadro 2).

Cuadro 2. Especies de anfibios presentes en la cuenca de Llancahue. LC: Preocupación Menor, NT: Casi Amenazada, EN: En Peligro, CR: En Peligro Crítico. Nuñez *et al.* 2020.

Familia	Especie	Estado de Conservación
Alsodidae	<i>Alsodes valdiviensis</i> (Formas, Cuevas, Brieva)	EN
	<i>Eupsophus roseus</i> (Duméril, Bibron)	NT
	<i>Eupsophus vertebralis</i> (Grandison)	NT
	<i>Batrachyla antartandica</i> (Barrio)	LC
Batrachylidae	<i>Batrachyla leptosus</i> (Bell)	LC
	<i>Batrachyla taeniata</i> (Girard)	LC
	<i>Hylorina sylvatica</i> (Bell)	LC
Calyptocephalellidae	<i>Telmatobufo australis</i> (Formas)	LC
Leptodactylidae	<i>Pleurodema thaul</i> (Schneider)	LC
Rhinodermatidae	<i>Insuetophrynus acarpicus</i>	CR (EN)*
	<i>Rhinoderma darwinii</i>	EN

*Actualmente se encuentra clasificada como “En Peligro”

Por eso, resulta difícil que el predio de Llancahue sea degradado a causa de las alteraciones por acción humana, presenta diversos servicios ecosistémicos como el abastecimiento de agua potable a gran parte de la ciudad de Valdivia, también constituye un patrimonio natural, ya que alberga diversas especies tanto de flora como fauna, muchas de ellas amenazadas. De este modo, Llancahue, específicamente para *I. acarpicus*, resulta un lugar de suma importancia, y que puede ser un futuro lugar para plantear programas de conservación sobre la especie.

2. OBJETIVOS

Objetivo general

- Desarrollar un ambiente para la crianza en cautiverio de *Insuetophrynus acarpicus*, basado en las condiciones ambientales de su hábitat natural.

Objetivos específicos

- Identificar los parámetros ambientales del hábitat natural de *Insuetophrynus acarpicus* usando como piloto/caso de estudio el predio Llancahue.
- Diseñar e implementar un acuaterrario para la crianza de *Insuetophrynus acarpicus* en cautiverio, aplicando las características bióticas y abióticas observadas *in-situ*.

3. METODOLOGÍA

3.1. Área de estudio

El área de estudio corresponde al predio Llancahue, específicamente en uno de los esteros que se encuentra en el lugar, en el que ya se ha localizado una población de *I. acarpicus*.

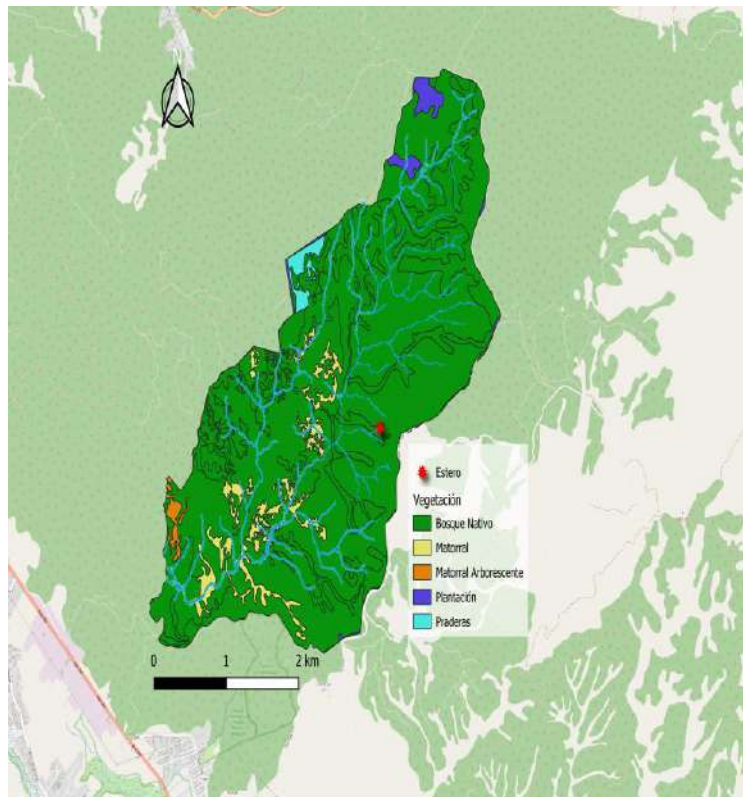


Figura 2. Mapa del Predio Llancahue. Elaboración propia.

3.2. Método de descripción del área

Para la descripción del área de estudio se recopilaron datos sobre las condiciones tanto bióticas como abióticas del lugar. Se registró la temperatura atmosférica y la humedad relativa cercana al estero a lo largo de 2 semanas, utilizando el *data logger* Elitech (modelo RC-4HC). También, mediante la utilización del *Water Quality Tester* (modelo EZ-9908/686) se realizó la medición de la temperatura del agua, pH del agua y conductividad eléctrica del estero. Además, se registraron las especies de flora presentes en las zonas del predio en las que se avistó *I. acarpicus*, incluyendo árboles, arbustos, trepadoras, helechos y musgos, y también se registraron datos espacialmente explícitos.

Otro aspecto que se consideró es la presencia de macroinvertebrados bentónicos, los cuales suelen ser utilizados para biomonitoreos ambientales de sistemas acuáticos, puesto que sus características favorecen su muestreo en comparación con otros organismos, su alta sensibilidad a los cambios fisicoquímicos del agua, el bajo costo asociado y su presencia en la mayoría de los sistemas acuáticos (Machuca y García 2022). De este modo, se determinó la calidad de agua de los ríos y arroyos del lugar.

3.3. Métodos de prospección de anfibios

La prospección de anfibios se realizó utilizando la técnica de muestreo por encuentros visuales (VES). Se buscaron y verificaron aquellos lugares en los que podían refugiarse los anfibios, bajo troncos, trozos de madera y rocas u ocultos entre la hojarasca y la vegetación, habiendo enfocado la búsqueda a dichos elementos cercanos a cuerpos de agua, puesto que era el lugar más común de encontrar individuos de *I. acarpicus*. Y al momento del hallazgo, se determinó la especie encontrada y se georreferenció el punto de encuentro mediante GPS.

3.4. Diseño del acuaterrario

Para la construcción del acuaterrario, se elaboró un marco de madera recubierto de aluminio que se utilizó como molde para establecer la forma del tanque. Tanto la base, las paredes laterales y la pared posterior del acuario se componen de varias capas de fibra de vidrio y resina, puesto que, a diferencia del cristal, este material permite realizar reparaciones en caso de rupturas futuras del tanque.

Para mantener la limpieza del acuaterrario, se construyó un sistema de filtración y oxigenación para eliminar los sedimentos que se encuentran en el agua y evitar el deterioro de esta. El sistema se compone de 4 filtros de limpieza instalados en serie, junto con un filtro extra de repuesto. Los filtros son ciclados constantemente de modo que el primer filtro (que se ensucia más rápidamente) se retira para ser lavado y quedar en espera del siguiente cambio y el segundo filtro pasa a ocupar la posición del primero.

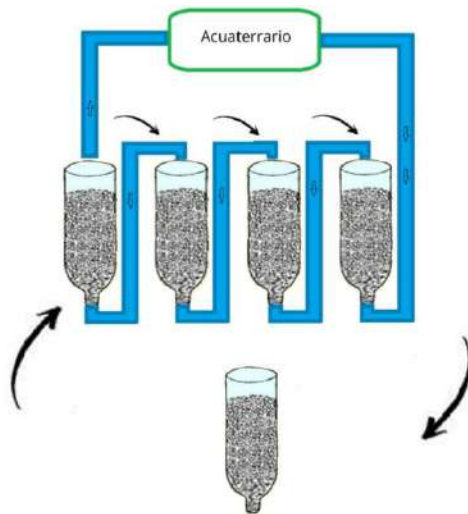


Figura 3. Modelo del sistema de filtros para el acuaterrario. Elaboración propia.

Como se mencionó previamente, al momento de establecer ambientes en cautiverio, se recomienda simular el hábitat natural de las especies. Por esto, en el acuaterrario se habilitó una sección acuática en la que *I. acarpicus* pueda refugiarse bajo las rocas, y una sección terrestre en la que podrá salir en búsqueda de alimento.

En la zona acuática se incluyó un sustrato natural con rocas y plantas subacuáticas, y se añadieron camarones de río y pancoras (*Aegla spp.*), debido a que aportan con la limpieza del agua y disminuyen la velocidad con la que se ensucia esta. En la sección terrestre se incluyeron algunos helechos y musgos obtenidos en el muestreo, acompañados de rocas, hojarasca y restos leñosos.

4. RESULTADOS

4.1. Medición de parámetros y descripción del ambiente

Los parámetros ambientales observados en el predio Llancahue, específicamente del estero que habita *I. acarpicus*, permiten caracterizar las condiciones del entorno y, por lo tanto, la calidad del hábitat de la especie. A continuación, se presentan los datos obtenidos sobre la flora y batracofauna que habita el predio y de la calidad del agua que presenta el estero del lugar.



Figuras 4 y 5. Fotografías del estero del área de estudio. Predio Llancahue.

La flora del lugar se caracteriza por presentar numerosas especies nativas como mañíos punzantes (*Podocarpus nubigena*) y coigües (*Nothofagus dombeyi*), acompañado de algunas especies “intermedias” del dosel como fuinque (*Lomatia ferruginea*) y olivillo (*Aextoxicon punctatum*). Este bosque presenta una alta cobertura de dosel, generando una cantidad considerable de sombra, y a causa de esto, se genera un microambiente que permite el desarrollo de numerosas especies de helechos, como el quil-quil (*Blechnum hastatum*) y el ampe (*Lophosoria quadripinnata*), e incluso helechos de menor tamaño pertenecientes a los géneros *Hymenophyllum* e *Hymenoglossum*, y también de algunas especies de musgos como los musgos pinito (*Dendroligotrichum spp.*)

A continuación, se presentan un gráfico con la temperatura y humedad relativa ambiental obtenida en los muestreos (27 de abril – 9 de mayo).

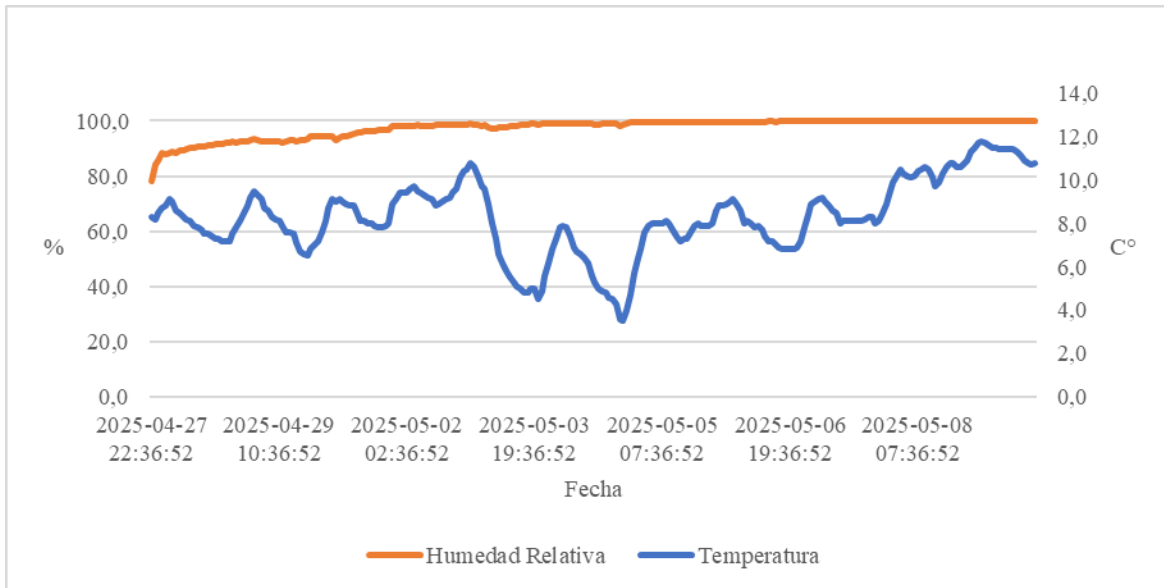


Figura 6. Valores atmosféricos del sitio.

Como es posible observar, las temperaturas máxima y mínima corresponden a 11,8 °C y 3,6 °C respectivamente, propias de la temporada otoño/invierno de la zona. Y la humedad relativa oscilaba entre el 78,3% y 100%, lo que se traduce en constantes precipitaciones para el área de estudio.

Además, se encontraron algunos macroinvertebrados habitando el estero, como el que se presenta en la figura 7, perteneciente a la familia Plecoptera, la cual se asocia a aguas de buena calidad.



Figura 7. Macroinvertebrado observado en el estero del predio Llancahue. Orden: Plecoptera

4.2. Prospección de anfibios

Con respecto al muestreo de anfibios, se logró avistar exitosamente a varios individuos de la especie *I. acarpicus* en el estero en el predio Llancahue, como se ha descrito en otros estudios. Inicialmente se había planificado, mediante GPS, recopilar las localizaciones de cada individuo encontrado, sin embargo, las distancias de encuentro eran demasiado cercanas para generar puntos diferentes de GPS, por lo que todos los avistamientos se vincularon a la misma localización, correspondiendo al punto inicial del muestreo (39° 50' 27' S, 73° 07' 59'' W).

Resulta necesario mencionar que los lugares concretos en los que se encontró a *I. acarpicus* corresponden a “refugios” como rocas, troncos y cavidades bajo las raíces de los árboles cercanos, los cuales, se encontraban semisumergidos en las secciones lóxicas del estero. Además, en las zonas cercanas al estero se encontraron otras especies de anfibios que habitan el predio.



Figuras 8 y 9. Fotografías de *I. acarpicus* (en estadio juvenil) avistados.



Figuras 10, 11, 12. Fotografías de las especies observadas en Llancahue. 10: *Eupsophus roseus*; 11: *Eupsophus vertebralis*; 12: *Eupsophus roseus*.

4.3. Construcción e implementación del acuaterrario.

El acuaterrario fue construido con fibra de vidrio tal como fue planificado, sin embargo, la parte frontal del acuario está compuesta por un marco de madera junto a piezas de vidrio. A continuación, se presenta una imagen del acuaterrario construido y habilitado para la incorporación de los anfibios.



Figura 13. Estructura exterior del acuaterrario.

Como es posible observar en la figura, el acuaterrario cuenta con una zona completamente acuática en la que los renacuajos puedan mantenerse hasta que se desarrollen y completen su proceso de metamorfosis, y una zona terrestre, compuesta por rocas y trozos de madera en la que tanto los juveniles metamorfoseados como los adultos puedan refugiarse.



Figuras 14 y 15. Interior del acuaterrario.

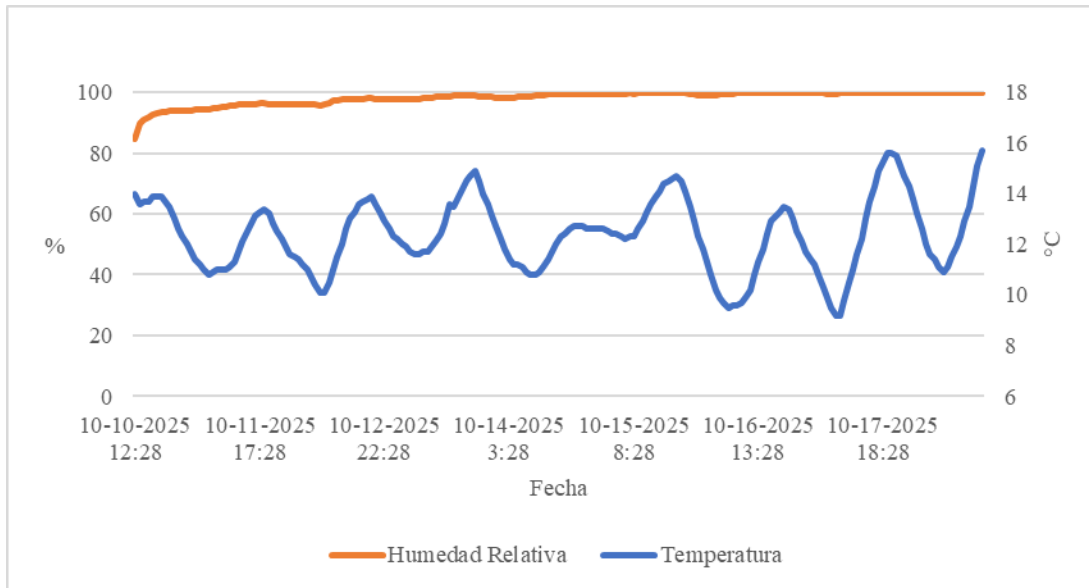


Figura 16. Datos “atmosféricos” del acuaterrario.

Para la limpieza del agua finalmente se construyó la secuencia de 3 filtros en serie (figura 17), dentro de cada uno se agregaron piedrecillas de modo que puedan eliminar los sedimentos que se encuentren en el agua. Luego de esta, se encuentra un motor “MistKing” (Modelo: MKP-125-100) que permite la circulación del agua por el sistema de limpieza a un caudal de aproximadamente 1.1 L/min, junto con un filtro adicional de sedimentos “MistKing” de 10 micrómetros (figura 18). Finalmente, se incluyó el purificador de agua “Humboldt” que cuenta con un filtro de propileno que filtra partículas mayores a 5 micrómetros, removiendo arena fina, lodo y óxido; y un filtro de *carbon block* que elimina algunas sustancias químicas tales como las que generan olores, cloro, pesticidas, metales, contaminantes químicos fertilizantes y sedimentos mayores a 5 micrómetros (figura 19).



Figuras 17, 18, 19. Sistema de purificación de agua del acuaterrario.

4.4. Comparación de parámetros

A continuación, se presentan los valores obtenidos en los muestreos de Llancahue, los valores propuestos en el diseño del acuaterario y los valores del acuaterario en funcionamiento (cuadro 3).

Cuadro 3. Tabla comparativa de los parámetros ambientales.

Parámetros	Observación	Diseño	Funcionamiento
T° Ambiental	3,5 °C - 11,8 °C	~ 10 °C	9,2 °C- 15,7 °C
Humedad Relativa	78,3% - 100 %	~ 90%	84,7% - 100%
T° Agua	9,4 °C - 9,7 °C	~ 9,5 °C	10,5 °C
pH Agua	7,08 - 7,12	~ 7 pH	6,0 - 6,1
Conductividad Eléctrica	10 Us/cm - 12 Us/cm	~ 10 Us/cm	140 Us/cm - 145 Us/cm

Es posible observar que se consiguió la reproducción parcial de los parámetros, puesto que la humedad relativa y la temperatura del agua son similares tanto en Llancahue como en el acuaterario. Sin embargo, se observaron variaciones en los demás factores, por ejemplo, los valores obtenidos para el pH del agua y la conductividad eléctrica difieren considerablemente de los valores sugeridos.

5. DISCUSIONES Y CONCLUSIONES

Como ya se mencionó, si bien se logró la replicación de algunos de los parámetros, como la humedad relativa y la temperatura del agua, se presentan variaciones no menores para el resto de los parámetros, lo cual podría implicar en la supervivencia de los individuos. Por ejemplo, para tanto para la conductividad eléctrica como para el pH del agua, existe una alta diferencia entre los valores propuestos y los logrados. En estudios previos para otros anfibios acuáticos se considera que el rango “aceptable” para estos parámetros es de 6 a 7,5 para el pH y 150 Us/cm y 500 Us/cm para la conductividad, puesto que se propone que no debería suponer ningún daño para la mayoría de los organismos acuáticos.

No obstante, como se mencionó previamente se sabe que la especie suele habitar lugares con mínima intervención humana, puesto que es una especie sumamente y susceptible a los cambios ambientales. Esto coincide con lo observado durante la investigación en terreno en el predio Llancahue, ya que habita un arroyo con características que indican una alta pureza del agua que fluye por este, presentando un pH prácticamente neutro y una muy baja conductividad eléctrica, por lo que una mínima variación podría hacer la diferencia entre un programa de crianza sea exitoso o no.

Por esto, resulta necesario identificar la adaptabilidad de la especie al cautiverio, ya que no existen antecedentes sobre conservación ex-situ, y si bien se han logrado identificar algunos de las condiciones y requerimientos de hábitat de *Insuetophrynus acarpicus*, se desconoce cómo podrían reaccionar los individuos luego de la extracción de su entorno natural. La escasez de información sobre su ciclo de vida, requerimientos reproductivos, alimentación específica y tolerancia ambiental impide establecer condiciones óptimas en ambientes artificiales, lo que explica la ausencia de iniciativas ex situ sostenidas.

La situación de *I. acarpicus* contrasta notablemente con otras experiencias de conservación de especies acuáticas similares, como *Telmatobius culeus* u otras especies del mismo género, las cuales, aunque también presentan dificultades, han sido objeto de estudios más prolongados que han permitido diseñar condiciones controladas adecuadas para su reproducción y desarrollo. Además, el establecimiento de estos programas requiere la recolección de individuos fundadores de las poblaciones vulnerables y reducidas, limitando dicha extracción, sin mencionar que la supervivencia de estos individuos dependerá del éxito que presente el programa, por lo que se recomienda que la extracción de los individuos que serán mantenidos en cautiverio sea de anfibios en estado sub-adulto puesto que, en el caso de extraer adultos reproductores, es posible que la población se vea afectada por la disminución de la futura progenie.

Otro factor que considerar es la mínima intervención humana que presenta la población de *I. acarpicus* que habita en Llancahue, se asume que dicha población se encuentra estable. En caso de plantear la utilización del predio como lugar de reintroducción a los individuos generados por el programa de crianza, es posible que la llegada de estos individuos termine perjudicando a la población residente, ya que se podría alterar la población de Llancahue al aumentar repentinamente el n° de individuos que habitan allí, sobrepasando la capacidad de carga del lugar.

Una alternativa para evitar el problema de exceder la capacidad de carga del ambiente puede ser, mantener Llancahue como sitio de extracción y a su población como fundadora, pero plantear la reintroducción en un sitio que presente una población que ya se encuentre amenazada, de modo que se pueda proponer el establecimiento de una nueva área protegida, como el caso de Villa Nahuel. Sin embargo, también sería necesario realizar muestreos y tomas de datos similares a los realizados en el predio Llancahue, con el fin de comparar los parámetros ambientales de ambos hábitats y corroborar que, en caso de llevar a cabo la liberación de los individuos del cautiverio, no exista un cambio muy abrupto que pueda implicar en el estrés de estos, reduciendo las probabilidades de éxito de la reintroducción y establecimiento de la nueva población.

A pesar de que la mantención y reproducción de anfibios en cautiverio y la reintroducción de estos individuos siguen siendo consideradas como técnicas controvertidas, dados los riesgos, costos y eficacia, y además de que la idea de plantear un programa de crianza para la conservación de *I. acarpicus* pareciera difícil de llevar a cabo, resulta fundamental realizar esfuerzos concretos para evitar la disminución de las poblaciones. Su carácter endémico y su estrecha asociación con hábitats acuáticos específicos lo convierten en una especie particularmente vulnerable frente a amenazas como la degradación ambiental, el cambio climático y la contaminación. En este contexto, la crianza en cautiverio emerge como una herramienta fundamental dentro de las estrategias de manejo y conservación, ya que permite preservar poblaciones reproductoras fuera de su hábitat natural, asegurar la supervivencia de la especie y generar conocimiento clave para su recuperación.

6. REFERENCIAS

- Antwis RE, RL Haworth, DJP Engelmoer, V Ogilvy, AL Fidgett, RF Preziosi. 2014. Ex situ diet influences the bacterial community associated with the skin of red-eyed tree frogs (*Agalychnis callidryas*). *Plos One* 9(1):1-8. DOI: 10.1371/journal.pone.0085563
- Celis-Diez JL, S Ippi, A Charrier, C Garín. 2011. Fauna de los bosques templados de Chile. Guía de campo de los vertebrados terrestres. Ed. Corporación Chilena de la Madera, Concepción, Chile. 262 p.
- Díaz C, C Martin, JC Ortiz, M Meyerhoff, C Correa. 2024. Seminario: Renovación de la Estación de Cría *ex situ* de la ranita de Darwin en la Universidad de Concepción.
- Donoso C. 2020. Caracterización de Llancahue. In Oyarzún C, Donoso P, JJ Nuñez eds. Historia Natural, Servicios Ecosistémicos y Perspectivas de Desarrollo de la Cuenca de Llancahue, Valdivia, Chile. 203 p.
- Dugas MB, J Yeager, CL Richards-Zawacki. 2013. Carotenoid supplementation enhances reproductive success in captive strawberry dart frogs (*Oophaga pumilio*). *Zoo Biology* 32:655–658. DOI: 10.1002/zoo.21102
- Feng Y, DC Blackburn, D Liang, DM Hillis, DB Wake, DC Cannatella, P Zhang. 2017. Phylogenomics reveals rapid, simultaneous diversification of three major clades of Gondwanan frogs at the Cretaceous–Paleogene boundary. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 114 (29):5864-5870, DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1704632114>.
- Frankham R. 2008. Genetic adaptation to captivity in species conservation programs. *Molecular Ecology* 17:325–333. DOI: 10.1111/j.1365-294X.2007.03399.x.
- Frost, DR. 2024. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.2 (28 may.). Electronic Database accessible at <https://amphibiansoftheworld.amnh.org/index.php>. American Museum of Natural History, New York, USA. doi.org/10.5531/db.vz.0001
- Germano J, P Bishop. 2009. Suitability of Amphibians and Reptiles for Translocation. *Conservation biology: the journal of the Society for Conservation Biology*. 23:7-15. DOI: 10.1111/j.1523-1739.2008.01123.x.
- Griffiths RA, L Pavajeau. 2008. Captive Breeding, Reintroduction, and the Conservation of Amphibians. *Conservation Biology*, 22:852-861. DOI: 10.1111/j.1523-1739.2008.00967.x
- IUCN SSC Amphibian Specialist Group. 2018. *Insuetophrynus acarpicus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2018: e.T10832A79809262. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-1.RLTS.T10832A79809262.en>. Consultado 12 sep. 2024. Disponible en: <https://www.iucnredlist.org/species/10832/79809262>
- IUCN SSC Amphibian Specialist Group. 2021. *Telmatobius dankoi* (amended version of 2015 assessment). *The IUCN Red List of Threatened Species* 2021: e.T57335A190223334.

<https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-1.RLTS.T57335A190223334.en>. Consultado 27 mar. 2025 Disponible en: <https://www.iucnredlist.org/fr/species/57335/190223334>

IUCN SSC Amphibian Specialist Group, Re:wild, Synchronicity Earth. 2023. State of the World's Amphibians: The Second Global Amphibian Assessment. Texas, USA. 91 p.

IUCN SSC Amphibian Specialist Group. 2024. Amphibian conservation action plan: A status review and roadmap for global amphibian conservation. Wren, S., Borzée. A., Marcec-Greaves, R. & Angulo, A. Eds. IUCN SSC Occasional Paper, No 57. Gland, Switzerland: IUCN

Lobos G, M Vidal, C Correa, A Labra, H Diaz, A Charrier, F Rabanal, S Díaz, C Tala. 2013. Anfíbios 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 p.

Loudon AH, DC Woodhams, L Wegener-Parfrey, H Archer, R Knight, V McKenzie, RN Harris. 2013. Microbial community dynamics and effect of environmental microbial reservoirs on red-backed salamanders (*Plethodon cinereus*). *The ISME Journal*. 8:830–840. DOI: 10.1038/ismej.2013.200

Nuñez JJ, V Ordóñez, V Vera-Sovier. Fauna de la cuenca Llancahue. In Oyarzún C, Donoso P, JJ Nuñez eds. Historia Natural, Servicios Ecosistémicos y Perspectivas de Desarrollo de la Cuenca de Llancahue, Valdivia, Chile. 203 p.

Ogilvy V, RF Preziosi, Fidgett. 2012. A brighter future for frogs? The influence of carotenoids on the health, development and reproductive success of the red-eye tree frog. *Animal Conservation* 15:480-488. DOI: 10.1111/j.1469-1795.2012.00536.x

ParqueMet 2022. Programa de Conservación de Anfíbios Nativos de Chile. Parque Metropolitano de Santiago, Chile. Consultado 27 mar. 2025. Disponible en: https://parquemt.cl/programas_educativos/anfibios-nativos-de-chile/

Pino A, C Oyarzún, C Zurita. 2020a. Llancahue, Reducto de Bosque Antiguo Valdiviano. In Oyarzún C, Donoso P, JJ Nuñez eds. Historia Natural, Servicios Ecosistémicos y Perspectivas de Desarrollo de la Cuenca de Llancahue, Valdivia, Chile. 203 p.

Pino A, C Oyarzún, R Novoa, I Díaz, P Moreira. 2020b. Servicios ecosistémicos que conectan la cuenca de Llancahue con los humedales de los alrededores de Valdivia, Región de los Ríos, Chile. In Oyarzún C, Donoso P, JJ Nuñez eds. Historia Natural, Servicios Ecosistémicos y Perspectivas de Desarrollo de la Cuenca de Llancahue, Valdivia, Chile. 203 p.

Rabanal FE, JR Formas. 2009. Complementary diagnosis of the genus *Insuetophrynus* (Anura, Cycloramphidae) based on larval characters. *Zootaxa*, 2116:59-67. DOI: 10.11646/zootaxa.2116.1.4

Rabanal FE, JJ Nuñez. 2008. Anfíbios de los Bosques Templados de Chile. Primera Edición. Universidad Austral de Chile, Valdivia.

- Rodriguez A, D Poth, S Schulz, M Vences. 2010. Discovery of skin alkaloids in a miniaturized eleutherodactylid frog from Cuba. *Biology Letters*. 7(3):414-418. DOI: 10.1098/rsbl.2010.0844
- Segura B. 2017. New record of *Insuetophrynus acarpicus* Barrio, 1970 (Anura: Rhinodermatidae) in Chile: implications for its conservation. *Check List*, 13(1), 1-5. DOI:10.15560/13.1.2046
- Semlitsch, R. 2002. Critical Elements for Biologically Based Recovery Plans of Aquatic-Breeding Amphibians. *Conservation Biology*. 16:619-629. DOI: 10.1046/j.1523-1739.2002.00512.x.
- Soria-Ortíz G, LM Ochoa-Ochoa, E Vázquez-Domínguez. 2022. Respuesta genética y funcional de anfibios a perturbaciones causadas por actividades antrópicas. *Ecosistemas* 32(1): 1-8. DOI:10.7818/ECOS.2462
- Stamps J, R Swaisgood. 2007. Someplace like home: Experience, habitat selection and conservation biology. *Applied Animal Behaviour Science*. 102:392-409. DOI: 10.1016/j.applanim.2006.05.038.
- Tapley B, K Bradfield, C Michaels, M Bungard. 2015. Amphibians and conservation breeding programmes: do all threatened amphibians belong on the ark? *Biodiversity and Conservation*. 24:2625-2646. DOI:10.1007/s10531-015-0966-9.
- Tocher MD, D Fletcher & PJ Bishop. 2006. A modeling approach to determine a translocation scenario for the endangered New Zealand frog *Leiopelma hamiltoni*. *Herpetological Journal* 16:97-106.
- Tocher, M., and D. Brown. 2004. *Leiopelma hamiltoni* homing. *Herpetological Review*. 35:259-261.
- Valenzuela A, S Miranda, R Moreno, J Gerding, R Catrileo, J Guillemot, S Delgado, M Nuñez, A Cunningham, MB Zapararte. 2024. Partnerships between private landowners and conservationists to protect one of the most evolutionarily distinct amphibians. *Oryx*, 1–4. DOI:10.1017/S0030605324000115
- West, J. (2018). Importance of Amphibians: A Synthesis of Their Environmental Functions, Benefits to Humans, and Need for Conservation. Honors Program Theses and Projects, Bridgewater State University. 43 p.