

Características del bosque asociadas a la ocurrencia del pulmonado endémico *Macrocyclus peruvianus* (caracol negro) en la Región del Maule, Chile central

Forest variables associated to the occurrence of the endemic pulmonate *Macrocyclus peruvianus* (black snail) from the Maule Region of central Chile

Persy Gómez ^{1*} | Sergio Espinoza ² | Steffen Hahn ¹ | Miguel Valenzuela ¹ | Yony Ormazábal ³

- Recibido: 21/oct/2019
- Aceptado: 12/may/2020
- Publicación en línea: 15/may/2020

Citación: Gómez P, Espinoza S, Hahn S, Valenzuela M, Ormazábal Y. 2020. Características del bosque asociadas a la ocurrencia del pulmonado endémico *Macrocyclus peruvianus* (caracol negro) en la Región del Maule, Chile central. *Caldasia* 42(2):306–312. doi: <https://dx.doi.org/10.15446/caldasia.v42n2.82848>.

ABSTRACT

In many terrestrial mollusks the relationships between their abundance and habitat characteristics are still unknown. In this work, we report relationships between vegetation type and microsite conditions and the occurrence of the endemic terrestrial snail *Macrocyclus peruvianus* (black snail) in the Maule Region of central Chile. Our results show that the endangered tree *Nothofagus alessandrii*, as well as the hygrophilic forests of the central Chile would be habitat sites for *M. peruvianus*, highlighting the importance of protecting this forest for the survival of this mollusk.

Keywords. microhabitat, *Nothofagus alessandrii*, snail

RESUMEN

En muchos moluscos terrestres las relaciones entre su abundancia y las características de sus hábitats aún son poco conocidas. En este trabajo, se estudian las relaciones entre el tipo de vegetación y condiciones del micrositio donde habita el caracol terrestre endémico a Chile *Macrocyclus peruvianus* (caracol negro) en la Región del Maule, Chile central. Nuestros resultados indican que los bosques de *Nothofagus alessandrii*, árbol en peligro de extinción, así como los bosques higrófilos de la zona central de Chile, son hábitat de *M. peruvianus* resaltando la importancia de conservar este tipo de bosques para la supervivencia de este molusco.

Palabras clave. Caracol, microhabitat, *Nothofagus alessandrii*

¹ Jardín Botánico, Universidad de Talca. Avenida Lircay s/n Talca, Chile. pegomez@utalca.cl*

² Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Católica del Maule. Avenida San Miguel 3605, Talca, Chile. espinoza@ucm.cl

³ Centro de Geomática, Universidad de Talca. Avenida Lircay s/n Talca, Chile. yormazabal@utalca.cl

* Autor para correspondencia



INTRODUCCIÓN

A pesar de su importancia en la ecología del suelo y sus interrelaciones con la vegetación, los moluscos terrestres son uno de los taxones menos estudiados (Vargas-Almonacid y Stuardo 2007). Estos invertebrados son reconocidos como indicadores de perturbación humana, debido a su baja capacidad de dispersión y su dependencia de los microhábitats para la supervivencia y el apareamiento (Baur y Baur 1988, Ström et al. 2009). Además, la presencia de moluscos terrestres y arbóreos pueden ser un buen indicador del cambio climático, debido a su condición ectotérmica (Nicolai y Ansart 2017, Barahona-Segovia et al. 2019).

En Chile central el conocimiento de la historia natural y características ecológicas de los gastrópodos terrestres es bastante precario (Valdovinos y Stuardo 1988, Cádiz y Gallardo 2007, Jackson y Jackson 2011, Barahona-Segovia et al. 2019). Las mayores contribuciones se han orientado a la documentación y descripción de nuevas especies y a la distribución de los taxones (Stuardo y Vega 1985, Valdovinos y Stuardo 1988, 1989, Valdovinos 1999, Cádiz y Gallardo 2007, Araya y Catalán 2014, Araya 2015a, b, 2016, Araya y Aliaga 2015, Araya et al. 2017).

Macrocyclus peruvianus (Lamarck, 1822) es un caracol pulmonado endémico a Chile, muy asociado a bosques nativos prístinos cordilleranos o costeros, además, es el único representante de la familia Acauidae en Chile (Letelier y

Ramos 2002, Silva y Thome 2009). Se distribuye desde Valparaíso a Aysén y las principales amenazas a sus poblaciones son la pérdida y fragmentación del hábitat y los incendios forestales (Barahona-Segovia et al. 2019). Por su parte, Valdovinos (1999) propone categorizarla como especie En Peligro, sin embargo, dada la escasa información, este taxón aún no recibe esta categoría. El objetivo del presente estudio es analizar características del bosque asociadas a la ocurrencia de *M. peruvianus* en la Región del Maule en Chile central.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La presente investigación se llevó a cabo en la época invernal del año 2016, y hasta antes del megaincendio forestal ocurrido en 2017 en Chile central y que afectó aproximadamente 184 000 hectáreas y diferentes ecosistemas en las comunas de Empedrado, Cauquenes, Constitución y San Javier en la Región del Maule (Valencia et al. 2018). Se estudiaron 50 unidades vegetacionales de 40 x 60 m en la Cordillera de la Costa, Valle Central y Precordillera de la Región del Maule (Fig. 1); en cada una de ellas se revisó el piso, bajo la hojarasca, troncos caídos, rocas, y tallos y hojas de diferentes especies vegetales. El esfuerzo de muestreo realizando recolección manual osciló entre 30 minutos a dos horas por unidad. En cada unidad se registró el tipo de bosque, la composición de especies vegetales dominantes y

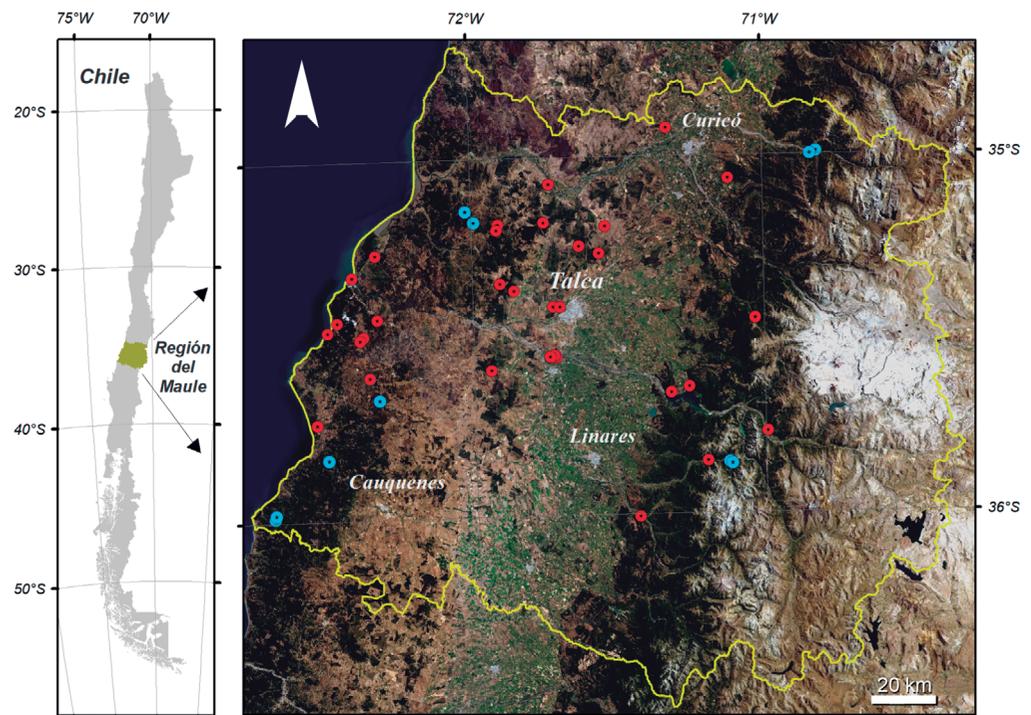


Figura 1. Ubicación de las unidades de muestreo de *Macrocyclus peruvianus* en la Región del Maule, Chile central. Puntos rojos = sitios donde no se registró la especie, Puntos azules = sitios donde se registró la especie.

las condiciones del micrositio, dispuestas en dos categorías húmedas y secas en lugares sombríos donde se observó el caracol negro (Tabla 1). Estos sitios se caracterizan por presentar un paisaje altamente fragmentado y antropogenizado debido a actividades de tala indiscriminada o selectiva, agricultura intensiva y extracción de leña (Echeverría et al. 2006, Gómez et al. 2019), y donde se pueden encontrar remanentes de bosques del género *Nothofagus*, principalmente *Nothofagus glauca* (Phil.) Krasser, *Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst. y *Nothofagus alessandrii* Espinosa, bosques y matorral esclerófilo (e.g. *Quillaja saponaria* Mol., *Peumus boldus* Mol., *Lithraea caustica* (Molina) Hook. & Arn), estepa de *Acacia caven* (Mol.) y formaciones higrófilas (e.g. *Persea lingue* (Miers ex Bertero) Nees. *Crinodendron patagua* Mol. *Cryptocarya alba* Mol.), además de poblaciones de diferentes especies de plantas nativas subsistiendo en el sotobosque de plantaciones de pinos. El clima en los sitios de estudio es de tipo Mediterráneo con una precipitación media anual de 750 mm, concentrada en los meses de Junio, Julio y Agosto, y una temperatura media anual de 18 °C (Santibáñez y Uribe 1993). A los individuos observados (vivos y muertos) se les midió el tamaño de la concha con pie de metro digital con resolución de 0,01 mm (Mitutoyo, Japón).

Análisis estadístico

Se utilizó regresión logística para predecir la presencia de *M. peruvianus* a partir de variables del bosque. La variable respuesta corresponde a la presencia o ausencia de la especie y los predictores al tipo de bosque y las condiciones del micrositio especificadas previamente. Este análisis es de amplio uso y permite calcular la probabilidad de que la variable respuesta se encuentre en alguna de las categorías ordinales según los predictores propuestos (Scott 2012). Adicionalmente, mediante tablas de contingencia y la prueba Chi cuadrado, se analizó la relación entre la cantidad de caracoles vivos y muertos en cada transecto con el tipo de bosque, el micrositio y el tamaño de los individuos. Para los análisis se utilizó software SPSS versión 18.0 (SPSS Inc, Chicago, Illinois, USA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Macrocyclus peruvianus fue encontrado en trece de los 50 sitios de muestreo (26 %) y principalmente en aquellos ubicados en la Cordillera de la Costa. La abundancia total ascendió a 38 y osciló entre uno y 16 ejemplares por unidad. El 24 % de los individuos se encontraban vivos, y

Tabla 1. Tipo de vegetación y condición del micrositio en los transectos donde se registró *Macrocyclus peruvianus*

Tipo de bosque	Especies arbóreas dominantes	Condiciones de micrositio	Número de individuos (vivos y muertos)
Bosque de <i>N. alessandrii</i>	<i>N. alessandrii</i> , <i>N. glauca</i>	Húmedo	1
Bosque de <i>N. glauca</i>	<i>N. glauca</i> , <i>C. alba</i> , <i>L. caustica</i>	Seco	1
Bosque de <i>N. glauca</i>	<i>N. glauca</i> , <i>Eucalytus globulus</i> Labill, <i>Escallonia pulverulenta</i> (Ruiz et Pav.) Pers., <i>L. caustica</i> , <i>P. boldus</i>	Seco	5
Bosque de <i>N. glauca</i>	<i>N. glauca</i> , <i>C. alba</i>	Húmedo	1
Plantación artificial	<i>Pinus radiata</i> D. Don, abundante sotobosque con <i>N. glauca</i> , <i>P. boldus</i> y <i>Ugni molinae</i> Turck	Húmedo	3
Bosque mixto de <i>N. obliqua</i> y Bosque esclerófilo	<i>N. obliqua</i> , <i>C. alba</i> , <i>P. lingue</i>	Húmedo	1
Bosque esclerófilo	<i>P. lingue</i> , <i>C. alba</i> , <i>P. boldus</i>	Húmedo	1
Renoval de <i>N. obliqua</i>	<i>N. obliqua</i>	Húmedo	1
Bosque de <i>N. glauca</i>	<i>N. glauca</i> , <i>Lomatia hirsuta</i> (Lam) Diels	Húmedo	2
Bosque de <i>Nothofagus</i>	<i>N. obliqua</i>	Seco	1
Bosque higrófilo	<i>Drymis winteri</i> Forst, <i>Myrceugenia obtusa</i> (DC.) Berg	Seco	5
Bosque de <i>N. alessandrii</i>	<i>N. alessandrii</i> , <i>C. alba</i>	Húmedo	16

específicamente bajo rocas, musgos, líquenes, o troncos en el piso del bosque. El 56 % de los individuos se encontró en micrositios sombríos y húmedos, mientras que el 44 % en micrositios sombríos y secos. El tamaño de los ejemplares fluctuó entre 0,3 y 4,5 cm (Fig. 2). El 18 % de los individuos fue encontrado en áreas silvestres protegidas por el Estado de Chile tanto en la Cordillera de la Costa como en la Precordillera Andina (Reserva Nacional Los Ruiles y Reserva Nacional Los Bellotos del Melado). El resto de los individuos (82 %) fue encontrado en predios de pequeños propietarios o empresas forestales donde se destacan dos situaciones: a. plantaciones de pinos con abundante sotobosque (7 % del total) y b. fragmentos de bosque

(93 % del total). Debido a que *M. peruvianus* se encuentra asociado principalmente a bosques nativos (Letelier y Ramos 2002), se desconoce si será capaz de mantener poblaciones viables en este tipo de ambientes fragmentados o tenderá a su extinción.

La regresión logística indica que la probabilidad de que *M. peruvianus* esté presente en las unidades analizadas depende principalmente del tipo de bosque ($P = 0,05$, Wald = 3,64). No se encontraron efectos significativos de las condiciones de humedad y sombra del micrositio ($\text{Chi}^2 = 0,268$, $P = 0,31$) y tampoco se encontró una relación entre la cantidad de individuos vivos y su tamaño

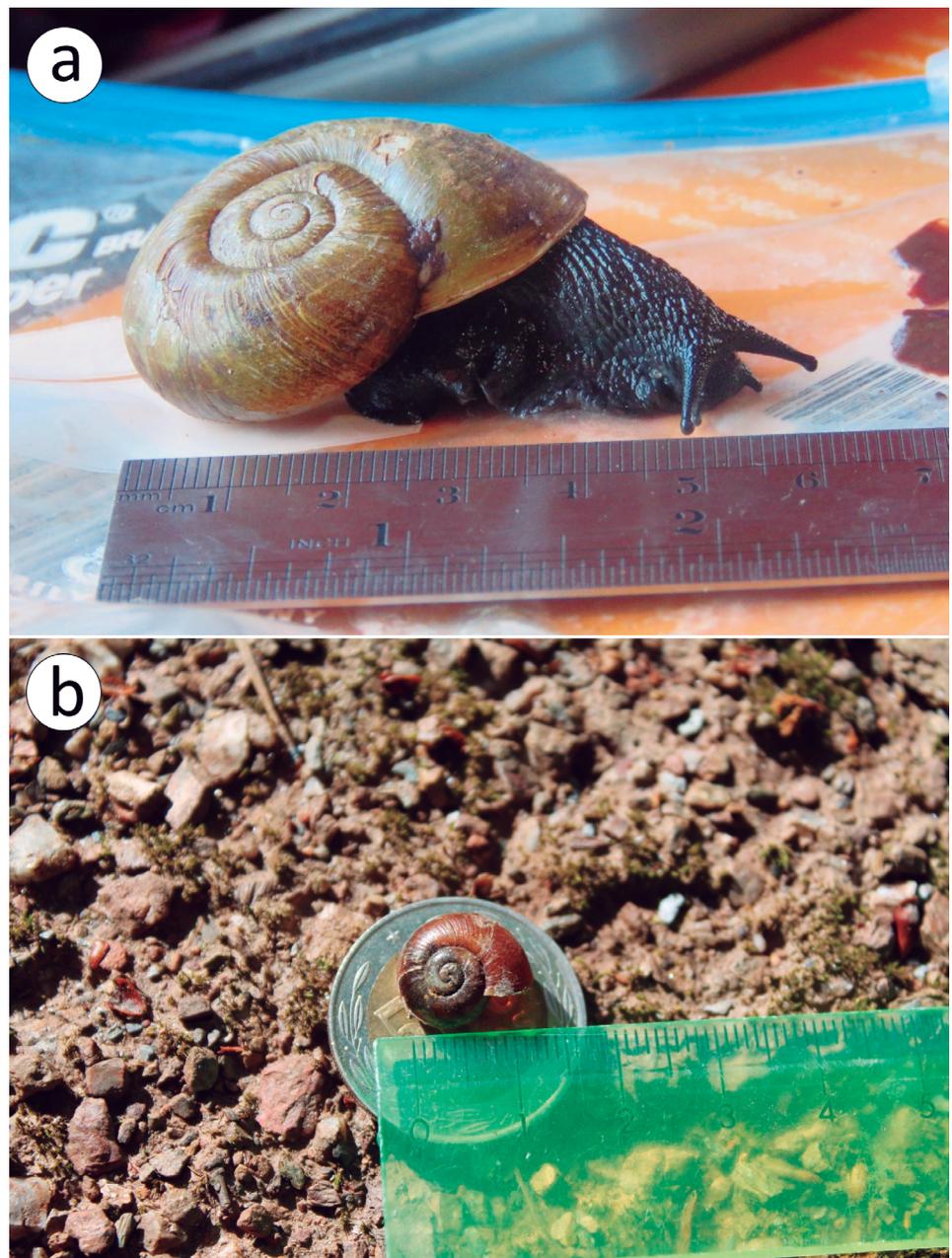


Figura 2. Individuos de *Macrocyclus peruvianus* en la Región del Maule, Chile central. **a.** adulto, **b.** inmaduro.

($\chi^2 = 14,86$, $P = 0,53$). No obstante, esto debe ser corroborado con mediciones de temperatura ambiental pues se ha reportado un efecto negativo en la supervivencia de los caracoles terrestres cerca del borde del bosque, debido al aumento de las temperaturas en esas zonas (Barahona-Segovia et al. 2019).

La mayor frecuencia de individuos fue encontrada en bosques de *Nothofagus alessandrii* y en segundo lugar en bosques higrófilos de la Cordillera de la Costa de la Región del Maule (Fig. 3). Esto relevaría la importancia ecológica de los bosques de *N. alessandrii*, pues albergarían hábitat para *M. peruvianus* dado que la especie requiere ambientes húmedos y suele consumir líquenes, briofitas, detritus, hojas muertas y plantas (Barahona-Segovia 2019). *N. alessandrii* es una de las especies con mayor riesgo de extinción en Chile central y en la actualidad es reconocida por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) como amenazada con estatus de conservación En Peligro y declarado monumento natural (Gómez et al. 2018). Sus poblaciones están muy fragmentadas (Olivares et al. 2005), encontrándose dentro de un área de ocupación aproximada de unas 314 ha (Santelices et al. 2012), 55 % de las cuales fueron afectadas por los últimos incendios

forestales (periodo 2017), dejando a la especie en un estado de conservación aún más crítico (Gómez et al. 2018).

El futuro de los remanentes de *Nothofagus alessandrii* y su biodiversidad asociada es incierto, los últimos incendios forestales han modificado severamente su estructura, dando lugar a condiciones temporales poco favorables de menor humedad y mayor temperatura para el mantenimiento de moluscos terrestres como *Macrocyclus peruvianus*. Como se mencionó inicialmente, la presente investigación fue realizada con anterioridad al incendio, por lo que se desconoce el estado actual de *M. peruvianus* en estos bosques. Se sugiere que los planes de conservación de estos remanentes consideren el mantenimiento de estructuras orgánicas vivas y muertas, tales como árboles caídos; ya que estos componentes proveen hábitat crítico para muchas especies del bosque, incluyendo invertebrados, mamíferos y aves (Burch y Pearce 1990, Willson et al. 1994, Armesto et al. 1999). Asimismo, monitoreos periódicos en estos remanentes serán claves para conocer el futuro de este pulmonado endémico de Chile. Se puede concluir que los remanentes de *N. alessandrii* así como los bosques higrófilos poseen condiciones de sitio adecuadas para la ocurrencia de *M. peruvianus*.

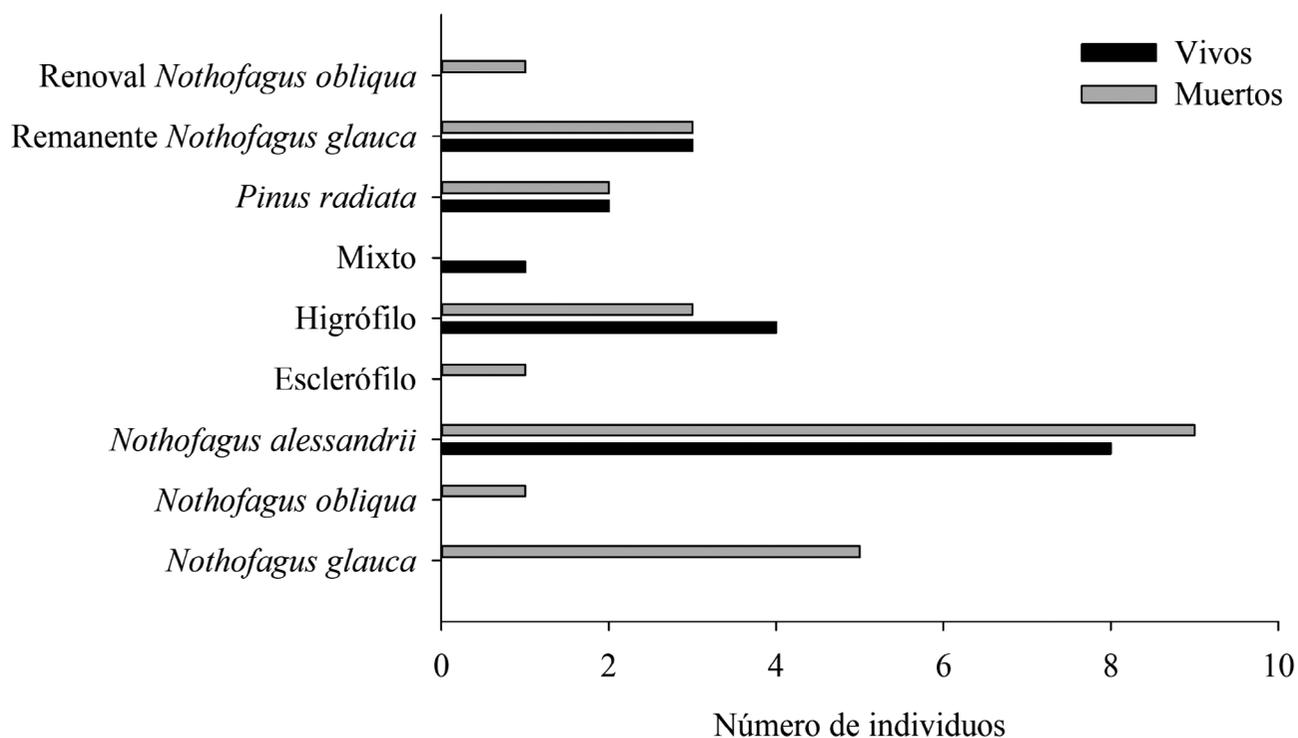


Figura 3. Número de individuos de *Macrocyclus peruvianus* según tipo de bosque.

LITERATURA CITADA

- Araya JF. 2015a. Current status of the non-indigenous molluscs in Chile, with the first record of *Otala punctata* (Müller, 1774) (Gastropoda, Helicidae) in the country and new records for *Cornu aspersum* (Müller, 1774) and *Deroceras laeve* (Müller, 1774). *J. Nat. Hist.* 49(29-30):1731–1761. doi: <https://doi.org/10.1080/00222933.2015.1006703>
- Araya JF. 2015b. The Bulimulidae (Mollusca: Pulmonata) from the Región de Atacama, northern Chile. *PeerJ.* 3:e1383. doi: <https://doi.org/10.7717/peerj.1383>
- Araya JF. 2016. On some land snails (Mollusca: Gastropoda) of Los Molles, central Chile. *Rev. Mex. Biodivers.* 87(4):1365–1368. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.10.002>
- Araya JF, Aliaga JA. 2015. A new species of *Lilloiconcha* Weyrauch, 1965 (Pulmonata: Charopidae) from central Chile. *Zootaxa.* 4007(2):295–297. doi: <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.4007.2.13>
- Araya JF, Catalan R. 2014. A review of the non-bulimulid terrestrial Mollusca from the Region of Atacama, northern Chile. *Zookeys.* 398:33–51. doi: <https://doi.org/10.3897/zookeys.398.4282>
- Araya JF, Miquel SE, Martínez E. 2017. New records of terrestrial mollusks (Gastropoda: Stylommatophora) from Antofagasta, northern Chile. *Rev. Mex. Biodivers.* 88(3):769–772. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.07.015>
- Armesto J, Franklin J, Arroyo M, Smith-Ramírez C. 1999. El sistema de cosecha con “retención variable”: una alternativa de manejo para conciliar los objetivos de conservación y producción en los bosques nativos chilenos. En: Donoso C, Lara A, editores. *Silvicultura de los bosques nativos de Chile*. Santiago: Editorial Universitaria. p. 69–88
- Baur A, Baur B. 1988. Individual movement patterns of the minute land snail *Punctum pygmaeum* (Draparnaud) (Pulmonata: Endodontidae). *Veliger.* 30:372–376.
- Barahona-Segovia RM. 2019. Conservación biológica de invertebrados en los bosques de la Cordillera de la Costa de Chile: amenazas y propuestas. En: Smith-Ramírez C, Squeo FA, editores. *Biodiversidad y Ecología de los bosques Costeros de Chile*. Chile: Universidad de Los Lagos. p. 269–298.
- Barahona-Segovia RM, Riveros-Díaz AL, Zaror S, Catalan R, Araya JF. 2019. Shelter, ecophysiology and conservation status of *Plectostylus araucanus* (Pulmonata: Bothriembryonidae) in the fragmented Bosque Maulino, central Chile. *Rev. Mex. Biodivers.* 90:2–11. doi: <http://dx.doi.org/10.22201/ib.20078706e.2019.90.2703>
- Burch JB, Pearce TA. 1990. Terrestrial Gastropoda. En: Dindal DL, editor. *Soil biology guide*. New York: John Wiley & Sons, Inc. p. 1349
- Cádiz FJ, Gallardo CS. 2007. *Arion intermedius* (Gastropoda: Stylommatophora); first record of this introduced slug in Chile, with notes on its anatomy and natural history. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 80(1):99–108. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2007000100008>
- Echeverría C, Coomes D, Salas J, Rey-Benayas JM, Lara A, Newton A. 2006. Rapid deforestation and fragmentation of Chilean temperate forests. *Biol. Conserv.* 130(4):481–494. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2006.01.017>
- Gómez P, Garrido P, Gajardo J, Ormazábal Y, Mena C. 2018. Severidad de daño por incendios en un Bosque de Alto Valor de Conservación dominado por *Nothofagus alessandrii* (Ruil) en la Cordillera de la Costa, Región del Maule, Chile central. En: Mena C, Ormazábal Y, Barrientos V, editores. *Geomática Aplicada*. Talca, Chile: Universidad de Talca. p. 223–227.
- Gómez P, Murúa M, San Martín J, Goncalves E, Bustamante RO. 2019. Correction: Maintaining close canopy cover prevents the invasion of *Pinus radiata*: Basic ecology to manage native forest invasibility. *Plos One.* 14(6):e0219328. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219328>
- Jackson D, Jackson D. 2011. El género *Plectostylus* Beck, 1837 (Pulmonata: Bulimulidae) en la costa de la provincia de Choapa (Coquimbo, Chile). *Bol. Soc. Biol., Concepción, Chile.* 80:41–50.
- Letelier SV, Ramos AML. 2002. Moluscos terrestres y de aguas continentales de la expedición Iniciativa Darwin (1998-1999), región de Aisén, zona austral de Chile. *Bol. MNHN.* 51:185–195.
- Nicolai A, Ansart A. 2017. Conservation at a slow pace: terrestrial gastropods facing fast-changing climate. *Conserv. Physiol.* 5(1):cox007. doi: <https://doi.org/10.1093/conphys/cox007>
- Olivares P, San Martín J, Santelices R. 2005. Ruil (*Nothofagus alessandrii*): Estado del conocimiento y desafíos para su conservación. Talca: Comisión Nacional del Medioambiente (CONAMA).

PARTICIPACIÓN DE AUTORES

PG, SH, MV, SE concibieron y diseñaron el estudio, realizaron el muestreo en campo y redactaron la primera versión del manuscrito; PG y SE proveyeron revisiones críticas al manuscrito; YO elaboró el mapa con localidades y puntos con *M. peruvianus*. Todos los autores leyeron y aprobaron la versión final de este manuscrito.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

AGRADECIMIENTOS

Por el apoyo en terreno a: Pedro Garrido, José San Martín, Bernardino Sánchez, Luis Reyes y Carlos Oyarzun. A los especialistas en moluscos Sergio Letelier y Claudio Valdovinos. A los revisores anónimos por sus comentarios para enriquecer el manuscrito.

- Santelices R, Drake F, Mena C, Ordenes R, Navarro-Cerrillo RM. 2012. Current and potential distribution areas for *Nothofagus alessandrii*, an endangered tree species from central Chile. *Cienc. Investig. Agrar.* 39(3):521–531. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-16202012000300011>
- Santibáñez F, Uribe J. 1993. Atlas agroclimático de Chile, regiones VI, VII, VIII y IX. Santiago: Ediciones de la Universidad de Chile.
- Scott J. 2012. Regression Models for Nominal and Ordinal Outcomes. Indiana: Indiana University.
- Silva LFD, Thomé JW. 2009. *Macrocyclus peruvianus* (Gastropoda, Acauidae), an endemic land snail from Chile. *Iheringia, Sér. Zool.* 99(2):125–128. doi: <https://doi.org/10.1590/S0073-47212009000200001>
- Ström L, Hylander K, Dynesius M. 2009. Different long-term and short-term responses of land snails to clear-cutting of boreal stream-side forests. *Biol. Conserv.* 142(8):1580–1587. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.02.028>
- Stuardo J, Vega R. 1985. Synopsis of the land mollusca of Chile with remarks on distribution. *Stud. Neotrop. Fauna Environ.* 20(3):125–146. doi: <https://doi.org/10.1080/01650528509360682>
- Valencia D, Saavedra J, Brull J, Santelices R. 2018. Severidad de daño causado por los incendios forestales en los bosques remanentes de *Nothofagus alessandrii* Espinosa en la Región del Maule de Chile. *Gayana Bot.* 75(1):531–534. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-66432018000100531>
- Valdovinos C. 1999. Biodiversidad de moluscos chilenos: Base de datos taxonómica y distribucional. *Gayana.* 63:111–164.
- Valdovinos C, Stuardo JR. 1988. Morfología, sistemática y distribución del género *Plectostylus* Beck 1837 (Pulmonata: Bulimulidae). *Gayana.* 52:115–195.
- Valdovinos C, Stuardo JR. 1989. *Austrodiscus* (Zilchogyra) solemi spec. nov. Nuevo gastrópodo húmico de Chile. *Bol. Soc. Biol. Concepción, Chile.* 60:239–245.
- Vargas-Almonacid P, Stuardo JR. 2007. Dos géneros nuevos de caracoles terrestres (Stylommatophora: Arionacea) de Chile. *Rev. Biol. Trop.* 55 (2): 693–708. doi: <https://doi.org/10.15517/rbt.v55i2.6046>
- Willson MF, De Santo TL, Sabag C, Armesto JJ. 1994. Avian communities of fragmented south-temperate rainforests in Chile. *Conserv. Biol.* 8(2):508–520. doi: <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1994.08020508.x>