

Presencia de *Dromiciops* (Microbiotheriidae) en un remanente de bosque esclerófilo mediterráneo del Santuario de la Naturaleza Península de Hualpén, Chile

Presence of *Dromiciops* (Microbiotheriidae) in a remnant of sclerophyllous forest in Península de Hualpén Nature Sanctuary, Chile

Cristian Ricardo Cortez Parra¹ & Luis Gonzalo Torres-Fuentes^{2,3,*}

¹ONG El Queule, Hualpén, Chile.

²Programa de Magister en Ecología Aplicada, Instituto de Ciencias Ambientales y Evolutivas, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

³Laboratorio de Ecología Parasitaria, Departamento de Zoología, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

*E-mail: gonzalotorresmv@gmail.com

RESUMEN

La modificación del uso de suelo ha provocado la pérdida, fragmentación y degradación del escaso remanente de bosque nativo presente en el centro-sur de Chile, hábitat de marsupiales del género *Dromiciops* (Microbiotheria). En este estudio, exploramos la presencia de *Dromiciops* a través de cámaras trampa en una zona relictiva de bosque esclerófilo mediterráneo costero. Se registró la presencia de *Dromiciops* en cuatro de los nueve sitios evaluados. Este hallazgo corresponde al primer registro formal de *Dromiciops* en esta área.

Palabras clave: Australidelphia, *Dromiciops*, esclerófilo, Microbiotheria, trampa cámara.

ABSTRACT

The modification of land use has caused the loss, fragmentation and degradation of the scarce remnant of native forest present in south-central Chile, habitat of marsupials of the genus *Dromiciops* (Microbiotheria). In this study, we explored the presence of *Dromiciops* through camera traps in a relict area of coastal mediterranean sclerophyllous forest. The presence of *Dromiciops* was recorded in four of the nine sites evaluated. This finding corresponds to the first formal record of *Dromiciops* in this area.

Keywords: Australidelphia, camera trap, *Dromiciops*, Microbiotheria, sclerophyllous.

El cambio de uso de suelo conduce a fragmentación de hábitat y pérdida de biodiversidad (Lindenmayer *et al.* 2012), modificando los procesos ecológicos y la función ecosistémica (Lindenmayer *et al.* 2012; Rodríguez-Echeverry *et al.* 2018; Sala *et al.* 2000). Esto ha llevado a que la mayoría de los vertebrados terrestres, especialmente aquellos de baja movilidad, estén actualmente expuestos a una intensa presión antrópica en gran parte de su rango de distribución (O'Bryan *et al.* 2020).

Particularmente, en la zona costera de Chile central (35.2° S, 72.2° O - 37.6° S, 73.2° O), el bosque nativo ha estado sujeto a fuertes presiones antrópicas desde mediados del siglo XIX, tanto es así que solo entre 1975 y 1998 el 40 % del bosque nativo de esta área fue reemplazado por plantaciones forestales de *Pinus radiata* (Uribe *et al.* 2020). Pese a esto, en la región del Biobío (36° S) solo el 3,4% del bosque nativo se encuentra protegido por el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) (Lara *et al.* 2012).

En esta región se ubica el Santuario de la Naturaleza Península de Hualpén (SNPH) (36°45'9" S - 73°10'44" O), el cual está inmerso en el área metropolitana de Concepción (Casas-Cordero 2005), donde los ecosistemas periurbanos están siendo rápidamente destruidos, fragmentados o invadidos por especies no autóctonas (Pauchard *et al.* 2006). El SNPH es considerada una zona de alta concentración de biodiversidad que ha sufrido un largo proceso de aislamiento biogeográfico (Casas-Cordero 2005; Fuentes *et al.* 2017), albergando ecosistemas importantes para la diversidad biológica regional (EULA 2016). El clima del SNPH es templado-mediterráneo y conserva remanentes de la vegetación original del bosque esclerófilo costero de *Lithrea caustica* y *Azara integrifolia*, con representantes del bosque Laurifolio, pero sin la presencia del género *Nothofagus* (Moreno-Chacón *et al.* 2018). Sin embargo, la presencia de predios privados (~80% del área) ha contribuido a la proliferación de especies exóticas (*P. radiata* y *Eucalyptus globulus*), restringiendo la cobertura de especies nativas a pequeños remanentes ubicados principalmente en zonas de quebrada (Fuentes *et al.* 2017).

Por otra parte, pese a que para el área se describe la presencia de especies de mamíferos terrestres amenazados como *Dromiciops gliroides*, hasta la fecha no existen estudios formales que hayan registrado la presencia de esta especie (GCC Consultores 2002). Por lo tanto, es necesario identificar y resguardar aquellos ecosistemas costeros que alberguen fauna altamente sensible a la presión antrópica, especialmente aquellas especies de baja movilidad, ya que podrían corresponder a poblaciones aisladas debido al alto grado de fragmentación que presenta el bosque nativo en el SNPH.

Este podría ser el caso de los "monitos" (género *Dromiciops*), marsupiales de pequeño tamaño (20-30 g, 110 mm de largo hocico-base de la cola) que en Chile se distribuyen entre la región del Maule (35°50' S, 72°30' O) y la provincia de Palena en la región de los Lagos (44°00'S, 71°00'O) (Mejías *et al.* 2021; Oda *et al.* 2019). Los monitos están fuertemente asociados a bosques templado-lluviosos (Hershkovitz 1999) de *Nothofagus* con denso sotobosque de bambu (*Chusquea* spp.) y rodales de bosques coetáneos ricos en epífitas (Rodríguez-Cabal & Branch 2011) encontrándose también en bosques Caducifolios maulinos (Lobos *et al.* 2005a) e incluso en plantaciones forestales (Fontúrbel *et al.* 2012, 2014; Kelt 2000; Salazar & Fontúrbel 2016; Uribe *et al.* 2017). Sin embargo, el conocimiento de su ecología en otros tipos de asociaciones vegetacionales del centro-sur de Chile es escaso, particularmente en zonas costero-mediterráneas con presencia de bosques esclerófilos, donde *Nothofagus* pierde representatividad.

Los monitos son sobrevivientes de Microbiotheria, un

orden que surgió en Sudamérica durante el Cretáceo, con una historia evolutiva más cercana a Australidelphia (Goin *et al.* 2016; Nilsson *et al.* 2010). Son marsupiales nocturnos, arbóreos, generalistas (animalívoro-frugívoro-insectívoro) y sociales (Cortés *et al.* 2011; Godoy-Güinao *et al.* 2018; Martín *et al.* 2015). Además, cumplen un rol fundamental en la dispersión de semillas de diversas especies nativas como *Tristerix corymbosus*, entre otras (Amico *et al.* 2009, 2011). Este rol ecosistémico se extiende indirectamente a especies polinizadoras como *Sephanoides sephanioides*, la cual puede utilizar a *T. corymbosus* como principal fuente de alimento durante los meses de invierno (Aizen 2003). Esto hace que *Dromiciops* juegue un papel crítico en el mantenimiento de la diversidad en la comunidad vegetal y de la fauna asociada a ella (Fontúrbel *et al.* 2012).

Por otra parte, recientemente dentro del género *Dromiciops* se ha identificado un grupo genético más antiguo y diferenciado de *D. gliroides*, al que se ha asignado el estatus de especie ("monito de pancho" *D. bozinovici*). Este clado se distribuye entre las regiones del Maule, Biobío y Araucanía en Chile (35.2° S a 39.3° S) (D'Elía *et al.* 2016; Mejías *et al.* 2021; Quintero-Galvis *et al.* 2021). Antes de su identificación como especie nueva, *D. bozinovici* formaba parte de *D. gliroides*, especie clasificada en la categoría de "Casi amenazada" según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) (Martín *et al.* 2015). Sin embargo, *D. bozinovici* aún no ha sido clasificada y muy probablemente lo sea en una categoría de mayor amenaza, dada su distribución en zonas altamente degradadas.

En este estudio entregamos evidencia empírica de la presencia de *Dromiciops* sp. en un ecosistema de bosque costero altamente fragmentado dentro del SNPH.

Evaluamos la presencia de *Dromiciops* mediante el uso de trampas cámara, una metodología económica y efectiva para el monitoreo de fauna silvestre (Burton *et al.* 2015). Para esto, se estableció un muestreo aleatorio simple en un área de estudio de 24,5 hectáreas, dentro de un remanente de bosque esclerófilo mediterráneo costero (Luebert & Plissock 2017), compuesto por una asociación de *Cryptocarya alba*, *Aextoxicon punctatum* y *Peumus boldus*, en compañía de *Laurelia sempervirens* y Mirtáceas (*Luma apiculata*, *Amomyrtus luma*, *Myrceugenia obtusa*), en un área de altas quebradas adyacentes a la costa. Seleccionamos nueve sitios de muestreo (Fig. 1; 3 trampas cámara/3 sitios x 27 días; distancia entre trampas de 238 a 518 m) que representaron áreas de bosque homogéneas entre sí con características favorables para la presencia de *Dromiciops*, como presencia de árboles adultos, troncos caídos, matorrales, hojarasca, tocones y cobertura densa de *Chusquea quila* (Fontúrbel & Jiménez 2014; Rodríguez-Cabal & Branch 2011). En cada

sitio se instaló una trampa cámara (Bushnell trophy cam 2017 modelo 119876 y 119877; StealthCam, Trailhawk Series) entre el 14 de septiembre y 4 de diciembre de 2020. Cada trampa cámara fue ajustada, revisada y relocalizada cada 27 días y ubicada en árboles adultos de *A. punctatum* y *C. alba* (40-100 cm de diámetro y 15-20 m de altura) a una altura de 2-4 m sobre el nivel del suelo, asociada a un cebo (plátano fresco), el cual fue reemplazado en cada relocalización y ha probado ser efectivo para atraer a *Dromiciops* (Fontúrbel & Jiménez 2009). Todas las cámaras fueron georeferenciadas (Garmin modelo 64x, Garmin Ltd) y programadas con nivel de sensor bajo a medio en modo foto y video, con un intervalo de inactividad de 10s. Se consideró como registro a una fotografía individual (como resultado de cada set de tres fotografías) y un video de 10-15 segundos, dependiendo de la configuración seleccionada para cada cámara (StealthCam 15s vs Bushnell 10s).

Se obtuvo un total de 93 imágenes y 40,7 minutos de video. De este total, solo 47 imágenes y 20,1 minutos de video corresponden a registros de *Dromiciops*, obtenidos en cuatro de los nueve sitios evaluados (1 individuo por sitio; Fig. 2). En promedio se registró 1,7 individuos/ h, entre las 19:07 h y 05:50 h, horario de actividad que concuerda con lo descrito por Fontúrbel *et al.* (2014). En tanto, el mayor número de registros fue obtenido entre las 03:00 y 04:00 h (Fig. 3). El resto de los registros corresponde a aves (Hued-Hued castaño - *Pterotochos castaneus* y Rayadito - *Aphrastura spinicauda*) y a *Rattus rattus* (Rata negra) (registrada en los nueve sitios), especie que representa un grave problema para la salud ecosistémica (Lobos *et al.* 2005b), debido a la alta posibilidad de transmisión de enfermedades (Moreno-Salas *et al.* 2019, 2020), predación (Shepherd & Ditgen 2012) y competencia con las especies nativas (Harris 2009).

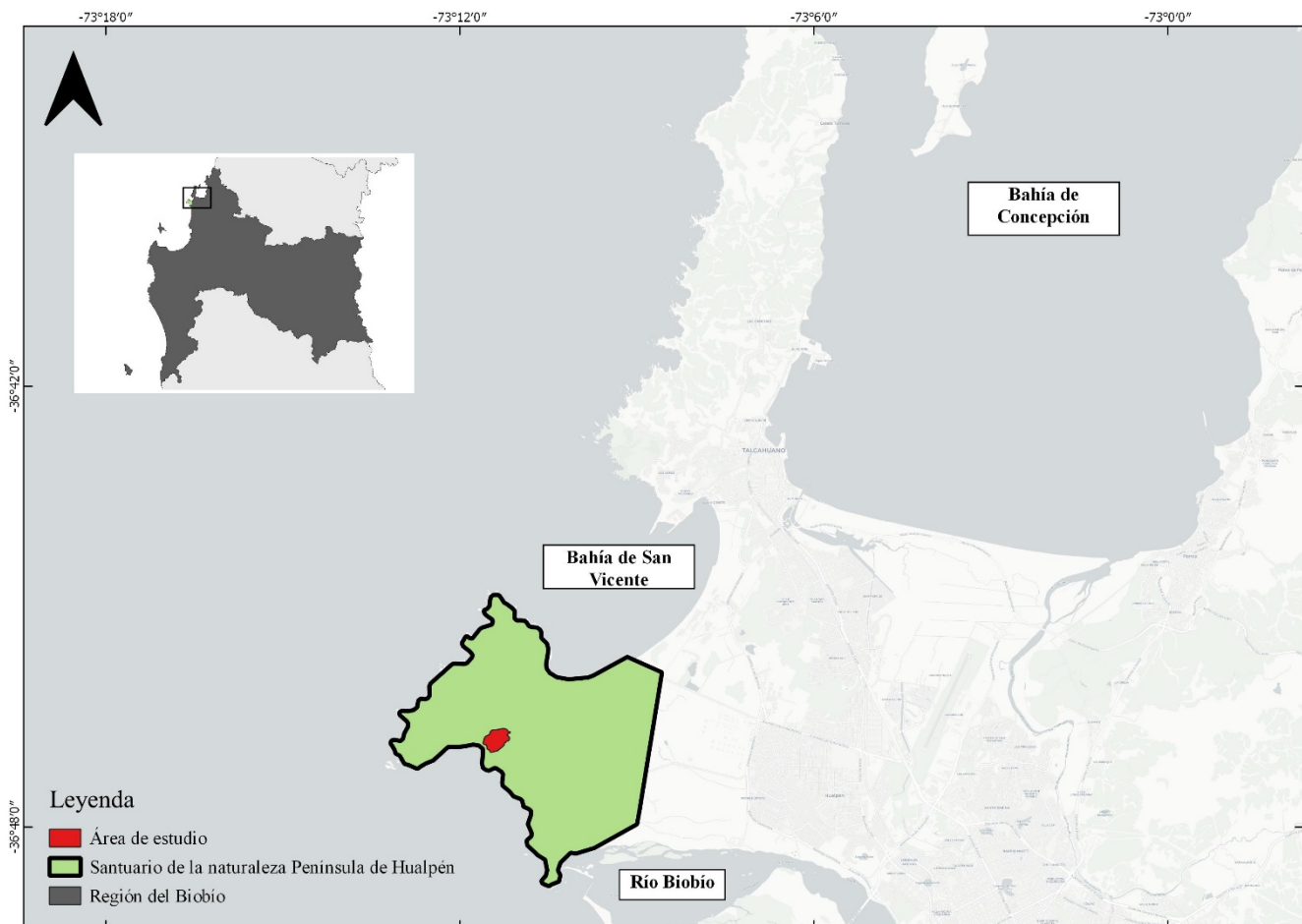


FIGURA 1. Mapa del área de estudio. / Map of study area.



FIGURA 2. Registros de *Dromiciops* en trampas cámara dentro del SNPH. / Records of *Dromiciops* in camera traps within SNPH.

Hasta la fecha no se había confirmado formalmente la presencia de *Dromiciops* en el SNPH. Sin embargo, existen registros informales (sitios web y redes sociales) de monitos en el SNPH y otros sectores de Concepción (e.g., Cerro Caracol y Parque Nacional Nonguén) y en comunas aledañas (e.g., Hualqui, Coronel y Curanilahue). Incluso ha sido posible registrar la presencia de este marsupial en plantaciones forestales de *Eucaliptus* en Los Álamos (P. Altamirano, comunicación personal, mayo 2021) y *Pinus* en Dichato (Uribe *et al.* 2017). Esta situación representa una amenaza para esta población relictica que potencialmente utiliza este hábitat exótico como refugio tanto dentro del SNPH como en otras áreas de la región, debido a las prácticas forestales (e.g., tala rasa) actualmente empleadas en la región (Frêne & Núñez 2010; Uribe *et al.* 2020) y en el SNPH (Fuentes *et al.* 2017). Especialmente si los registros obtenidos en este estudio corresponden a *D. bozinovici*, ya que su rango de distribución es acotado e incluye zonas altamente degradadas de la región

del Biobío (D'Elía *et al.* 2016; Mejías *et al.* 2021; Quintero-Galvis *et al.* 2021). Futuros estudios deberían enfocarse en caracterizar a la población presente en el SNPH. Se requiere establecer relaciones filogenéticas (*D. bozinovici* o *D. gliroides*) y determinar las características estructurales del hábitat que influyen en la distribución, abundancia y densidad de *Dromiciops* en este hábitat altamente degradado. Se sugiere evaluar patrones ecológicos de la especie (e.g., presencia, actividad y abundancia) en un gradiente de perturbación dentro del SNPH, ya que un mayor grado de alteración estructural del bosque (e.g., mayor perturbación antrópica) se traduce en una menor actividad y abundancia de *Dromiciops* (Rodríguez-Gómez & Fontúrbel 2020). Por otra parte, aunque *Dromiciops* puede presentar densidades y ámbitos de hogar similares en bosques templados degradados y en plantaciones forestales (Fontúrbel *et al.* 2010, 2012; Uribe *et al.* 2017), se desconoce su ecología espacial en bosques del tipo esclerófilo-mediterráneo. Por lo tanto, esta clase

de estudios permitiría identificar sitios prioritarios para conservar dentro del SNPH y sugerir medidas de manejo que incorporen aspectos de la biología (Fontúrbel & Jiménez 2011) y ecología (Amico *et al.* 2009; Mora & Soto-Gamboa 2011) de *Dromiciops*. Finalmente, se debe evaluar el tipo de interacción

que *Dromiciops* tiene con especies exóticas como *R. rattus*, para así obtener un panorama amplio de las amenazas que pueden afectar a esta población de *Dromiciops* y plantear las medidas de manejo adecuadas para su conservación.

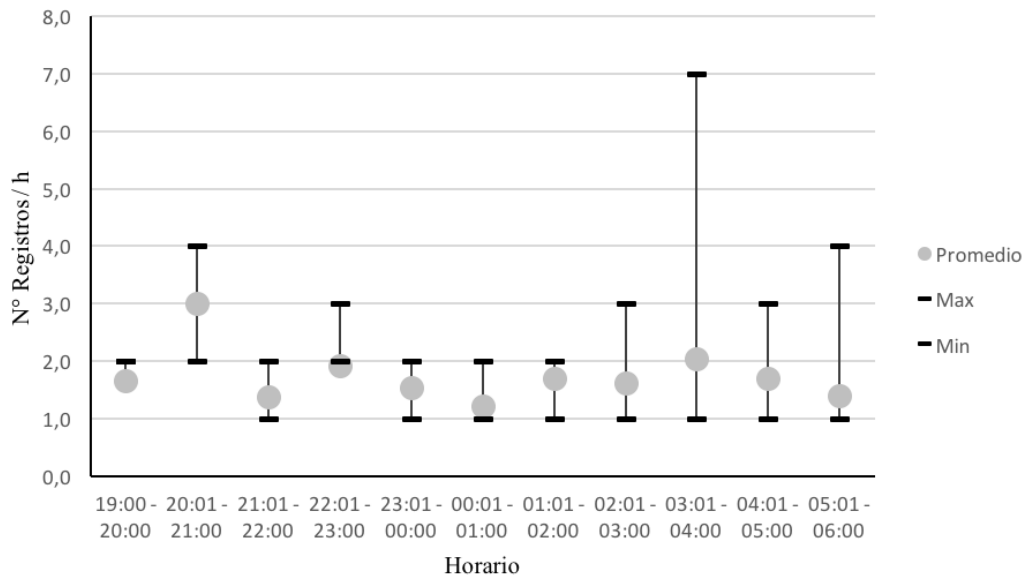


FIGURA 3. Actividad de *Dromiciops* en el área de estudio. Se consideraron 47 imágenes y 115 videos para un total de 163 registros. / *Dromiciops* activity in the study area. 47 images and 115 videos were considered for a total of 163 records.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a ONG El Queule y a la Campaña ciudadana "Salvemos el Santuario" por el apoyo para la realización de este trabajo.

REFERENCIAS

- Aizen, M.A. 2003. Influences of animal pollination and seed dispersal on winter flowering in a temperate mistletoe. *Ecology* 84(10): 2613-2627.
- Amico, G.C., Rodríguez-Cabal, M.A., Aizen, M.A. 2011. Geographic variation in fruit colour is associated with contrasting seed disperser assemblages in a south-Andean mistletoe. *Ecography* 34(2): 318-326.
- Amico, G.C., Rodríguez-Cabal, M.A., Aizen, M.A. 2009. The potential key seed-dispersing role of the arboreal marsupial *Dromiciops gliroides*. *Acta Oecologica* 35(1): 8-13.
- Burton, A.C., Neilson, E., Moreira, D., Ladle, A., Steenweg, R., Fisher, J.T., Bayne, E., Boutin, S. 2015. Wildlife camera trapping: A review and recommendations for linking surveys to ecological processes. *Journal of Applied Ecology* 52(3): 675-685.
- Casas-Cordero, C.R. 2005. Hualpen. De la periferia comunal a la centralidad metropolitana. *Urbano* 84-90.
- Cortés, P.A., Franco, M., Sabat, P., Quijano, S.A., Nespolo, R.F. 2011. Bioenergetics and intestinal phenotypic flexibility in the microbiotheriid marsupial (*Dromiciops gliroides*) from the temperate forest in South America. *Comparative Biochemistry and Physiology - A Molecular and Integrative Physiology* 160(2): 117-124.
- D'Elía, G., Hurtado, N., D'Anatro, A. 2016. Alpha taxonomy of *Dromiciops* (Microbiotheriidae) with the description of 2 new species of monito del monte. *Journal of Mammalogy* 97(4): 1136-1152.

- EULA. 2016. Guías didácticas. Santuario de la Naturaleza Península de Hualpén. Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad de Concepción, Concepción. 203 pp.
- Fontúrbel, F.E., Candia, A.B., Botto-Mahan, C. 2014. Nocturnal activity patterns of the monito del monte (*Dromiciops gliroides*) in native and exotic habitats. *Journal of Mammalogy* 95(6): 1199-1206.
- Fontúrbel, F.E., Franco, M., Rodríguez-Cabal, M.A., Rivarola, M.D., Amico, G.C. 2012. Ecological consistency across space: A synthesis of the ecological aspects of *Dromiciops gliroides* in Argentina and Chile. *Naturwissenschaften* 99(11): 873-881.
- Fontúrbel, F.E., Jiménez, J.E. 2009. Underestimation of abundances of the monito del Monte (*Dromiciops gliroides*) due to a Sampling Artifact. *Journal of Mammalogy* 90(6): 1357-1362.
- Fontúrbel, F.E., Jiménez, J.E. 2011. Environmental and ecological architects: Guidelines for the Chilean temperate rainforest management derived from the monito del monte (*Dromiciops gliroides*) conservation. *Revista Chilena de Historia Natural* 84(2): 203-211.
- Fontúrbel, F.E., Jiménez, J.E. 2014. Conectando la ecología de una especie con la conservación de ecosistemas: el caso del monito del monte (*Dromiciops gliroides*). *Revista Chagual* 9: 61-64.
- Fontúrbel, F.E., Silva-Rodríguez, E.A., Cárdenas, N.H., Jiménez, J.E. 2010. Spatial ecology of monito del monte (*Dromiciops gliroides*) in a fragmented landscape of southern Chile. *Mammalian Biology* 75(1): 1-9.
- Frêne, C., Núñez, M. 2010. Hacia un nuevo Modelo Forestal en Chile. *Revista Bosque Nativo* 47: 25-35.
- Fuentes, G., Cisternas, A., Valencia, G., Mihoc, M., Ruiz, E., Hasbún, R., Valenzuela, S., Baeza, C.M. 2017. Diversidad taxonómica y genética del sitio prioritario Península de Hualpén, Región del Bío-Bío, Chile. Implicancias para la conservación. *Gayana Botánica* 74(1): 94-110.
- GCC Consultores. 2002. Plan de manejo Santuario de la Naturaleza Península de Hualpén. <http://bdrnap.mma.gob.cl/recursos/SINIA/PlandeManejo/plan%20de%20manejo%20Hualpen.pdf>
- Godoy-Güinao, J., Díaz, I.A., Celis-Diez, J.L. 2018. Confirmation of arboreal habits in *Dromiciops gliroides*: a key role in Chilean Temperate Rainforests. *Ecosphere* 9(10): 1-6.
- Goin, F.J., Woodburne, M.O., Martin, G.M., Chornogubsky, L. 2016. A brief history of South American metatherians: evolutionary contexts and intercontinental dispersals. Springer.
- Harris, D.B. 2009. Review of negative effects of introduced rodents on small mammals on islands. *Biological Invasions* 11(7): 1611-1630.
- Hershkovitz, P. 1999. *Dromiciops gliroides* Thomas, 1894, last of the Microbiotheria (Marsupialia), with a review of the family Microbiotheriidae. *Fieldiana Zoology* 93: 1-60.
- Kelt, D.A. 2000. Small mammal communities in rainforest fragments in central southern Chile. *Biological Conservation* 92(3): 345-358.
- Lara, A., Solari, M.E., Prieto, M. del R., Peña, M.P. 2012. Reconstrucción de la cobertura de la vegetación y uso del suelo hacia 1550 y sus cambios a 2007 en la ecorregión de los bosques valdivianos lluviosos de Chile (35° - 43° 30' S). *Bosque* 33(1): 13-23.
- Lindenmayer, D.B., Cunningham, S., Young, A. 2012. Land use intensification: effects on agriculture, biodiversity and ecological processes. CSIRO Publishing.
- Lobos, G., Charrier, A., Carrasco, G., Palma, R.E. 2005a. Presence of *Dromiciops gliroides* (Microbiotheria: Microbiotheriidae) in the deciduous forests of central Chile. *Mammalian Biology* 70(6): 376-380.
- Lobos, G., Ferres, M., Palma, R.E. 2005b. Presencia de los géneros invasores *Mus* y *Rattus* en áreas naturales de Chile: Un riesgo ambiental y epidemiológico. *Revista Chilena de Historia Natural* 78(1): 113-124.
- Luebert, F., Plissock, P. 2017. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile (Segunda ed). Editorial Universitaria, Santiago. 384 pp.
- Martin, G.M., Flores, D., Teta, P. 2015. *Dromiciops gliroides*, Monito del Monte. The IUCN Red List of Threatened Species 2015: 8235.
- Mejías, C., Castro-Pastene, C.A., Carrasco, H., Quintero-Galvis, J.F., Soto-Gamboa, M., Bozinovic, F., Nespolo, R.F. 2021. Natural history of the relict marsupial Monito del Monte at the most extreme altitudinal and latitudinal location. *Ecosphere* 12(6): 1-8.
- Mora, J.P., Soto-Gamboa, M. 2011. Legítima dispersión de semillas *Ugni molinae* Turcz. (Myrtaceae), por monito del monte, *Dromiciops gliroides*. *Gayana Botánica* 68(2): 309-312.
- Moreno-Chacón, M., Mardones, D., Viveros, N., Madriaza, K., Carrasco-Urra, F., Marticorena, A., Baeza, C., Rodríguez, R., Saldaña, A., Moreno-Chacón, M., Mardones, D., Viveros, N., Madriaza, K., Carrasco-Urra, F., Marticorena, A., Baeza, C., Rodríguez, R., Saldaña, A. 2018. Flora vascular de un remanente de bosque esclerófilo mediterráneo costero: Estación de Biología Terrestre de Hualpén, Región del Biobío, Chile. *Gayana Botánica* 75(1): 466-481.
- Moreno-Salas, L., Espinoza-Carniglia, M., Lizama-Schmeisser, N., Torres-Fuentes, L.G., Silva-de La Fuente, M.C., Lareschi, M., González-Acuña, D. 2020. Molecular detection of *Rickettsia* in fleas from micromammals in Chile. *Parasites and Vectors* 13(1): 523.

- Moreno-Salas, L., Espinoza-Carniglia, M., Schmeisser, N.L., Torres-Fuentes, L.G., Silva-De La Fuente, M.C., Lareschi, M., González-Acuña, D. 2019. Fleas of black rats (*Rattus rattus*) as reservoir host of *Bartonella* spp. in Chile. *PeerJ* 2019(8): 1-25. <https://doi.org/10.7717/peerj.7371>
- Nilsson, M.A., Churakov, G., Sommer, M., van Tran, N., Zemann, A., Brosius, J., Schmitz, J. 2010. Tracking marsupial evolution using archaic genomic retroposon insertions. *PLoS Biology* 8(7): e1000436.
- O'Bryan, C.J., Allan, J.R., Holden, M., Sanderson, C., Venter, O., Di Marco, M., McDonald-Madden, E., Watson, J.E.M. 2020. Intense human pressure is widespread across terrestrial vertebrate ranges. *Global Ecology and Conservation* 21: e00882.
- Oda, E., Rodríguez-Gómez, G.B., Fontúrbel, F.E., Soto-Gamboa, M., Nespolo, R.F. 2019. Southernmost records of *Dromiciops gliroides*: Extending its distribution beyond the valdivian rainforest. *Gayana* 83(2): 145-149.
- Pauchard, A., Aguayo, M., Peña, E., Urrutia, R. 2006. Multiple effects of urbanization on the biodiversity of developing countries: The case of a fast-growing metropolitan area (Concepción, Chile). *Biological Conservation* 127(3): 272-281.
- Quintero-Galvis, J.F., Saenz-Agudelo, P., Celis-Diez, J.L., Amico, G.C., Vasquez, S., Shafer, A.B.A., Nespolo, R.F. 2021. The Biogeography of *Dromiciops* in Southern South America: middle Miocene transgressions, speciation and associations with *Nothofagus*. *Molecular Phylogenetic and Evolution* 163: 107234.
- Rodríguez-Cabal, M.A., Branch, L.C. 2011. Influence of habitat factors on the distribution and abundance of a marsupial seed disperser. *Journal of Mammalogy* 92(6): 1245-1252.
- Rodríguez-Echeverry, J., Echeverría, C., Oyarzún, C., Morales, L. 2018. Impact of land-use change on biodiversity and ecosystem services in the Chilean temperate forests. *Landscape Ecology* 33(3): 439-453.
- Rodríguez-Gómez, G.B., Fontúrbel, F.E. 2020. Regional-scale variation on *Dromiciops gliroides* occurrence, abundance, and activity patterns along a habitat disturbance gradient. *Journal of Mammalogy* 101(3): 733-741.
- Sala, O.E., Chapin, F.S., Armesto, J.J., Berlow, E., Bloomfield, J., Dirzo, R., Huber-Sanwald, E., Huenneke, L.F., Jackson, R.B., Kinzig, A., Leemans, R., Lodge, D.M., Mooney, H.A., Oesterheld, M., Poff, N.L.R., Sykes, M.T., Walker, B.H., Walker, M., Wall, D.H. 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science* 287(5459): 1770-1774.
- Salazar, D.A., Fontúrbel, F.E. 2016. Beyond habitat structure: Landscape heterogeneity explains the monito del monte (*Dromiciops gliroides*) occurrence and behavior at habitats dominated by exotic trees. *Integrative Zoology* 11(5): 413-421.
- Shepherd, J.D., Ditgen, R.S. 2012. Predation by *Rattus norvegicus* on a native small mammal in an *Araucaria araucana* forest of Neuquén, Argentina. *Revista Chilena de Historia Natural* 85(2): 155-159.
- Uribe, S.V., Chiappe, R.G., Estades, C.F. 2017. Persistence of *Dromiciops gliroides* in landscapes dominated by *Pinus radiata* plantations. *Revista Chilena de Historia Natural* 90(2). <https://doi.org/10.1186/s40693-017-0065-2>
- Uribe, S.V., Estades, C.F., Radeloff, V.C. 2020. Pine plantations and five decades of land use change in central Chile. *PLoS ONE* 15(3): 1-16.

Received: 25.03.2021

Accepted: 28.08.2021