

Diversidad de coleópteros epigeos en bosques de *Nothofagus glauca* y plantaciones de *Pinus radiata* en Chile central

Diversity of epigeal coleopteran in *Nothofagus glauca* forests and *Pinus radiata* plantations in central Chile

FRANCISCO MUÑOZ¹; AMANDA HUERTA²; TOMISLAV CURKOVIC³

¹ M. Sc. Ing. Forestal. Departamento de Silvicultura y Conservación de la Naturaleza, Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile, Casilla 9206 Santiago de Chile, Chile, francisco.munozalegria@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0919-9883>

² Dra. Ing. Forestal, Departamento de Silvicultura y Conservación de la Naturaleza, Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile, Casilla 9206 Santiago de Chile, Chile, ahuerta@uchile.cl, <https://orcid.org/0000-0003-1142-4186>. ³ Ph. D. Ing. Agrónomo, Departamento de Sanidad Vegetal, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Casilla 1004 Santiago de Chile, Chile, tcurkovi@uchile.cl, <https://orcid.org/0000-0003-3403-8800>.

Autor para correspondencia

Amanda Huerta. Dra., Ing. Forestal, Departamento de Silvicultura y Conservación de la Naturaleza, Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile, Casilla 9206 Santiago de Chile, Chile, ahuerta@uchile.cl, <https://orcid.org/0000-0003-1142-4186>.

Citación sugerida

MUÑOZ, F.; HUERTA, A.; CURKOVIC, T. 2021. Diversidad de coleópteros epigeos en bosques de *Nothofagus glauca* y plantaciones de *Pinus radiata* en Chile central. Revista Colombiana de Entomología 47 (1): e7522. <https://doi.org/10.25100/socolen.v47i1.7522>

Recibido: 14-feb-2019

Aceptado: 13-ene-2020

Publicado: 3-feb-2021

Revista Colombiana de Entomología

ISSN (Print): 0120-0488

ISSN (On Line): 2665-4385

<https://revistacolombianaentomologia.univalle.edu.co>

Open access



BY-NC-SA 4.0
creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es

Publishers: Sociedad Colombiana de Entomología
SOCOLEN (Bogotá, D. C., Colombia)

<https://www.socolen.org.co>

Universidad del Valle (Cali, Colombia)

<https://www.univalle.edu.co>

© 2021 Sociedad Colombiana de Entomología
- SOCOLEN y Universidad del Valle - Univalle

Resumen: Los bosques de hualo (*Nothofagus glauca*), endémicos de Chile, han sido impactados por procesos antrópicos, como la sustitución por plantaciones exóticas de pino insigne (*Pinus radiata*). La diversidad de coleópteros epigeos en bosques de hualo, altamente sensibles a los cambios ha sido escasamente documentada. Se evaluó la diversidad estacional de coleópteros epigeos en tres hábitats (bosques de hualo, plantaciones de pino y formaciones mixtas de pino-hualo) en la zona de Constitución, Chile central. Durante la primavera y verano, en tres rodales maduros de cada hábitat, se establecieron al azar tres transectos lineales de 100 m y se instalaron 10 trampas de intercepción cada 10 m. Para cada hábitat se estimó la composición, abundancia y riqueza, y se calculó la diversidad de especies por estación mediante los índices de Shannon-Wiener (H'), de Pielou (J'), Chao 2 y Jackknife 1. Además, se construyeron curvas de rarefacción para obtener la riqueza esperada. Se detectaron 19 especies de coleópteros pertenecientes a 11 familias. En primavera, las abundancias relativas de coleópteros fueron significativamente superiores en las plantaciones de pino, seguidas de las formaciones mixtas y los bosques de hualo. En verano, aunque la abundancia se redujo, la predominancia en las plantaciones de pino permaneció estable. La riqueza relativa en las plantaciones de pino y bosques de hualo fueron superiores en verano. No obstante, se dedujo a través de las curvas de rarefacción, que sólo el esfuerzo de muestreo en verano fue el adecuado. Los índices H' fueron superiores en las formaciones mixtas en primavera, y en los bosques de *N. glauca* en verano, coincidiendo con los J' más elevados. Los resultados sugieren que, mantener plantaciones de pino insigne, favorece la conservación de coleópteros epigeos, actuando como reservorios de biodiversidad, posiblemente por la mayor cobertura arbórea y de sotobosque en este hábitat en particular.

Palabras clave: *Nothofagus glauca*, *Pinus radiata*, Coleoptera, Chile, diversidad, Neotrópico.

Abstract: Hualo forests (*Nothofagus glauca*) endemic from Chile have been impacted by anthropic processes such as substitution by exotic plantations of ensigned pine (*Pinus radiata*). The diversity of epigeous Coleoptera in Hualo forests, highly sensitive to changes, has been scarcely documented in Chile. It was evaluated the seasonal diversity of epigeous Coleoptera in three habitats (hualo forests, pine plantations, and mixed formations of pine plantations and hualo forests) in the area of Constitución, central Chile. During the spring and summer were established three random linear transects of 100 m in three mature stands of each habitat, where 10 pitfall traps were installed every 10 m. For each habitat, the composition, abundance, and richness of epigeous beetles were estimated. The diversity of species was calculated per season using the Shannon-Wiener (H'), Pielou (J'), Chao 2, and Jackknife 1 indexes. Besides, rarefaction curves were built to estimate the expected richness. Nineteen Coleoptera native species belonging to 11 families were detected. In spring, the relative abundances of Coleoptera were significantly higher in pine plantations, followed by mixed formations and hualo forests. In summer, although the abundance was reduced, the predominance in the pine plantations remained stable. The relative richness in pine plantations and hualo forests was similar and superior to mixed formations in summer. However, it was inferred from the rarefaction curves, that only the sampling effort in summer was appropriated. The H' index was higher in mixed formations in spring, and in *N. glauca* forests in summer, coinciding with the highest J' . The results suggest that maintaining pine plantations, favors the conservation of epigeous Coleoptera, acting as reservoirs of biodiversity, possibly due to the greater tree cover and understory, in this particular habitat.

Keywords: *Nothofagus glauca*, *Pinus radiata*, Coleoptera, Chile, diversity, Neotropic.

Introducción

Las actividades antropogénicas como la sobreexplotación del hábitat, deforestación, contaminación e introducción de especies exóticas, entre otras, son las principales fuerzas que conducen los cambios en la diversidad y composición de las comunidades alrededor del mundo, y causan transformaciones de la vegetación natural en plantaciones forestales (Spooner 2005; Coates *et al.* 2006; Roe *et al.* 2006).

Los insectos son muy vulnerables a la fragmentación y pérdida de hábitat, por lo que cambios en su composición o abundancia pueden afectar el funcionamiento normal de los ecosistemas (Didham 1997). La pérdida de hábitat tiene fuertes efectos sobre la biodiversidad y se le considera el factor más importante para la extinción de poblaciones y especies (Fahrig 2003). Los efectos negativos de la pérdida de hábitat no sólo se refieren a mediciones directas de biodiversidad, tales como: la riqueza de especies (Steffan-Dewenter *et al.* 2002; Steffan-Dewenter 2003), abundancia y distribución de poblaciones (Best *et al.* 2001) y la diversidad genética (Gibbs 2001; Keller *et al.* 2005), sino también a patrones o procesos ecológicos que dependen de la biodiversidad.

Las notofagáceas (Nothofagaceae) corresponden a un elemento clave en la fitogeografía del hemisferio sur, particularmente en formaciones boscosas del extremo austral de Sudamérica. En Chile ocupan cerca de 7,4 millones de ha (CONAF *et al.* 1999). El paisaje dominante en la costa de la Región del Maule (34°41'S y 36°33'S) es una matriz extensa de plantaciones de monocultivo de pino insigne (*P. radiata*), con fragmentos de vegetación nativa principalmente de bosques primarios de coihue (*Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Oerst) y secundarios de hualo (*Nothofagus glauca* (Phil.) Krasser) en las quebradas (Estades y Temple 1999). Esta última es una de las especies del género más septentrional de Chile. Se distribuye desde la Provincia de Melipilla (33°56'S) (Región Metropolitana) hasta la Provincia de Ñuble (36°17'S) (Región del BioBío) por la Cordillera de la Costa en forma discontinua y desde la Provincia de Curicó (35°01'S) (Región del Maule) hasta la Provincia de Ñuble (36°32'S) (Región del BioBío) por la Cordillera de los Andes donde es más continua (Hechenleitner *et al.* 2005).

Nothofagus glauca es un elemento endémico del centro sur de Chile e históricamente ha sido afectado por diversos procesos antrópicos que han mermado su población, siendo la fragmentación una amenaza substancial (Bustamante-Sánchez *et al.* 2004; Echeverría *et al.* 2006). Cerca del 76 % de su área ha sido reemplazada por *P. radiata* (Echeverría *et al.* 2006). Además, forma parte de uno de los "hot-spot" para la conservación de la biodiversidad (Myers *et al.* 2000) y su estado de conservación es vulnerable (Barstow *et al.* 2017).

Pinus radiata fue introducido en Chile al término del siglo 19 con fines ornamentales y se comenzó a plantar productivamente en la década del 60, convirtiéndose en la conífera exótica más importante del país que, en la actualidad, cubre casi 1,3 millones de ha (INFOR 2020). Constituye un problema interesante a abordar debido al rol que juega en el mantenimiento de la diversidad biológica (Grez *et al.* 2003).

Se ha estudiado la entomofauna asociada al bosque maulino, calificándola de diversa y con un grado de endemismo alto y, en el último tiempo, se han detectado especies ya descritas, pero no registradas para el área (Huerta Fuentes *et al.* 2011; Ramírez Aliaga *et al.* 2017). Cabe resaltar que se han documentado daños severos (sobre el 50 %) en las semillas de hualo por el microlepidóptero *Perzelia* sp. (J. F. G. Clarke, 1978) (Lepidoptera:

Oecophoridae) (Burgos *et al.* 2008; Huerta Fuentes *et al.* 2011) que amenazan la estabilidad de esta especie arbórea. A pesar de la gran extensión de las plantaciones de *P. radiata* en Chile, el estudio del impacto de la forestación sobre la comunidad de entomofauna nativa se ha documentado escasamente (Grez *et al.* 2003; Briones y Jerez 2007; Benítez *et al.* 2008; Simonetti *et al.* 2012).

En estudios chilenos se ha contrastado la diversidad entre el bosque nativo y plantaciones exóticas, indicando que la densidad, riqueza y diversidad específica de coleópteros epigeos han sido menores en los bosques de pino (Sáiz y Salazar 1981). En el mismo sentido, se han obtenido abundancias y riquezas superiores de coleópteros epigeos en parches de bosque nativo de latifoliadas respecto de la matriz circundante de plantaciones de *P. radiata*, y se ha concluido que las plantaciones de pino no afectan significativamente a los coleópteros epigeos, probablemente, por la presencia de un abundante sotobosque nativo (Grez *et al.* 2003). En Argentina, respecto del mismo gremio, las riquezas y abundancias más elevadas se detectaron en las formaciones nativas de notofagáceas (Paritsis y Aizen 2008). Sin embargo, se encontró que la abundancia y riqueza de especies de coleópteros asociados a las heces fue mayor en la matriz de pino que en los fragmentos de bosque nativo (Bustamante-Sánchez *et al.* 2004). Por otro lado, en Irlanda no se encontraron diferencias en la riqueza de carábidos recolectados con trampas de caída tanto en monocultivo de *Picea abies* (L.) H. Karst, y en mezcla con *Quercus suber* Linnaeus y con *Pinus sylvestris* Linnaeus (Oxbrough *et al.* 2012). Por otra parte, las plantaciones jóvenes tienen un efecto mínimo en la diversidad de especies epigeas de escarabajos y hormigas, pero en la medida que crecen los árboles hay un cambio en la abundancia relativa (Sackmann *et al.* 2008; Roberge y Stenbacka 2014). Las investigaciones sobre la diversidad de coleópteros epigeos en formaciones nativas de latifoliadas y en plantaciones de coníferas han tenido resultados variables. En este contexto el objetivo de este estudio fue evaluar la diversidad estacional de ensamblajes de coleópteros epigeos en función de su composición, abundancia y riqueza en tres hábitats: bosques de *N. glauca*, plantaciones de *P. radiata* y formaciones mixtas (*N. glauca* - *P. radiata*), en una zona costera de Chile central.

Materiales y métodos

Área de estudio. El presente estudio se realizó en el Centro Experimental Dr. Justo Pastor León, Predio Pantanillos (35°26'S 72°17'O) de la Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza de la Universidad de Chile, Constitución, Región del Maule, Chile central (Fig. 1). El área de estudio se encuentra inserta en la región del bosque caducifolio mediterráneo costero (Luebert y Pliscoff 2018). La temperatura promedio mínima es 5,9 °C (julio) y la máxima 22,7 °C (enero) con lluvias concentradas en invierno (media anual de 881 mm) (Santibáñez y Uribe 1993).

Estas son las características de los tres hábitats estudiados (Fig. 2), obtenidas mediante observación visual, y representados por tres rodales de cada tipo de vegetación: 1) Bosques de *N. glauca*, ubicados principalmente en quebradas con pendiente promedio de 20 %, dosel y sotobosque relativamente poco denso (cobertura de 70 %), acompañado por especies como: *Azara integrifolia* Ruiz et Pav., *Escallonia pulverulenta* (Ruiz et Pav.) Pers., *Gaultheria insana* (Molina) D. J. Middleton, *Laurelia sempervirens* (Ruiz et Pav.), *Luma apiculata* (DC.) Burret, *Lithraea caustica* (Molina) Hook et. Arn., *Persea lingue*

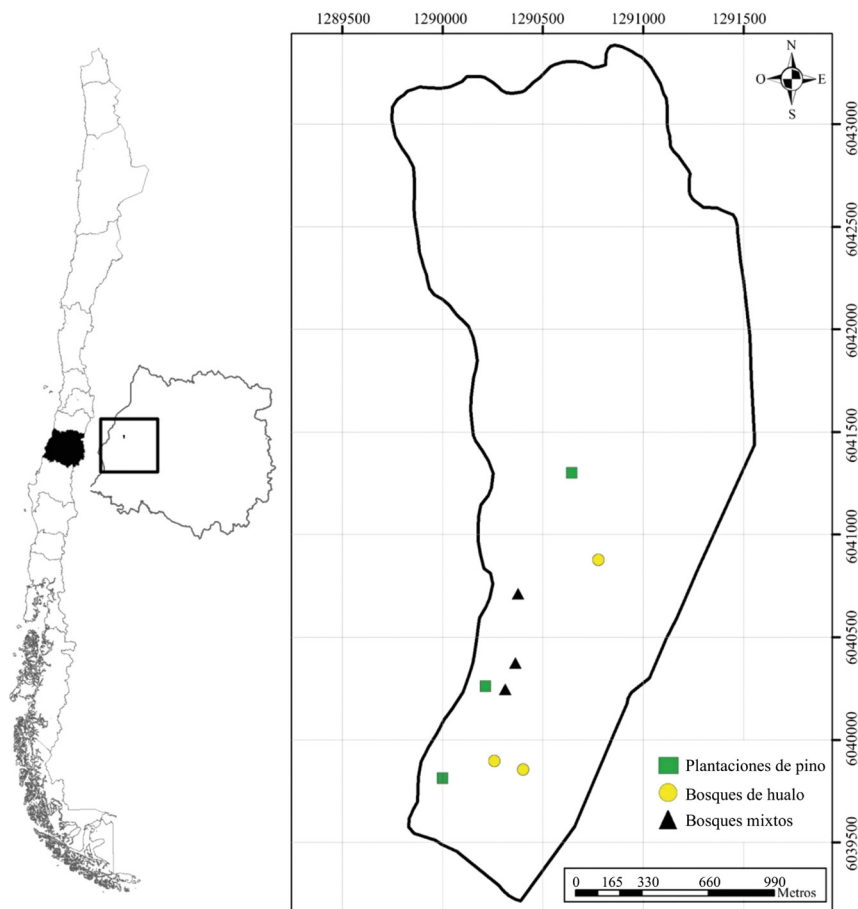


Figura 1. Ubicación geográfica de la zona de estudio, Centro Experimental Dr. Justo Pastor León, Predio Pantanillos, Constitución, Región del Maule, Chile.

Nees y *Ugni molinae* Turczaninow; 2) Plantaciones de *P. radiata* adultas, con dosel denso (cobertura de 90 %; altura promedio de 25 m), topografía de lomaje suave (5-8 %) con sotobosque muy denso (95 %), compuesto principalmente por *U. molinae* y algunos ejemplares de *Lapageria rosea* Ruiz et Pav., y 3) Formaciones mixtas de individuos adultos de *N. glauca* con *P. radiata*, en sectores de media a alta ladera, con altura media de los árboles de 18-20 m, siendo los ejemplares de *P. radiata* los de alturas mayores, con cobertura arbórea de cerca de 70 %. Las principales especies que conformaron el sotobosque (70 % de cobertura) fueron: *E. pulverulenta*, *L. caustica*, *Rosa moschata* Herrm y *U. molinae*, entre otras.

Diseño experimental y muestreo. Se usó un diseño experimental bifactorial (3 x 2), siendo el primer factor el hábitat y el segundo la estación del año (primavera y verano), con tres repeticiones cada uno. Se establecieron 18 transectos lineales al azar (de 100 m cada uno), con los tres hábitats y en dos estaciones, separados entre sí por al menos 150 m. En cada transecto se distribuyeron 10 trampas de caída o intercepción cada 10 m (180 trampas en total) (Grez *et al.* 2003; Fierro Tapia *et al.* 2011). Las trampas consistieron en contenedores plásticos con capacidad de 1 L, depositando en su interior una mezcla de etanol de 96° al 75 % (250 mL) para la preservación de los especímenes y agua con detergente al 5 % (500 mL) para la reducción de la tensión superficial. Sobre la boca del contenedor se dispuso un techo anclado al suelo para reducir la evaporación y se dejó un espacio entre ambos, para permitir el ingreso de insectos a las trampas. Éstas se retiraron a los 15

días de la instalación, similar a lo realizado por Siewers *et al.* (2014). La determinación de los insectos capturados se hizo mediante comparación con material de referencia conservado en el Instituto de Entomología de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación (IEUMCE) (Santiago, Chile) y el Museo de Entomología Forestal del Departamento de Silvicultura y Conservación de la Naturaleza de la Universidad de Chile (Santiago, Chile), lugar donde fueron depositados los especímenes; y a través de claves de reconocimiento (Roig-Juñent 1994; Jameson y Smith 2002; Paulsen 2005).

Análisis de los datos. El radio de acción por trampa de intercepción se consideró de 5 m (Péfaur y Pérez 1995), lo que se tradujo a una superficie equivalente a 0,079 ha para cada una de ellas. El número total de individuos se estimó para cada especie de coleóptero epigeo por hábitat y estación del año. También se estimó la abundancia (N° promedio de individuos) y la riqueza (N° promedio de especies) por hábitat y estación. Los índices de Shannon-Wiener (H'), equidad de Pielou (J') (Magurran 2004) y Chao 2 y Jackknife 1 (Moreno 2001) se determinaron también por hábitat y estación, mediante el programa PAST (Hammer *et al.* 2001). Las medias de la abundancia, la riqueza, de los índices de diversidad se compararon entre los distintos hábitats, mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis y la prueba de Dunn, y entre estaciones para cada hábitat con la prueba de Mann-Whitney, mediante el programa InfoStat (2008). Se construyeron curvas de rarefacción para estimar la riqueza esperada, con el programa EstimateS 9 (Colwell *et al.* 2012).



Figura 2. Tipos de hábitats estudiados. **A.** Bosque de *Nothofagus glauca*. **B.** Plantación de *Pinus radiata*. **C.** Formación Mixta (Hualo- pino), Centro Experimental Dr. Justo Pastor León, Predio Pantanillos, Constitución, Región del Maule, Chile.

Resultados y discusión

En las trampas de intercepción instaladas se detectaron en total 19 especies nativas de coleópteros epigeos pertenecientes a 11 familias. La mayoría ha sido citada en reportes de prospecciones hechas en la zona central de Chile, ya sea usando trampas de caída o en recolectas directas del suelo o bajo troncos, en ambientes silvestres (en su mayoría) o intervenidos. Los grupos más abundantes y constantes, informados por la literatura, coinciden con los encontrados en el presente estudio, destacando las familias Carabidae, Hybosoridae, Lucanidae, Staphylinidae y Tenebrionidae. Los carábidos y estafilínidos detectados son reconocidos depredadores de estados inmaduros de Diptera, Lepidoptera y Coleoptera en el suelo (Tabla 1).

Entre los estafilínidos (grupo más abundante y segundo más constante) capturados, destaca *Loncovilius discoideus* Fairmaire y Germain, 1862, coprófago depredador, la especie más abundante en este estudio, recolectada en ambas épocas (primavera y verano) y en los tres hábitats, aunque su presencia decreció notablemente en verano (cuando solo se encontró en *N. glauca*), coincidiendo con lo reportado por Bustamante-Sánchez *et al.* (2004). Otra especie de estafilínido recolectada, con este mismo método, pertenece al género *Aleochara*, con 15 especies en Chile (Zaviezo *et al.* 2004; Solervicens 2014). En el presente estudio *Aleochara* sp. fue la quinta especie más abundante (Tabla 1).

Respecto de Carabidae (segunda familia más abundante, pero la primera en constancia), *Cyanotarsus andinus* Germain, 1855, fue la principal especie recolectada en esta familia y la segunda más abundante respecto del total, frecuentemente asociada al bosque esclerófilo. En el presente estudio sólo se detectó en las plantaciones de pino, similar a lo reportado por Grez *et al.* (2003). Esta especie se considera un taxón endémico, propio del bosque esclerófilo de la Cordillera de la Costa de la zona central de Chile (Roig-Juñent y Flores 2001).

Un representante del género *Cnemalobus*, con 18 especies en Chile, fue la segunda especie más abundante de carábidos (cuarta respecto del total, aunque ausente en pino). Este género es también principalmente endémico de Chile y la mayoría de las especies se encuentran en la Región del Maule (Solervicens 2014). A diferencia de las otras especies abundantes, la de *Cnemalobus* encontrada en nuestro estudio muestra un patrón inverso, pues no se detectó en las plantaciones de pino, donde había mayor cobertura vegetal. Sin embargo, existe escasa información sobre los hábitos, dieta, macro-micro hábitat o requerimientos ambientales de especies del género *Cnemalobus* como para explicar esta respuesta. Roig-Juñent (2002) señala que las especies cordilleranas y de bosques en Argentina, están asociadas a zonas con pastizales, con baja cobertura vegetal y relativamente alta humedad ambiental. Otras se encuentran en bosque esclerófilo e higrófilo (Cid-Arcos y Campodonico 2019). En Chile, de las 18 especies descritas, al menos cuatro se localizan en la Región del Maule (Roig-Juñent 1994), pero no hay antecedentes sobre sus hábitos específicos, salvo su condición depredadora. Roig-Juñent *et al.* (2007) señalan que algunas especies podrían, dentro de una misma localidad, tener hábitats específicos. Las especies de *Cnemalobus* son reportadas como particularmente susceptibles a la destrucción del hábitat natural (Jerez *et al.* 2015). Por tanto, aspectos como la ausencia de presas específicas, condiciones ambientales adversas (alta humedad, baja luminosidad, etc.), tipo de suelo (particularmente influido por la presencia de acículas de pino), entre otras, podrían explicar su ausencia en el caso de las plantaciones de pino. Por otro lado, *Ceroglossus chilensis* Eschscholtz, 1829, se ha reportado habitualmente en estos ambientes, aunque muy dependiente de la presencia de sotobosque nativo (Cerdeña *et al.* 2015) y *Callidula nigrofasciata* (Solier, 1849), se ha observado principalmente en muestreos desde el follaje, si bien también ha sido recolectada relativamente abundante, con trampas de caída (Solervicens 2014) (Tabla 1).

Tabla 1. Número total de individuos por especie, abundancia, riqueza e índices de Shannon-Wiener (H'), Pielou (J'), Chao 2 y Jacknife 1 de coleópteros epigeos por hábitat y estación del año en Constitución, Región del Maule, Chile.

Familia / Especie	Primavera			Verano		
	Pino	Hualo	Mixto	Pino	Hualo	Mixto
Carabidae						
<i>Callidula nigrofasciata</i> (Solier, 1849)	4	0	0	0	0	0
<i>Ceroglossus chilensis</i> Eschscholtz, 1829	1	1	2	0	0	0
<i>Cnemalobus</i> sp.	0	2	20	0	3	12
<i>Cyanotarsus andinus</i> Germain, 1855	102	0	0	55	0	0
Cerambycidae						
<i>Acanthinodera cummingsi</i> (Hope, 1833)	0	1	0	0	0	0
Chrysomelidae						
sp.1	0	0	1	0	0	0
Curculionidae						
<i>Rhyephenes maillei</i> (Gay & Solier, 1839)	0	0	0	2	0	0
Elateridae						
<i>Dilobitarsus cruxi</i> Philippi, 1860	0	0	1	0	0	0
Hybosoridae						
<i>Germarostes (Germarostes) posticus</i> (Germain, 1843)	0	45	0	0	0	0
Lucanidae						
<i>Pycnosiphorus</i> sp.	2	3	0	0	0	0
<i>Sclerotomus (Chileistomus) cuculatus</i> (Blanchard, 1842)	0	0	0	0	0	3
Scarabaeidae						
<i>Brachysternus viridis</i> Germain, 1905	0	1	0	0	0	0
Staphylinidae						
<i>Aleochara</i> sp.	6	0	24	0	0	5
<i>Loncovilius discoideus</i> Fairmaire & Germain, 1862	253	35	44	0	9	0
Tenebrionidae						
<i>Gyrasida tomasi</i> Vidal y Flores, 2007	0	1	0	0	0	0
<i>Heliofugus (Heliofugus) impressus punctatus</i> Solier, 1851	0	0	0	0	0	2
<i>Nycterinus (Nycterinus) substriatus</i> Solier, 1848	1	1	1	4	0	0
<i>Nycterinus</i> sp.	1	1	1	0	0	0
Trogidae						
<i>Polynoncus bullatus</i> (Curtis, 1844)	0	0	0	3	0	0
Nº promedio de individuos/transecto	122 ± 1Ca	16 ± 0Aa	30 ± 0Ba	22 ± 0Cb	9 ± 0Ba	4 ± 0Aa
Nº promedio de especies/transecto	4 ± 1Aa	5 ± 1Aa	5 ± 0Aa	4 ± 0Ba	4 ± 0Ba	2 ± 0Aa
Índice Shannon-Wiener (H')	1,0 ± 0Aa	1,1 ± 0Aa	1,7 ± 0Ba	0,8 ± 0Ab	1,8 ± 0Bb	0,8 ± 0Ab
Índice Pielou (J')	0,5 ± 0Aa	0,5 ± 0Aa	0,8 ± 0Ba	0,4 ± 0Ab	0,9 ± 0Bb	0,8 ± 0Ba
Chao 2	12,0	34,5	8,0	4,0	4,5	2,5
Jacknife 1	11,6	16,3	14,4	4,0	4,9	2,9

Letras mayúsculas y minúsculas distintas indican diferencias significativas entre los hábitats en cada estación (Prueba Dunn) y entre estaciones para cada hábitat (Prueba Mann-Whitney), respectivamente.

Germarostes (Germarostes) posticus (Germar, 1843) (Hybosoridae, tercera familia más abundante) fue también la tercera especie más frecuente encontrada en el estudio, aunque sólo se halló en *N. glauca* en primavera. Esta especie es la única del género representada en Chile, tiene amplia distribución (desde Coquimbo a Valdivia), y ha sido dominante en recolectas de la zona, aún en condiciones adversas (ausencia de vegetación, zonas ventosas), principalmente en primavera, tal como ocurrió en nuestro estudio. Los adultos y larvas viven bajo troncos y heces de vacunos (Alfaro *et al.* 2014), también coincidente con la presencia de éstas últimas observadas en el bosque de *N. glauca*, lo que no se detectó en los otros hábitats (Tabla 1).

Tenebrionidae, la cuarta familia más abundante y la segunda más constante en el estudio junto a Staphylinidae, no se encontró en *N. glauca* en verano. En general, el grupo se caracteriza por su condición fitófaga (las larvas de

Nycterinus consumen raíces), pero algunas son saproxílicas (e.g. *Heliofugus*) (Vidal y Guerrero 2007). La especie más abundante (sexta respecto del total) fue *Nycterinus (Nycterinus) substriatus* Solier, 1848, que se presenta hasta la región central de la Cordillera de la Costa y ha sido frecuentemente recolectada en trampas de caída debido a su hábito caminador (Vidal y Guerrero 2007; Solervicens 2014) (Tabla 1).

La quinta familia que tuvo abundancias relativas altas fue Lucanidae (i.e., *Pycnosiphorus*), aunque sólo se encontró en primavera en plantaciones de pino y bosques de *N. glauca*. Representantes del género han sido recolectados con trampas de caída en estudios similares (Sackmann 2006). En Chile, el género está compuesto por 6 taxones (incluyendo sub-especies), se observan habitualmente caminando sobre el suelo, en particular en la noche, y con frecuencia se alimentan de madera semi-descompuesta (Paulsen 2010) (Tabla 1).

En primavera las abundancias fueron significativamente superiores ($H = 7,2$; $P = 0,0036$) en las plantaciones de pino (73 %), seguido de las formaciones mixtas y los bosques de *N. glauca*, mientras que en verano se redujeron significativamente en los tres hábitats respecto a la estación anterior, siendo también significativamente superior (62 %) ($H = 7,2$; $P = 0,0036$) en las plantaciones de pino, seguido de los bosques de *N. glauca* y, finalmente, en las formaciones mixtas. Al analizar entre estaciones por hábitat se detectaron sólo diferencias significativas en las plantaciones de pino ($U = 117$; $P = 0,0031$) (Tabla 1).

La riqueza relativa en primavera no tuvo diferencias significativas ($H = 1,67$; $P > 0,4857$) en los tres hábitats; en tanto que en verano las plantaciones de pino y los bosques de *N. glauca* fueron similares y significativamente superiores ($H = 5,6$; $P = 0,036$) a las formaciones mixtas. Al comparar entre estaciones, éstas fueron significativas superiores sólo en los bosques mixtos ($U = 121$; $P < 0,0009$) en primavera (Tabla 1).

En primavera los índices de diversidad (H') en los bosques mixtos fueron significativamente superiores con respecto de las plantaciones de pino y los bosques de *N. glauca*, siendo también los que tuvieron la mayor parte de especies con abundancia similar, corroborado con una equidad de $J' = 0,8$. En verano los H' más bajos se presentaron en las plantaciones de pino y en los bosques mixtos, lo que significa que la mayoría de los individuos pertenecieron a una misma o pocas especies, en tanto que los bosques de *N. glauca* tuvieron los mayores H' , junto con el J' más elevado, por lo que prácticamente todas las especies fueron igualmente abundantes (Tabla 1).

La riqueza esperada de coleópteros epigeos en primavera (Fig. 3A) sólo se alcanzó en las plantaciones de pino, donde tendieron a estabilizarse en comparación con los bosques de hualo y formaciones mixtas. En verano (Fig. 3B), se distingue que todos los tipos de vegetación alcanzaron rápidamente el máximo de especies posibles de captura. A su vez, se observa que el número de individuos fue mayor en las plantaciones de pino en comparación con los bosques de hualo y mixtos. Por otra parte, el número de especies esperadas fue el mismo en las plantaciones de pino y en los bosques de hualo; sin embargo, en las plantaciones de pino el número

máximo esperado de especies se obtuvo con una cantidad superior de individuos. Al comparar ambas temporadas se observa que en primavera el número de especies esperadas fue mayor que en verano al igual que el número de individuos acumulados, lo que sugiere una riqueza y abundancia mayores. Asimismo, los índices de Chao 2 y Jackknife de primer orden (Tabla 1) están en concordancia con las curvas de rarefacción lo que demuestra que, en esta temporada, aún faltan especies e individuos por capturar. Por lo anterior, se recomienda aumentar la intensidad de muestreo en primavera, especialmente en las formaciones nativas, lo que implicaría una mayor riqueza y abundancia para dichas formaciones por sobre las plantaciones de pino. A su vez, cabe indicar que al analizar las curvas de rarefacción en verano el esfuerzo de muestreo fue el adecuado.

La discrepancia en las diferencias en la abundancia de coleópteros epigeos con la bibliografía citada quizás se deba a que como lo señalan los autores no es dependiente de la composición de especies *per sé*, sino que está beneficiada más bien por el incremento de la complejidad estructural de la formación reflejada en la mayor cobertura arbórea y del sotobosque.

Las abundancias mayores en las plantaciones de pino se deben al predominio de *L. discoideus* y *C. andinus*, especies nativas (Grez *et al.* 2003) que presentan preferencia por este tipo de vegetación (Solervicens 2014), esto es ratificado por los índices H' y J' . Lo anterior sugiere que puede existir una mayor disponibilidad de recursos en las plantaciones de pino o una preferencia por ellas, lo que implicaría mejores condiciones para el establecimiento de estas especies en particular. La presencia y distribución de carábidos a través de un hábitat está determinada por la humedad, acidez, profundidad del suelo, abundancias de presas, competidores y depredadores (Fierro Tapia *et al.* 2011), que también podrían estar explicando estas diferencias.

El comportamiento de la entomofauna asociada a las plantaciones de *P. radiata*, por lo general, se relaciona con las comunidades de artrópodos presentes en los remanentes vegetacionales nativos circundantes (Sáiz y Salazar 1981). Es importante destacar que en el actual estudio las plantaciones de pino presentaron una mayor cobertura del sotobosque, así como una notable acumulación de acículas en contraste

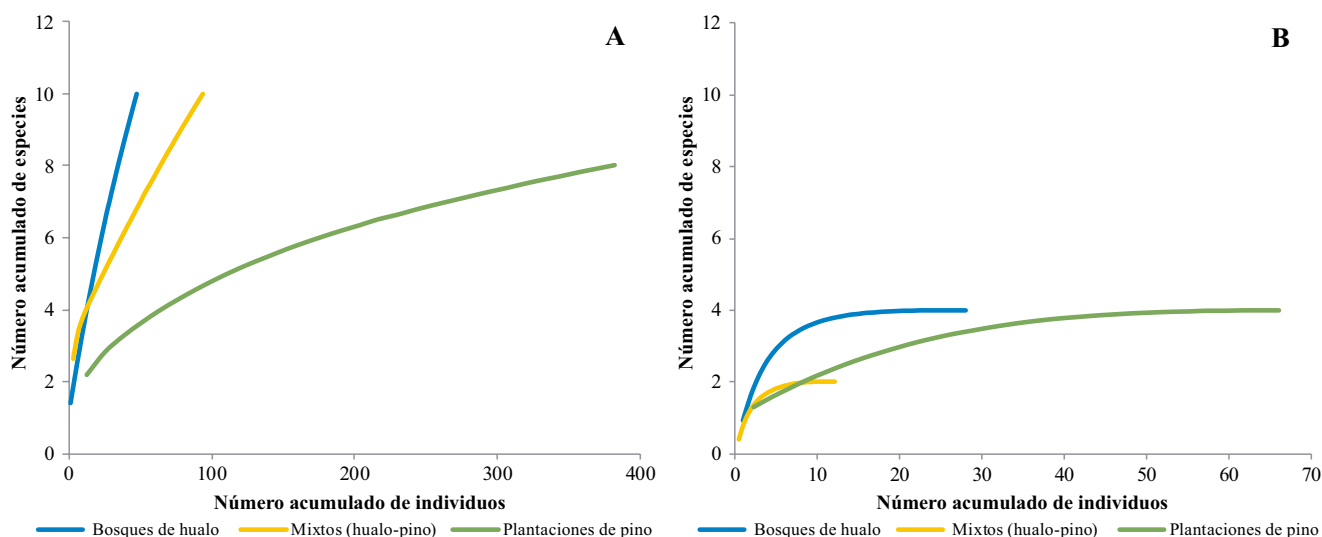


Figura 3. Curvas de rarefacción de la riqueza esperada de coleópteros epigeos para los distintos hábitats. A. Primavera. B. Verano.

con los bosques de *N. glauca*, donde hubo acumulación de hojarasca, pero en menor medida. En este sentido, es posible que en las plantaciones de pino estas condiciones de primavera sean un factor determinante para la mayor abundancia de *L. discoideus* y *C. andinus*. En plantaciones de pino insigne, con distintas coberturas de sotobosque, ubicadas sobre remanentes del bosque Maulino, *Ceroglossus chilensis* mostró una preferencia por rodales con un sotobosque más desarrollado (Cerdeira *et al.* 2015). Esto concuerda con los resultados actuales, debido a que también se presentó una mayor abundancia de *C. chilensis* en los bosques mixtos en primavera y en términos generales la abundancia de los coleópteros epigeos fue significativamente superior en las plantaciones de pino tanto en primavera como en verano, coincidiendo con una mayor cobertura del sotobosque.

Por otra parte, en un estudio en la misma localidad del presente trabajo, en tratamientos de manejo de residuos de post-cosecha de *P. radiata* rodeado de fragmentos de bosques de *N. glauca*, se obtuvieron abundancias y riquezas de coleópteros epigeos superiores tanto en primavera como en verano cuando se dejaban los residuos en los sitios en vez de su quema o remoción, actuando como refugio o reservorios de diversidad (Ramírez Aliaga *et al.* 2017) con aporte de heterogeneidad estructural (Demarais *et al.* 2017). Por lo que se puede deducir que ambos factores contribuyen a incrementar la diversidad de la fauna epigea.

Por último, el conocimiento de la entomofauna asociada a estos ecosistemas resulta relevante, especialmente cuando los bosques de *N. glauca* muestreados representan la distribución más septentrional y se consideran ecosistemas particulares y únicos, los que a su vez han disminuido su superficie producto de la tala indiscriminada y del reemplazo por especies exóticas (Litton y Santelices 1996). Los resultados permiten inferir que se requieren más estudios enfocados a los distintos ensamblajes como los señalados por Paritsis y Aizen (2008) y Bustamante *et al.* (2006) que incluyan variables microclimáticas y de la estructura del hábitat. Nuestros resultados también apoyan la teoría que los procesos de producción forestal deberían considerar fragmentos de preservación de biodiversidad (Fischer y Lindemayer 2002; Tschamtker *et al.* 2002) de esta formación nativa, así como la conservación o fomento de la cobertura del sotobosque (Cerdeira *et al.* 2015) que, a su vez, pueden influir en la persistencia de interacciones entre especies (Poch y Simonetti 2013). Esto puede ser parte de las estrategias a seguir para mantener la biodiversidad, en particular en la región de estudio, que presenta un grado de endemismo elevado (Simonetti *et al.* 2012) y contribuir a la conservación y uso racional de los recursos.

Conclusiones

Tanto la abundancia como la riqueza estacional de coleópteros epigeos fueron distintas en los hábitats estudiados, siendo superior la abundancia en las plantaciones de pino insigne tanto en primavera como en verano, favoreciendo su conservación, al actuar como reservorios de biodiversidad, posiblemente por la mayor cobertura arbórea y de sotobosque, en este hábitat particular. Los bosques de *N. glauca* muestran una situación especial y requieren investigación mayor sobre el conocimiento de la diversidad de la entomofauna asociada por su condición de ecosistemas únicos y distribución septentrional.

Literatura citada

- ALFARO, F. M.; PIZARRO-ARAYA, J.; MONDACA, J. 2014. A new insular record of *Germarostes* (*Germarostes*) *posticus* (Germar) (Coleoptera, Hybosoridae, Ceratocanthinae) for the Chilean transitional coastal desert. *Coleopterist Bulletin* 68: 387-390. <https://doi.org/10.1649/072.068.0307>
- BARSTOW, M.; RIVERS, M.; BALDWIN, H. 2017. *Nothofagus glauca*. The IUCN red list of threatened species 2017: e.T32034A2809142. <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T32034A2809142.en>
- BENÍTEZ, H.; BRIONES, R.; JEREZ, V. 2008. Asimetría fluctuante en dos poblaciones de *Ceroglossus chilensis* (Eschscholtz, 1829) (Coleoptera: Carabidae) en el agroecosistema *Pinus radiata* D. Don Región del Biobío, Chile. *Gayana* 72 (2): 131-139. <https://doi.org/10.4067/S0717-65382008000200003>
- BEST, L. B.; BERGIN, T. M.; FREEMARK, K. E. 2001. Influence of landscape composition on bird use of rowcrop fields. *Journal of Wildlife Management* 65 (3): 442-449. <https://doi.org/10.2307/3803096>
- BRIONES, R.; JEREZ, V. 2007. Efecto de la edad de la plantación de *Pinus radiata* en la abundancia de *Ceroglossus chilensis* (Coleoptera: Carabidae) en la Región del Biobío, Chile. *Bosque* 28 (3): 207-214. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002007000300004>
- BURGOS, A.; GREZ, A. A.; BUSTAMANTE, R. O. 2008. Seed production, pre-dispersal seed predation and germination of *Nothofagus glauca* (Nothofagaceae) in a temperate fragmented forest in Chile. *Forest and Ecology Management* 255: 1226-1233. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.10.032>
- BUSTAMANTE, R. O.; GREZ, A. A.; SIMONETTI, J. A. 2006. Efecto de fragmentación del Bosque Maulino sobre la abundancia y diversidad de especies nativas. pp. 83-98. En: Grez, A. A.; Simonetti, J. A.; Bustamante, R. O. (Eds.). *Biodiversidad en ambientes fragmentados de Chile: patrones y procesos a diferentes escalas*. Santiago, Chile, Editorial Universitaria.
- BUSTAMANTE-SÁNCHEZ, M. A.; GREZ, A. A.; SIMONETTI, J. A. 2004. Dung decomposition and associated beetles in a fragmented temperate forest. *Revista Chilena de Historia Natural* 77 (1): 107-120. <https://doi.org/10.4067/S0716-078X2004000100009>
- CERDA, Y.; GREZ, A. A.; SIMONETTI, J. A. 2015. The role of the understory on the abundance, movement and survival of *Ceroglossus chilensis* in pine plantations: an experimental test. *Journal of Insect Conservation* 19: 119-127. <https://doi.org/10.1007/s10841-015-9752-y>
- CID-ARCOS, M.; CAMPODONICO, J. F. 2019. Nueva especie de *Cnemalobus* Guérin-Ménéville (Coleoptera: Carabidae) de la estepa patagónica de Aysén, Chile. *Revista Chilena de Entomología* 45 (3): 429-434. <https://doi.org/10.35249/rche.45.3.19.16>
- COATES, F.; LUNT, I. D.; TREMBLAY, R. L. 2006. Effects of disturbance on population dynamics of the threatened orchid *Prasophyllum correctum* D. L. Jones and implications for grassland management in the south-eastern Australia. *Biological Conservation* 129 (1): 59-69. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.06.037>
- COLWELL, R. K.; CHAO, A.; GOTELLI, N. J.; LIN, S. Y.; MAO, C. X.; CHAZDON, R. L.; LONGINO, J. T. 2012. Models and estimators linking individual-based and sample-based rarefaction, extrapolation, and comparison of assemblages. *Journal of Plant Ecology* 5 (1): 3-21. <https://doi.org/10.1093/jpe/rtr044>
- CONAF (CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL); CONAMA (COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE); BIRF (BANCO INTERNACIONAL DE RECONSTRUCCIÓN Y FOMENTO). 1999. Catastro y evaluación de recursos vegetacionales nativos de Chile. Informe Nacional con Variables Ambientales. Santiago, Chile. 89 p.
- DEMARAIS, S.; VERSCHUYL, J. P.; ROLOFF, G. J.; MILLER, D. A.; WIGLEY, T. B. 2017. Tamm review: terrestrial vertebrate biodiversity and intensive forest management in the U.S.

- Forest Ecology and Management 385: 308-330. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.10.006>
- DIDHAM, R. 1997. An overview of invertebrate responses to forest fragmentation. pp. 303-320. In: Watt, A. D.; Stork, N. E.; Hunter, M. D. (Eds.). *Forest and insects*, Chapman & Hall. Londres, Reino Unido.
- ECHEVERRÍA, C.; COOMES, D.; SALAS, J.; REY-BENAYAS, J. M.; LARA, A.; NEWTON, A. 2006. Rapid deforestation and fragmentation of Chilean Temperate Forests. *Biological Conservation* 130 (4): 481-494. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2006.01.017>
- ESTADES, C.; TEMPLE, S. 1999. Deciduous-forest bird communities in a fragmented landscape dominated by exotic pine plantations. *Ecological Applications* 9 (2): 573-585.
- FAHRIG, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolutionary and Systematics* 34: 487-515. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132419>
- FIERRO TAPIA, A.; ZÚÑIGA ALVAREZ, A.; AGUILERA PUENTE, A.; REBOLLEDO RANZ, R. 2011. Carábidos (Coleoptera: Carabidae) presente en un relicto vegetacional del llano central de la Araucanía. *Idesia* 29 (3): 87-94. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292011000300013>
- FISCHER, J.; LINDENMAYER, D. B. 2002. Small patches can be valuable for biodiversity conservation: two case studies on birds in southern Australia. *Biological Conservation* 106 (1): 129-136. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(01\)00241-5](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(01)00241-5)
- GIBBS, J. P. 2001. Demography versus habitat fragmentation as determinants of genetic variation in wild populations. *Biological Conservation* 100 (1): 15-20. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(00\)00203-2](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(00)00203-2)
- GREZ, A. A.; MORENO, P.; ELGUETA, M. 2003. Coleópteros (Insecta, Coleoptera) epigeos asociados al bosque Maulino y plantaciones de pino aldeañas. *Revista Chilena de Entomología* 29: 9-18. [http://www.insectachile.cl/rchen/pdfs/VOL_29_\(2003\)/Grez_et_al_2003.pdf](http://www.insectachile.cl/rchen/pdfs/VOL_29_(2003)/Grez_et_al_2003.pdf)
- HAMMER, Ø.; HARPER, D.; RYAN P. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4 (1): 1-9. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
- HECHENLEITNER V., P.; GARDNER F., M.; THOMAS, P. I.; ECHEVERRÍA, C.; ESCOBAR, B.; BROWNLESS, P.; MARTÍNEZ A., C. 2005. Plantas amenazadas del Centro-Sur de Chile. Distribución, conservación y propagación. Universidad Austral de Chile, Real Jardín Botánico de Edimburgo, Valdivia, Chile. 188 p. <http://dspace.utalca.cl/bitstream/1950/10294/1/Hechenleitner%20%20V.pdf>
- HUERTA FUENTES, A.; NAVARRETE VALDIVIA, W.; ARAYA CLERICUS, J.; MUÑOZ ALEGRÍA, F. 2011. Composición y clasificación de daño de insectos en *Nothofagus glauca* (Fagaceae), Región del Maule, Chile. *Revista Colombiana de Entomología* 37 (1): 56-61. <http://www.scielo.org.co/pdf/rcen/v37n1/v37n1a09.pdf>
- INFOR (INSTITUTO FORESTAL). 2020. Anuario forestal 2020. Chilean statistical yearbook of forestry. Boletín Estadístico No. 163. Ministerio de Agricultura, INFOR. Santiago, Chile. 274 p. <https://wef.infor.cl/publicaciones/publicaciones.php>
- INFOSTAT. 2008. Programa InfoStat versión 2008. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina. www.infostat.com.ar/
- JAMESON, M. L.; SMITH, A. B. T. 2002. Revision of the South American genus *Brachysternus* Guérin-Ménéville (Coleoptera: Scarabaeidae: Rutelinae: Anoplognathini: Brachysternina). *The Coleopterists Bulletin* 56 (3): 321-366. [https://doi.org/10.1649/010-065X\(2002\)056\[0321:ROTSAG\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1649/010-065X(2002)056[0321:ROTSAG]2.0.CO;2)
- JEREZ, V.; ZÚÑIGA-REINOSO, Á.; MUÑOZ-ESCOBAR, C.; PIZARRO-ARAYA, J. 2015. Acciones y avances sobre la conservación de insectos en Chile. *Gayana (Concepción)* 79 (1): 1-3. <https://doi.org/10.4067/S0717-65382015000100001>
- KELLER, I.; EXCOFFIER, L.; LARGIADÈR, C. R. 2005. Estimation of effective population size and detection of a recent population decline coinciding with habitat fragmentation in a ground beetle. *Journal of Evolutionary Biology* 18 (1): 90-100. <https://doi.org/10.1111/j.1420-9101.2004.00794.x>
- LITTON, C.; SANTELICES, R. 1996. Comparación de las comunidades vegetales en los bosques de *Nothofagus glauca* (Phil.) Krasser en la Séptima Región de Chile. *Bosque* 17 (2): 77-86. <https://doi.org/10.4206/bosque.1996.v17n2-08>
- LUEBERT, F.; PLISCOFF, P. 2018. Sinopsis bioclimática y vegetal de Chile. Segunda Edición. Editorial Universitaria, Santiago, Chile. 384 p.
- MAGURRAN, A. E. 2004. *Measuring biological diversity*. Blackwell Publishing. Reino Unido. 256 p. https://www2.ib.unicamp.br/profs/thomas/NE002_2011/maio10/Magurran%202004%20c2-4.pdf
- MORENO, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Maunales y Tesis SEA, vol. I. Zaragoza, España. 84 p.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858. <https://doi.org/10.1038/35002501>
- OXBROUGH, A.; FRENCH, V.; IRWIN, S.; KELLY, T. C.; SMIDDY, P.; O'HALLORAN, J. 2012. Can mixed species stands enhance arthropod diversity in plantation forests? *Forest Ecology and Management* 270: 11-18. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.01.006>
- PARITSIS, J.; AIZEN, M. A. 2008. Effect of exotic conifer plantations in the biodiversity of understory plants, epigeal beetles and birds in *Nothofagus dombeyi* forests. *Forest Ecology and Management* 255 (5-6): 1575-1583. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.11.015>
- PAULSEN, M. J. 2005. A revision of the southern South American stag beetles of the genus *Sclerostomus* Burmeister (Coleoptera: Scarabaeoidea: Lucanidae). *Zootaxa* 1060 (1): 1-26. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.1060.1.1>
- PAULSEN, M. J. 2010. The stag beetles of southern South America (Coleoptera: Lucanidae). University of Nebraska State Museum Bulletin 24: 1-148. <http://unsm-ento.unl.edu/SSAMLucanidae.html>
- PÉFAUR, J. E.; PÉREZ, R. 1995. Zoogeografía y variación espacial y temporal de algunos vertebrados epigeos de la zona xerófila de la cuenca media del río Chama, Mérida, Venezuela. *Ecotropicos* 8 (1-2): 15-38. <http://revistas.saber.ula.ve/index.php/ecotropicos/article/viewFile/10288/10228>
- POCH, T. J.; SIMONETTI, J. A. 2013. Insectivory in *Pinus radiata* plantations with different degree of structural complexity. *Forest Ecology and Management* 304: 132-136. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.04.044>
- RAMÍREZ ALIAGA, P.; HUERTA FUENTES, A.; ARAYA, J. E. 2017. Effect of post-harvest forestry residue management practices on the diversity of epigeal coleopterans. *Revista Facultad Nacional de Agronomía* 70 (1): 8069-8075. <https://dx.doi.org/10.15446/rfna.v70n1.61765>
- ROBERGE, J. M.; STENBACKA, F. 2014. Assemblages of epigeal beetles and understory vegetation differ between stand of an introduced pine and its native congener in boreal forest. *Forest Ecology and Management* 318: 239-249. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.01.026>
- ROE, J. H.; GIBSON, J.; KINGSBURY, B. A. 2006. Beyond the wetland border: Estimating the impact of roads for two species of water snakes. *Biological Conservation* 130 (2): 161-168. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.12.010>
- ROIG-JUÑENT, S. 1994. Las especies chilenas de *Cnemalobus* Guérin-Ménéville 1838 (Coleoptera: Carabidae: Cnemalobini). *Revista Chilena de Entomología* 21: 5-30. [http://www.insectachile.cl/rchen/pdfs/VOL_21_\(1994\)/Roig-Junent_1994.pdf](http://www.insectachile.cl/rchen/pdfs/VOL_21_(1994)/Roig-Junent_1994.pdf)
- ROIG-JUÑENT, S. 2002. Nuevas especies de *Cnemalobus* Guérin-Ménéville (Coleoptera, Carabidae) y consideraciones filoge-

- néticas y biogeográficas sobre el género. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* 61 (3-4): 51-72. <https://www.biotaxa.org/RSEA/article/view/31908/28330>
- ROIG-JUÑENT, S.; FLORES, G. E. 2001. Historia biogeográfica de las áreas áridas de América del Sur Austral. pp: 257-266. En: Llorente-Bousquets, J.; Morrone, J. J. (Eds.). *Introducción a la Biogeografía en Latinoamérica: teorías, conceptos, métodos y aplicaciones*. Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM, México, D. F.
- ROIG-JUÑENT, S.; CARRARA, R.; RUIZ-MANZANOS, E.; AGRAIN, F.; SACKMANN, P.; TOGNELLI, M. F. 2007. Phylogenetic relationships and biogeographic considerations of four new species of *Cnemalobus* (Coleoptera: Carabidae) from Patagonia. *Insect Systematic and Evolution* 38 (3): 267-292. <https://doi.org/10.1163/187631207788754394>
- SACKMANN, P. 2006. Efectos de la variación temporal y los métodos de captura en la eficiencia de un muestreo de coleópteros en la Reserva Natural Loma del Medio, El Bolsón, Río Negro. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* 65 (3-4): 35-50. <http://www.scielo.org.ar/pdf/rsea/v65n3-4/v65n3-4a07.pdf>
- SACKMANN, P.; CORLEY, J. M.; VILLACIDE, J. M. 2008. La importancia del manejo de las plantaciones de pinos en la conservación de la diversidad de insectos epigeos. pp. 1-15. En: Villacide, J.; Corley, J. (Eds.). *Manejo Integrado de Plagas*. Laboratorio de Ecología de Insectos. Ediciones Instituto Nacional de Tecnología Agropecuario. Bariloche, Argentina. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_cuadernillo_2_la_importancia_del_manejo_de_la.pdf
- SÁIZ, F.; SALAZAR, A. 1981. Efecto selectivo de las plantaciones de *Pinus radiata*, sobre la entomofauna de biomas nativos: I.- Coleópteros epigeos. *Anales del Museo de Historia Natural* 14: 155-173.
- SANTIBÁÑEZ, F.; URIBE, J. 1993. Atlas agroclimático de Chile: Regiones Sexta, Séptima, Octava y Novena. Ministerio de Agricultura. Fondo de Investigación Agropecuaria. Corporación de Fomento de la Producción. Santiago, Chile. 65 p.
- SIEWERS, J.; SCHIRMEL, J.; BUCHHOLZ, S. 2014. The efficiency of pitfall traps as a method of sampling epigeal arthropods in litter rich forest habitats. *European Journal of Entomology* 111 (1): 69-74. <https://doi.org/10.14411/eje.2014.008>
- SIMONETTI, J.; GREZ, A. A.; ESTADES, C. (Eds.). 2012. Biodiversity conservation in agroforestry landscapes: Challenges and opportunities. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 154 p.
- SOLERVICENS, J. 2014. Coleópteros de la Reserva Nacional Río Clarillo, en Chile central: taxonomía, biología y biogeografía. CONAF, Santiago, Chile. 478 p.
- SPOONER, P. G. 2005. Response of *Acacia* species to disturbance by roadworks in roadside environments in southern New South Wales, Australia. *Biological Conservation* 122 (2): 231-242. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2004.07.012>
- STEFFAN-DEWENTER, I. 2003. Importance of habitat area and landscape context for species richness of bees and wasps in fragmented orchard meadows. *Conservation Biology* 17 (4): 1036-1044. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2003.01575.x>
- STEFFAN-DEWENTER, I.; MÜNZENBERG, U.; BÜRGER, C.; THIES, C.; TSCHARNTKE, T. 2002. Scale-dependent effects of landscape context on three pollinator guilds. *Ecology* 83 (5): 1421-1432.
- TSCHARNTKE, T.; STEFFAN-DEWENTER, I.; KRUESS, A.; THIES, C. 2002. Contribution of small habitat fragments to conservation of insect communities of grassland-cropland landscapes. *Ecological Applications* 12 (2): 354-363. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.471.9504&rep=rep1&type=pdf>
- VIDAL, P.; GUERRERO, M. 2007. Los tenebriónidos de Chile. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile. 478 p.
- ZAVIEZO, T.; GREZ, A. A.; DONOSO, D. 2004. Dinámica temporal de coleópteros asociados a alfalfa. *Ciencia e Investigación Agraria (Chile)* 31: 29-38. <https://doi.org/10.7764/rcia.v31i1.1309>

Origen y financiación

El presente trabajo derivó de la tesis autofinanciada del primer autor, para optar al grado de Magíster en Áreas Silvestres y Conservación de la Naturaleza de la Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza de la Universidad de Chile.

Contribución de los autores

Francisco Muñoz hizo el trabajo de terreno, participó en el procesamiento de datos y su análisis.

Amanda Huerta participó en el diseño, procesamiento de datos, análisis y discusión de la información y de la redacción del manuscrito.

Tomislav Curkovic colaboró en el análisis y discusión de los datos y en la redacción del artículo.