

Diversidad y patrones de distribución geográfica de insectos coleópteros en ecosistemas desérticos de la región de Antofagasta, Chile

Diversity and geographic distribution patterns of coleopteran insects in desert ecosystems of the Antofagasta region, Chile

VIVIANE JEREZ

Departamento de Zoología, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, Casilla 160-C, Concepción, Chile, e-mail: vjerez@udec.cl

RESUMEN

La fauna coleopterológica de la Región de Antofagasta, ha sido objeto de diversos trabajos, pero hasta el momento falta un análisis de conjunto de la diversidad y distribución espacial de las especies. En este trabajo se da a conocer la diversidad de Coleoptera, rangos de distribución de las especies y se analiza las relaciones biogeográficas que pueden existir entre los distintos ecosistemas descritos para la Región. Para ello se elaboró un catastro georreferenciado en base a revisión bibliográfica, material de colección y prospecciones en terreno. La distribución espacial de los taxa se estableció en relación a 11 ecosistemas descritos para la Región y se determinaron áreas de endemismo mediante análisis de parsimonia biogeográfico. La composición taxonómica de Coleoptera está formada por 21 familias, 86 géneros y 167 especies, siendo Tenebrionidae la familia más diversa con 23 géneros y 78 especies. Los ecosistemas que presentan mayor diversidad específica son Estepa subdesértica de la puna (52 sp.), Desierto costero de Tocopilla (50 sp.), Desierto del Salar de Atacama (35 sp.), Desierto costero de Taltal (32 sp.), Desierto de los aluviones (22 sp.) y Estepa arbustiva (17 sp.). Sin embargo los ecosistemas que concentran el mayor porcentaje de endemismo son Desierto costero de Tocopilla (72%), Desierto costero de Taltal (62,5%), Estepa subdesértica de la puna (55,8%), Desierto del Salar de Atacama (51,4 %), Estepa arbustiva (47%) y Desierto de los aluviones (36,3%). Se delimitaron tres áreas de endemismo para la Región de Antofagasta y que corresponden a tres grandes ecosistemas distribuidos en un gradiente altitudinal: Desierto litoral, Desierto de los aluviones y Zona tropical.

Palabras clave: Coleoptera, Antofagasta, diversidad, distribución, biogeografía, parsimonia, ecosistema, endemismo.

ABSTRACT

The coleopterologic fauna of the Antofagasta Region has been the object of diverse studies, but until now, an analysis of both the diversity and spatial distribution of the species was lacking. In this paper, the diversity of coleopteran species and their distribution ranges are given. The possible biogeographic relationships which could exist between the different described ecosystems of the region were analyzed. In this analysis, a coleopteran species inventory was elaborated based upon the literature, collected material from museums, and observations from field work. The spatial distribution of the taxa was established in relation to 11 described ecosystems for the Region and the endemic areas were determined using a biogeographic parsimony analysis. The taxonomic composition of Coleoptera is comprised of 21 families, 86 genera, and 167 species, with Tenebrionidae as the most diverse having 23 genera and 78 species. The Subdesertic steppe of the puna (57 sp.), Coastal desert of Tocopilla (50 sp.), Desert of Atacama saltflat (35 sp.), Coastal desert of Taltal (32 sp.), Aluvian Desert (22 sp.), and the Shrubery steppe (17 sp.) are the ecosystems that present the most diversification. However, the Coastal desert of Tocopilla (72%), Coastal desert of Taltal (62.5%), Subdesertic steppe of the puna (55.8%), Desert of Atacama saltflat (51.4%), Shrubery steppe (47%), and the Aluvian desert (36.3%) have the highest percentages of endemism. Three areas of endemism are defined for the Region of Antofagasta, which correspond to three ecosystems distributed in an altitudinal gradient: Coastal desert, Aluvian desert, and Tropical zone.

Key words: Coleoptera, Antofagasta, diversity, distribution, biogeography, parsimony, ecosystem, endemism.

INTRODUCCION

La particular geomorfología que caracteriza a nuestro país, determina a nivel latitudinal y altitudinal, la existencia de franjas longitudinales que representan zonas ecológicas y geomorfológicas diferentes, que a su vez determinan la existencia de una gran heterogeneidad de habitats en los que los organismos se han adaptado y evolucionado (Ormazábal 1993, Gajardo 1994). Esta heterogeneidad ambiental ha permitido caracterizar o dividir a Chile continental en áreas zoogeográficas basadas en la distribución de la fauna, destacando los aportes de Peña (1966 a) para insectos Tenebrionidae, O'Brien (1971) para insectos, Artigas (1975) para fauna en general e Irwin & Schlinger (1986) para artrópodos.

La Región de Antofagasta definida por sus características climáticas como una zona árida extrema, se adscribe a los sistemas desérticos y de desiertos hiperáridos que se extienden aproximadamente desde el Ecuador hasta los 30° S, formando parte de la diagonal árida que cruza Sudamérica y que biogeográficamente representa una zona disjunta entre la biota de origen tropical, subtropical y la de los bosques templados del resto de Sudamérica (Villagrán & Hinojosa 1997 b).

En la Región de Antofagasta, es factible encontrar las mismas especies de insectos en oasis y valles de ríos costeros, separados unos de otros por decenas o cientos de kilómetros, lo que se podría interpretar ya sea como consecuencia de la capacidad de dispersión de algunas especies o bien como el reflejo de un proceso vicariante relativamente reciente, resultado de la desertificación de una región de tipo tropical durante el Plio - Pleistoceno (Villagrán 1990, Porter 1991, Villagrán & Hinojosa 1997 b). Las áreas costeras de la Región de Antofagasta tienen biotas de insectos con una gran cantidad de especies endémicas, destacando la fauna al norte de Papos que presenta mayor grado de afinidad con la fauna subtropical que con la fauna andinopatagónica, por lo que su área de distribución constituye para algunos autores una provincia biogeográfica diferente (Artigas 1975, Porter 1991). La cordillera de la costa también presenta en toda su extensión latitudinal, un importante número de especies de insectos endémicas, lo que podría reflejar una situación de aislamiento espacio - temporal y sería dable esperar que los ambientes altomontanos se comportaran como islas y representarían una

discontinuidad geográfica en la distribución de la entomofauna (Elgueta 1988). Los ambientes esteparios andinos aún cuando presentan una continuidad con la fauna subtropical, igualmente presentan algunos grados de endemismo en la entomofauna, sobre todo en taxa que presentan bajos grados de vagilidad, como ocurre con insectos epígeos de las familias Tenebrionidae y Curculionidae (di Castri 1968, Peña 1971).

El orden Coleoptera en Chile está representado por alrededor de 3730 taxa, los que corresponderían aproximadamente a un 30% del total de especies de insectos descritas para Chile (Elgueta 1995). Sin embargo, aunque la fauna coleopterológica de la región desértica de Chile ha sido objeto de diversos trabajos, existe hasta el momento una información fragmentaria y dispersa en la literatura, faltando un análisis de conjunto de la biodiversidad y distribución espacial de las especies.

Los inventarios faunísticos junto con la elaboración de bases de datos georreferenciadas y el uso de sistemas de información geográficos (SIG), permiten determinar patrones de distribución de taxa, localizar áreas de concentración de la biota y realizar análisis integrados de un sitio de estudio o ambiente en particular (Jerez 1997¹, Veloso & Núñez 1998). Por otra parte, el uso de métodos cladísticos en sistemática, ha provisto de una herramienta operacional que permite analizar la distribución espacial de las poblaciones e interpretar las relaciones entre áreas, como procesos vicariantes o de dispersión y al mismo tiempo permite determinar áreas de endemismo (Wiley 1988, Crisci et al. 1991, Amorim & Pires 1996).

En este contexto, los insectos por presentar una gran abundancia y diversidad ecológica, constituyen buenos indicadores de la biodiversidad de un territorio determinado y los grupos poco vágiles y / o con distribución geográfica restringida como ocurre con coleópteros, pueden ser utilizados como marcadores más precisos de algunos ambientes (Solervicens 1995).

Por su condición desértica, cabría esperar que la Región de Antofagasta presentara una diversidad extremadamente pobre de coleópteros, a excepción de zonas aledañas a oasis y / o cursos de agua, pero a la vez con un alto grado de endemismo de los taxa producto de la heterogeneidad geomorfológica y climática que afecta a las regiones costeras, preandinas y andinas (Squeo et al. 1998).

Los objetivos del presente trabajo son conocer la diversidad coleopterológica de la Región de

¹ JEREZ V (1997) Coleópteros de la Región de Antofagasta. Catastro Georreferenciado. XIX Congreso Nacional de Entomología, La Serena. Resúmenes: 46.

Antofagasta, determinar rangos y patrones de distribución de las especies en relación a la diversidad de ambientes e interpretar de un modo dinámico las relaciones biogeográficas que puedan existir entre los distintos ecosistemas descritos para la zona de estudio.

MATERIAL Y METODOS

Riqueza taxonómica

Entre marzo de 1996 y febrero de 1998 se realizaron prospecciones entomofaunísticas en la Región de Antofagasta, privilegiando sectores representativos de cada una de las formaciones vegetales señaladas para la región por Gajardo (1994). Los insectos se recolectaron manualmente, mediante trampas Barber y procesamiento de muestras de suelo en embudos Berlesse. El material fue separado, etiquetado, determinado y está depositado en el Museo de Zoología de la Universidad de Concepción (MZUC). Se revisó además material de referencia del MZUC, del Museo Nacional de Historia Natural, Santiago (MNHN) y del Instituto de Entomología, Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, Santiago (UMCE).

Catastro georreferenciado

La información taxonómica se complementó con datos distribucionales de insectos señalados en la literatura para la región y se incorporó a una base de datos que incluye unidades de clasificación taxonómica jerarquizadas (Familia, Género y/o Especie), coordenadas geográficas de las localidades, unidades de transformación métrica (UTM), altitud y datos biológicos como presencia estacional, plantas hospedadoras, etc. La transformación de coordenadas geográficas a UTM se realizó mediante el Programa computacional Madtran, versión 9310.08 y la base de datos se procesó mediante el Programa BIOMA Syntesis, 1996 con el que es factible obtener mapas relacionales entre la biota e información física y biológica del área de estudio.

Unidades Biogeográficas

La distribución espacial de los coleópteros se estableció en base a la presencia o ausencia de las especies en las regiones y formaciones vegetales señaladas por Gajardo (1994) para la Región de Antofagasta y que corresponden al Desierto cos-

tero de Tocopilla, Desierto costero de Taltal, Desierto interior, Desierto interior de Taltal, Desierto de los aluviones, Desierto montano, Desierto del Loa Superior, Desierto del Salar de Atacama, Estepa arbustiva, Estepa de los salares y Estepa subdesértica de la Puna. La presencia o ausencia de un taxón en una formación vegetal se registró en la Tabla 2, que incluye la fuente de información bibliográfica y/o la presencia de ejemplares de la especie involucrada en las colecciones revisadas. En el análisis no se consideró la formación del Desierto estepario por no existir registros de coleópteros.

Análisis Biogeográfico

Para la delimitación de áreas de endemismo se realizó un análisis parsimonioso de endemidad (PAE) aplicando el método utilizado por Crisci et al. (1991), Morrone (1994) y Morrone et al. (1997). A partir de la Tabla 2 se elaboró una matriz de datos que incluye 11 formaciones vegetales y 167 taxa. La distribución de cada taxón fue codificada con respecto a cada formación vegetal según su presencia o ausencia (0, 1) y la matriz fue analizada mediante el programa computacional Hennig86 (Farris 1988). Para la delimitación de sinapomorfías y autapomorfías se utilizó Mac Clade 3.0 (Maddison & Maddison 1992).

RESULTADOS

Riqueza Específica

La Tabla 1 muestra la riqueza taxonómica de Coleóptera existente en la Región de Antofagasta, la que se desglosa en 21 familias, 86 géneros y 167 especies. Destacan las familias Tenebrionidae con 23 géneros y 78 especies, Curculionidae con 11 géneros y 19 especies e Histeridae con 10 géneros y 13 especies. Porcentualmente los tenebriónidos representan aproximadamente el 46% de la diversidad total de Coleoptera descrita para la Región de Antofagasta. Las familias restantes en cambio presentan una escasa diversificación genérica y específica.

En la Tabla 2 se entrega una lista de las especies de coleópteros recolectadas entre 1996 a 1998 y/o citados en la literatura para la Región de Antofagasta, su presencia o ausencia en relación a las formaciones vegetales descritas para la zona en estudio y la fuente de información que sirvió de base para el registro.

La expresión cuantitativa de la diversidad se muestra en la Fig. 1. En ella se puede observar que

TABLA 1
Diversidad y riqueza taxonómica
de Coleoptera en la Región de Antofagasta

Diversity and taxonomic richness of Coleoptera
from Antofagasta Region

Familias	Géneros	Especies
Bruchidae	4	5
Buprestidae	2	4
Carabidae	1	1
Cerambycidae	3	3
Chrysomelidae	1	1
Coccinellidae	4	4
Curculionidae	11	19
Dermestidae	2	2
Dytiscidae	4	7
Elmidae	1	5
Histeridae	10	13
Hydrophilidae	2	2
Lathridiidae	3	6
Malachiidae	1	1
Meloidae	2	2
Melyridae	1	1
Ptinidae	1	1
Scarabaeidae	5	6
Scolytidae	2	2
Staphylinidae	3	4
Tenebrionidae	23	78
TOTAL	86	167

el mayor número de especies de coleópteros se concentra solamente en seis de las once formaciones vegetales analizadas. La Estepa subdesértica de la puna presenta la mayor diversidad específica (52 sp), seguida por el Desierto costero de Tocopilla (50 sp), Desierto del Salar de Atacama (35 sp) y Desierto costero de Taltal (32 sp). En menor proporción se encuentran los registros para el Desierto de los aluviones (22 sp) y Estepa arbustiva (17 sp); las restantes formaciones se caracterizan por presentar un número muy reducido de taxa.

Catastro Georreferenciado

La distribución georreferenciada de los coleópteros se muestra en la Fig. 2. Se observa que prácticamente no existen registros de especies en una franja longitudinal ubicada entre 70° 00' W - 69° 18' W y que ecológicamente incluye zonas de aridez extrema como ocurre con el Desierto interior, Desierto estepario, Desierto interior de Taltal, Desierto montano y Estepa desértica de los salares. Sin embargo se observa una mayor concentración de puntos de registro preferentemente en el litoral costero, regiones preandinas, andinas y sectores adyacentes a oasis y salares.

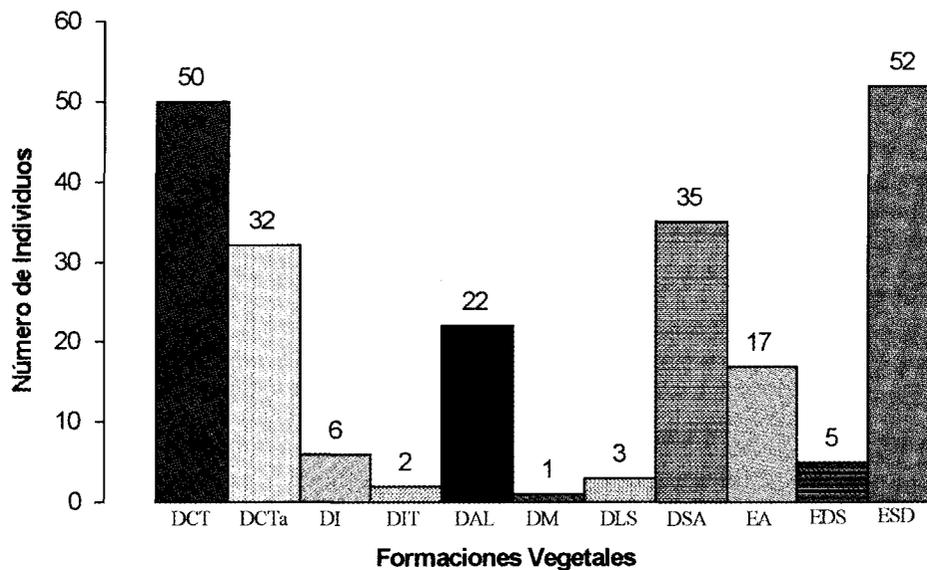


Fig. 1. Riqueza específica de la fauna de coleópteros presente en la región de Antofagasta. Abreviaturas. DCT: Desierto costero de Tocopilla; DCTa: Desierto costero de Taltal; DI: Desierto interior; DIT: Desierto interior de Taltal; DAL: Desierto de los aluviones; DM: Desierto montano; DLS: Desierto del Loa Superior; DSA: Desierto del Salar de Atacama; EA: Estepa arbustiva; EDS: Estepa de los salares; ESD: Estepa subdesértica de la puna.

Specific richness of the coleopterofauna present in the Antofagasta region. Abbreviations: DCT: Tocopilla coastal desert; DCTa: Taltal coastal desert; DI: Interior desert; DIT: Interior desert of Taltal; DAL: Aluvion desert; DM: Mountain desert; DLS: Higher Loa desert; DSA: Atacama salt flat desert; EA: Shrubbery steppe; EDS: Salt flat steppe; ESD: Puna subdesertic steppe.

TABLA 2 (CONT.)

Taxa	DCT	DCTa	DI	DIT	DAL	DM	DLS	DSA	EA	EDS	ESD	Fuente
104 <i>Entomochilus rugosus</i> Kulz.										+	+	Peña, 1980; MZUC
105 <i>Entomochilus varius</i> Kulz.								+	+		+	Peña, 1980; MZUC; UMCE
106 <i>Entomochilus varius laevis</i> Kulz.								+				Peña, 1966b
107 <i>Entomochilus wilsoni</i> Peña		+										Peña, 1980
108 <i>Entomochilus sp.</i>		+						+				MZUC
109 <i>Epipedonota sp.</i>											+	Peña, 1966b
110 <i>Eremoeus cordicollis</i> Kirsch											+	Peña, 1966b
111 <i>Falsopraocis subnudus</i> Kulz.											+	Peña, 1966b; MZUC
112 <i>Falsopraocis weiseri</i> Kulz.									+			Peña, 1966b; MZUC
113 <i>Gyriosomus amabilis</i> Kulz.			+								+	MZUC
114 <i>Gyriosomus curtisi</i> Fairm.			+									Peña, 1966b; MNHN
115 <i>Gyriosomus marmoratus</i> Wat.			+									MZUC
116 <i>Hylithus atacamensis</i> Kasz.				+								MZUC
117 <i>Hylithus forsteri penai</i> Kasz.				+							+	Peña, 1966b; MZUC
118 <i>Hylithus humilis</i> Er.											+	Peña, 1966b
119 <i>Hylithus penai</i> Kasz.						+						Peña, 1966b
120 <i>Hylithus tentyrioides</i> Lac.											+	Peña, 1966b
121 <i>Nycterinus angusticollis</i> Phil.		+	+									Peña, 1971; MZUC
122 <i>Nycterinus atacamensis</i> Peña									+	+	+	Peña, 1971, 1974; MZUC; UMCE
123 <i>Nycterinus barriai</i> Peña				+								Peña, 1971; UMCE
124 <i>Nycterinus borealis</i> Peña			+									Peña, 1971
125 <i>Nycterinus penai</i> Kulz.			+	+								Peña, 1980; MZUC; UMCE
126 <i>Nycterinus rugiceps</i> Curt.									+			Peña, 1966b; MZUC
127 <i>Phaleria gayi</i> Lap.			+									MZUC
128 <i>Philorea brevicornis</i> Kulz.						+						Peña, 1966b
129 <i>Philorea brevipes</i> Kulz.				+	+							MZUC
130 <i>Philorea escomeli</i> Lesne									+			UMCE
131 <i>Philorea koepckeii</i> Kulz.									+			UMCE
132 <i>Philorea setipennis</i> Les.						+					+	Peña, 1966b; MZUC
133 <i>Philorea striata</i> Peña		+			+							Peña, 1980
134 <i>Philorea sp.</i>											+	MZUC; MNHN
135 <i>Physogaster andinus</i> Peña											+	Peña, 1995
136 <i>Physogaster ericius</i> Peña				+								Peña, 1995
137 <i>Physogaster larraini</i> Peña										+		Peña, 1995
138 <i>Physogaster nitidus</i> Kulz.						+		+			+	Peña, 1995; MNHN; MZUC
139 <i>Physogaster globulus</i> F et G				+								Peña, 1995
140 <i>Physogaster setifer</i> Kulz.									+		+	Peña, 1995; MNHN; MZUC
141 <i>Praocis ecostata</i> Kulz.											+	Peña, 1974b; MZUC
142 <i>Praocis forsteri</i> Kulz.											+	Peña, 1966b
143 <i>Praocis oblonga</i> Sol.										+	+	Peña, 1966; MZUC
144 <i>Praocis penai</i> Kulz.					+			+	+		+	MZUC
145 <i>Praocis pentachorda</i> Kulz.			+								+	Peña, 1974b; MZUC
146 <i>Praocis rugata</i> Sol.											+	MZUC
147 <i>Psammetichus cecalovici</i> Peña		+	+		+							Peña, 1973; MZUC
148 <i>Psammetichus gebieni</i> Klzr.					+			+				MZUC
149 <i>Psammetichus loagensis</i> Peña				+								Peña, 1973
150 <i>Psammetichus sp.</i>				+								MZUC
151 <i>Psammetichus pilipes</i> Guér.				+								Peña, 1966b
152 <i>Psectrascelis confinis</i> Kulz.											+	Peña, 1974 b,e
153 <i>Psectrascelis cariosicollis</i> Fairm.										+	+	Peña, 1966b; MZUC
154 <i>Psectrascelis alutacea</i> Kulz.											+	Peña, 1985
155 <i>Psectrascelis intricaticollis</i> Fairm.								+	+		+	Peña, 1985; MZUC
156 <i>Psectrascelis intricat. aovata</i> Peña								+	+		+	Peña, 1974 b,e; MZUC
157 <i>Psectrascelis izquierdoi</i> Peña						+				+		Peña, 1985
158 <i>Salax lacordairei</i> Guér.								+			+	Peña, 1966b; MZUC
159 <i>Salax sp.</i>								+				MZUC
160 <i>Scotobius atacamensis</i> Germ.					+			+			+	MNHN; MZUC
161 <i>Scotobius brevipes</i> Wat.		+	+									Peña, 1966; MZUC
162 <i>Scotobius costatus</i> Guer.		+	+									MZUC
163 <i>Scotobius gayi</i> Sol.		+										UMCE
164 <i>Scotobius laeviuscula</i> Phil.		+										Peña, 1966b; MZUC; UMCE
165 <i>Scotobius planicosta</i> Guer.		+	+									Peña, 1966b; MZUC
166 <i>Thinobatis kuscheli</i> Kulzr.		+										Peña, 1974d
167 <i>Thinobatis larraini</i> Peña		+										Peña, 1986
TOTAL	50	32	6	2	22	1	3	35	17	5	52	

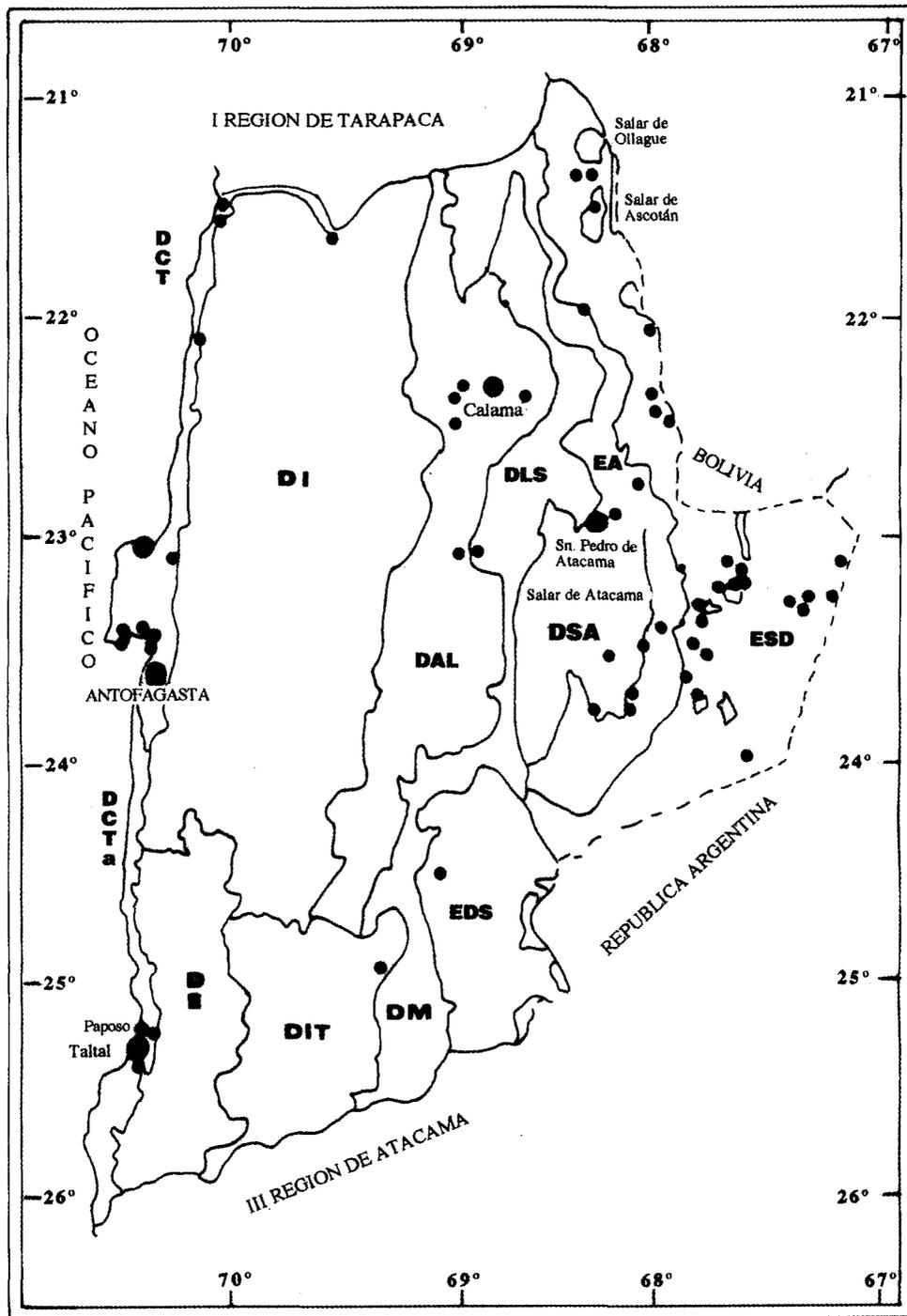


Fig. 2. Mapa georreferenciado para coleópteros en relación a las formaciones vegetales descritas para la Región de Antofagasta. Abreviaturas. DCT: Desierto costero de Tocopilla; DCTa: Desierto costero de Taltal; DI: Desierto interior; DE: Desierto estepario; DIT: Desierto interior de Taltal; DAL: Desierto de los aluviones; DM: Desierto montano; DLS: Desierto del Loa Superior; DSA: Desierto del Salar de Atacama; EA: Estepa arbustiva; EDS: Estepa de los salares; ESD: Estepa subdesértica de la puna.

Georeferenced map for coleopterous in relation to the described vegetal formations for the Antofagasta Region. Abbreviations: DCT: Tocopilla coastal desert; DCTa: Taltal coastal desert; DI: Interior desert; DE: Steppe desert; DIT: Interior desert of Taltal; DAL: Aluvion desert; DM: Mountain desert; DLS: Higher Loa desert; DSA: Atacama salt flat desert; EA: Shrubbery steppe; EDS: Salt flat steppe; ESD: Puna subdesertic steppe.

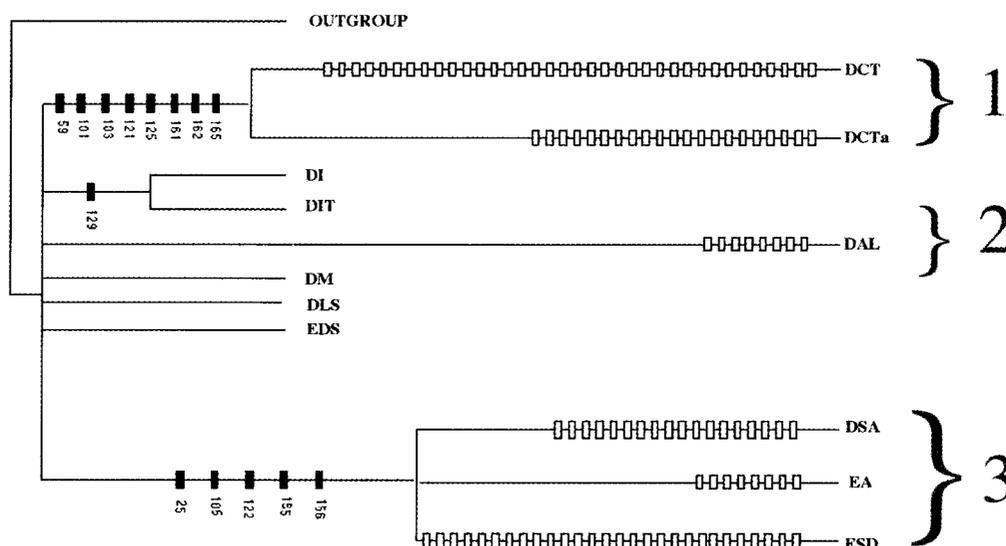


Fig. 3. Cladograma de parsimonia biogeográfico para coleópteros de la Región de Antofagasta. Abreviaturas. DCT: Desierto costero de Tocopilla; DCTa: Desierto costero de Taltal; DI: Desierto interior; DIT: Desierto interior de Taltal; DAL: Desierto de los aluviones; DM: Desierto montano; DLS: Desierto del Loa Superior; DSA: Desierto del Salar de Atacama; EA: Estepa arbustiva; EDS: Estepa de los salares; ESD: Estepa subdesértica de la puna.

Biogeographic parsimony cladogram for coleopterous of Antofagasta Region. Abbreviations: DCT: Tocopilla coastal desert; DCTa: Taltal coastal desert; DI: Interior desert; DIT: Interior desert of Taltal; DAL: Aluvion desert; DM: Mountain desert; DLS: Higher Loa desert; DSA: Atacama salt flat desert; EA: Shrubbery steppe; EDS: Salt flat steppe; ESD: Puna subdesertic steppe.

En relación a gradientes altitudinales, la fauna coleopterológica se distribuye desde el nivel del mar hasta los 4550 msnm y de las 167 especies registradas, 135 (aproximadamente un 81%) habitan sobre los 2000 m de altitud. Por otra parte, algunas especies presentan rangos de distribución latitudinal y altitudinal amplios y extremos como ocurre con *Praocis pentachorda* Kulz. presente en ecosistemas costeros y altoandinos; algo similar pero en menor grado ocurre con *Psammotichus cekalovici* Peña, presente tanto en el litoral como en el desierto hiperárido.

Análisis de Parsimonia de Endemicidad (PAE) y Areas de Endemismo

Mediante Hennig86, se obtuvo seis cladogramas de área igualmente parsimoniosos con 198 pasos, índice de consistencia = 0,84 e índice de retención = 0,50. El árbol de consenso estricto (Fig. 3) consta de 205 pasos, índice de consistencia = 0,81 e índice de retención = 0,38. A partir de este cladograma se pueden delimitar tres áreas de endemismo o unidades biogeográficas. El área 1 incluye a las formaciones Desierto costero de Tocopilla y Desierto costero de Taltal y está definida por ocho sinapomorfías: *Halacritus*

riparius Bickh, *Entomochilus hirtipes* Kulz., *Entomochilus quadratus* Kulz., *Nycterinus angusticollis* Phil., *Nycterinus penai* Kulz., *Scotobius brevipes* Wat., *Scotobius costatus* Guer. y *Scotobius planicosta* Guer. El área 2 corresponde al Desierto de los aluviones con ocho autapomorfías (Tabla 3) y finalmente el área 3 incluye al Desierto del Salar de Atacama, Estepa arbustiva y Estepa subdesértica de la puna y está definida por cinco sinapomorfías: *Cylydrorhinus nahuelius* (Kschl.), *Entomochilus varius* Kulz., *Nycterinus atacamensis* Peña, *Psectrascelis intricaticollis* Fairm., y *Psectrascelis intricaticollis aovata* Peña.

La lista de autapomorfías para las formaciones vegetales incluidas en las áreas de endemismo se entrega en la Tabla 3 y el porcentaje de endemismo para cada formación se entrega en la Fig.4. Se observa que los mayores valores corresponden al Desierto costero de Tocopilla con 72% de especies endémicas, seguido por el Desierto costero de Taltal con un 62,5 %, Estepa subdesértica de la puna con 55,8 %, Desierto del Salar de Atacama con 51,4 %, Estepa arbustiva con 47 % y Desierto de los Aluviones con 36,3 %. Las restantes formaciones vegetales presentan muy pocos registros por lo que no se puede obtener conclusiones definitivas.

TABLA 3

Especies de coleópteros endémicas para las formaciones vegetales con mayor diversidad específica en la Región de Antofagasta. Abreviaturas: DCT: Desierto costero de Tocopilla; ESD: Estepa subdesértica de la puna; DCTa: Desierto costero de Taltal; DSA: Desierto del Salar de Atacama; DAL: Desierto de los aluviones; EA: Estepa arbustiva

Taxonomic composition and distribution of Coleoptera in relation to vegetational formations described from Antofagasta Region. Abbreviations: DCT: Tocopilla coastal desert; ESD: Puna subdesertic steppe; DCTa: Taltal coastal desert; DSA: Atacama salt flat desert; DAL: Aluvion desert; EA: Shrubbery Steppe

DCT	ESD	DCTa	DSA	DAL	EA
<i>Ammophorus rubripes</i>	<i>Amathynetoides appendiculatus</i>	<i>Adistemia jeanneli</i>	<i>Acanthoscelides obtectus</i>	<i>Adistemia rileyi</i>	<i>Aridius setulosus</i>
<i>Amphideritus puberulus</i>	<i>Amathynetoides longulus</i>	<i>Adistemia microphthalmia</i>	<i>Allidiostoma simplicifrons</i>	<i>Attagenus unicolor</i>	<i>Aryenis sp.</i>
<i>Aphodius gracilipes</i>	<i>Amathynetoides palustris</i>	<i>Adistemia minuta</i>	<i>Aryenis unicolor</i>	<i>Blapstinus holosericus</i>	<i>Falsopraocis weiseri</i>
<i>Aphodius lividus</i>	<i>Austrelmis costulata</i>	<i>Diastoleus bicarinatus</i>	<i>Austrelmis condimentarius</i>	<i>Gnathonus nanus</i>	<i>Leiopus asperipennis</i>
<i>Archophyleurus vervex</i>	<i>Austrelmis elegans</i>	<i>Diplogrammichus intermedius</i>	<i>Coccinella opposita</i>	<i>Hylithus penai</i>	<i>Physogaster larraini</i>
<i>Arthroconus fuscus</i>	<i>Austrelmis woytowskii</i>	<i>Ectinogonia darwini</i>	<i>Conibius franzi</i>	<i>Meloidae sp.</i>	<i>Rhantus signatus</i>
<i>Astaena tridentata</i>	<i>Entomochilus nitens</i>	<i>Ectinogonia pusilla</i>	<i>Ectinogonia pretiosa</i>	<i>Neopachytychius squamosus</i>	<i>Scotoeborus chilensis</i>
<i>Astylus ruficollis</i>	<i>Epipedonoia monilis</i>	<i>Entomochilus franzi</i>	<i>Entomochilus varius</i>	<i>Philorea brevicornis</i>	<i>Trogoderma sp.</i>
<i>Austrelmis sp.</i>	<i>Eremoeceus cordicollis</i>	<i>Euspilotus crenatipes</i>	<i>Eriopsis connexa</i>		
<i>Blapstinus kulzeri</i>	<i>Falsopraocis subnudus</i>	<i>Gyriosomus curtisi</i>	<i>Lancetes kuscheli</i>		
<i>Brachidia gallerucoides</i>	<i>Holopterus herrerae</i>	<i>Gyriosomus marmoratus</i>	<i>Naupactus verecundus</i>		
<i>Cafius bisulcatus</i>	<i>Hylithus humilis</i>	<i>Henicotherus sp.</i>	<i>Nycterinus rugiceps</i>		
<i>Cafius xantholoma</i>	<i>Hylithus tenyrioides</i>	<i>Nycterinus barriai</i>	<i>Philorea escomeli</i>		
<i>Calosoma vagans</i>	<i>Lancetes inmarginatus</i>	<i>Pantomorus ruizi</i>	<i>Philorea koeplacis</i>		
<i>Carcinops troglodytes</i>	<i>Lancetes praemosus</i>	<i>Physogaster ericius</i>	<i>Puranius dubius</i>		
<i>Coccotrypes dactyliperda</i>	<i>Megacyllene quinquefasciata</i>	<i>Physogaster globulus</i>	<i>Rhipibruchus picturatus</i>		
<i>Cordibates chilensis</i>	<i>Philorea sp.</i>	<i>Psammetichus pilipes</i>	<i>Salax sp.</i>		
<i>Enochrus vicinus</i>	<i>Physogaster andinus</i>	<i>Psammetichus sp.</i>	<i>Scutobruachus gastoi</i>		
<i>Entomochilus glabratus</i>	<i>Praocis ecostata</i>	<i>Pseudomeloe sp.</i>			
<i>Entomochilus wilsoni</i>	<i>Praocis forsteri</i>	<i>Xileborinus sp.</i>			
<i>Hypocaccus brasiliensis</i>	<i>Praocis rugata</i>				
<i>Listroderes robustior</i>	<i>Psectrascelis alutacea</i>				
<i>Lithraeus elegans</i>	<i>Psectrascelis confinis</i>				
<i>Nycterinus borealis</i>	<i>Scotoeborus manni</i>				
<i>Omalodes intermedius</i>	<i>Scotoeborus plumeus</i>				
<i>Phaleria gayi</i>	<i>Strangaliodes azurescens</i>				
<i>Pinus ocellus</i>	<i>Trichocyphus formosus</i>				
<i>Scotobius gayi</i>	<i>Trichocyphus pulcher</i>				
<i>Scotobius laeviuscula</i>	<i>Trogophloeus atacamensis</i>				
<i>Sibinia sp.</i>					
<i>Strangaliodes deserticola</i>					
<i>Teretriosoma sp.</i>					
<i>Teretrius rufulus</i>					
<i>Thinobatis kuscheli</i>					
<i>Thinobatis larraini</i>					
<i>Xerosaprinus chiliensis</i>					

DISCUSION

A la luz de los resultados obtenidos en este trabajo se puede determinar que no existe una gran riqueza genérica y específica para la fauna de coleópteros descritos hasta la fecha para la Región de Antofagasta; sin embargo dado que faltan registros de algunas familias que forman parte de la fauna húmica y que aún existen áreas prácticamente inexploradas, es factible suponer que la diversidad coleopterológica conocida podría aumentar.

En relación a la distribución geográfica regional de los coleópteros, existen áreas que en la literatura presentan mayor número de registros faunísticos y por lo tanto concentrarían una mayor riqueza específica. Sin embargo un análisis más detallado permite determinar que estos puntos de registro muestran claramente un "efecto carretera", es decir corresponden a recolecciones efectuadas en localidades cercanas a ciudades, poblados o sectores adyacentes a la red vial. Se puede inferir entonces que a través de los años ha existido una tendencia de los entomólogos a efectuar recolecciones siempre en los mismos lugares; es lo que sucede con localidades como Quebrada de Paposo, Salar de Atacama y oasis alejados al salar como Tilomonte y Toconao.

Si se consideran ahora los rangos de distribución geográfica de las especies de coleópteros presentes en la Región de Antofagasta y se comparan las especies presentes en los diversos ecosistemas, es factible determinar que existe una jerarquización en la estructura de las comunidades coleopterológicas lo que queda demostrado por el alto porcentaje de endemismos presentes en cada ecosistema. Al mismo tiempo se observa que una elevada proporción de taxa a nivel genérico o específico tienen rangos de distribución geográfica bastante restringidos y por lo general forman parte de uno o de unos pocos ecosistemas. En relación a gradientes altitudinales, el mayor porcentaje de especies de coleópteros habita sobre 2000 msnm aspecto que concuerda con lo señalado por Marquet et al. (1998) quienes encontraron la mayor riqueza específica de insectos entre 2000 y 3000 msnm.

Considerando aspectos biogeográficos, se observa que la sub-región del Desierto litoral incluye a su vez dos ecosistemas, el Desierto costero de Tocopilla y Desierto costero de Taltal (Gajardo 1994) y representa claramente una zona biogeográficamente disjunta de las zonas desérticas del interior y altoandinas. Los elevados porcentajes de endemismo de las especies de coleópteros observados en esta sub-región, reforzarían lo señalado ya por Peña (1966a) e Irwin & Schlinger (1986) en el sentido de considerar a la "Costa del

Norte" de la Región de Antofagasta como una zona ecológica diferente. Por otra parte, los resultados obtenidos mediante PAE son concordantes con los obtenidos por Rau et al. (1998) quienes determinaron un alto grado de aislamiento de la composición vegetacional y artropodológica del Desierto litoral con respecto a las restantes zonas ecológicas. En el cladograma de consenso (Fig. 3) ambos ecosistemas aparecen como áreas hermanas y constituyen un área de endemismo a pesar de que muestran entre sí una composición faunística bastante diferente; el hecho de que cada ecosistema concentre un alto porcentaje de especies endémicas, hace suponer que la biota presente en ellos ha sido sometida a diferentes condiciones vicariantes ya sea de tipo climático y/o geomorfológicas. Este aspecto ya ha sido considerado por Porter (1991) quien señala que al norte de Paposo ocurre un cambio abrupto en la composición de la entomofauna de himenópteros y dípteros, sobre todo a nivel de géneros lo que ahora estaría siendo corroborado para coleópteros.

Para delimitar áreas de endemismo, Morrone (1994) indica que dos es el número mínimo de sinapomorfías requeridas. En el cladograma de consenso, el Desierto costero de Tocopilla y el Desierto costero de Taltal constituyen claramente un área de endemismo por el hecho de compartir ocho especies; el Desierto de los aluviones es otra área de endemismo definida por ocho especies

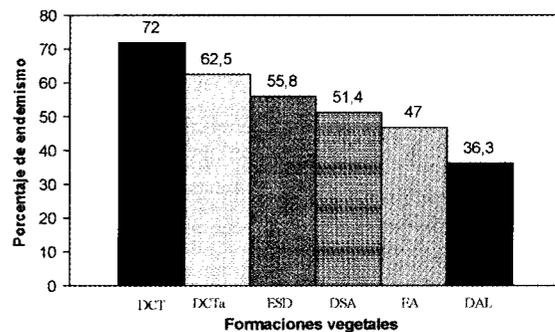


Fig. 4. Porcentaje de endemismo para las especies de coleópteros presentes en seis formaciones vegetales de la Región de Antofagasta.

DCT: Desierto costero de Tocopilla; DCTa: Desierto costero de Taltal; ESD: Estepa subdesértica de la puna; DSA: Desierto del Salar de Atacama; EA: Estepa arbustiva; DAL: Desierto de los aluviones.

Endemic percentages for the coleopteran species present in six vegetation formation of the Antofagasta Region.

DCT: Tocopilla coastal desert; DCTa: Taltal coastal desert; ESD: Puna subdesertic steppe; DSA: Atacama salt flat desert; EA: Shrubbery steppe; DAL: Aluvion desert.

autapomórficas y se presenta relativamente aislado de los otros ecosistemas. Finalmente el Desierto del Salar de Atacama, Estepa arbustiva y Estepa subdesértica de la puna constituyen una tercera área de endemismo definida por cinco especies autapomórficas. Estas áreas de endemismo son concordantes mayoritariamente con zonas bioclimáticas señaladas para la Región de Antofagasta (Spotorno et al. 1998) de modo que el área 1 corresponde al Desierto litoral, el área 2 o Desierto de los aluviones forma parte del Desierto interior y finalmente el área 3 denominada Zona tropical, es un área mixta que incluye a la zona Tropical Marginal (Desierto del Salar de Atacama) y Tropical de Altura (Estepa arbustiva y Estepa subdesértica de la puna), (Fig. 5).

En un análisis de parsimonia biogeográfico, las especies sinapomórficas determinan las afinidades entre áreas hermanas de modo que la presencia de una especie en dos áreas hermanas se puede interpretar ya sea como un proceso de dispersión o bien que la especie no ha sido afectada por los procesos vicariantes (Wiley 1988). Esto explicaría la presencia de especies sinapomórficas en los ecosistemas costeros, preandinos y andinos. Finalmente es preciso tener en cuenta que la ausen-

cia de un taxón en un área puede ser interpretada de diversas maneras: una posibilidad es que sus ancestros y descendientes nunca hayan ocupado el área; otra posibilidad es que haya habido un proceso de extinción y finalmente puede existir un error de muestreo y la presencia de una o más especies en el área no haya sido detectada (Wiley 1988). Dado que el catastro georreferenciado de muestra que en la región de Antofagasta existen áreas que han sido insuficientemente exploradas con muy pocos o ningún registro como es el caso del Desierto interior, Desierto interior de Taltal, Desierto Montano, Estepa de los Salares y Desierto del Loa superior e incluso otras no han sido exploradas, es que el árbol de consenso biogeográfico propuesto en este trabajo constituye sólo una primera aproximación a la historia biogeográfica de la entomofauna del Norte grande de Chile.

AGRADECIMIENTOS

A Alberto Veloso de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile; Jaime Solervicens del Instituto de Entomología UMCE; Ariel Camousseight, Fresia Rojas y Mario Elgueta de la sección Entomología del MNHN; Juan Carlos Ortiz, Luis Parra, Minerva Contreras y Thomas Ogden del Depto. de Zoología, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas de la Universidad de Concepción; Pedro Vidal, Pontificia Universidad Católica de Chile y finalmente a los revisores anónimos. Este trabajo fue financiado por los proyectos DIUC 96.113.036 - 1.2 y FONDECYT 5960021.

LITERATURA CITADA

- AMORIM DS & MRS PIRES (1996) Neotropical biogeography and a method for maximum biodiversity estimation. En: Bicudo CEM. & Menezes NA (eds) Biodiversity in Brazil, a first approach. CNPq, Sao Paulo VI: 326 pp.
- AGUILERA A (1995) Contribución al conocimiento de *Coccinellina eryngii* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae) en Chile. Acta Entomológica Chilena 19: 99-104.
- ARTIGAS JN (1975) Introducción al estudio por computación de las áreas zoogeográficas de Chile continental basado en la distribución de 903 especies de animales terrestres. Gayana 4: 3-25.
- ARRIAGADA G (1985) Notas sobre Histeridos neotropicales (Coleoptera : Histeridae). Revista Chilena de Entomología 12: 105-112.
- ARRIAGADA G (1986) Histeridos chilenos (Coleoptera : Histeridae). Primera parte. Revista Chilena de Entomología 14: 71-80.

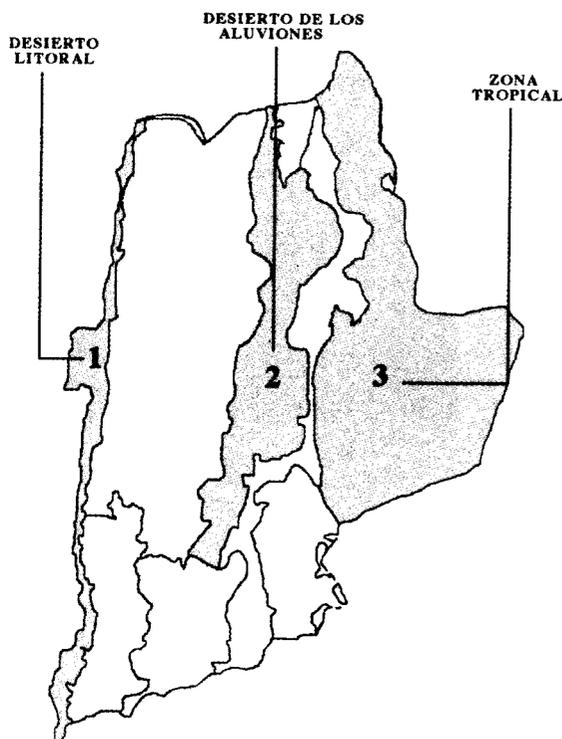


Fig. 5. Áreas de endemismo de coleópteros determinadas para la Región de Antofagasta.

Coleopteran endemism areas determined for Antofagasta Region.

- BARRIGA JE (1990) Revisión de los Brucos de importancia agrícola y cuarentenaria en Chile (Coleoptera : Bruchidae). Universidad de Chile. Memoria de Título. Fac. Ccias. Agrarias y Forestales. Santiago. 143 pp.
- CERDA M (1986) Lista sistemática de los cerambycoides chilenos (Coleoptera: Cerambycidae). Revista Chilena de Entomología 14: 29-39.
- CERDA M (1988) Actualización de la lista sistemática de los Cerambycidae (Coleoptera) de Chile. Revista Chilena de Entomología 16: 89-91.
- COBOS A (1953) Revisión de las *Ectinogonia* Spinola. Coleoptera, Buprestidae. Revista Chilena de Entomología 3: 41-68.
- COIFFAT H & F SAIZ (1968) Les Staphylinidae (sensu lato) du Chili. En: Delamare CL & E Rapoport (eds) Biologie de l'Amérique australe: 339-473. Editions Centre National de la Recherche Scientifique, Paris.
- CRISCI J, M M CIGLIANO, J MORRONE & S ROIG-JUÑENT (1991) Historical biogeography of southern South America. Systematic Zoology 40:152-171.
- Di CASTRI F (1968) Esquisse écologique du Chili. En: Delamare CL & E Rapoport (eds) Biologie de l'Amérique australe: 7-52. Editions Centre National de la Recherche Scientifique, Paris.
- ELGUETA M (1988) Insectos epigeos de ambientes altomontanos en Chile central: Algunas consideraciones biogeográficas con especial referencia a Tenebrionidae y Curculionidae (Coleoptera). Boletín del Museo Nacional de Historia Natural (Chile) 41: 125-144.
- ELGUETA M (1995) Coleoptera. En: Simonetti JA, MTK Arroyo, A Spotorno & EC Lozada (eds) Diversidad Biológica de Chile: 246-252. CONICYT, Santiago, Chile.
- ELGUETA M & G ARRIAGADA (1989) Estado actual del conocimiento de los Coleópteros de Chile. (Insecta-Coleoptera). Revista Chilena de Entomología 17: 5-60.
- FARRIS J (1988) Hennig86 Reference. Versión 1.5. Software and user's guide, published by the author. 21 pp.
- FUNK VA & DBROOKS (1990) Phylogenetic Systematics as the basis of comparative Biology. Smithsonian Institution Press. Washington and London. 45 pp.
- GAJARDO R (1994) La vegetación Natural de Chile. Clasificación y Distribución Geográfica. Editorial Universitaria, Chile. 165 pp.
- GUTIERREZ R (1947) Escarabajos comunes a Chile y la Argentina (Col. Scarabaeidae). Revista de la Sociedad Entomológica Argentina XIII: 309-314.
- GUTIERREZ R (1950a) Scarabaeidae del Norte de Chile (Coleopt. Lamellic.) Anales de la Sociedad Científica Argentina CXLIX : 52-75.
- GUTIERREZ R (1950b) Notas sobre Scarabaeidae chilenos (Coleoptera Lamellicornia). Arthropoda 1: 267-278.
- IRWIN M & E SCHLINGER (1986) A gazetteer for the 1966-67, University of California-Universidad de Chile arthropod expedition to Chile and parts of Argentina. Occasional papers of the California Academy of Science 144: 1-11.
- KINGSOLVER JM (1983) A review of the genus *Scutobruchus* Kingsolver (Coleoptera: Bruchidae), with descriptions of four new species and a new synonymy. Proceedings of the Entomological Society of Washington 85: 513-527.
- KUSCHEL G (1948) Los Curculionidae de Tarapaca y Antofagasta. Investigaciones Zoológicas Chilenas 1: 13-14.
- KUSCHEL G (1949) Los Curculionidae del extremo norte de Chile (Coleoptera, Curcul. Ap 6°). Acta Zoológica Lilloana VIII: 5-56.
- KUSCHEL G (1952) Los Curculionidae de la cordillera chileno-argentina (Primera parte). Revista Chilena de Entomología 2: 229-279.
- MADDISON W & D MADDISON (1992) Mac Clade version 3.01. Museum of Comparative Zoology. Harvard University. Cambridge. U.S.A.
- MARQUET PA, F BOZINOVIC, GA BRADSHAW, C CORNELIUS, H GONZALEZ, JR GUTIERREZ, ER HAJEK, JA LAGOS, F LOPEZ-CORTES, L NUÑEZ, EF ROSELLO, C SANTORO, H SAMANIEGO, VG STANDEN, JC TORRES-MURA & FM JAKSIC (1998) Los ecosistemas del desierto de Atacama y área andina adyacente en el norte de Chile. Revista Chilena de Historia Natural 71: 593-617.
- MOORE T (1985) Aporte al conocimiento de los Buprestidos de Chile. Revista Chilena de Entomología 12: 113-139.
- MOORE T (1994) Revisión del genero *Ectinogonia* Spinola para Chile (Coleoptera, Buprestidae) Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción 65: 153-166.
- MORONI J (1973) Elenco sistemático, sinonímico y distribución de coleópteros acuáticos chilenos. Revista Chilena de Entomología 7: 193-206.
- MORONI J (1975a) Catálogo sistemático de las especies de Derméstidos detectadas en Chile y su distribución geográfica (Coleoptera, Dermestidae). Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 34: 101-109.
- MORONI J (1975b) Elenco sistemático de los Coleópteros Lathridiidae de Chile y su distribución geográfica. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 34: 177-180.
- MORONI J C (1985) Addenda y corrigenda al elenco sistemático, sinonímico y distribución de coleópteros acuáticos chilenos. Revista Chilena de Entomología 12: 169.
- MORRONE JJ (1994) On the Identification of Areas of Endemism. Systematic Biology 43: 438-441.
- MORRONE JJ, L KATINAS & J CRISCI (1997) A cladistic biogeographic analysis of central Chile. Journal of Comparative Biology 2: 25-42.
- O'BRIEN CW (1971) The Biogeography of Chile through entomofaunal regions. Entomologist News 82: 197-207.
- ORMAZABAL CS (1993) The conservation of biodiversity in Chile. Revista Chilena de Historia Natural 66: 383-402.
- PEÑA LE (1966a) Ensayo preliminar para dividir Chile en regiones entomofaunísticas, basadas especialmente en la familia Tenebrionidae (Col). Revista Universitaria. Anales de la Academia Chilena de Ciencias Naturales 28-29 fasc. II: 209-220.

- PEÑA LE (1966b) Catálogo de los Tenebrionidae (Coleoptera) de Chile. Entomologische Arbeiten Museum Frey: 397-453.
- PEÑA LE (1971) Revisión del género *Nycterinus* Eschscholtz 1829. (Coleoptera-Tenebrionidae). Boletín del Museo Nacional de Historia Natural de Chile 32: 129-158.
- PEÑA LE (1973) Nuevas especies del género *Psammotichus* Latr. (Coleoptera-Tenebrionidae) para Chile y Perú. Revista Chilena de Entomología 7: 137-144.
- PEÑA LE (1974a) Algunas observaciones sobre especies poco conocidas de Cerambycidae (Coleoptera) II. (Nuevas distribuciones, sinonimias, etc.) Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción 47: 303-306.
- PEÑA LE (1974b) El género *Cordibates* Kulzer 1956 (Coleoptera-Tenebrionidae) Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción 47: 29-41.
- PEÑA LE (1974c) Los Tipos de insectos de la colección Luis E. Peña G. Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción 47: 259-282.
- PEÑA LE (1974d) Los tenebriónidos del género *Thinobatis* Esch. (Coleoptera: Tenebrionidae). Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción 48: 243-252.
- PEÑA LE (1974e) Nuevas especies y subespecies de Tenebrionidae (Coleoptera) de Chile y de Argentina, con anotaciones sobre nuevas localidades para Argentina, Bolivia y Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural de Chile 33: 109-127.
- PEÑA LE (1980) Aporte al conocimiento de los Tenebriónidos de América del Sur. (Coleoptera: Tenebrionidae). Revista Chilena de Entomología 10: 37-59.
- PEÑA LE (1985) Revisión del género *Psectrascelis* Fairm. (Coleoptera: Tenebrionidae). Revista Chilena de Entomología 12: 15-51.
- PEÑA LE (1986) Descripción de 5 nuevas especies de Tenebriónidos (Coleoptera) de los géneros *Psectrascelis*, *Platesthes*, *Thinobatis* con una nota adicional. Revista Chilena de Entomología 14: 57-63.
- PEÑA LE (1995) Revisión del género *Physogaster* Guerin, 1834. (Coleoptera: Tenebrionidae: Physogasterini). Gayana Zoológica 59: 119-130.
- PHILIPPI RA (1860) Viage al desierto de Atacama hecho de orden del gobierno de Chile en el verano 1853-54. Halle en Sajonia. Librería de Eduardo Anton 49-153.
- PHILIPPI F (1887) Catálogo de los Coleópteros de Chile. Anales de la Universidad de Chile 71:1-190.
- PORTER CH (1991) Biogeografía de los Ichneumonidae chilenos (Hymenoptera: Ichneumonidae). Acta Entomológica Chilena 16: 37-67.
- RAU JR, C ZULETA, A GANTZ, F SAIZ, A CORTES, L YATES, A SPOTORNO & E COUVE (1998) Biodiversidad de artrópodos y vertebrados terrestres del Norte Grande de Chile. Revista Chilena de Historia Natural 71: 527-554.
- SCHEDL (1951) Chilenische Borkenkäfer I. (Coleoptera-Scolytoidea). Revista Chilena de Entomología 1: 15-22.
- SIMONETTI JA (1995) Diversidad Biológica: algo más que nombres, algo más que números. En: Simonetti JA, MTK Arroyo, A Spotorno & E C Lozada (eds) Diversidad Biológica de Chile:1-4. CONICYT, Santiago, Chile.
- SOLERVICENS J (1995) Consideraciones generales sobre los insectos, el estado de su conocimiento y las colecciones. En: Simonetti JA, MTK Arroyo, A Spotorno & EC Lozada (eds) Diversidad Biológica de Chile:198- 210. CONICYT, Santiago, Chile.
- SPOTORNO A, E C ZULETA, A GANTZ, F SAIZ, J RAU, M ROSENMANN, A CORTES, G RUIZ, L YATES, E COUVE & J MARIN (1998) Sistemática y adaptación de mamíferos, aves e insectos fitófagos de la Región de Antofagasta, Chile. Revista Chilena de Historia Natural 71: 501-526.
- SQUEO FA, LA CAVIERES, G ARANCIO, JE NOVOA, O MATTHEI, C MARTICORENA, R RODRIGUEZ, MTK ARROYO & M MUÑOZ (1998) Biodiversidad de la flora vascular en la Región de Antofagasta, Chile. Revista Chilena de Historia Natural 71: 571-591.
- VELOSO A & H NUÑEZ (1998) Inventario de fauna de la Región de Antofagasta: recursos metodológicos e información. Revista Chilena de Historia Natural 71: 555-569.
- VILLAGRAN C (1990) Glacial climates and their effects on the history of the vegetation of Chile: a synthesis based on palynological evidence from Isla de Chiloé. Review of Palaeobotany and Palynology 65: 17-24.
- VILLAGRAN C & LF HINOJOSA (1997a) Historia de los bosques del sur de Sudamérica, I: antecedentes paleobotánicos, geológicos y climáticos del Terciario del cono sur de América. Revista Chilena de Historia Natural 70: 225-239.
- VILLAGRAN C & LF HINOJOSA (1997b) Historia de los bosques del sur de Sudamérica, II: Análisis fitogeográfico. Revista Chilena de Historia Natural 70: 241-267.
- WILEY EO (1988) Parsimony analysis and vicariance biogeography. Systematic Zoology 37: 271-290.