

Coleópteros epigeos (Insecta: Coleoptera) asociados a ecotopos dunarios de la cordillera de la costa de Chile

Epigean colepterans (Insecta: Coleoptera) associated to dune ecotopes in the Chilean Coastal Range

Maximiliano Cortés-Contreras¹, Jaime Pizarro-Araya^{1*}, Fermín M. Alfaro^{1,2}, Jorge Cepeda-Pizarro¹

RESUMEN

La cordillera de la costa del área de Los Choros (Región de Coquimbo) constituye un sistema natural con características geomorfológicas (e.g., dunas, quebradas y extensas planicies a nivel del mar) que albergan una flora y fauna adaptada a las condiciones de aridez. Estos ecosistemas forman parte del desierto costero transicional de Chile, que destaca por una elevada diversidad específica y endemismos de artrópodos. En el presente trabajo examinamos la composición taxonómica y la densidad-actividad del ensamble de coleópteros epigeos en los ecotopos: paleoduna (E1), quebrada (E2) y llano (E3) de la cordillera de la costa de Los Choros. En cada uno de estos ecotopos se realizaron capturas por medio de trampas de intercepción de caída, que operaron durante tres días en los meses de agosto, octubre y diciembre de 2007. Se capturó un total de 361 individuos representados por 21 especies distribuidas en 16 géneros y cuatro familias. Las familias más diversas fueron Tenebrionidae y Curculionidae con 12 y seis especies, respectivamente. Las familias más abundantes fueron Curculionidae (67,9% del total capturado) y Tenebrionidae (31,0%). La paleoduna fue el ecotopo más diverso (14 especies), seguido del llano (10 especies) y de quebrada (nueve especies). El mayor aporte al número de coleópteros epigeos capturados en todo el período de estudio provino de la paleoduna (75,9%), seguido de llano (14,1%) y quebrada (10,0%). El mayor número de individuos capturados se registró en octubre (63,2%), lo que podría estar relacionado con la dinámica de la vegetación de los sitios bajo estudio. La mayor riqueza y abundancia relativa de coleópteros epigeos observada en la paleoduna podría tener relación con las características del sustrato, el que proporcionaría condiciones ideales para los ciclos de vida de estos insectos. Se documenta la importancia de los ecotopos dunarios como focos de diversidad y endemismo de la artropodofauna del sector. Por lo anterior, se hace necesario la protección y preservación de la biota de estos ecosistemas, las que están en constante alteración antrópica. El presente trabajo constituye un primer aporte al conocimiento de las comunidades de coleópteros epigeos de la cordillera de la costa del semiárido de Chile.

Palabras clave: zonas áridas, desierto costero, diversidad, coleópteros epigeos, dunas, Chile.

ABSTRACT

The coastal mountain range of Los Choros (Coquimbo Region) is a natural system with geomorphological characteristics (e.g., dunes, ravines and extensive plains at sea level) which allow for a flora and fauna adapted to arid conditions. These ecosystems are part of Chile's transitional coastal desert, an area characterized by high arthropod species diversity and endemism. In this work we examine the taxonomic composition and density-activity of the assemblage of epigean coleopterans in the following ecotopes of the coastal range of Los Choros: paleodunes (E1), ravine (E2) and plain (E3). In each of these ecotopes, captures were conducted using pitfall traps, which remained active for three days during August, October, and December of 2007. A total of 361 specimens were captured, representing 21 species distributed in 16 genera and 4 families. The most diverse families were Tenebrionidae and Curculionidae, with 12 and 6 species, respectively, whereas the most abundant were Curculionidae (69.7% of total capture) and Tenebrionidae (31.0%). The most diverse ecotope was the paleodune (14 species), followed by the plain (10 species) and ravine (9 species). The ecotope that contributed the highest number of epigean coleopterans to the capture throughout the study period was the paleodune (75.9%), followed by the plain (14.1%) and ravine (10.0%). The highest number of specimens were captured on October (63.2%), probably explained by the vegetation dynamics of the sites under study. The higher richness and abundance of epigean coleopterans observed in the paleodune ecotope may be related to the characteristics of the substrate, which would provide ideal conditions for the life cycle of these insects. We document the importance of dune ecotopes as arthropod diversity and endemism hotspots in the area. For all of the above reasons, it is necessary to protect and preserve the biota of these ecosystems that are constantly subject to anthropic modification. This work is a contribution to the knowledge of the communities of epigean coleopterans present in the coastal mountain range of the semiarid region of Chile.

Key words: arid zones, coastal desert, diversity, epigean coleopterans, dunes, Chile.

¹ Laboratorio de Entomología Ecológica, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad de La Serena, Casilla 599, La Serena, Chile.

² Laboratorio de Genética y Evolución, Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

* Autor para correspondencia: japizarro@userena.cl

Introducción

El desierto costero transicional de Chile (DCT, 25-32° Lat S) representa el límite septentrional del foco de biodiversidad reconocido para Chile Central (Gaston, 2000). Este se caracteriza por el predominio de terrazas litorales, quebradas interiores y dunas costeras estabilizadas (Paskoff & Manríquez, 2004; Castro & Brignardello, 2005) y por poseer una biota particular; en términos de riqueza específica, endemismos y de distribución geográfica restringida (Pizarro-Araya & Jerez, 2004; Cepeda-Pizarro *et al.*, 2005a, 2005b; Agosto *et al.*, 2006). El conocimiento de la biodiversidad para el DCT se basa principalmente en la vegetación (Rundel *et al.*, 1991; Squeo *et al.*, 2001, 2008) y en los vertebrados (Palma *et al.*, 2005; Meserve *et al.*, 2011). Para la fauna de artrópodos de la franja del desierto costero se han estudiado ecosistemas costeros continentales (Agosto *et al.*, 2006; Valdivia *et al.*, 2008, 2011) y ecosistemas costeros insulares (Pizarro-Araya & Flores, 2004; Alfaro *et al.*, 2009; Pizarro-Araya *et al.*, 2012).

Sin embargo no existen antecedentes en relación con la fauna de artrópodos y en particular de coleópteros epígeos asociados a ecotopos dunarios interiores; en estos sistemas se ha reportado la existencia de una biota particular, adecuada a condiciones ambientales extremas (Ramírez, 1992; Paskoff & Manríquez, 2004). Pizarro-Araya *et al.* (2008) documentan para la Región de Atacama (26-29° lat. S) que la mayor diversidad de artrópodos epígeos se presenta en dunas y planicies costeras, sin embargo sectores de dunas no son expresamente destacados en las propuestas SNASPE (Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado) para esa misma Región (Squeo *et al.*, 2008). Por su parte, Elgueta (2000) señala que el conocimiento de la fauna de coleópteros de dunas, al menos en el tramo 27-34° lat. S, es deficiente. A la fecha no se han realizado estudios descriptivos de coleópteros epígeos asociados a sistemas dunarios, ni estudios comparativos en términos de abundancia y riqueza; por lo anterior señalado, los objetivos del presente estudio fueron: 1) documentar la composición del ensamble de coleópteros epígeos en ecotopos desérticos de la cordillera de la costa y 2) determinar las variaciones espacio-temporales de su abundancia relativa.

Materiales y Métodos

Sitio de estudio

El estudio se realizó en la cordillera de la costa de Los Choros, frente a la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, en la comuna de La Higuera, ~120 km al Norte de La Serena, Chile (Fig. 1). El área corresponde a una zona desértica costera. El clima es de tendencia mediterránea con presencia de neblinas y temperaturas relativamente bajas, igual que la amplitud térmica diaria y anual debido a la influencia del mar (Di Castri & Hajek, 1976). El aporte pluviométrico es bajo e irregular y se concentra en invierno (de mayo a agosto), con un promedio anual no superior a los 90 mm, existiendo períodos secos con menos de 25 mm como promedio y períodos húmedos con más de 175 mm (Novoa & Villaseca, 1989). La geomorfología del área de estudio se caracteriza por la existencia de terrazas marinas escalonadas derivadas de la acción fluvial de la quebrada Los Choros, con campos dunarios interiores y extensas llanuras (Castro & Brignardello, 2005). La descripción florística del área estudiada se encuentra en Armesto *et al.* (1993).

Metodología y diseño del muestreo de coleópteros epígeos

Los datos de la composición taxonómica y las variaciones de la abundancia relativa de los coleópteros epígeos se obtuvieron por medio del uso de trampas de intercepción instaladas en tres hábitats pedológicos contrastantes, correspondientes a tres ecotopos representativos de la cordillera de la costa de Los Choros y definidos como paleoduna (E1: 29°10'58.36''S, 71°17'57.49''O), quebrada (E2: 29°11'.11.36''S, 71°14'37.16''O) y llano (E3: 29°15'46.23''S, 71°10'48.49''O) (Fig. 1). En cada uno de los hábitats arriba mencionados se instalaron dos parcelas de 4 x 5 metros, cada una con 20 trampas de intercepción separadas por un metro entre sí (*sensu* Cepeda-Pizarro *et al.*, 2005a, 2005b). Cada trampa consistió en 2 vasos plásticos dispuestos uno sobre el otro, con el vaso interno de fácil remoción (7,4 cm de diámetro x 10,2 cm de alto), el que fue llenado hasta dos tercios de su capacidad con una mezcla de formalina (5%) y agua con detergente doméstico, en una proporción de 2:8, respectivamente. Las trampas operaron durante tres días en los meses de agosto, octubre y diciembre de 2007.

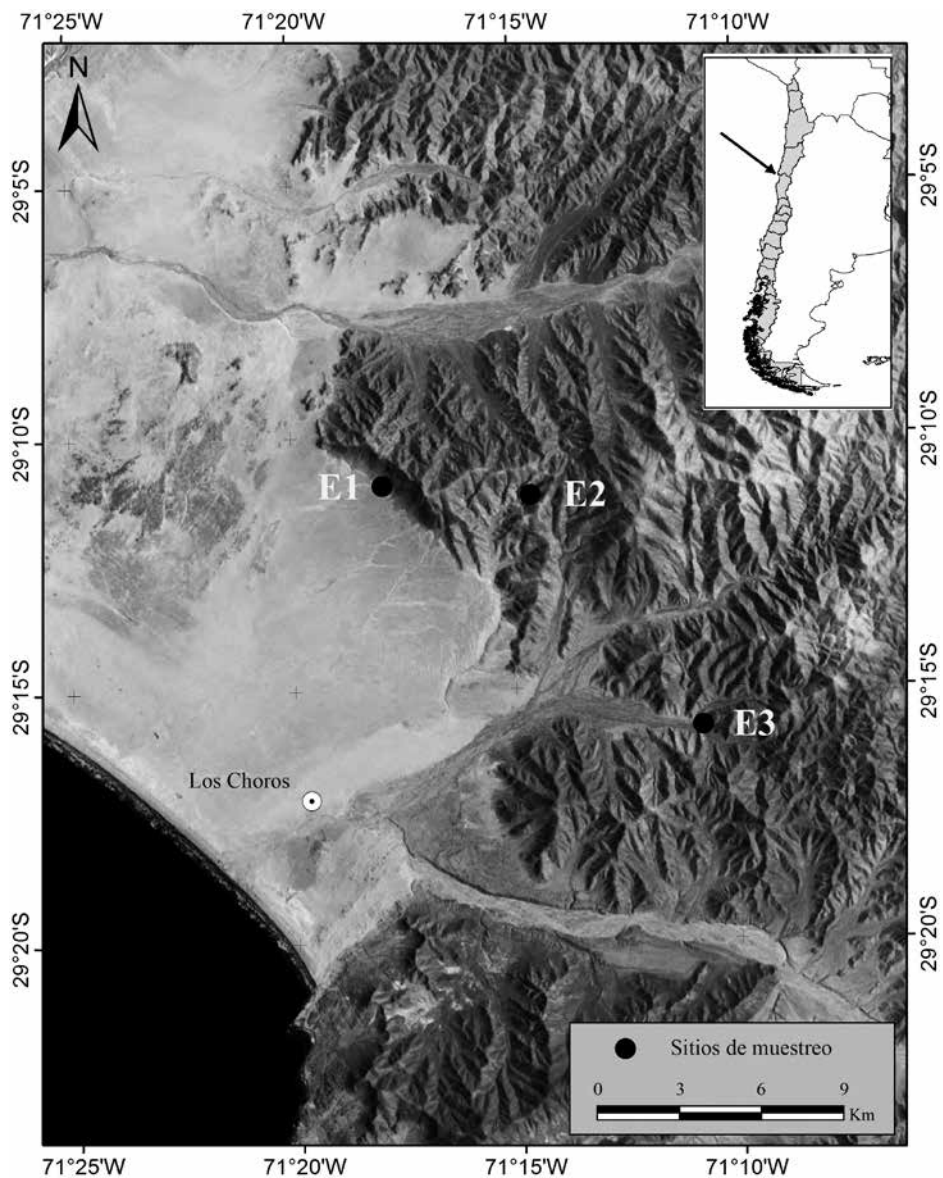


Figura 1. Ubicación geográfica de los tres ecotopos bajo estudio: E1 (paleoduna; 29°10'58,36"S, 71°17'57,49"O), E2 (quebrada; 29°11'11,36"S, 71°14'37,16"O), E3 (llano; 29°15'46,23"S, 71°10'48,49"O) (Región de Coquimbo, Chile).

El material capturado fue retirado, limpiado y conservado en alcohol al 70% hasta el momento de su procesamiento y montaje. La determinación taxonómica de los taxa se realizó mediante la revisión de literatura especializada y la comparación con material de referencia de la colección del Laboratorio de Entomología Ecológica de la Universidad de La Serena, La Serena, Chile (LEULS). El material capturado se encuentra depositado en la colección del LEULS.

Resultados y Discusión

Composición taxonómica del ensamble de coleópteros epígeos

Se capturó un total de 361 ejemplares de coleópteros epígeos, representados por 21 especies distribuidas en 16 géneros y cuatro familias. Las familias más diversas fueron Tenebrionidae (12 especies) y Curculionidae (seis especies).

Las familias Anobiidae y Carabidae estuvieron representadas por dos y una especie, respectivamente. El género más diverso fue *Praocis* Eschscholtz, con cuatro especies (Tabla 1).

La mayor riqueza específica se observó en paleoduna (E1, 14 especies), seguida de llano (E3, 10 especies) y quebrada (E2, nueve especies). El número de especies exclusivas varió entre ecotopos. Las especies exclusivas capturadas en la paleoduna fueron Curculionidae sp., *Gyriosomus luczotii* Laporte, *Hypselops oblonga* Solier, *Praocis (Mesopraocis) pilula* Laporte, *Psammotichus crassicornis* Waterhouse, *Scotobius bullatus* Curtis y *Strangaliodes* sp. En quebrada las especies exclusivas fueron *Incagonium* sp., *Listroderes desertorum* Germain y *Listroderes* sp., mientras que en llano se observaron las especies Anobiidae sp. 1, Anobiidae sp. 2 y *Praocis (Orthogonoderus) chilensis* (Gray). Del total de especies registradas solo cuatro fueron comunes para los tres ecotopos estudiados; estas fueron *Cnemecoelus valparadisiacus* Philippi, *Entomochilus tomentosus* (Guérin-Méneville), *Nycterinus (Paranycterinus) rugiceps* Curtis y *Praocis (Praocis) spinolai* Gay & Solier (Tabla 1).

Variación espacio-temporal de la abundancia relativa del ensamble de coleópteros epígeos

Del total capturado durante el período de estudio, las familias más abundantes fueron Curculionidae con el 67,9% y Tenebrionidae con el 31,0%. Las familias Anobiidae (0,8%) y Carabidae (0,3%) tuvieron un escaso aporte al total capturado (Tabla 2). La especie más abundante fue *Cnemecoelus valparadisiacus* (Curculionidae), con el 64,5% del total capturado, y estuvo presente en todos los ecotopos estudiados (Tabla 1). Considerando los ecotopos en estudio, el mayor aporte de ejemplares provino de paleoduna (E1, 274 ejemplares y 75,9% del total capturado), seguido de llano (E3, 51; 14,1%) y quebrada (E2, 36; 10,0%) (Tabla 2).

El presente trabajo concuerda con lo señalado por Pizarro-Araya *et al.* (2008), en relación con que los ecotopos dunarios (i.e., paleoduna) son focos de diversidad y abundancia para diversos taxones de artrópodos, debido a que este tipo de sustrato proporciona condiciones ideales para sus ciclos de vida en relación con ovipostura, desarrollo hipogeo de los estadios larvarios, obtención de alimentos (e.g., raíces y bulbos de plantas anuales y geófitas),

excavación y conductas evasivas a altas temperaturas (Pizarro-Araya *et al.*, 2011).

La abundancia relativa del ensamble de coleópteros epígeos varió entre los meses de muestreo. Agosto representó el período con menor actividad de individuos con el 10% del total capturado. La estación primaveral (octubre) aportó el mayor número de ejemplares capturados (63,2%). La estación de verano (diciembre) mostró una menor abundancia de individuos (26,9%) respecto de la estación primaveral (Tabla 1). Considerando el aporte por fecha de muestreo de cada una de las familias del ensamble, Curculionidae aportó el mayor número de ejemplares durante las dos primeras fechas de muestreo, mientras que Tenebrionidae fue más abundante durante diciembre (Tabla 1). La menor actividad de especies se observó en el mes de agosto, sin embargo esta situación no ocurrió para el ecotopo quebrada, cuyo número de especies activas fue menor en octubre (Tabla 1). El mayor número de especies activas constituyentes del ensamble de coleópteros epígeos se observó en el mes de diciembre en todos los ecotopos estudiados (Tabla 1). El número de especies observadas solo en una fecha de muestreo varió. Para el mes de agosto se observaron dos especies de Curculionidae (*Listroderes desertorum* y *Strangaliodes* sp.), para octubre solo una (*Listroderes* sp.), mientras que diciembre presentó siete, mayoritariamente de la familia Tenebrionidae (Tabla 1). Del total de especies registradas durante el período de estudio solo cuatro estuvieron presentes durante las tres fechas de muestreo; estas fueron *Cnemecoelus valparadisiacus*, *Entomochilus tomentosus*, *Nycterinus (Paranycterinus) rugiceps* y *Thinobatis melcheri* Freude (Tabla 1).

Interesante es la ausencia del género *Gyriosomus* (Coleoptera: Tenebrionidae), taxón ampliamente diversificado en el DCT, y del que se conocen registros de siete especies para el sector de estudio (Pizarro-Araya & Jerez, 2004; Cepeda-Pizarro *et al.*, 2005a); esta ausencia se podría explicar por los déficit hídricos del año de estudio, el que influye directamente en la estructura comunitaria del ensamble, cambiando de un año a otro; estas interrogantes nos invitan a seguir desarrollando estudios de este tipo.

Debido a lo señalado, consideramos de suma importancia la necesidad de proteger los ecotopos dunarios interiores por su carácter de reservorios de la biota del sector. Este desconocimiento puede

Tabla 1. Relaciones porcentuales del ensamble de coleópteros epigeos presentes en tres ecotopos de la cordillera de la costa de Los Choros (Región de Coquimbo, Chile).

Mes	Familia	Especie	Ecotopo						Total mes	
			Paleoduna		Quebrada		Llano		n	%
			n	%	n	%	n	%		
Agosto	Anobiidae	<i>Ptinus</i> sp1	0	0	0	0	1	12,5	1	2,8
	Curculionidae	<i>Cnemecoelus valparadisiacus</i> Philippi	12	63,2	0	0	3	37,5	15	41,7
		<i>Listroderes robustus</i> Waterhouse	0	0	2	22,2	0	0	2	5,6
		<i>Listroderes desertorum</i> Germain	0	0	2	22,2	0	0	2	5,6
	Curculionidae	sp.	1	5,3	0	0	0	0	1	2,8
		<i>Strangaliodes</i> sp.	2	10,5	0	0	0	0	2	5,6
	Tenebrionidae	<i>Entomochilus tomentosus</i> (Guérin-Méneville)	0	0	3	33,3	0	0	3	8,3
		<i>Nycterinus (Paranycterinus) rugiceps</i> Curtis	3	15,8	2	22,2	4	50	9	25
		<i>Thinobatis melcheri</i> Freude	1	5,3	0	0	0	0	1	2,8
		Total mes	19	100	9	100	8	100	36	100
	Número de especies en cada sitio			5		4		3		
Octubre	Anobiidae	<i>Ptinus</i> sp1	0	0	0	0	1	7,1	1	0,4
	Curculionidae	<i>Cnemecoelus valparadisiacus</i> Philippi	193	92,8	4	66,7	3	21,4	200	87,7
		<i>Listroderes</i> sp	0	0	1	16,7	0	0	1	0,4
		Curculionidae sp	3	1,4	0	0	0	0	3	1,3
	Tenebrionidae	<i>Entomochilus tomentosus</i> (Guérin-Méneville)	0	0	0	0	5	35,7	5	2,2
		<i>Nycterinus (Paranycterinus) rugiceps</i> Curtis	0	0	1	16,7	2	14,3	3	1,3
		<i>Praocis (Praocis) spinolai</i> Gay & Solier	2	1	0	0	2	14,3	4	1,8
		<i>Praocis (Postpraocis) curtisi</i> Solier	0	0	0	0	1	7,1	1	0,4
		<i>Psectrascelis pilipes pilipes</i> (Guérin-Méneville)	1	0,5	0	0	0	0	1	0,4
		<i>Scotobius bullatus</i> Curtis	3	1,4	0	0	0	0	3	1,3
		<i>Thinobatis melcheri</i> Freude	6	2,9	0	0	0	0	6	2,6
	Total mes	208	100	6	100	14	100	228	100	
	Número de especies en cada sitio			6		3		6		
	Diciembre	Anobiidae	<i>Ptinus</i> sp2	0	0	0	0	1	3,4	1
Carabidae		<i>Incagonium</i> sp	0	0	1	4,8	0	0	1	1
Curculionidae		<i>Cnemecoelus valparadisiacus</i> Philippi	15	31,9	3	14,3	0	0	18	18,6
		<i>Listroderes robustus</i> Waterhouse	1	2,1	0	0	0	0	1	1
Tenebrionidae		<i>Entomochilus tomentosus</i> (Guérin-Méneville)	1	2,1	0	0	0	0	1	1
		<i>Gyriosomus luczotii</i> Laporte	4	8,5	0	0	0	0	4	4,1
		<i>Hypselops oblonga</i> Solier	1	2,1	0	0	0	0	1	1
		<i>Nycterinus (Paranycterinus) rugiceps</i> Curtis	0	0	0	0	1	3,4	1	1
		<i>Praocis (Praocis) spinolai</i> Gay & Solier	14	29,8	14	66,7	20	69	48	49,5
		<i>Praocis (Orthogonoderus) chilensis</i> (Gray)	0	0	0	0	1	3,4	1	1
		<i>Praocis (Mesopraocis) pilula</i> Laporte	3	6,4	0	0	0	0	3	3,1
		<i>Praocis (Postpraocis) curtisi</i> Solier	0	0	3	14,3	3	10,3	6	6,2
		<i>Psammotichus crassicornis</i> Waterhouse	1	2,1	0	0	0	0	1	1
		<i>Psectrascelis pilipes pilipes</i> (Guérin-Méneville)	0	0	0	0	1	3,4	1	1
<i>Scotobius bullatus</i> Curtis		0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Thinobatis melcheri</i> Freude		7	14,9	0	0	2	6,9	9	9,3	
Total mes		47	100	21	100	29	100	97	100	
Número de especies en cada sitio			9		4		7			
Total período			274	100	36	100	51	100	361	100

Tabla 2. Abundancia relativa del ensamble de coleópteros epígeos en tres ecotopos de la cordillera de la costa de Los Choros (Región de Coquimbo, Chile).

Familia	Ecotopo						Total capturado	
	Paleoduna		Quebrada		Llano		n	%
	n	%	n	%	n	%		
Anobiidae	0	0	0	0	3	5,9	3	0,8
Carabidae	0	0	1	2,8	0	0	1	0,3
Curculionidae	227	82,8	12	33,3	6	11,8	245	67,9
Tenebrionidae	47	17,2	23	63,9	42	82,4	112	31,0
Total	274	100	36	100	51	100	361	100

aplicarse prácticamente a toda la fauna de artrópodos presentes en los ambientes de dunas; por esta razón, cualquier estudio dirigido a establecer la presencia de organismos exclusivos a dunas, puede ser un valioso aporte para justificar su importancia como reservorios biológicos. Por otra parte y debido a que las dunas se presentan en todas las regiones geográficas, estudios descriptivos de sus componentes bióticos pueden entregar información de interés, que puede ser utilizada de manera comparativa, incluso en estudios efectuados en otros países. Bajo esta aproximación, este trabajo constituye el primer esfuerzo destinado a mejorar el conocimiento de

la estructura y las relaciones de abundancia entre estos grupos, así como su estructura taxonómica.

Agradecimientos

Agradecemos a Luis Letelier (Centro de Investigaciones en Ecosistemas, UNAM, México) por la asistencia en SIG. Fermín M. Alfaro agradece a la beca CONICYT-PCHA/Magíster Nacional/2013-22130123. Este trabajo fue financiado por los Proyectos FPA 04-013-2007 (CONAMA), DIULS PR13121 y VACDDI001 de la Universidad de La Serena, La Serena, Chile (JPA).

Literatura Citada

- Agusto, P.; Mattoni, C.I.; Pizarro-Araya, J.; Cepeda-Pizarro, J.; López-Cortés, F.
2006. Comunidades de escorpiones (Arachnida: Scorpiones) del desierto costero transicional de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 79: 407-421.
- Alfaro, F.M.; Pizarro-Araya, J.; Flores, G.E.
2009. Epigeane tenebrionids (Coleoptera: Tenebrionidae) from the Choros Archipelago (Coquimbo Region, Chile). *Entomological News*, 120: 125-130.
- Armesto, J.J.; Vidiella, P.E.; Gutiérrez, J.R.
1993. Plant communities of the fog-free coastal desert of Chile: plant strategies in a fluctuating environment. *Revista Chilena de Historia Natural*, 66: 271-282.
- Castro, C.; Brignardello, L.
2005. Geomorfología aplicada a la ordenación territorial de litorales arenosos. Orientaciones para la protección, usos y aprovechamientos sustentables del sector de Los Choros, Comuna de La Higuera, IV Región. *Revista de Geografía Norte Grande*, 33: 33-58.
- Cepeda-Pizarro, J.; Pizarro-Araya, J.; Vásquez, H.
2005a. Composición y abundancia de artrópodos epígeos del Parque Nacional Llanos de Challe: impactos del ENOS de 1997 y efectos del hábitat pedológico. *Revista Chilena de Historia Natural*, 78: 635-650.
- Cepeda-Pizarro, J.; J. Pizarro-Araya & H. Vásquez.
2005b. Variación en la abundancia de Arthropoda en un transecto latitudinal del desierto costero transicional de Chile, con énfasis en los tenebrionidos epígeos. *Revista Chilena de Historia Natural*, 78: 651-663.
- Di Castri, F.; Hajek, E.R.
1976. *Bioclimatología de Chile*. Imprenta-Editorial de la Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 128 p.
- Elgueta, M.
2000. *Coleoptera en Chile*, En: Martín- Piera, F.; Morrone, J.J.; Melic, A. (eds.). Hacia un Proyecto CYTED para el inventario y Estimación de la Diversidad Entomológica en Iberoamérica: PrIBES-2000. m3m-Monografías Tercer Milenio, Volumen 1, Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA), Zaragoza, España, pp. 145-154.
- Flores, G.E.; Pizarro-Araya, J.
2012. Systematic revision of the South American genus *Praocis* Eschscholtz, 1829 (Coleoptera: Tenebrionidae). Part 1: Introduction and subgenus *Praocis* s. str. *Zootaxa*, 3336: 1-35.
- Gastón, K.J.
2000. Global patterns in biodiversity. *Nature* 405: 220-227.
- Meserve, P.L.; Kelt, D.A.; Previtali, M.A.; Milstead, W.B.; Gutiérrez, J.R.
2011. Global climate change and small mammal populations in north-central Chile. *Journal of Mammalogy*, 92: 1223-1235.

- Novoa, R.; Villaseca, S.
1989. *Mapa agroclimático de Chile*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Santiago, Chile. 126 p.
- Palma, R.E.; Marquet, P.A.; Boric-Bargetto, D.
2005. Inter and intraspecific phylogeography of small mammals in the Atacama Desert and adjacent areas of northern Chile. *Journal of Biogeography*, 32: 1931-1941.
- Paskoff, R.; Manríquez, H.
2004. *Las dunas de las costas de Chile*. Ediciones Instituto Geográfico Militar. Santiago, Chile. 112 pp.
- Pizarro-Araya, J.; Flores, G.E.
2004. Two new species of *Gyriosomus* Guérin-Ménéville from the Chilean coastal desert (Coleoptera: Tenebrionidae: Nycteliini). *Journal of the New York Entomological Society*, 112: 121-126.
- Pizarro-Araya, J.; Jerez, V.
2004. Distribución geográfica del género *Gyriosomus* Guérin-Ménéville, 1834 (Coleoptera: Tenebrionidae): una aproximación biogeográfica. *Revista Chilena de Historia Natural*, 77: 491-500.
- Pizarro-Araya, J.; Cepeda-Pizarro, J.; Flores, G.E.
2008. *Diversidad taxonómica de los artrópodos epigeos de la Región de Atacama (Chile): Estado del conocimiento*, En: Squeo, F.A., Arancio, G.; Gutiérrez, J.R. (eds.). Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile, pp. 267-284.
- Pizarro-Araya, J.; Jerez, V.; Cepeda-Pizarro, J.; Alfaro, F.M.
2011. Caracteres preimaginales y aspectos bionómicos de *Gyriosomus luczotii* Laporte, 1840 (Coleoptera: Tenebrionidae), elemento endémico y erémico del desierto costero chileno. *Animal Biodiversity and Conservation*, 34.2: 265-272.
- Pizarro-Araya, J.; Alfaro, F.M.; Agosto, P.; Castillo, J.P.; Ojanguren-Affilastro, A.A.; Cepeda-Pizarro, J.
2012. Arthropod assemblages of the Quebrada del Morel private protected area (Atacama Region, Chile). *Pan-Pacific Entomologist*, 88: 1-14.
- Ramírez, C.
1992. Las dunas chilenas como hábitat humano, florístico y faunístico. *Bosque*, 13: 3-7.
- Rundel, P.W.; Dillon, M.O.; Palma, B.; Mooney, H.; Gulmon S.L.; Ehleringer, J.R.
1991. The phytogeography and ecology of the coastal Atacama and Peruvian deserts. *Aliso*, 13: 1-50.
- Squeo F.A.; Arancio, G.; Gutiérrez, J.R.
2001. Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Coquimbo. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena. xiii + 372 pp.
- Squeo, F.A.; Arancio, G.; Letelier, L.; Marticorena, A.; Muñoz-Schick, M.; León-Lobos, P.; Arroyo, M.T.K.
2008. *Estado de conservación de la Flora nativa de la región de Atacama*, En: Squeo, F.A., Arancio, G.; Gutiérrez J.R. (eds.). Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile, pp. 45-49.
- Valdivia, D.E.; Pizarro-Araya, J.; Cepeda-Pizarro, J.; Ojanguren-Affilastro, A.A.
2008. Diversidad taxonómica y densidad-actividad de solífugos (Arachnida: Solifugae) asociados a un ecosistema desértico costero del centro norte de Chile. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 67: 1-10.
- Valdivia, D.E.; Pizarro-Araya, J.; Briones, R.; Ojanguren-Affilastro, A.A.; Cepeda-Pizarro, J.
2011. Taxonomical diversity and abundance of solpugids (Arachnida: Solifugae) in coastal ecotopes of north-central Chile. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82: 1234-1242.

