



UNIVERSIDAD DEL BÍOBÍO.
FACULTAD DE EDUCACIÓN Y HUMANIDADES.
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS.
PEDAGOGÍA EN CIENCIAS NATURALES, MENCIÓN BIOLOGÍA

**EVALUACIÓN DEL ESTADO DE
CONSERVACIÓN DE ESPECIES DEL GÉNERO
BIOMPHALARIA (GASTROPODA:
PLANORBIDAE) EN CHILE SEGÚN
CRITERIOS IUCN Y NATURESERVE**

**MEMORIA PARA OBTAR AL TÍTULO DE PROFESOR DE ENSEÑANZA MEDIA
EN CIENCIAS NATURALES MENCIÓN EN BIOLOGÍA**

AUTOR: ACUÑA GUZMÁN, ALEJANDRO
Profesores guías: Collado Inzulza, Gonzalo.

Vidal Maldonado, Marcela.

RESUMEN

El género *Biomphalaria* corresponde a caracoles dulceacuícolas pulmonados que habitan cuerpos de agua de bajo caudal, con cerca de 34 especies a nivel mundial, de las cuales ocho se reconocen como válidas en Chile más dos especies candidato. Su presencia en territorio chileno se extiende desde el altiplano hasta la Patagonia, y no se ha efectuado una evaluación para conocer el estado de conservación de manera formal de las especies, exceptuando *Biomphalaria costata*, clasificada como en Peligro Crítico (CR) por el Ministerio del Medio Ambiente de Chile. En este trabajo se plantean cuatro objetivos: 1) Reconocer especies válidas pertenecientes al género *Biomphalaria* presentes en Chile, 2) Generar un mapa de ocurrencia de las especies de *Biomphalaria* sobre áreas SNASPE del Estado., 3) Asignar estados de conservación de las especies chilenas según los criterios IUCN y NatureServe y, 4) Proponer potenciales medidas de protección para las especies evaluadas. De las ocho especies válidas, *Biomphalaria aymara*, *Biomphalaria atacamensis*, *Biomphalaria costata* y *Biomphalaria cristiani* fueron catalogadas en Peligro Crítico (CR) de acuerdo con IUCN y NatureServe (N1), *Biomphalaria chilensis* y *Biomphalaria schmiereriana* obtuvieron la clasificación de Vulnerable (VU) según IUCN y NatureServe (N2) mientras *Biomphalaria crequii* fue categorizada como En Peligro (EN) tanto por IUCN y como NatureServe (N3). Las dos especies candidatas, que no han recibido nombres científicos formales, obtuvieron la categoría de Peligro Crítico (CR) según la IUCN y NatureServe (N1). Debido al carácter estatal de las áreas de protección, las propuestas se enfocaron en la concientización de la población y la disminución del impacto del turismo. Finalmente, al integrar los resultados de estos cuatro objetivos, se concluye que *Biomphalaria* es un género amenazado, con una extensa distribución nacional, pero con pocas ocurrencias, las cuales, en su gran mayoría, no se encuentran dentro de áreas protegidas.

Índice de Contenido

1. Introducción.....	4
2. Justificación del estudio	14
3. Hipótesis	14
4. Objetivos	15
4.1 Objetivo General.....	15
4.2 Objetivos Específicos.....	15
5. Materiales y métodos	15
6. Resultados	20
7. Discusión	45
8. Conclusión.....	48
9. Referencias.....	50

1. Introducción

Actualmente el planeta está experimentando una crisis de la diversidad biológica esto debido a la disminución y desplazamiento de especies tanto animales como vegetales debido a factores físicos y bióticos. Ante este gran problema, en 1985 en el Foro Nacional sobre la Diversidad Biológica de Estados Unidos la comunidad científica discute sobre los datos observados y respaldan la teoría de esta crisis dando como resultado la acuñación del concepto de ‘biodiversidad’, el cual entre otras definiciones podemos destacar que ‘La diversidad biológica o biodiversidad es todo aquello que contribuya a la variedad en el mundo viviente’ (Wilson, 1993). La biodiversidad la podemos dividir en tres aspectos diferentes: Diversidad genética, la cual se encarga de la diversificación en el código genético de una especie; Diversidad entre especies, la cual se caracteriza por las diferentes especies que podemos encontrar en el planeta y la Diversidad de ecosistemas la cual se encarga de los variados ambientes donde las especies habitan.

En el caso de Chile, la biodiversidad se puede medir con la cantidad de especies que se pueden encontrar en el territorio nacional, corresponden a 31.000 especies divididas en 13.391 especies de algas, flores y hongos, 15466 invertebrados y 2036 vertebrados, del total de especies registradas alrededor de un 25% corresponden a especies endémicas situando a Chile como uno de los treinta y cinco puntos calientes a nivel mundial (Ministerio del Medio Ambiente, 2017). Las especies endémicas son aquellas que solo podemos encontrar en un determinado territorio, sin posibilidad de encontrarlas de forma natural en ningún otro lugar del planeta, y aquí es donde radica su importancia y su mayor peligro, ya que al ser especies

restringidas a un solo lugar se verían amenazadas directamente ante los factores que alteran la biodiversidad. Dentro de los principales factores que afectan la biodiversidad natural se encuentran la destrucción de hábitats para el uso de suelos, sobrexplotación de recursos no renovables, especies invasoras, calentamiento global, entre otros (Toledo, 1994).

Chile no se ve exento de esta crisis de la biodiversidad global, ya que la minería, la industria mobiliaria, el mal manejo de cuerpos de agua, la contaminación de grandes urbes, la zarza mora, el castor y la avispa chaqueta amarilla, entre otros, han producido una devastación enorme a los ecosistemas naturales. En Chile se ´han clasificado 127 ecosistemas terrestres de los cuales 63 se encuentran Amenazados, 8 En Peligro Crítico, 6 En Peligro, 49 Vulnerables, 5 Casi Amenazados y 59 en Preocupación Menor´´ (MMA, 2017). Las principales fuentes de amenazas para estos ecosistemas radican en el cambio de suelo, las especies invasoras, el avance indiscriminado del sector agrícola ganadero y el cambio climático. Dentro de estos ecosistemas se han calificado en alguna categoría de conservación alrededor de 1.111 especies de las cuales 729 se encuentran amenazadas (Ministerio del Medio Ambiente, Chile 2017). Para dar cuenta de las especies que se ven más amenazadas por la crisis de biodiversidad global se han empezado a fomentar los estudios sobre conservación y evaluación de especies, con el fin de categorizar el nivel de amenaza a la cual se enfrentan los diversos organismos. El sentido de dicha categorización es priorizar a las especies que se encuentren más amenazadas, ayudando con la destinación de recursos para su investigación, conservación y protección, entre otros.

En Chile se ha evaluado alrededor del 4% de las especies presentes en el territorio nacional. Dentro de esta evaluación podemos encontrar gran cantidad de mamíferos, herbáceas, arbustos, reptiles, anfibios, moluscos, entre otros. Dentro de los moluscos se han registrado

alrededor de 103 especies dulceacuícolas divididos en las siguientes familias: Cochliopidae, Tateidea, Chilinidae, Physidae, Lymnaeidae, Planorbidae, Ancyliidae, Ampullariidae, Thiariidae, Hyriidae y Sphaeriidae, (Jackson y Jackson, 2010).

En la familia Planorbidae se encuentra el género *Biomphalaria* Preston 1910, el cual se extiende por América, Asia y África y consta de alrededor de 34 especies descritas en el mundo (DeJong et al., 2001). Estos caracoles tienen como característica el ser dulceacuícolas, pulmonados y hermafroditas que se alimentan principalmente de algas y material orgánico en descomposición. “Su capacidad reproductiva es alta ya que ponen entre 20 y 40 huevos, los cuales eclosionan a los 7 días, una vez eclosionado los individuos maduran en un lapso de 30 días” (Souza y Lima, 1990). Si bien su tasa de reproducción es alta, su población es irregular teniendo bajas y altas de individuos de manera intermitente debido a que necesitan del agua para sobrevivir. Se les considera un género estacional donde en estación seca resisten en la humedad hasta la llegada de lluvias para iniciar su ciclo reproductivo, lo que conlleva a que sea un género particularmente frágil ante los cambios de su hábitat (Barbosa y Barbosa, 1994).

Los principales ecosistemas donde habitan las especies de *Biomphalaria* consisten en cuerpos de agua continentales de corriente débil tanto lénticas como lóxicas, su distribución se extiende desde el extremo norte de Chile hasta la Patagonia chilena, la cantidad de especies presentes en el territorio varían dependiendo de los autores. Sielfeld (2001) reconoce seis especies diferentes de *Biomphalaria*: *Biomphalaria thermala* (Biese, 1951), *Biomphalaria costata* (Biese, 1951), *Biomphalaria aymara* (Valdovinos & Stuardo, 1991), *Biomphalaria montana* (Biese, 1951), *Biomphalaria canonica* (Cousin, 1887) y *Biomphalaria peregrina* (d’Orbigny, 1935). Por otro lado, Valdovinos (1999, 2006) reconoce siete especies

diferentes: *Biomphalaria atacamensis* (Biese, 1951), *Biomphalaria chilensis* (Antón, 1839), *Biomphalaria schmiererianus* (Biese, 1951), *Biomphalaria montana* (Biese, 1951), *Biomphalaria costata* (Biese, 1951), *Biomphalaria thermala* (Biese, 1951), *Biomphalaria aymara* Valdovinos & Stuardo, 1991, mientras que en el Ministerio del Medio Ambiente de Chile registra: *Biomphalaria crequii* (Courty, 1907), *Biomphalaria costata* (Biese, 1951), *Biomphalaria aymara* Valdovinos & Stuardo, 1991, *Biomphalaria montana* (Biese, 1951), *Biomphalaria chilensis* (Antón, 1839), *Biomphalaria cristiani* Fuentealba & Figueroa, 2012, *Biomphalaria jacobeanae* (Gay, 1854), *Biomphalaria umbilicata* (Anton, 1839), *Biomphalaria atacamensis* (Biese, 1951), *Biomphalaria schmiererianus* (Biese, 1951). Además de estas, existen dos especies candidato descubiertas en estudios recientes, *Biomphalaria*.sp. 1 (Collado, 2011) y *Biomphalaria* sp. 2 (Collado y Méndez, 2012).

A nivel global la importancia del género *Biophalaria* recae en que es el único hospedador intermediario del parásito *Schistosoma mansoni* (Sambon, 1907), uno de los causantes de schistosomiasis, una enfermedad parasitaria que tiene como principales síntomas la fatiga y la fiebre, imposibilitando al afectado a realizar cualquier labor que requiera esfuerzo físico; en casos más graves la vía urinaria y/o respiratoria se pueden ver comprometidas. El contagio de esta enfermedad está ligada a la exposición a cuerpos de agua con la presencia de especies del género *Schistosoma* (Bilharz, 1851). Esta enfermedad causa alrededor de 280.000 muertes al año principalmente en países tropicales y sub-tropicales como Brasil, Venezuela, África, Surinam, también en países como China, Indonesia y Filipinas, además este parásito posee una alta tasa de contagio afectando un estimado de 160 millones de personas a nivel global (OMS, 2004), siendo sus principales afectados Asia, África y Sudamérica. A nivel sudamericano las principales especies hospedadoras del

parasito *Schistosoma mansoni* son *Biomphalaria glabrata* (Pifano, 1973), *Biomphalaria straminea* (Dunker, 1848) y *Biomphalaria tenagophila* (D'orbigny, 1835), siendo los países más afectados Brasil, Venezuela, China y Surinam. En el caso de Chile no hay registro de schistosomiasis autóctono, pero sí un par de casos aislados donde personas contagiadas llegaron a centros de salud provenientes de otros países, lo cual deja en evidencia la posibilidad de ingreso del parasito al país y dada la presencia de especies del género *Biomphalaria* existe la posibilidad de que puedan ser hospedadoras de dicho parasito, ya que en la actualidad no hay estudios nacionales que demuestren si es que pueden ser hospedadoras de *Schistosoma* en caso de que este sea introducido lo cual genera la necesidad de fomentar un estudio preventivo y así estar preparados para futuros focos de contagio.

La principal amenaza a la que se enfrenta este género de caracoles acuícolas es la alteración de su ecosistema, debido a que poseen un frágil ciclo reproductivo, lo que no quiere decir que su capacidad reproductiva sea baja si no que necesitan determinadas condiciones para completar su ciclo, como por ejemplo la humedad de su hábitat, que se ve afectada por la disminución del cauce de los cuerpos de agua donde habit debido a la disminución de la pluviosidad a causa del cambio climático. A lo anterior se suma la extracción desmesurada de aguas para la minería y el riego del sector agrícola. Consecuentemente, es de suma importancia conocer el estado actual de conservación en el que se encuentran las especies.

Ante la crisis que representa la disminución de especies a nivel global en 1964 la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) que, mucho más que una lista de especies y su estado de conservación, es una herramienta que permite informar y fomentar acciones para la conservación de la biodiversidad y el cambio de políticas, fundamental para proteger los recursos naturales que necesitamos para sobrevivir. Este

organismo proporciona información sobre el área de distribución, el tamaño de la población, el hábitat y la ecología, el uso y / o comercio, las amenazas y las acciones de conservación que ayudarán a informar las decisiones de conservación necesarias (IUCN, 2012). Este criterio consta de 9 categorías: (EX) Extinto, (EW) extinto en la naturaleza (CR) En peligro crítico, (EN) En peligro, (VU) Vulnerable, (NT) casi amenazado, (LC) preocupación menor, (DD) datos deficientes y en el caso que no se pueda evaluar o no se ha evaluado una especie se clasifica en (NE) no evaluado (Rodríguez. 2011).

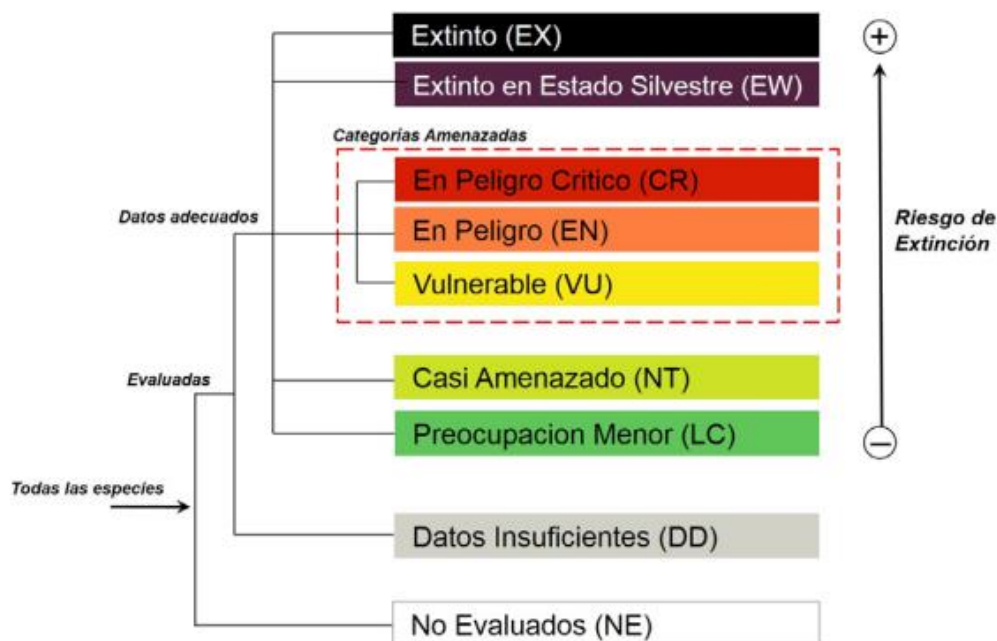


Figura 1. Estructura de las categorías de la lista roja de IUCN (2017).

La IUCN trabaja con cinco criterios: A, B,C,D y E los cuales son aplicados dependiendo de lo que se conoce de la especie a categorizar.

Los criterios son:

- A. Reducción de la población según datos históricos o una estimación de una reducción a futuro.
- B. Distribución geográfica representada como Extensión de presencia (EOO) y Área de ocupación (AOO).
- C. Pequeño tamaño de población y reducción.
- D. Población muy pequeña o reducida.
- E. Análisis cuantitativo.

En este trabajo se utilizó el criterio B el cual posee sub criterios por un lado, Extensión de presencia (EOO) el cual se define como el límite imaginario más corto que se puede trazar entre los sitios conocidos donde se encuentra una especie, cada sitio independiente donde se ha muestreado un taxón se llama ocurrencia, por otro lado, el Área de Ocupación (AOO) se define como el área dentro de la extensión de ocurrencia donde se ha demostrado que se encuentra presente la especie estudiada. El área de ocupación que recomienda IUCN es de 2km cuadrados que puede variar según las necesidades del investigador.

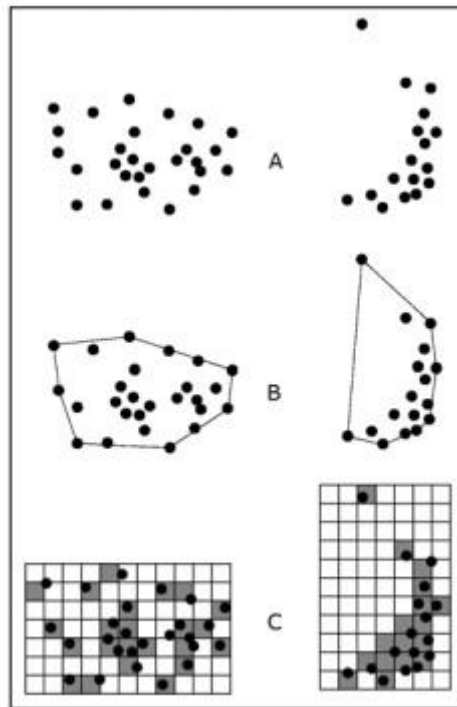


Figura 2. Ejemplo de la diferencia entre AOO y EOO. (A) ocurrencias de un taxón, (B) Extensión de presencia (EEO) que muestra el límite imaginario más corto entre ocurrencias, (C) Área de Ocupación (AOO), donde se muestra el área asignada a cada ocurrencia dentro de la extensión de presencia.

B. Distribución geográfica representada como extensión de presencia (B1) Y/O área de ocupación (B2)			
	En Peligro Crítico	En Peligro	Vulnerable
B1. Extensión de presencia (EEO)	< 100 km ²	< 5.000 km ²	< 20.000 km ²
B2. Área de ocupación (AOO)	< 10 km ²	< 500 km ²	< 2.000 km ²
Y por lo menos 2 de las siguientes 3 condiciones:			
(a) Severamente fragmentada, O Número de localidades	= 1	≤ 5	≤ 10
(b) Disminución continua observada, estimada, inferida o proyectada en cualesquiera de: (i) extensión de presencia; (ii) área de ocupación; (iii) área, extensión y/o calidad del hábitat; (iv) número de localidades o subpoblaciones; (v) número de individuos maduros			
(c) Fluctuaciones extremas en cualesquiera de: (i) extensión de presencia; (ii) área de ocupación; (iii) número de localidades o subpoblaciones; (iv) número de individuos maduros			

Figura 3. Sub criterios para la determinación de la categoría de amenaza utilizada por IUCN (IUCN, 2012).

Los criterios de evaluación de IUCN brindan una idea general de la amenaza en la cual se encuentra un especie particular, pero no brinda información con respecto a las amenazas específicas a la cual se enfrenta la especie, por ello en 1994 se crea la Asociación

para la Información sobre Biodiversidad en Virginia, USA, la cual, a través de los años ha reformado su estructura institucional para conocerse hoy como NatureServe, una organización sin fines de lucro que proporciona datos, herramientas y servicios asociados a la conservación de la vida silvestre. Dentro de sus herramientas destaca el Conservation Rank Calculator, un programa que permite conocer el estado de conservación de una especie incorporando datos de entrada a tablas programadas en archivo Excel, el cual será clave en este trabajo dada su capacidad de asignar rankings usando el nivel de amenaza real al que se enfrentan las especies además de las ocurrencias y extensión de presencia datados en los muestreos. Este criterio consta de 10 factores a evaluar, los cuales se dividen en tres categorías (NatureServe 2012):

- Rareza: la cual consiste en población, tamaño, alcance del rango, área de ocupación, número de ocurrencias y especificidad ambiental.
- Amenazas: se mide el Impacto de la amenaza, la cual se determina considerando el alcance y la gravedad de la o las amenazas que afecten a la población.
- Tendencias: contiene los factores de tendencia a corto y largo plazo en tamaño y/o área de la población.

Las clasificaciones consisten de una letra y un número, las primeras indicando el tamaño del área geográfica donde se ha enfatizado el estudio de las especies a clasificar siendo (G) global, (N) nacional y (S) regional, y el número indicando el peligro en el cual se encuentran (G1) en peligro crítico, (G2) en peligro, (G3) vulnerable, (G4) aparentemente seguro, (G5) seguro. En el caso que los datos sean insuficientes se clasificara en (GU), que corresponde a inclasificable.

Una vez que la especie ha sido evaluada y/o clasificada hay diferentes alternativas a seguir, dentro de ellas, si la especie se encuentra amenazada es deber del estado encargarse de su protección en la medida de lo posible, ya sea con la concientización de la ciudadanía por medio de la educación, la creación de senderos de interpretación ambiental, los cuales se caracterizan por ser caminos diseñados con un enfoque de cuidado e información sobre las especies que se encuentran en el entorno o con la creación de áreas protegidas, aquí es donde se encuentra el rol de SNASPE.

En 1984 se creó por medio de la ley N° 13.362 El Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado (SNASPE), que tiene por objetivo el manejo y protección de ambientes naturales, tanto acuáticos como terrestres con el fin de lograr su conservación. Este sistema consta de tres categorías de manejo: Parques Nacionales, Reservas Naturales y Monumentos Naturales. El Parque Nacional tiene como fin salvaguardar todo lo que se encuentra en su extensión de territorio sin posibilidad de crear establecimientos de comercio o turismo con ellos, las Reservas Naturales si bien son protegidas, puede ser usada con fines turísticos o comerciales siempre y cuando sea de manera sustentable, en los Monumentos Naturales al igual que las Reservas Naturales se pueden realizar actividades turísticas o comerciales , pero solo en la medida de que sea compatible con la preservación de su ambiente natural. En Chile se encuentran 105 Áreas silvestres protegidas divididas en 41 Parques Nacionales, 46 Reservas Naturales y 18 Monumentos Naturales, cubriendo alrededor del 20% del territorio nacional, que abarcan 15 millones de hectáreas aproximadamente, la mayoría en la zona sur, dejando la zona centro y norte del país con medidas insuficientes de protección.

La finalidad de esta tesis es evaluar la presencia, las amenazas y el estado de conservación de todas las especies pertenecientes al género *Biomphalaria* en territorio

chileno. Los datos de entrada se obtendrán de la revisión bibliográfica de los lugares de ocurrencia de las especies, además de establecer las amenazas a las cuales están sometidas dichas especies, para luego determinar el estado de conservación de cada una según la IUCN y NatureServe (Master et al., 2012).

2. Justificación del estudio

Todas las especies del género *Biomphalaria* presentes en Chile son endémicas, en ello recae su importancia a nivel nacional para conservar su diversidad y como futuros profesionales de la educación en el área de las ciencias es nuestro deber fomentar a las nuevas generaciones a salvaguardar, en la medida de lo posible, a las especies que nos rodean y para ello deben conocer dónde están esas especies que hay que proteger y qué tan amenazadas se encuentran. Este trabajo nace de la intencionalidad de hacer visible la existencia de estos caracoles acuícolas de pequeño tamaño y el estado de amenaza en el cual se encuentran ya que el primer paso para la protección es el conocimiento que se tenga. Además, por medio de herramientas de mapeo, en esta tesis se identificará los lugares donde ocurren las especies del género *Biomphalaria* presentes en Chile y si esos lugares se encuentran protegidos por el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), el cual tiene como finalidad principal salvaguardar ecosistemas, suelos, bosques, fauna y paisajes y así verificar si las especies actualmente poseen la protección del estado y en el caso de no contar con ella proponer las medidas más realistas a realizar.

3. Hipótesis

Las especies de *Biomphalaria*, al ser endémicas, se clasificarán como mínimo en un nivel de amenaza vulnerable.

4. Objetivos

4.1 Objetivo General.

- Evaluar el estado de conservación de las especies chilenas del género *Biomphalaria*.

4.2 Objetivos Específicos

1. Reconocer especies válidas pertenecientes al género *Biomphalaria* presentes en Chile.
2. Generar un mapa de ocurrencia de las especies de *Biomphalaria* sobre áreas SNASPE del Estado.
3. Asignar estados de conservación de las especies chilenas según los criterios IUCN y NatureServe.
4. Proponer potenciales medidas de protección para las especies evaluadas.

5. Materiales y métodos

Objetivo 1. Reconocer especies válidas pertenecientes al género *Biomphalaria* presentes en Chile.

Por medio de un análisis de la literatura sobre el género *Biomphalaria* en territorio chileno principalmente de los autores Stuardo (1961), Valdovinos (1999), Sielfeld (2001) y Collado (2011) se catalogaron las especies válidas del género que se encuentran en Chile. Para la búsqueda de bibliografía se utilizaron plataformas como Scielo, repositorios universitarios y motores de búsqueda como Google Académico, Researchgate, entre otros.

Objetivo 2. Generar un mapa de ocurrencia de las especies de *Biomphalaria* sobre áreas SNASPE del Estado.

A través de la búsqueda bibliográfica se obtuvieron las coordenadas de ocurrencia de las especies pertenecientes al género *Biomphalaria*, en el caso de no tener las coordenadas de las ocurrencias se utilizó el método Punto – Radio (Wieczorek, J. 2004), el cual por medio de la utilización de puntos de referencias asigna una coordenada con cierto margen de incertidumbre. Una vez obtenidas las coordenadas se utilizó el programa Geocat (Bachman, S. 2011) para obtener su distribución geográfica; este programa usa como base el sistema decimal de coordenadas por lo que es necesario la transformación de coordenada del sistema GMS (grado minutos segundo) de ser necesario. Para esto, se utilizó el conversor que se encuentra en la página web rapidtables.com, el cual demostró mayor precisión a la hora de transformar ambos sistemas de coordenadas.

Una vez realizado este mapeo se exportó la información a un segundo programa llamado QGIS (Sherman, G. 2002), con el cual se crearon mapas personalizados por medio del uso de capas de vectores los cuales fueron descargado de la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Dentro de esas capas podemos encontrar una amplia gama de características de una

zona geográfica, desde las zonas urbanas, montañas, volcanes, industria, minería y zonas protegidas, entre otras. Finalmente, al tener todos los puntos mapeados y seleccionadas las capas a utilizar, se creó un mapa geográfico para mostrar las ocurrencias de la especie a nivel nacional y su cercanía con las áreas SNASPE.

Objetivo 3. Asignar estados de conservación de las especies chilenas según los criterios IUCN y NatureServe.

IUCN utiliza dos estadísticas para asignar el estado de conservación, Área de Ocupación y Extensión de Presencia. Ambos estados se obtuvieron automáticamente al mapear los puntos de ocurrencia en el programa Geocat, el cual asigno la categoría correspondiente según la cantidad de ocurrencias y su extensión en el territorio a cada especie.

NatureServe, por otro lado, utiliza la herramienta Rank Calculator, la cual consiste en un archivo Excel programa que se rellena con datos de las ocurrencias de las especies, además de las amenazas a la cual se exponen en los diferentes puntos ocurrencia, que se establecen utilizando mapas satelitales y recursos digitales para identificarlas. Los criterios bajo NatureServe se categorizan entre 4 y 7 letras, las cuales tienen un valor designado.

Tabla 1. Valor de cada letra con respecto a los diferentes criterios de NatureServe.

critério	A	B	C	D	E	F	G
Extensión de presencia (EOO)	< 100 km ²	100 - 250 km ²	250 - 1.000 km ²	1.000 - 5.000 km ²	5.000 - 20.000 km ²	20.000 - 200.000 km ²	200.000 - 2.500.000 km ²
Área de Ocupación (AOO)	1 - 4 km ²	5 - 10 km ²	11 - 20 km ²	21 - 100 km ²	101 - 500 km ²	501 - 2.000 km ²	2.001 - 10.000 km ²

Ocurrencias	1 - 5	6 - 20	21 - 80	81 - 300	> 300	-	-
Ocurrencia con buena viabilidad	0	1 - 3	4 - 12	13 - 40	41 – 125	> 125	-
Impacto global de la amenaza	Muy alta	Alta	Media	Baja	-	-	-

El criterio que caracteriza la evaluación de NatureServe es el impacto global de la amenaza (Tabla 1), el valor del criterio se obtuvo al ingresar el alcance y severidad de diferentes factores con sub-factores que suponen una amenaza para la especie. En el alcance se especifica el porcentaje de la población que se ve afectada y la severidad se refiere a cuanto es el impacto de dicha amenaza en el sector afectado. Las amenazas se agrupan en 11 categorías: desarrollo comercial y residencial, agricultura y acuicultura, producción de energía y minería, transporte y servicio de corredores, uso de recursos biológicos, intrusión humana, modificaciones de sistemas naturales, especies invasoras y enfermedades, contaminación, eventos geológicos y cambio climático. Cada una de estas categorías contiene subcategorías para hacer aún más detallado el nivel de amenaza. Una vez se incorporaron todos los datos en el Rank Calculator se obtuvo un rango acorde a lo ingresado correspondiente al estado de conservación de la especie.

Tabla 2. Rangos que entrega el Rank Calculator y su definición.

Rango	Definición
N1	Críticamente amenazado – muy alto riesgo de extinción debido a la extrema rareza.
N2	Amenazado – alto riesgo de extinción o eliminación debido a un rango muy restringido, baja población u otros factores

N3	Vulnerable – riesgo moderado de extinción o eliminación debido a un rango restringido, relativa baja población u otros factores.
N4	Aparentemente segura – poco común pero no rara, motivo de preocupación a largo plazo debido a la disminución de la población u otros factores.
N5	Segura – común, generalizada y abundante.
NX	Presumiblemente extinta – especie no encontradas a pesar de los intentos de localización, virtualmente no hay probabilidad de redescubrimiento.
NH	Posiblemente extinta – solo se conocen datos históricos de la especie, pero con cierta esperanza de redescubrimiento.

Objetivo 4. Proponer potenciales medidas de protección para las especies evaluadas.

De acuerdo con las categorías de conservación obtenidas de cada especie y la o las zonas donde estas habitan se propusieron potenciales medidas para promover la protección de la especie en cuestión. Entre estas medidas destacan la creación de senderos de interpretación ambiental, los cuales se caracterizan por ser senderos destinados a caminatas donde se hace un énfasis en las especies que se encuentran en la zona circundante de dicho sendero, promoviendo su visibilización y la concientización del visitante. También se propone la fomentación de investigaciones para conocer otras zonas donde la especie pueda estar habitando y que sea desconocida en la actualidad. Otra medida propone la educación de la población, ya que gran parte del conservacionismo radica en que las personas conozcan a las especies que tienen a su alrededor y por último la creación de nuevas áreas SNASPE o el aumento de su territorio, la cual es más complejo de implementar debido a que es el Estado quien se encarga de crearlas y/o modificarlas.

6. Resultados

En esta investigación se encontró ocho especies válidas de *Biomphalaria* a nivel nacional: *Biomphalaria aymara*, *Biomphalaria atacamensis*, *Biomphalaria costata*, *Biomphalaria crequii*, *Biomphalaria chilensis*, *Biomphalaria cristiani*, *Biomphalaria montana* y *Biomphalaria schmiererianus*. También existen dos especies que aún no se encuentran descritas, *Biomphalaria* sp. 1 y *Biomphalaria* sp. 2, que corresponden a taxones taxonómicos que también se tomaron en consideración a la hora de evaluar su estado de conservación.

En cuanto a la distribución de las especies de *Biomphalaria*, estas se extienden desde Altiplano hasta la Patagonia, siendo *Biomphalaria schmiererianus* (EOO 17.251,776 km²) y *Biomphalaria chilensis* (EOO 9.610,577 km²) las que presentan mayor área de distribución (Tabla 1). En cuanto a las otras seis especies solo, *Biomphalaria crequii* supero los 100 km²- El resto de especies al poseer solo una ocurrencia se le atribuyó 0.002 km² de distribución.

En cuanto al estado de conservación de las especies según criterios de IUCN, se observó que todas las especies se encontraban en algún grado de amenaza. *Biomphalaria schmiererianus* y *B.chilensis*, dada su distribución superior a los 9.000 km², obtuvieron la clasificación de vulnerables (VU), pero debido a su bajo nivel de ocurrencias doce y ocho respectivamente adquirieron la clasificación de en peligro (EN). Por otro lado *B. crequii*, que se distribuye a lo largo de 116,583 km² y posee 14 ocurrencias, se clasificó en ambos casos como en peligro (EN); el resto de especies fue catalogada como en Peligro Crítico (CR) debido a que poseían solo una ocurrencia. Además, las dos especies candidato fueron catalogadas como En Peligro

(EN) debido a que ambas poseen una distribución cercana a los 200 km² y ocurrencias inferiores a diez.

Bajo el criterio de NatureServe (Tabla 2), la situación fue similar, *B. schmiererianus* y *B. chilensis* fueron catalogadas como amenazadas (N2) ya que, a pesar de su amplia distribución, se encuentran amenazadas dada su cercanía con zonas urbanas. *Biomphalaria crequii*, por otra parte, se catalogó como vulnerable (N3) debido que, a pesar de tener una distribución menor, esta se encuentra alejada de grandes amenazas potenciales. Por otro lado, el resto de las especies fueron catalogadas como críticamente amenazadas (N1) debido a que, al estar limitadas a un solo lugar de ocurrencia, cualquier cambio puede afectar gravemente su supervivencia.

A continuación, se presentan los datos obtenidos de las especies pertenecientes al género *Biomphalaria* consideradas en esta tesis con respecto a su estado de conservación, distribución, amenazas, propuestas de protección y mapa de distribución con sus ocurrencias.

Tabla 3. Listado de especies pertenecientes al género *Biomphalaria* presentes en Chile, sus estados de conservación según IUCN y NatureServe, número de ocurrencias y área de ocupación.

Especie	Numero de ocurrencias	Extensión de ocurrencias km ²	Área de ocupación km ²	IUCN		NatureServe
				EOO	AOO	
<i>Biomphalaria aymara</i>	1	0.002	4	CR	CR	N1

<i>Biomphalaria atacamensis</i>	1	0.002	4	CR	CR	N1
<i>Biomphalaria costata</i>	1	0.002	4	CR	CR	N1
<i>Biomphalaria crequii</i>	14	116,583	28	EN	EN	N3
<i>Biomphalaria chilensis</i>	8	9.610,577	32	VU	EN	N2
<i>Biomphalaria cristiani</i>	1	0.002	4	CR	CR	N1
<i>Biomphalaria montana</i>	1	0.002	4	CR	CR	N1
<i>Biomphalaria schmiererianus</i>	12	17.251,776	48	VU	EN	N2
<i>Biomphalaria sp1</i>	5	183,996	16	EN	EN	N1

<i>Biomphalaria</i> <i>sp2</i>	8	197,892	28	EN	EN	N1
-----------------------------------	----------	----------------	-----------	-----------	-----------	-----------

Tabla 4. Especies y sus categorías obtenidas para cada criterio de NatureServe. En la Tabla 1 se muestran los significados de cada letra.

Espece	Área de extensión (EOO)	Área de ocupación (AOO)	Ocurrencias	Ocurrencia con buena viabilidad	Impacto global de la amenaza
<i>B. aymara</i>	A	E	B	D	D
<i>B. atacamensis</i>	A	B	A	B	D
<i>B. costata</i>	A	B	A	B	B
<i>B. chilensis</i>	E	D	B	C	B
<i>B. crequii</i>	A	B	A	B	C

<i>B. montana</i>	E	C	B	C	B
<i>B. schmiererianus</i>	A	B	A	B	A
<i>B. cristiani</i>	A	B	A	B	A
<i>B. sp1</i>	A	B	A	B	B
<i>B. sp2</i>	A	B	B	C	C

Biomphalaria aymara (Fig. 3)

Localidad Tipo: Bofedales de Isluga, Tarapacá, Chile.

Distribución (Fig. 4): Región de Tarapacá, Chile.

Amenazas: Dado que posee solo una ocurrencia. La cuál se encuentra dentro del Parque Nacional Volcán Isluga, no posee una amenaza directa, sino que radican en el turismo de la zona y un pequeño poblado aledaño al parque.

Medidas de protección: Se propone la creación de senderos de interpretación ambiental para el cuidado del hábitat de la especie, además de la concientización de los ciudadanos que viven en las cercanías para reconocer su existencia e importancia junto con fomentar estudios en búsqueda de otras poblaciones de la especie en zonas aledañas.

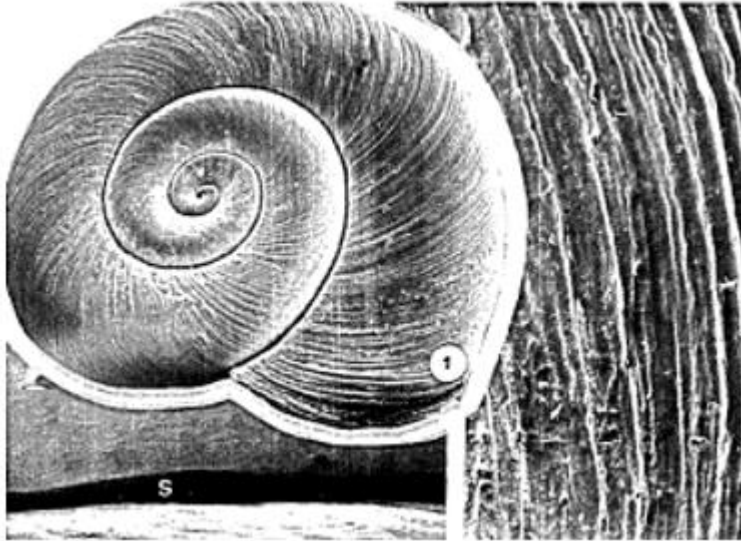


Figura 3. *Biomphalaria aymara*. Vista general de la concha. Modificado de Valdovinos y Stuardo (1991).

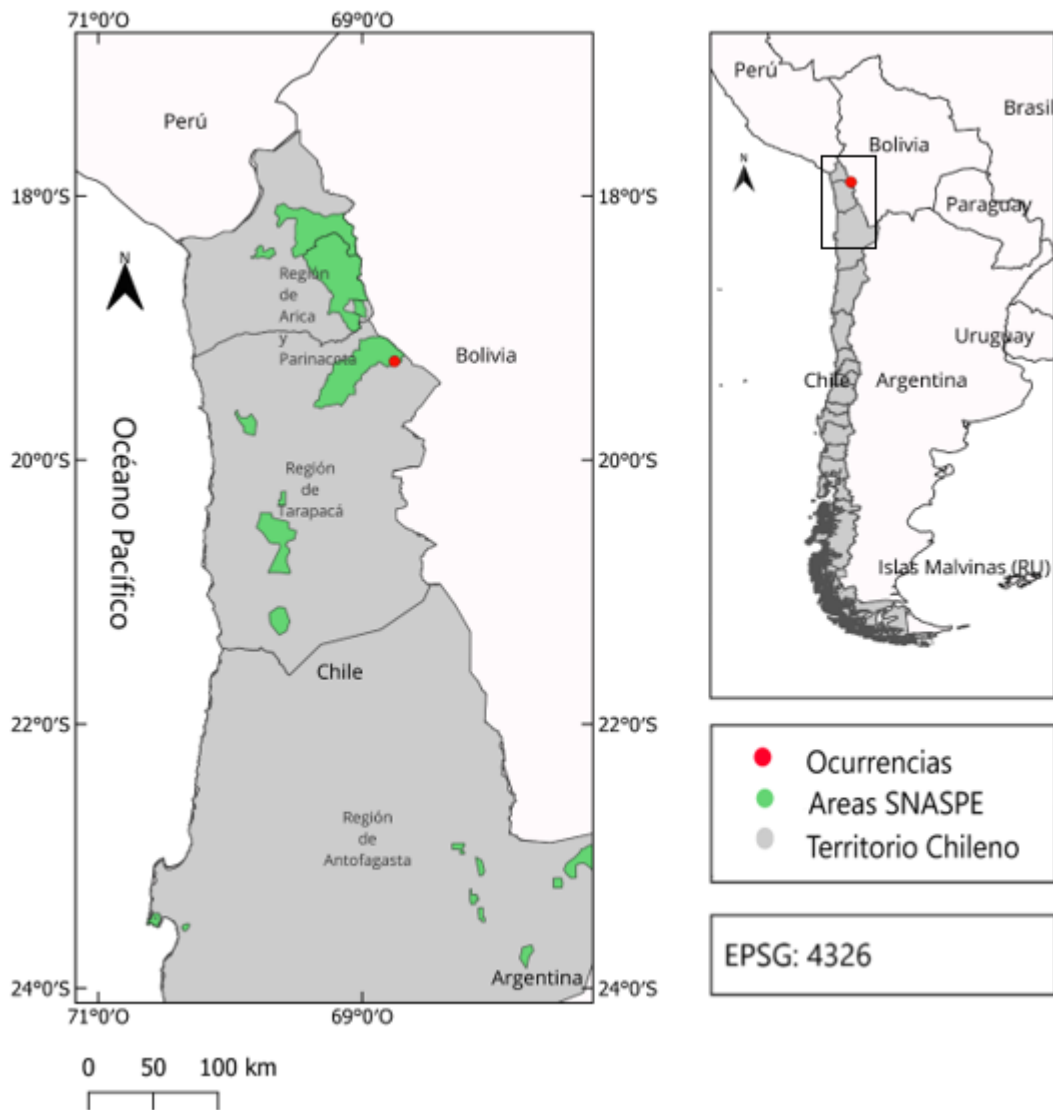


Figura 4. Mapa de distribución de *Biomphalaria aymara*.

Biomphalaria atacamensis (Fig. 5)

Localidad Tipo: Canal Ojancos, Atacama, Chile.

Distribución (Fig. 6): Rio Copiapó, Región de Atacama, Chile.

Amenazas: La especie se encuentra en un nivel de amenaza crítico. Debido a la extrema cercanía a una urbe, y el uso del curso de agua por la industria agrícola y minera.

Medidas de protección: Se propone una concientización de la población sobre la existencia de la especie y el peligro en el cual se encuentra, además de fomentar estudios en búsqueda de otras poblaciones en zonas aledañas.



Figura 5. *Biomphalaria atacamensis*. Vista general de la concha. Modificado de Biese (1951).

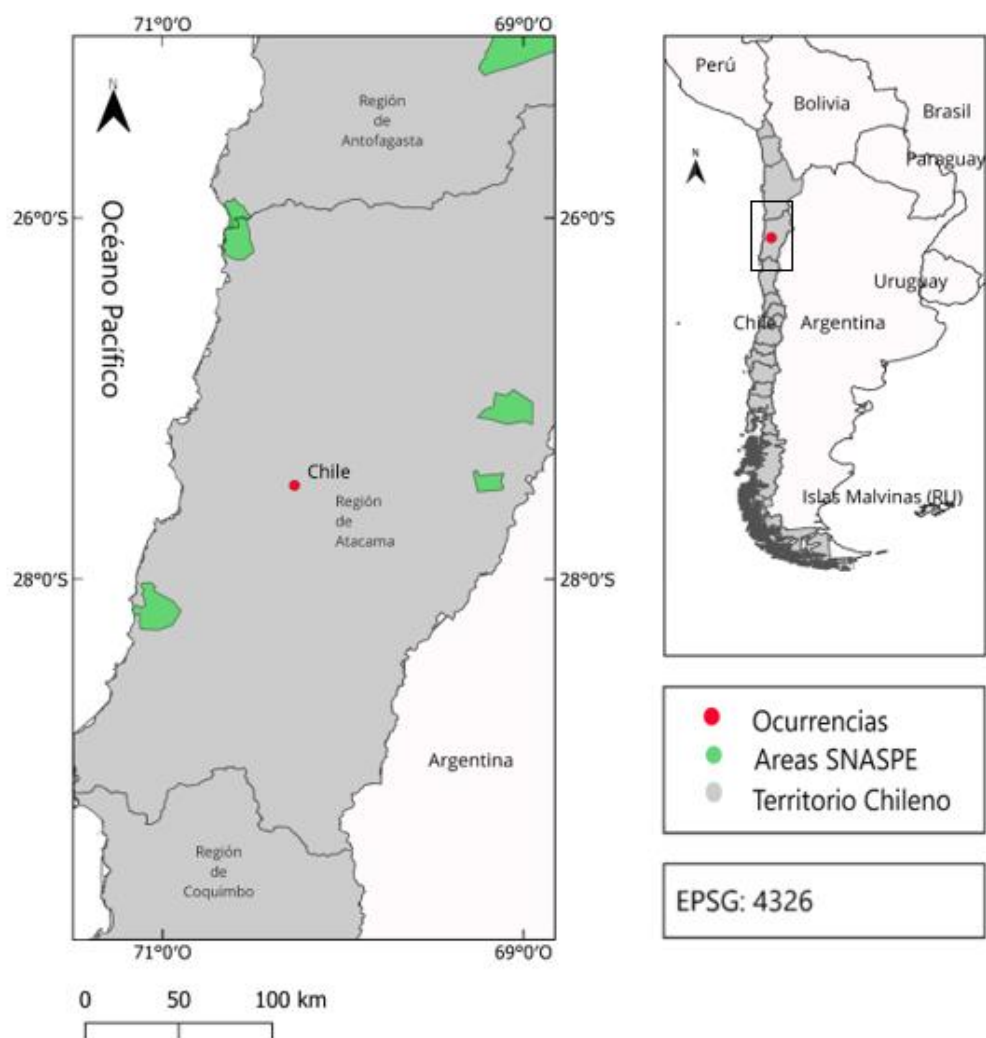


Figura 6. Mapa de distribución de *Biomphalaria atacamensis*.

Biomphalaria costata (Fig. 7)

Localidad Tipo: Cuchichá, Antofagasta, Chile.

Distribución (Fig. 8): Sector Norte del Salar de Carcote.

Amenazas: La extracción de agua por las mineras, evaporación del cuerpo de agua debido al aumento de temperaturas por el cambio climático, posibles erupciones volcánicas y su acotado hábitat hacen que esta especie tenga un alto grado de amenaza.

Medidas de protección: Se propone la creación de un sendero de interpretación ambiental para concientizar sobre la existencia de esta especie y la creación de un área protegida.

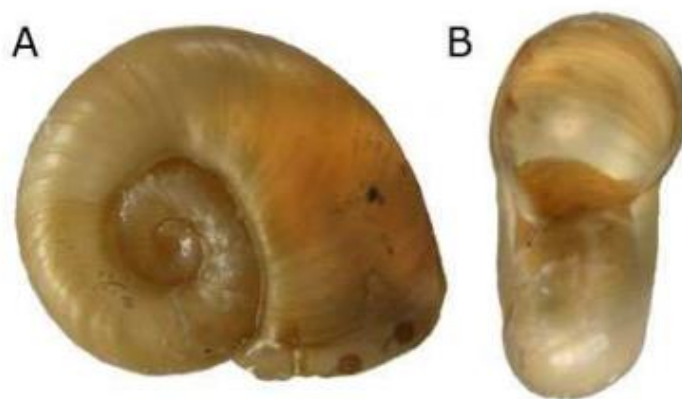


Figura 7. *Biomphalaria costata*. A, vista lateral de la concha; B, vista frontal de la concha. Modificado de Collado (2013).

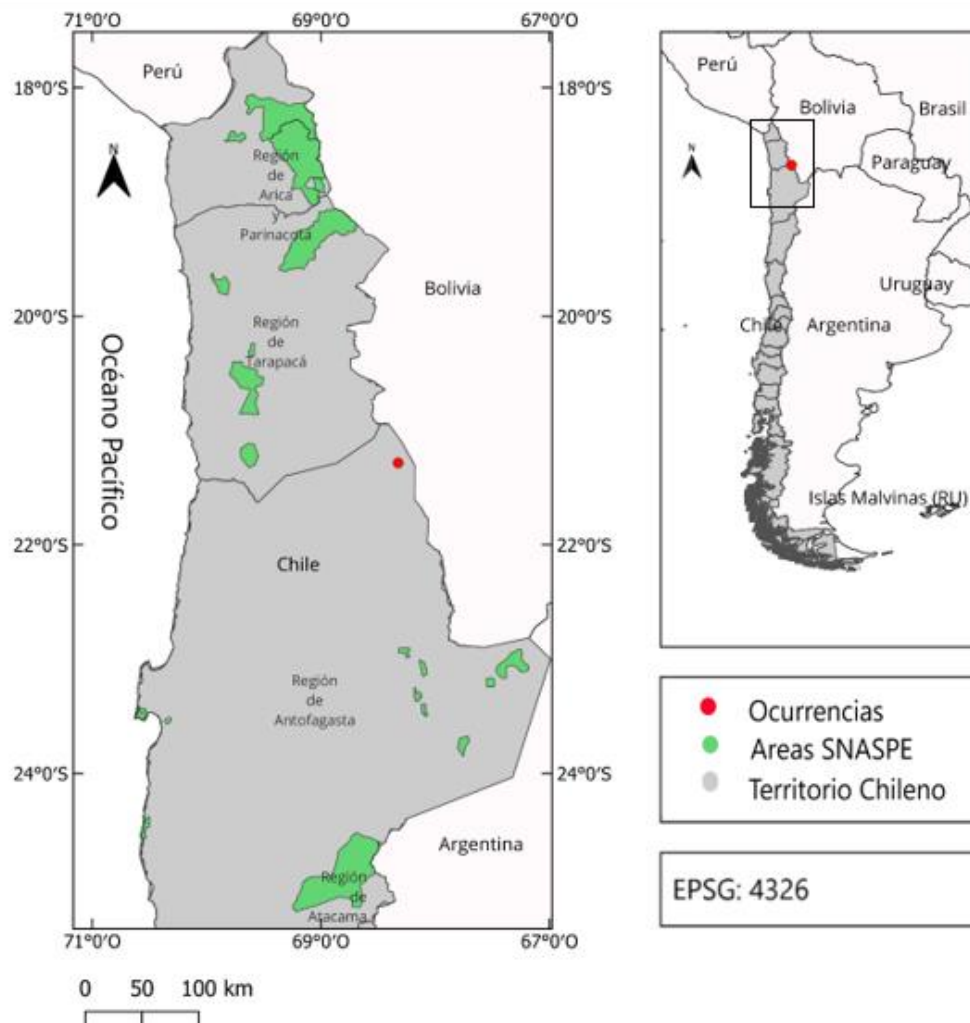


Figura 8. Mapa de distribución de *Biomphalaria costata*.

Biomphalaria crequii (Fig. 9)

Localidad Tipo: Salar de Ascotán, Región de Antofagasta, Chile.

Distribución (Fig. 10): Se distribuye desde el Salar de Carcote al Salar de Ascotán.

Amenazas: La extracción de agua por las mineras, evaporación del cuerpo de agua debido al aumento de temperaturas por el cambio climático, posibles erupciones volcánicas, el turismo de los salares y su acotado hábitat hacen que esta especie tenga un alto grado de amenaza.

Medidas de protección: Se propone la creación de un sendero de interpretación ambiental para concientizar sobre la existencia de esta especie.



Figura 9. *Biomphalaria crequii*. Vista general de la concha. Modificado de Biese (1951).

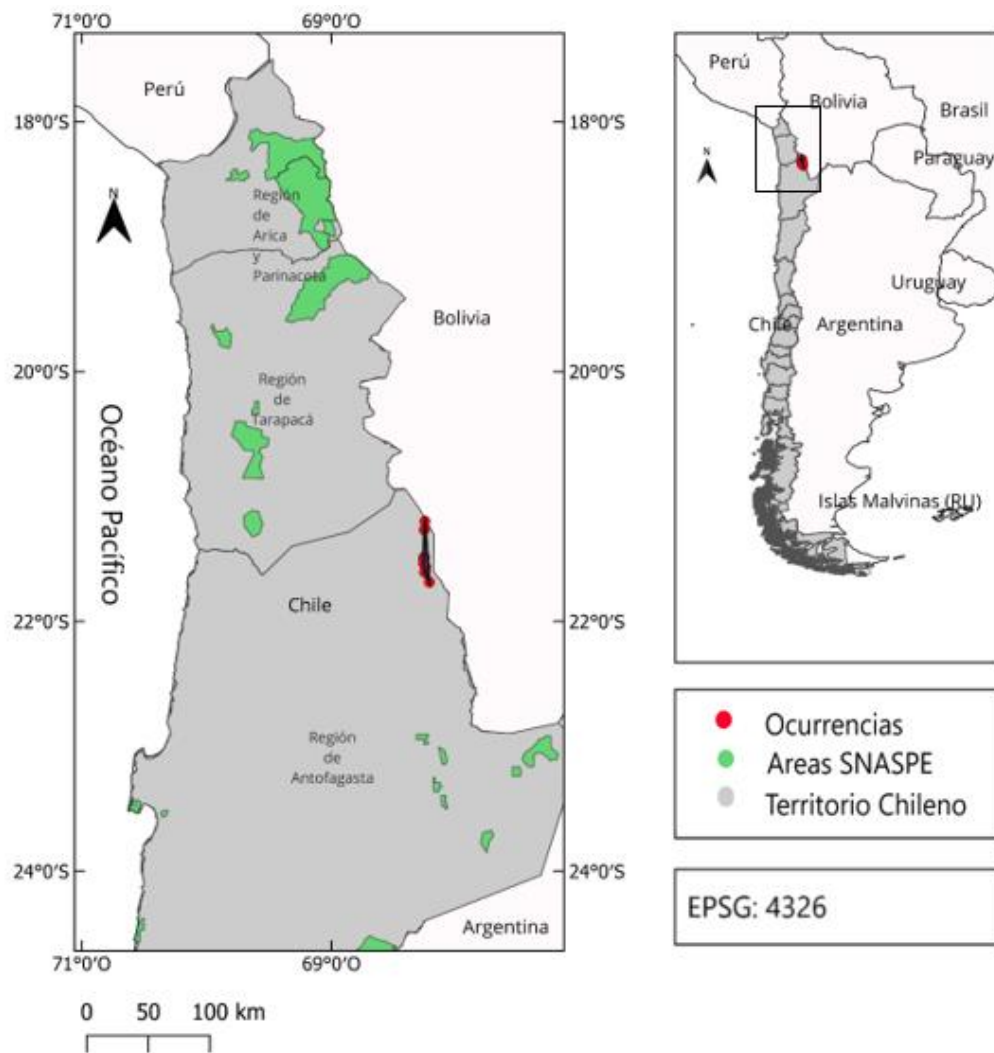


Figura 10. Mapa de distribución de *Biomphalaria crequii*.

Biomphalaria chilensis (Fig. 11)

Localidad Tipo: Río Maipo, Región Metropolitana, Chile.

Distribución (Fig. 12): Desde Valparaíso hasta la Región del Libertador Bernardo O'Higgins.

Amenazas: Todas las ocurrencias de esta especie se encuentran cercanas a zonas urbanas por lo que se ve expuesta a todos los efectos adversos que esto ocasiona, entre ellos el uso del cauce de agua, contaminación del agua, zona de recreación, entre otras. Además, se distribuye en un área que arrastra una sequía prolongada (Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia, 2015).

Medidas de protección: Concientizar a la población de la existencia de esta especie y su importancia. Además de la creación de senderos de interpretación ambiental para el visibilizar la existencia de la especie para la población.



Figura 11. *Biomphalaria chilensis*. Vista general de la concha. Modificado de Biese (1951).

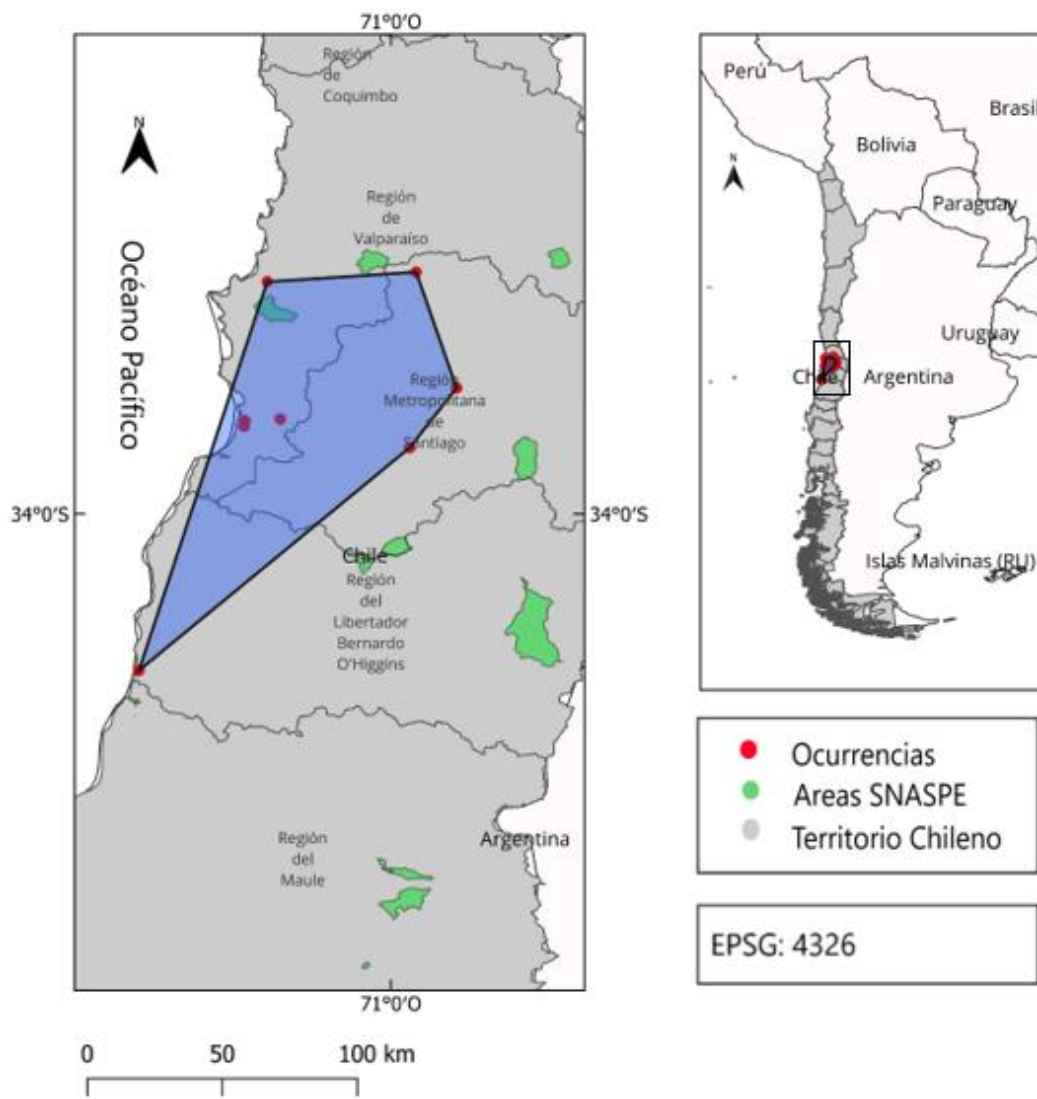


Figura 12. Mapa de distribución de *Biomphalaria chilensis*.

Biomphalaria montana (Fig. 13)

Localidad Tipo: Río Hurtado, Coquimbo, Chile.

Distribución (Fig. 14): Región de Coquimbo.

Amenazas: La única ocurrencia de esta especie se encuentra en una zona de gran amenaza debido al gran número de industrias agrícolas. Las cuales usan el agua del río para regadío, además de los poblados aledaños a las industrias y la sequía que afecta gran parte del territorio centro norte del Chile.

Medidas de protección: Se propone la concientización de la población de la existencia de esta especie y su importancia, además de la creación de senderos de interpretación ambiental y la fomentación de estudios en el área, para identificar otras ocurrencias de la especie donde sea posible una mayor intervención en su protección.



Figura 13. *Biomphalaria montana*. Vista general de la concha. Modificado de Biese (1951).

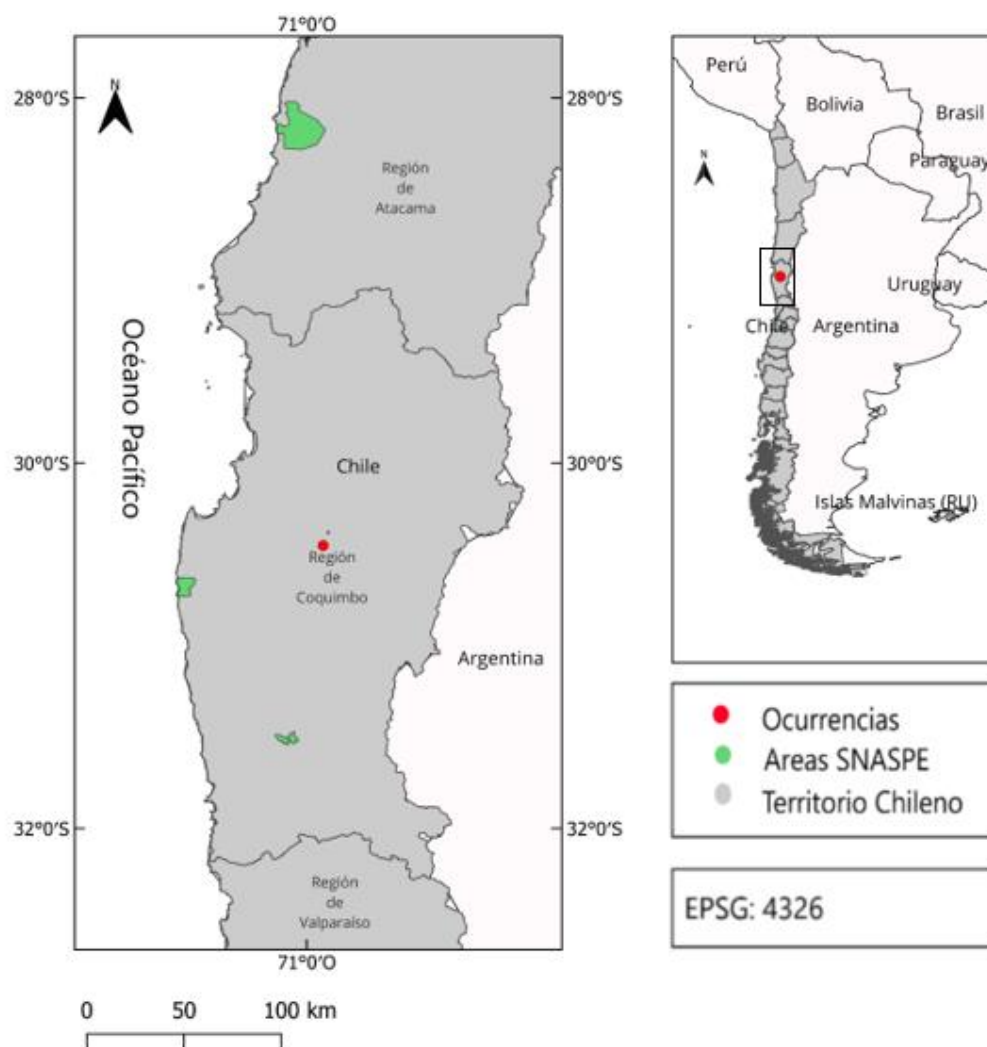


Figura 14. Mapa de distribución de *Biomphalaria montana*.

Biomphalaria schmiererianus (Fig. 15)

Localidad Tipo: Río Choapa, Salamanca, Coquimbo, Chile.

Distribución (Fig. 16): desde Río Elqui, Coquimbo hasta el Río Illapel, Valparaíso.

Amenazas: De las 12 ocurrencias de la especie, 10 de ellas se encuentran cerca de zonas urbanas o donde se practica la agricultura, por lo que está expuesta a la contaminación del agua, cambios en su hábitat por el uso del agua, así como todo lo que implica la coexistencia con el ser humano. Además de la extensa sequía que afecta la zona centro norte del país.

Medidas de protección: Dos de las ocurrencias de la especie se encuentran cercanas a áreas protegidas por SNASPE. Por lo que se propone aumentar el área protegida en estas dos áreas, para que así su hábitat quede protegido estatalmente, además de la concientización de la población sobre la existencia de esta especie y la creación de senderos de interpretación ambiental para su apreciación.



Figura 15. *Biomphalaria schmiererianus*. Vista general de la concha. Modificado de Biese (1951).

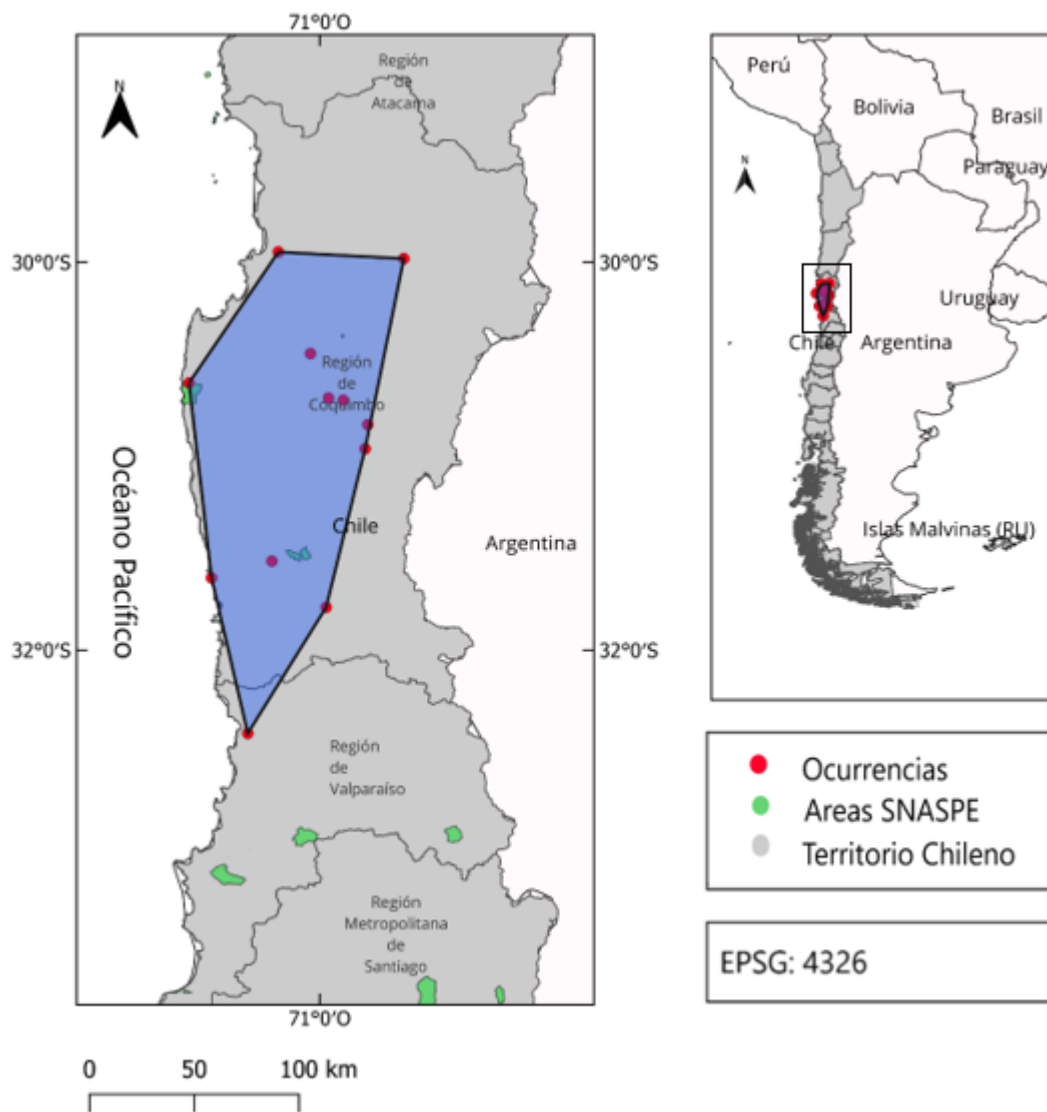


Figura 16. Mapa de distribución de *Biomphalaria schmiererianus*.

Biomphalaria cristiani (Fig. 17)

Localidad Tipo: Laguna Cisnes, Aysén, Chile.

Distribución (Fig. 18): Laguna Cisnes, Región de Aysén.

Amenazas: Al encontrarse dentro de un Parque Nacional sus amenazas radican principalmente en el turismo relacionado al senderismo y a los cambios relacionados con el calentamiento global.

Medidas de protección: Se propone la creación de senderos de interpretación ambiental, así como advertencias para los turistas sobre la presencia de una especie única en Chile.

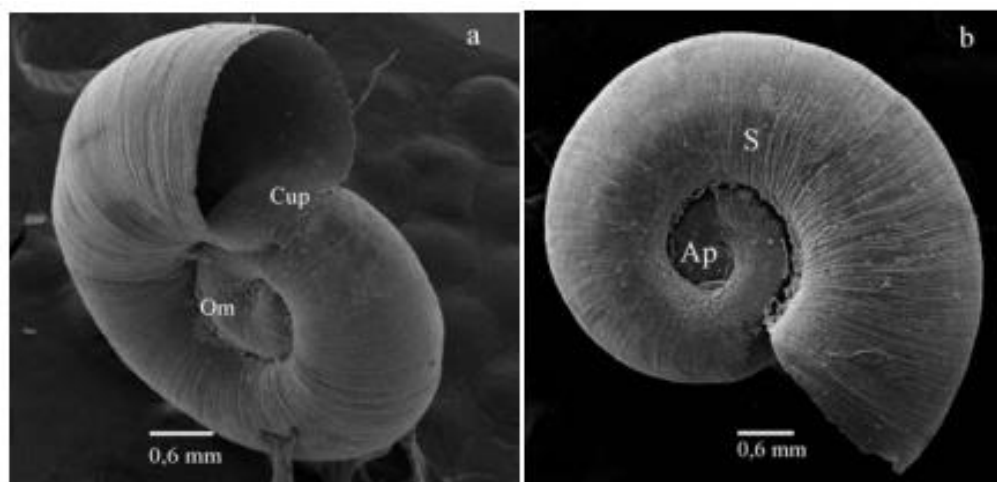


Figura 17. *Biomphalaria cristiani*. a) Vista apertural, Om: ombligo, Cup: callo parietal, b) vista apical, AP: ápice, S: detalle de la sutura. Modificado de Fuentealba y Figueroa (2012).

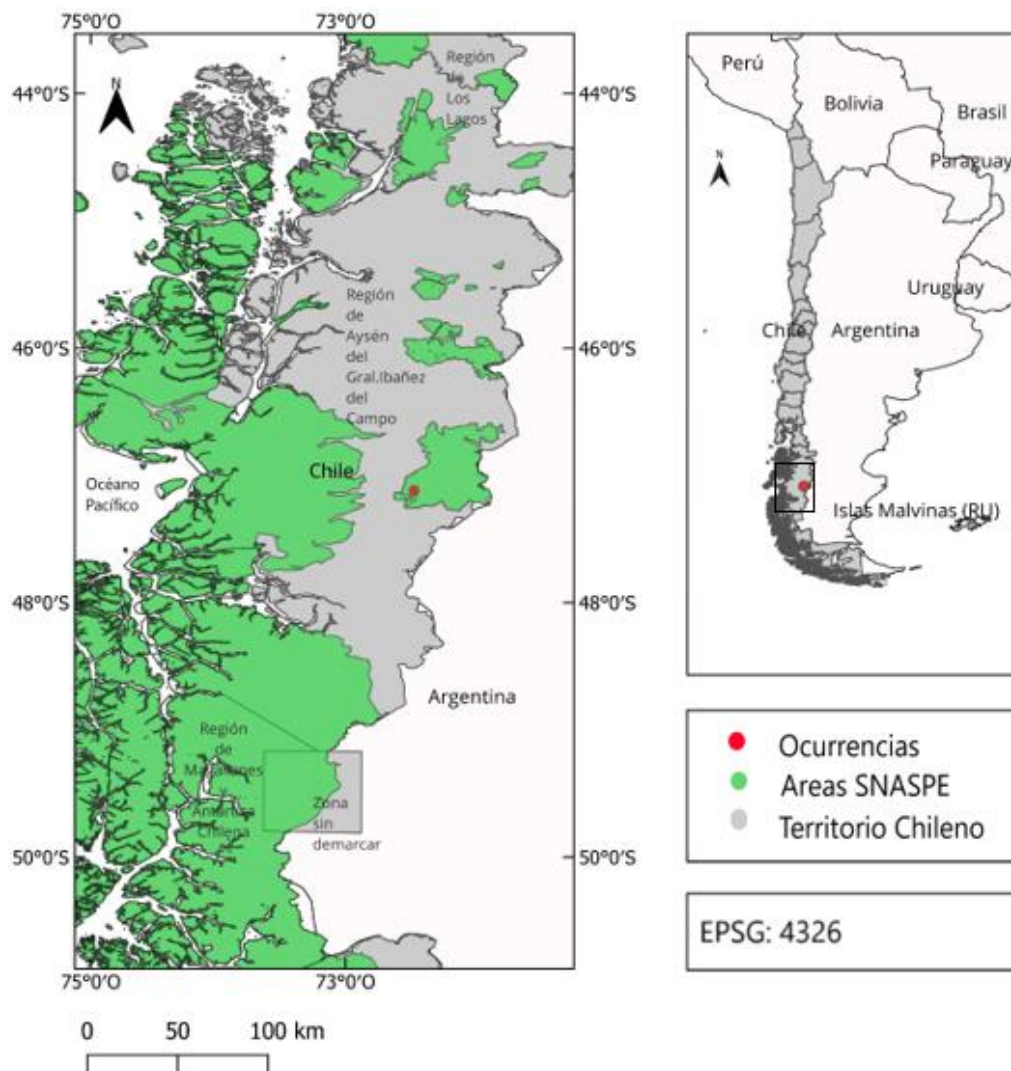


Figura 18. Mapa de distribución de *Biomphalaria cristiani*.

Biomphalaria sp.1

Localidad Tipo: Especie aun no descrita.

Distribución (Fig. 19): Cuenca Caquena, Región de Arica y Parinacota, Chile.

Amenazas: Las ocurrencias de esta especie se encuentran en una zona con alta presencia volcánica, por ello lo hace un destino turístico. Esto acarrea problemas relacionados a la contaminación de los visitantes y la intervención de estos mismos al circular por el área donde habita la especie.

Medidas de protección: Se propone la creación de senderos de interpretación ambiental, así como la concientización de los turistas que recorran la zona.

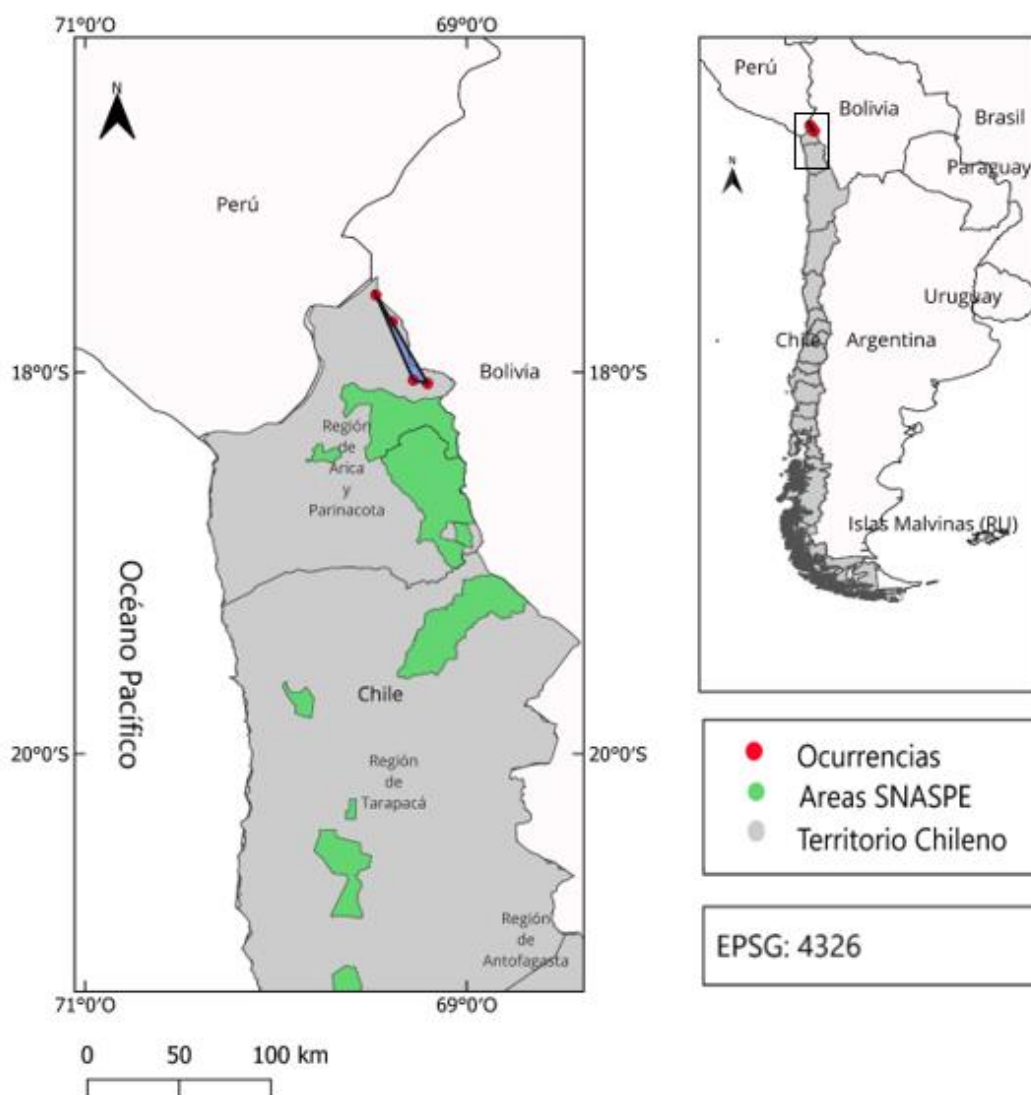


Figura 19. Mapa de distribución de *Biomphalaria* sp.1.

Biomphalaria sp. 2

Localidad Tipo: Especie aún no descrita.

Distribución (Fig. 20): Cuenca de Lauca, Región de Arica y Parinacota, Chile.

Amenazas: Gran presencia volcánica en la zona donde se datan las ocurrencias. Se encuentra dentro del Parque Nacional Lauca por lo que el turismo es otra de las amenazas debido a la intervención y contaminación de los visitantes.

Medidas de protección: Se propone la creación de senderos de interpretación ambiental, así como la concientización de los visitantes del parque.

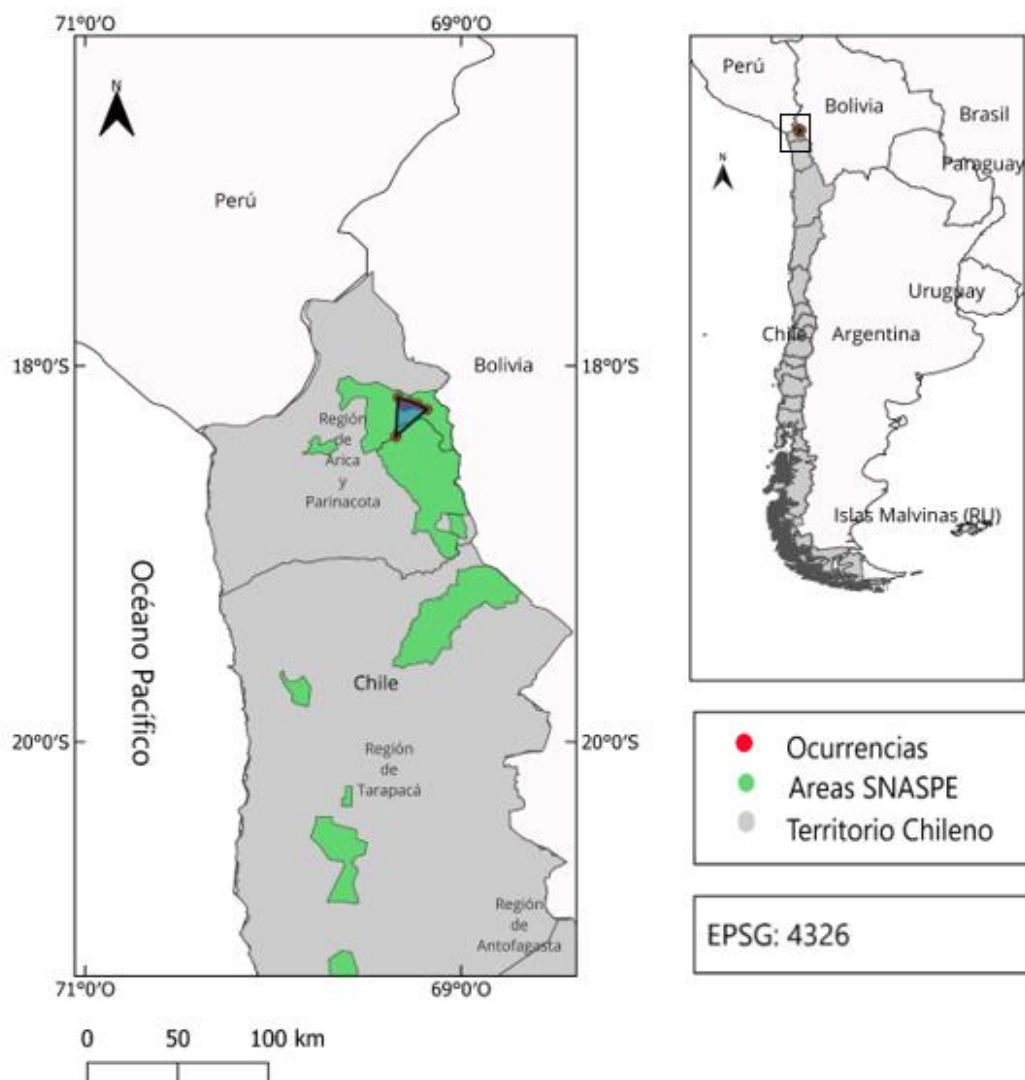


Figura 20. Mapa de distribución de *Biomphalaria* sp. 2.

7. Discusión

En Chile las especies del género *Biomphalaria*, a través de los años, han pasado por una serie de cambios taxonómicos, incluyendo transferencias de género. Tal es el caso de *Biomphalaria costata*, la cual fue sinonimizada por Paraense (1966) con *Biomphalaria peregrina*, pero los estudios de Collado et al. (2011) y Collado & Méndez (2012) demostraron que tal sinonimia no tenía justificación, validando a *B. costata* como una especie válida del género, además de invalidar *Biomphalaria thermala*, sinónimo de *Biomphalaria crequii* (Collado et al., 2011; Collado & Méndez, 2012). Por otro lado, el Ministerio del Medio Ambiente, en su base de datos, señala la presencia de especies de *Biomphalaria* sin investigaciones que respalden y/o validen su presencia en el territorio nacional. Biese (1951) señala que *Biomphalaria jacobeanae* y *Biomphalaria umbilicata* no poseen información ni investigaciones que validen su presencia en Chile por lo que el Ministerio debería considerar esa información. Por otra parte, recientemente se han encontrado nuevas especies del género, como el caso de *Biomphalaria cristiani*, de la Patagonia chilena, que extiende la distribución del género hacia el sur, dado que todas las especies anteriormente descritas se encuentran desde la zona central del país hasta el altiplano norteño. También en el Altiplano existen dos especies candidatas, *Biomphalaria* sp.1 y *Biomphalaria* sp. 2 (Collado et al., 2011), las cuales, si bien aún no se han descrito formalmente, ampliarían aún más la distribución del género.

Una vez catalogadas las especies que se encuentran en el territorio nacional, al momento de mapear sus ocurrencias se presenta un gran problema relacionado a las coordenadas de algunas de ellas, debido a que los autores no escribieron coordenadas exactas y se limitaron a escribir la localidad o el cuerpo de agua donde se obtuvo la muestra. Tales

fueron los casos de *Biomphalaria atacamensis*, *Biomphalaria chilensis* y *Biomphalaria schmiererianus*, cuyas coordenadas en esta tesis fueron obtenidas por el método punto – radio, que consiste en asignar una coordenada en la zona más central de la localidad o sitio nombrada, generando un sesgo en la localización de la población, por lo que urge una investigación apropiada para establecer las ubicaciones reales. Luego de establecer el estado de conservación según IUCN y NatureServe, las especies mapeadas mostraron en su mayoría una distribución muy cercana a zonas urbanas o de explotación agrícola y/o faenas mineras, representando una gran amenaza para el género debido a que son especies endémicas por lo que si su hábitat se ve alterado posiblemente cause repercusiones críticas a la supervivencia de las especies. Por otro lado, al momento de contraponer los datos de distribución de las especies con las áreas SNASPE, se puede apreciar que sólo *B. aymara* y *B. schmiererianus* se encuentran protegidas, lo que demuestra el estado crítico en el cual se encuentran las especies actualmente y la necesidad de fomentar de manera urgente estudios para ayudar a su protección y conservación.

Al momento de evaluar el estado de conservación de las especies, los criterios a utilizar fueron IUCN y NatureServe. Por un lado, la evaluación de IUCN se realizó por medio de la utilización de Geocat, que añade las ocurrencias en un mapa global mostrando automáticamente el EOO y AOO de cada especie. Esta evaluación es de carácter general, ya que sólo toma en consideración la ocurrencia de la especie en un determinado territorio, sin considerar las amenazas a las que se expone, además de que el programa sólo trabaja con coordenadas decimales por lo que las coordenadas obtenidas en la mayoría de la bibliografía se encontraban en el sistema GMS (Grados, Minutos y Segundos). Esto condujo a tener que transformar dichas coordenadas, lo que puede haber producido errores de mapeo, debido a

que las coordenadas decimales son específicas y se ven afectadas ante el mínimo error en el sistema GMS al momento de transformarlas; dichos errores sólo son observables si se contraponen dos mapas con las ocurrencias mapeadas en ambos sistemas de referencia, por lo que es necesario un doble chequeo de las coordenadas al momento de mapear y así identificar los errores y corregirlos a tiempo.

Por otro lado, NatureServe presenta una evaluación del estado de conservación de manera más específica, por medio del uso de una calculadora de rangos (Rank Calculator). Esta calculadora utiliza la Extensión de ocurrencias (EEO) y el Área de ocupación (AOO) de igual manera que IUCN, pero también incluyen las amenazas a las que se enfrenta la especie, haciendo que la evaluación sea más concordante con la realidad. Para saber las amenazas a las que se enfrentan las especies, se utilizaron motores de búsqueda para así conocer las características más importantes de las zonas muestreadas, además del uso de mapas satelitales, como Google Earth y Qgis, los cuales muestran en detalle las posibles amenazas existentes a nivel geográfico. Todas estas amenazas son datadas en el Rank Calculator para aportar en la asignación del estado de evaluación de la especie estudiada.

A nivel global se encuentran evaluadas veinte especies de *Biomphalaria* por la IUCN, todas en el continente africano. Diez de estas especies están en estado de Preocupación Menor (LC), dos Casi Amenazadas (NT), una En Peligro (EN) y siete con Datos Insuficientes (DD). Por otro lado, en el Ministerio del Medio Ambiente sólo se encuentra una especie evaluada de las ocho existentes en Chile, y es *Biomphalaria costata*, la cual se encuentra en Peligro Crítico (CR). Al comparar los resultados obtenidos en este trabajo con la base de datos de IUCN, podemos apreciar la diferencia que hay en la categorización de las especies, dado que, en el caso de Chile, todas las especies se encuentran en los niveles altos de amenaza. Al

comparar el estado de conservación de *B. costata* asignado en el Ministerio del Medio Ambiente con el estado de conservación obtenido en este trabajo, se observa congruencia entre las evaluaciones obtenidas bajo IUCN, NatureServe y el presente estudio.

Una vez conocido el estado de conservación de las especies, se propusieron medidas de protección plausibles, teniendo en cuenta las características de la zona donde se encontraba la especie. Esto implica que, si la especie se encuentra en una ciudad, no es realista proponer la creación de un área protegida, pero si es posible la concientización de la población sobre la existencia de dicha especie y el peligro en el cual se encuentra. También, si la localidad se encuentra en un área protegida, se recomienda priorizar la creación de senderos de interpretación ambiental debido al gran afluente turístico que estas áreas poseen. Más allá de estas medidas, la educación es clave en la protección de las especies en Chile ya que el primer paso para cuidar es saber qué es lo que estamos cuidando.

8. Conclusión

En Chile hay ocho especies válidas del género *Biomphalaria*, además de dos especies candidatas. La hipótesis que se planteó en este trabajo es que las especies de *Biomphalaria*, al ser endémicas, se clasificarían como mínimo en un nivel de amenaza vulnerable, la cual ha sido soportada, debido a que las ocho especies evaluadas se encuentran amenazadas en un nivel igual o superior a vulnerable, tanto por la IUCN como NatureServe. De estas ocho especies evaluadas, cinco se encuentran en Peligro Crítico, por lo que se recomienda llevar un registro y monitoreo de las poblaciones para conocer los cambios a los cuales se enfrentan y así tomar medidas adecuadas para la supervivencia de las especies, así como fomentar

estudios para la búsqueda de nuevas zonas donde habiten. Por otro lado, los registros obtenidos en la búsqueda bibliográfica refuerzan la idea de fomentar nuevos estudios de especies ya conocidas de *Biomphalaria*, ya que los más recientes datan del 2012 por Collado & Méndez (2012), siendo los estudios históricamente más conocidos aquellos de Biese (1951) y Valdovinos & Stuardo (1991), dando cuenta de la poca información que se posee de las especies chilenas del género.

También se concluye la necesidad de la creación de áreas SNASPE en la zona centro norte del país, ya que como se puede apreciar en los mapas de distribución, dichas áreas poseen pocas ocurrencias, lo que aumenta aún más la amenaza a la que se enfrentan las poblaciones de estos caracoles. A esto se suma el inminente cambio al cual el país se enfrentará con respecto a la crisis climática, haciendo de los cuerpos de agua dulce los más afectados, por ello es de suma importancia tomar medidas de protección lo más pronto posible para ayudar a la supervivencia de las especies amenazadas.

9. Referencias

- Anton, H.E. (1839). Verzeichniss der Conchylien, welche sich in der Sammlung von Hermann Eduard Anton befinden, Halle. 110 pp.
- Bachman, S., Moat, J., Hill, A. W., de Torre, J., & Scott, B. (2011). Supporting Red List threat assessments with GeoCAT: geospatial conservation assessment tool. *ZooKeys*, (150), 117–126.
- Barbosa, F., Barbosa, C, (1994). The bioecology of snail vectors for schistosomiasis in Brazil. *Cad Saúde Pública* 10:200-9.
- Biese, W. (1951). Revisión de los moluscos terrestres y de agua dulce provistos de concha de Chile. Parte VII, Familia Planorbidae. *Boletín del Museo de Historia Natural, Chile* 25:121-230.
- Caldeira, R., Teodoro, T., Jannotti, L., Lira, P., Goveia, C., Carvalho, O. (2016). Characterization of South American snails of the genus *Biomphalaria* (Basommatophora: Planorbidae) and *Schistosoma mansoni* (Platyhelminthes: Trematoda) in molluscs by PCR-RFLP. *BioMed Res. Int.*
- Collado, G. y Méndez, M. (2012). Phylogenetic relationships and taxonomy of Altiplano populations of *Biomphalaria*.
- Collado, G., Vila Pinto, I. y Méndez, M. (2011). Monophyly, candidate species and vicariance in *Biomphalaria* snails (Mollusca: Planorbidae) from the Southern Andean Altiplano.
- De Jong-Brink, M., Ter Maat, A., and Tensen, C. P. (2001). NPY in invertebrates: molecular answers to altered functions during evolution. *Peptides* 22, 309–315.

- Faber-Langendoen, D., Nichols, J., Master, L., Snow, K., Tomaino, A., Bittman, R., Hammerson, G., Heidel, B., Ramsay, L., Teucher, A., & Young, B. (2012). NatureServe Conservation Status Assessments: Methodology for Assigning Ranks. NatureServe.
- Fuentealba, C. & Figueroa, R. (2012). Nueva especie de Planorbidae (Gastropoda: Basommatophora) en la Patagonia chilena: *Biomphalaria cristiani* sp. nov. *Latin american journal of aquatic research*.
- Habib, M., Lv, S., Rollinson, D., & Zhou, X. N. (2021). Invasion and Dispersal of *Biomphalaria* Species: Increased Vigilance Needed to Prevent the Introduction and Spread of Schistosomiasis. *Frontiers in medicine*.
- Halffter, G. & Ezcurra, E. (1992). ¿Qué es la biodiversidad? pag. 3-24. In G. Halffter (Editor). La Diversidad Biológica de Iberoamérica, I. Instituto de Ecología, Xalapa, México.
- Jackson, D. y Jackson, D. (2010). Índice bibliográfico de los moluscos dulceacuícolas y terrestres de Chile.
- Pointier, J., David, P., & Jarne, P. (2005). Biological invasions: The case of planorbid snails. *Journal of Helminthology*.
- Sielfield, W. (2001). Phylum Mollusca. Guías de Identificación y Biodiversidad Fauna Chilena. Apuntes de Zoología, Universidad Arturo Prat, Iquique, Chile.
- Souza, C., Lima, L. (1990). Moluscos de Interesse Parasitológico do Brazil, Série Esquistossomose 1, Centro de Pesquisas René Rachou, Fundação Oswaldo Cruz, Belo Horizonte.

- Valdovinos, C. (2006) Estado de conocimiento de los gastrópodos dulceacuícolas de Chile. *Gayana* 70: 88– 95.
- Valdovinos, C. & Stuardo, J. (1991). Planórbidos Altoandinos del Norte de Chile y *Biomphalaria aymara* spec. nov. (Mollusca: Basommatophora). *Studies on Neotropical Fauna and Environment*.
- Wieczorek, J., Guo, Q. y Hijmans, R. (2004). The Point-Radius method for georeferencing locality descriptions and calculating associated uncertainty. *International Journal of Geographical Information Science*.