
Diversidad taxonómica y denso-actividad de solífugos (Arachnida: Solifugae) asociados a un ecosistema desértico costero del centro norte de Chile

VALDIVIA, Daniel E.*, Jaime PIZARRO-ARAYA*, Jorge CEPEDA-PIZARRO* y Andrés A. OJANGUREN-AFFILASTRO**

*Laboratorio de Entomología Ecológica, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad de La Serena, Casilla 599, La Serena, Chile; e-mail: daelvhu@gmail.com

**División Aracnología, Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia, Av. Ángel Gallardo 470, 1405 DJR Buenos Aires, Argentina

Taxonomic diversity and density-activity of solpugids (Arachnida: Solifugae) in a coastal desert ecosystem in the northern centre of Chile

■ **ABSTRACT.** In Chile the order Solifugae is represented by 14 species arranged in 10 genera distributed among the three families described for South America: Ammotrechidae, Mummuciidae and Daesiidae. The present work documents the taxonomic composition of solpugids in a desert coastal ecosystem of the northern centre of Chile and describes variation in their density-activity. The study was carried out in the coastal sector of Punta de Choros (29°21'S, 71°10'W; 17 masl) during June, August, October and November 2005. The 249 captured specimens represented three families, four genera, and five species. These were *Procleobis* sp. and *Sedna pirata* Muma (Ammotrechidae), *Mummucia* sp. and *Mummucia variegata* (Gervais) (Mummuciidae), and *Ammotrechelis goetschi* Roewer (Daesiidae). The highest levels of solpugid density-activity occurred in October (ca 30 % of the total captured) and November (ca 41 % of the total captured). Five species were captured in October and three, in November. While some species were active throughout the study (e.g., *Ammotrechelis goetschi*), others showed occasional activity. For example, *Mummucia variegata* showed activity between August and November, *Sedna pirata* between October and November, and *Procleobis* sp. and *Mummucia* sp. only in October. The diversity and density-activity may be determined by biological and ecological factors.

KEY WORDS. Solifugae. Epigeic arthropods. Density-activity. Coastal desert. Chile.

■ **RESUMEN.** En Chile, el orden Solifugae está representado por 14 especies agrupadas en 10 géneros, distribuidos en las tres familias descritas en Sudamérica: Ammotrechidae, Mummuciidae y Daesiidae. En el presente trabajo se documenta la composición genérica y/o específica de solífugos asociados a un ecosistema desértico costero del centro norte de Chile, y se muestran las variaciones de su denso-actividad. El estudio se realizó en el sector costero de Punta de Choros (29°21'S, 71°10'O; 17 msnm), durante los meses de junio, agosto, octubre y noviembre de 2005. Entre los 249 ejemplares capturados, se reconoció la presencia de tres familias, cuatro géneros y cinco especies. Éstas fueron *Procleobis* sp., *Sedna pirata* Muma (Ammotrechidae), *Mummucia* sp., *Mummucia*

variegata (Gervais) (Mummuciidae) y *Ammotrechelis goetschi* Roewer (Daesiidae). La mayor denso-actividad de solífugos se registró en los meses de octubre, 5 especies (ca 30 % del total capturado); y noviembre, 3 especies (ca 41 % del total capturado). Mientras que algunas especies se mostraron activas durante todo el período de estudio (e.g., *Ammotrechelis goetschi*), otras presentaron actividad parcial. Por ejemplo, *Mummucia variegata* manifestó actividad entre agosto y noviembre; *Sedna pirata* entre octubre y noviembre y tanto *Procleobis* sp. como *Mummucia* sp. estuvieron activas sólo en octubre. La diversidad y la denso-actividad de Solifugae estarían determinadas por factores biológicos y ecológicos.

PALABRAS CLAVE. Solifugae. Artrópodos epígeos. Denso-actividad. Desierto costero. Chile.

INTRODUCCIÓN

El conocimiento actual de la diversidad de Arachnida, considera al orden Solifugae como un taxón meso-diverso, constituido por 12 familias, 140 géneros y 1.087 especies (Harvey, 2002). Los solífugos son depredadores de artrópodos con exoesqueletos blandos (Muma, 1966a; Maury, 1998; Brookhart & Brantley, 2000). Presentan hábitos tanto diurnos como nocturnos (Muma, 1974; Maury, 1998) con una actividad estacional marcada, la cual puede ser univoltina o bivoltina (Punzo, 1998, 2000). Antecedentes bionómicos para la familia Eremobatidae, reconocen cuatro estadios: huevo, postembrionario, ninfa y adulto; este último de corta duración (Muma, 1966b). Estas hembras realizan hasta seis oviposturas, depositando grupos de ~10 huevos en superficies arenosas o en profundidades que varían entre 10 a 20 cm. (Punzo, 1998).

La distribución de estos arácnidos se asocia preferentemente con ambientes áridos y semiáridos del mundo, como han sido descritos para Arizona y Texas, EE.UU. (Muma, 1966b); Etiopia y Somalia, África (Delle Cave & Simonetta, 1971); Monte, Argentina (Flores *et al.*, 2004) y Nuevo México, EE.UU. (Muma, 1979; Brookhart & Brantley, 2000). En Chile, dichos ambientes se encuentran en el desierto costero transicional (DCT, 25-32° S) que se caracteriza por el predominio de dunas costeras (Paskoff & Manríquez, 2004; Castro & Brignardello, 2005) y por la presencia de

una biota particular, en términos de riqueza específica, endemismos y de distribución geográfica restringida (Rundel *et al.*, 1991). El conocimiento de la biodiversidad del DCT se restringe principalmente a la vegetación (Armesto *et al.*, 1993), los vertebrados (Meserve *et al.*, 1995; Marquet *et al.*, 1998; Rau *et al.*, 1998; Holmgren *et al.*, 2001; Palma *et al.*, 2005) y los artrópodos (Pizarro-Araya & Jerez, 2004; Cepeda-Pizarro *et al.*, 2005a, 2005b; Augusto *et al.*, 2006).

En el DCT, el conocimiento de Arachnida se limita a los órdenes Escorpiones (Mattoni, 2002; Ojanguren-Affilastro, 2002, 2003, 2004, 2005; Ochoa, 2005; Mattoni & Acosta, 2006; Augusto *et al.*, 2006; Ojanguren-Affilastro *et al.*, 2007) y Acari (Covarrubias *et al.*, 1964, 1976; Cepeda-Pizarro, 1989; Cepeda-Pizarro *et al.*, 1992a, 1992b, 1996). Sin embargo, existen pocos antecedentes para Pseudoscorpiones (Vitali di Castri, 1965, 1969a, 1969b), Palpigradi (Condé, 1974), Araneae (Zapfe, 1961) y Opiliones (Maury, 1987a) y son casi inexistentes para Solifugae. Sólo Cepeda-Pizarro *et al.* (2005a) entregan antecedentes ecológicos con respecto a solífugos presentes en el DCT. En tanto, para el territorio nacional, el estudio de Solifugae se caracteriza por aportes taxonómicos (Mello-Leitão, 1936, 1937, 1942; Kraus, 1966; Muma, 1971; Cekalovic, 1975, 1976; Maury, 1980, 1985, 1987b). De acuerdo con éstos, en Chile a la fecha, se registran 14 especies de solífugos pertenecientes a las familias Daesiidae, Ammotrechidae y Mummuciidae.

En Chile, Ammotrechidae agrupa los

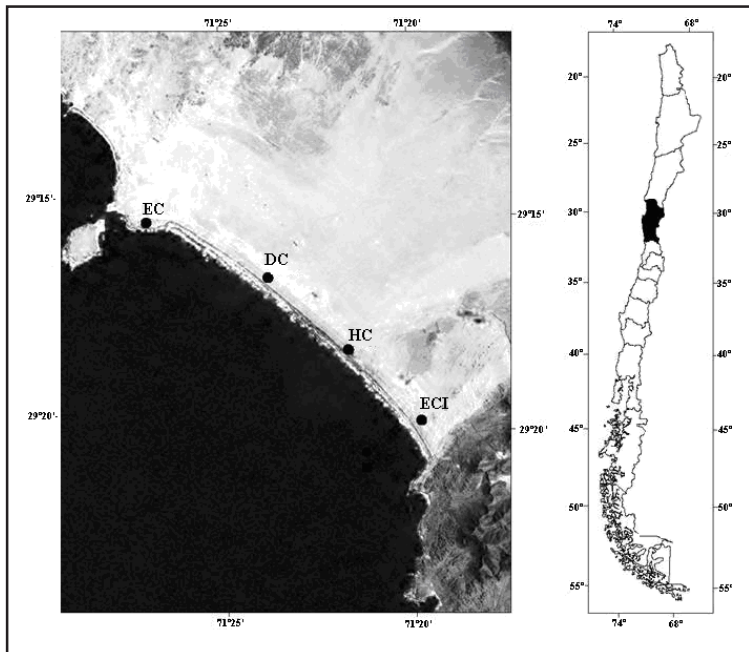


Fig. 1. Ubicación geográfica de los cuatro hábitats de estudio: estepa costera (EC: 29°15'12" S; 71°26'59" O, 17 msnm), duna costera (DC: 29°16'31" S; 71°23'51" O, 18 msnm), humedal costero (HC: 29°18'18" S; 71°21'50" O, 2 msnm) y estepa costera interior (ECI: 29°19'48" S; 71°19'46" O, 23 msnm), en el desierto costero transicional de Chile.

géneros *Sedna* Muma, *Chileotreca* Maury, *Procleobis* Kraepelin, *Pseudocleobis* Pocock y *Ammotrecha* Banks (Mello-Leitão, 1942; Kraus, 1966; Muma, 1971; Cekalovic, 1975; Maury, 1987b); Mummuciidae a *Uspallata* Mello-Leitão, *Mummucina* Roewer y *Mummucia* Simon (Maury, 1984, 1987b) y Daesiidae agrupa los géneros *Ammotrechelis* Roewer y *Syndaesia* Maury (Maury, 1980, 1985, 1987b).

Los objetivos del presente trabajo son: 1) documentar a nivel específico la composición taxonómica del orden Solifugae, asociados a un hábitat desértico costero del centro norte de Chile y 2) determinar las variaciones espacio-temporales de su abundancia relativa, definida aquí como «denso-actividad», la cual está determinada por el efecto que tienen algunas variables atmosféricas sobre su actividad y por la presencia de barreras que limitan su libre desplazamiento (Luff, 1975; Niemelä *et al.*, 1992; Southwood, 1994; de los Santos *et al.*, 2000; Cepeda-Pizarro *et al.*, 2005a, 2005b).

MATERIAL Y MÉTODOS

Sitio de estudio. El estudio se realizó en el sector costero de Punta de Choros (29°21'S, 71°10'O) frente a la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, en la comuna de La Higuera, ~114 Km al Norte de La Serena. El área corresponde a una zona desértica costera. El clima es de tendencia mediterránea (di Castri & Hajek, 1976) con presencia de neblina, la temperatura es relativamente baja y una amplitud térmica diaria y anual pequeña debido a la influencia del mar (Armesto *et al.*, 1993). Las precipitaciones son escasas e irregulares, se concentran en invierno (de mayo a agosto) con 29 días de lluvia como promedio y no superan los 90 mm anuales; hay años secos con menos de 25 mm como promedio y años húmedos con más de 175 mm, en ciclos irregulares y aparentemente relacionados con la oscilación meridional del Pacífico Sur (Novoa & Villaseca, 1989). Las características geomorfológicas y biofísicas del área de estudio se encuentran en Castro &

Especies	Hábitats			
	EC	DC	HC	ECl
<i>Sedna pirata</i>	+			+
<i>Procleobis sp.</i>	+			+
<i>Mummucia sp.</i>	+		+	
<i>Mummucia variegata</i>	+	+	+	+
<i>Ammotrechelis goetschi</i>	+	+	+	+

Fig. 2. Distribución espacial de la solífugofauna presente en Punta de Choros (Región de Coquimbo, Chile). El símbolo «+» indica la presencia de la especie.

Brignardello (2005) y la descripción florística en Armesto *et al.* (1993).

Metodología y diseño del muestreo de solífugos. Los datos de la composición taxonómica y las variaciones de la densidad de la fauna de solífugos, se obtuvieron por medio del uso de trampas de intercepción instaladas en cuatro hábitats pedológicos contrastantes definidos como EC (estepa costera, 29°15'12"S; 71°26'59"O, 17 msnm), DC (duna costera, 29°16'31"S; 71°23'51"O, 18 msnm), HC (humedal costero, 29°18'18"S; 71°21'50"O, 2 msnm) y ECl (estepa costera interior, 29°19'48"S; 71°19'46"O, 23 msnm) (Fig. 1). En cada uno de los hábitats se instalaron dos parcelas de 4 x 5 metros, cada una con 20 trampas de intercepción a intervalos regulares de un metro. Cada trampa estuvo constituida por 2 vasos plásticos dispuestos uno sobre el otro, el vaso interno (7,4 cm de diámetro x 10,2 cm de alto) fue llenado hasta dos tercios de su capacidad con una mezcla de formalina (10%) y agua con detergente doméstico, en una proporción de 3:7 respectivamente. Las trampas operaron durante tres días en los

meses de junio, agosto, octubre y noviembre del año 2005.

El material capturado fue retirado, limpiado y conservado en alcohol (80%) hasta el momento de su procesamiento; el material recolectado está depositado en la colección del Laboratorio de Entomología Ecológica de la Universidad de La Serena (LEULS). Para la determinación taxonómica se siguió lo propuesto por Mello-Leitão (1938), Muma (1971), Maury (1977, 1984, 1987b) y El-Hennawy (1990).

RESULTADOS

Diversidad taxonómica del ensamble de Solífugae. Se colectaron 249 individuos, pertenecientes a las familias Daesiidae, Ammotrechidae y Mummuciidae. En total se registraron la presencia de cinco especies: *Procleobis sp.*, *Sedna pirata* Muma (Ammotrechidae), *Mummucia variegata* (Gervais) y *Mummucia sp.* (Mummuciidae) y *Ammotrechelis goetschi* Roewer (Daesiidae).

En los hábitats esteparios se registró la

Tabla I. Relaciones temporales de la solífugofauna presente en cuatro hábitats pedológicos de Punta de Choros (Región de Coquimbo, Chile).

Mes	Familia	Especie	EC		DC		HC		ECI		Total mes	
			N	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Junio	Daesiidae	<i>Ammotrechelis goetschi</i>	6	2,41	0	0	27	10,8	0	0	33	13,3
	Ammotrechidae	<i>Procleobis</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Sedna pirata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mummuciidae	<i>Mummucia variegata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Mummucia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total			6	2,41	0	0	27	10,8	0	0	33	13,3
Agosto	Daesiidae	<i>Ammotrechelis goetschi</i>	2	0,8	0	0	31	12,5	3	1,21	36	14,5
	Ammotrechidae	<i>Procleobis</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Sedna pirata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mummuciidae	<i>Mummucia variegata</i>	0	0	0	0	2	0,8	0	0	2	0,8
		<i>Mummucia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total			2	0,8	0	0	33	13,3	3	1,2	38	15,3
Octubre	Daesiidae	<i>Ammotrechelis goetschi</i>	3	1,2	1	0,4	14	5,62	0	0	18	7,23
	Ammotrechidae	<i>Procleobis</i> sp.	1	0,4	0	0	0	0	3	1,2	4	1,6
		<i>Sedna pirata</i>	2	0,8	0	0	0	0	0	0	2	0,8
	Mummuciidae	<i>Mummucia variegata</i>	20	8,03	16	6,43	0	0	11	4,42	47	18,9
		<i>Mummucia</i> sp.	1	0,4	0	0	2	0,8	0	0	3	1,2
Total			27	10,8	17	6,83	16	6,43	14	5,62	74	29,7
Noviembre	Daesiidae	<i>Ammotrechelis goetschi</i>	2	0,8	0	0	63	25,3	2	0,8	67	26,9
	Ammotrechidae	<i>Procleobis</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Sedna pirata</i>	3	1,2	0	0	0	0	2	0,8	5	2
	Mummuciidae	<i>Mummucia variegata</i>	8	3,21	3	1,2	5	2	16	6,43	32	12,9
		<i>Mummucia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total			13	5,22	3	1,2	68	27,3	20	8,03	104	41,8
Total período			48	19,3	20	8,03	144	57,8	37	14,9	249	100

mayor diversidad específica, en EC se capturaron las cinco especies mientras que en ECI se capturaron cuatro especies, excepto *Mummucia* sp. En HC se registraron las especies *Ammotrechelis goetschi*, *Mummucia variegata* y *Mummucia* sp. En DC se encontró el menor número de especies, con *Ammotrechelis goetschi* y *Mummucia variegata* (Tabla I, Fig. 2).

Denso-actividad del ensamble de Solifugae. Las especies más abundantes fueron *Ammotrechelis goetschi* y *Mummucia variegata*, con el 61,85% y 32,53% del total respectivamente. Siendo *Mummucia* sp. (1,20%), *Sedna pirata* (2,81%) y *Procleobis* sp. (1,61%) las especies menos abundantes (Tabla I, Fig.2).

Ammotrechelis goetschi fue la única especie que mostró actividad en los cuatro meses de muestreo, presentó una mayor

abundancia en el mes de noviembre (26,91%), mientras que *Mummucia variegata* tuvo actividad entre agosto a noviembre, pero octubre fue el mes de mayor abundancia (18,88%). Por su parte, *Sedna pirata* mostró actividad en los meses de octubre y noviembre, siendo este último mes el de mayor abundancia (2,01%); tanto *Procleobis* sp. como *Mummucia* sp. se encontraron activas solamente en el mes de octubre, con un aporte del 1,61% y 1,2% respectivamente (Tabla I, Fig. 3). El hábitat en que se registró la mayor abundancia fue el HC con 57,8%, seguido por EC y ECI con 19,3% y 14,9 respectivamente, DC fue el hábitat que presentó la menor abundancia con 8,03% (Tabla I).

Antecedentes de capturas de artrópodos epígeos en los cuatro hábitats, en los mismos periodos de muestreo (J. Pizarro-Araya, datos no publicados), permiten establecer que

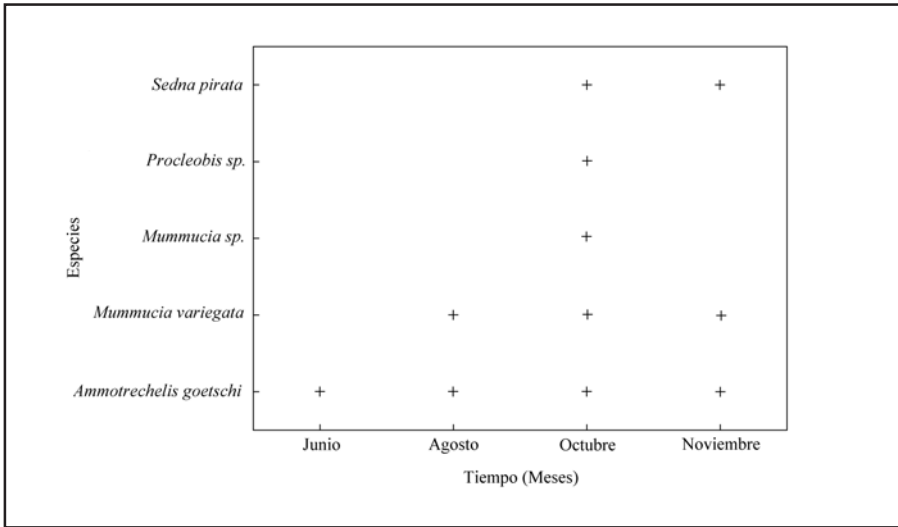


Fig. 3. Fluctuación temporal de la solífugofauna presente en Punta de Choros (Región de Coquimbo, Chile). El símbolo «+» indica la presencia de la especie.

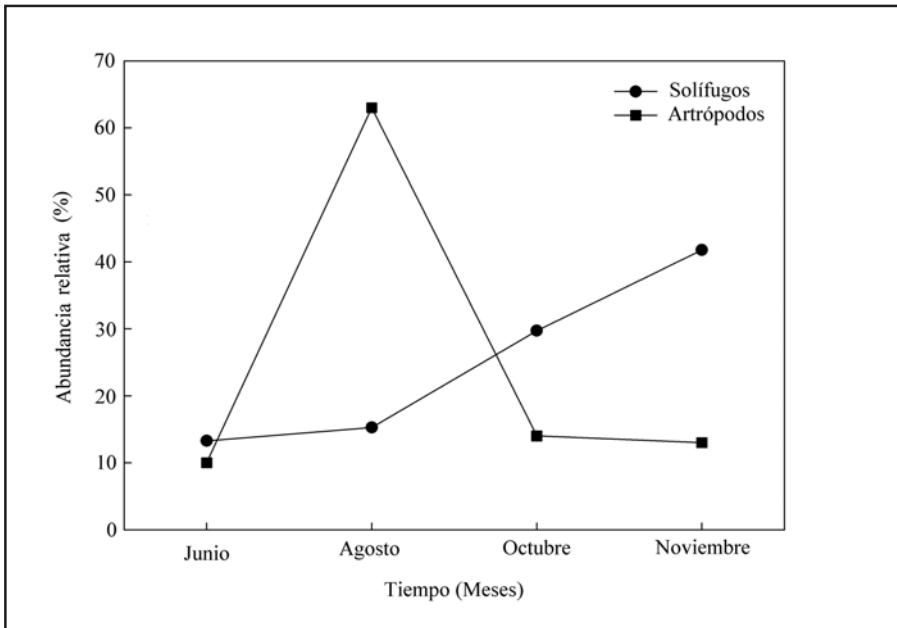


Fig. 4. Comparación de la denso-actividad entre Solífugae y Arthropoda presentes en Punta de Choros (Solífugae no está considerada en Arthropoda).

Solífugae presentó una marcada diferencia en la fluctuación temporal, con respecto a los restantes artrópodos. Estos últimos presentaron una mayor abundancia en agosto (ca 60%), en cambio Solífugae presentó una mayor cantidad en los meses de octubre (ca 30%), y noviembre (ca 41%) (Tabla I, Fig. 4).

DISCUSIÓN

Estructura taxonómica del ensamble de Solífugae. La solífugofauna del área de Punta de Choros, estuvo constituida por cinco especies agrupadas en cuatro géneros y tres familias, representando ca 35% de la diversidad total del orden descrito para Chile.

Por su parte, el DCT conforma, en términos biogeográficos, una barrera que ha permitido el desarrollo de una biota única en términos de diversidad y endemismo (Rau *et al.*, 1998; Jerez, 2000; Pizarro-Araya & Jerez, 2004; Cepeda-Pizarro *et al.*, 2005a, 2005b) en donde, para tres de las 14 especies de solífugos presentes en Chile, su rango de distribución se encuentra en el DCT; en tanto para seis especies el DCT es parte importante de su rango de distribución (D. Valdivia, datos no publicados), esto posiblemente se debe a la asociación entre el ensamble de artrópodos y las condiciones que ofrece el DCT ya sea en términos de la diversidad en la estructura vegetal y/o por las condiciones edáficas (Cepeda-Pizarro *et al.*, 2005b).

Según Muma (1971) y Maury (1987b), junto con capturas realizadas por uno de nosotros (DEV), el rango distribucional de *Ammotrechelis goetschi* se registra para el DCT mientras que *Sedna pirata* extiende su rango distribucional hasta el sector costero de Punta de Choros, antes sólo conocido para el sector Playa Pirata, Quinteros (Región de Valparaíso, Chile); por su parte *Mummucia variegata* presenta un amplio rango distribucional que se extiende desde el extremo sur de Perú y Bolivia hasta Chile Central.

Por otro lado, *Mummucia* sp. presentó caracteres de diagnóstico similares a *Mummucia patagonica*, para la cual el registro en el país corresponde a Rincón Negro en Última Esperanza (Región de Magallanes y La Antártica, Chile). En tanto, para *Procleobis* sp. aconteció lo mismo con respecto a *Procleobis patagonicus* Holmberg. Maury (1977) realiza una descripción exhaustiva de *P. patagonicus*, indicando la posición sistemática y aclarando la relación de dicha entidad con otros géneros; en un posterior trabajo (1987b) entrega la sinonimia con *Gaucha atacama* Roewer y señala una escasa probabilidad de que *P. patagonicus* se encuentre en el desierto de Atacama. Por lo anterior, consideramos necesario dejar estos taxones a nivel genérico hasta un posterior análisis.

Distribución de las abundancias

relativas del ensamble de Solifugae. Las especies más representativas, en términos de abundancia relativa, correspondieron a *Ammotrechelis goetschi* y *Mummucia variegata*, la menos representativa fue *Mummucia* sp. Los hábitats más favorables para la profusión de solífugos fueron HC y EC. *Ammotrechelis goetschi* y *Mummucia variegata* se capturaron en los cuatro hábitats, mientras que *Sedna pirata* y *Procleobis* sp. se encontraron en los hábitats esteparios; por su parte *Mummucia* sp. se capturó en EC y HC.

Ha sido ampliamente documentado, para especies de solífugos norteamericanas, que la presencia de estos arácnidos en una determinada área, depende de factores biológicos como hábitos de excavación, hábito alimentario, factores de aislamiento reproductivo y cópula (Muma, 1966a, 1966b, 1966c, 1966d, 1966e, 1974). Muma (1966e), Martins *et al.* (2004) y Rocha & Carvalho (2006) señalan la relación entre el tipo de sustrato pedológico (de tipo arenoso) y la micro-distribución de la especie, en donde el sustrato arenoso favorece el desarrollo de factores biológicos como la excavación, cópula e hibernación. Dichos antecedentes concuerdan con lo encontrado en el presente trabajo, siendo el sustrato arenoso el predominante en los cuatro hábitats del área de estudio (Castro & Brignardello, 2005).

Las variaciones en la denso-actividad encontrada en el ensamble de solífugos de Punta Choros fueron similares a lo documentado por Muma (1979, 1980) y Brookhart & Brantley (2000) para el desierto de Nuevo México, Flores *et al.* (2004) para el desierto del Monte, Martins *et al.* (2004) para Brasil Cerrado y por Cepeda-Pizarro *et al.* (2005a) para el DCT. Estas variaciones tienen relación con los meses de menor pluviometría, para el área de estudio se concentra entre los meses de septiembre a abril, además de las peculiaridades fisiológicas del sistema (Polis & McCormick, 1986).

Una adecuada interpretación de las variaciones en abundancia de la solífugofauna depende de una clara comprensión de la dinámica vegetal del

sistema (Crawford, 1988; Rogers *et al.*, 1988; Rau *et al.*, 1998; Spotorno *et al.*, 1998; Brookhart & Brentley, 2000) y la relación que presentan en la formación de microhábitat. Xavier & Rocha (2001) describen la relación de un mumiado con la estructura vegetal de *Opuntia inamoena*, por su parte Martins *et al.* (2004) y Rocha & Carvalho (2006) señalan la relación positiva entre la abundancia y diversidad vegetal con la abundancia de solífugos. Cuantificaciones realizadas en el área de estudio con respecto a la estructura (vegetacional), muestran una relación similar con los antecedentes arriba señalados y presenta el mismo fenómeno en el comportamiento de solífugos. Dado que el HC presenta la mayor abundancia vegetal, seguido por EC, ECI y DC, esta asociación dependería de la abundancia e interacción entre la presa y el componente vegetal; lo que determinaría la competencia y depredación entre solífugos, arañas y escorpiones (Polis & McCormick, 1986; Flores *et al.*, 2004; Martins *et al.*, 2004), que pueden estar establecidas por el comportamiento tanto diurno como nocturno de los competidores y depredadores (Xavier & Rocha, 2001).

Lo necesario para futuros trabajos es conocer la diversidad de Solifugae, tanto en el desierto costero transicional como para el resto del país, establecer la dinámica de las poblaciones de solífugos, que indiquen cómo se comporta en el ensamble de solífugos con una determinada composición vegetal, su ciclo de vida y la interacción de depredador-presa.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Francisco López (Departamento de Biología, Universidad de La Serena, Chile) por la asistencia en gráficos y a David López Aspe (Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA), La Serena, Chile) por la asistencia en SIG. A Hisham El-Hennawy (Cairo University, Egypt), Mark S. Harvey (Department of Terrestrial Invertebrates, Western Australian Museum, Australia) y Mark E. Eberle

(Department of Biological Sciences Fort Hays State University, Kansas, USA) por el envío de material bibliográfico. Extendemos nuestros agradecimientos a David Wise (Department of Biological Sciences and Institute for Environmental Science and Policy, University of Illinois at Chicago, USA) y Lincoln Rocha (Instituto Butantan, São Paulo, Brazil) por los valiosos comentarios y sugerencias realizadas al manuscrito. Agradecemos también a los integrantes del proyecto para el estudio en sistemática de solífugos NSF, BSI, Grants 0640219 y 0640245 (del que los autores son colaboradores externos), por su apoyo y por el envío de material bibliográfico. Trabajo financiado por los proyectos FPA-04-007-2005 (CONAMA, Región de Coquimbo, Chile) y DIULS-PF07101 de la Universidad de La Serena, Chile (JPA).

BIBLIOGRAFÍA CITADA

1. AGUSTO, P., C. I. MATTONI, J. PIZARRO-ARAYA, J. CEPEDA-PIZARRO & F. LÓPEZ-CORTÉS. 2006. Comunidades de escorpiones (Arachnida: Scorpiones) del desierto costero transicional de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 79: 407-421.
2. ARMESTO, J. J., P. E. VIDIELLA & J. R. GUTIÉRREZ. 1993. Plant strategies in the Chilean coastal desert. *Revista Chilena de Historia Natural* 66: 271-282.
3. BROOKHART, J. O. & S. L. BRANTLEY. 2000. Solpugids (Arachnida) of The Sevilleta National Wildlife Refuge, New Mexico. *Southwestern Naturalist* 45: 443-449.
4. CASTRO, C. & L. BRIGNARDELLO. 2005. Geomorfología aplicada a la ordenación territorial de litorales arenosos. Orientaciones para la protección, usos y aprovechamiento sustentables del sector de Los Choros, Comuna de la Higuera, IV Región. *Revista de Geografía Norte Grande (Chile)* 33: 33-58.
5. CEKALOVIC, T. 1975. Catálogo sistemático de los Solífugae de Chile (Arachnida). *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción (Chile)* XLIX: 131-137.
6. CEKALOVIC, T. 1976. Catálogo de los Arachnida: Scorpiones, Pseudoescorpiones, Opiliones, Acari, Araneae y Solífugae de la XII Región de Chile, Magallanes, Incluyendo la Antártica Chilena. *Gayana (Chile)* 37: 1-108.
7. CEPEDA-PIZARRO, J. 1989. The relationships between abiotic factors and the abundance patterns of soil microarthropods on a desert watershed. *Pedobiologia* 33: 76-86.
8. CEPEDA-PIZARRO, J. G., J. R. GUTIÉRREZ, L. VALDERRAMA & H. VÁSQUEZ. 1996. Phenology of the edaphic microarthropods in a Chilean coastal desert site and their response to water and nutrient amendments in the soil. *Pedobiologia* 40: 352-363.

9. CEPEDA-PIZARRO, J. G., M. A. ROJAS, M. B. MALDONADO, J. VILCHES & N. PEREIRA. 1992a. Effect of season, substrate quality, litter quality and soil conditions on edaphic microarthropods in a coastal desert site of north-central Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 65: 65-74.
10. CEPEDA-PIZARRO, J. G., M. A. ROJAS, M. B. MALDONADO, J. VILCHES & N. PEREIRA. 1992b. A litter-bag study of mite densities (Actinedida and Oribatida) in *Atriplex* litter and soil of a desert site in northern Chile. *Journal of Arid Environments* 23: 177-188.
11. CEPEDA-PIZARRO, J., J. PIZARRO-ARAYA & H. VÁSQUEZ. 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.
12. CEPEDA-PIZARRO, J., J. PIZARRO-ARAYA & H. VÁSQUEZ. 2005b. Variación de la abundancia de Arthropoda en un transecto latitudinal del desierto costero transicional de Chile, con énfasis en los tenebriónidos epígeos. *Revista Chilena de Historia Natural* 78: 651-663.
13. CONDÉ, B. 1974. Nouveaux Palpigrides du museum de Geneve. *Revue suisse de Zoologie* 84: 665-674.
14. COVARRUBIAS, R., I. RUBIO & F. DI CASTRI. 1964. Observaciones ecológico-cuantitativas sobre la fauna edáfica de zonas semi-áridas del Norte Chico de Chile. *Boletín de Producción Animal Serie A*: 1-109.
15. COVARRUBIAS, R., I. RUBIO & F. DI CASTRI. 1976. Densidad edáfica en comunidades naturales e intervenidas del Norte Chico de Chile. *Investigaciones Zoológicas Chilenas* 14: 15-23.
16. CRAWFORD, C. S. 1988. Surface-active arthropods in a desert landscape: influences of microclimate, vegetation, and soil surface on assemblage structure. *Pedobiología* 32: 373-385.
17. DE LOS SANTOS, A., E. J. ALONSO, E. HERNÁNDEZ & A. M. PÉREZ. 2000. Adaptive trends of darkling beetles (Col. Tenebrionidae) on environmental gradients on the island of Tenerife (Canary Islands). *Journal of Arid Environments* 45: 85-98.
18. DELLE CAVE, L. & A. M. SIMONETTA. 1971. A tentative revision of the Daesiidae (Arachnida, Solífugae) from Ethiopia and Somalia. *Monitore Zoologico Italiano*, n.s., Supplemento 4: 37-77.
19. DI CASTRI, F. & E. R. HAJEK. 1976. *Bioclimatología de Chile*. Imprenta-Editorial de la Universidad Católica de Chile. Santiago. 129 pp.
20. EL-HENNAWY, H. K. 1990. Key to solpugid families (Arachnida: Solpugida). *Serket* 2: 20-27.
21. FLORES, G. E., S. J. LAGOS & S. ROIG-JUÑENT. 2004. Artrópodos epígeos que viven bajo la copa del algarrobo (*Prosopis flexuosa*) en la Reserva Telteca (Mendoza, Argentina). *Multequina* 13: 71-90.
22. HARVEY, M. S. 2002. The Neglected cousins: What do we know about the Smaller Arachnid Orders? *Journal of Arachnology* 30: 357-372.
23. HOLMGREN, M., M. SCHEFFER, E. EZCURRA, J. R. GUTIÉRREZ & G. M. J. MOHREN. 2001. El Niño effects on the dynamics of terrestrial ecosystems. *Trends in Ecology and Evolution* 16: 89-94.
24. JEREZ, V. 2000. Diversidad y patrones de distribución geográfica de insectos coleópteros en ecosistemas desérticos de la región de Antofagasta, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 73: 79-92.
25. KRAUS, O. 1966. Solífugos aus Chile. *Senckenbergiana Biologica* 47: 181-184.
26. LUFF, M. L. 1975. Some features influencing the efficiency of pitfall traps. *Oecologia* 19: 345-357.
27. MARQUET, P. A., F. BOZINOVIC, G. A. BRADSHAW, C. CORNELIUS, H. GONZÁLEZ, J. R. GUTIÉRREZ, E. HAJEK, J. A. LAGOS, F. LÓPEZ-CORTÉS, L. NÚÑEZ, E. F. ROSELLO, C. SANTORO, H. SAMANIEGO, V. G. STANDEN, J. C. TORRES-MURA & F. M. 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.
28. MARTINS, E. G., V. BONATO, G. MACHADO, R. PINTO-DA-ROCHA & L. S. ROCHA. 2004. Description and ecology of a new species of sun spider (Arachnida: Solífugae) from the Brazilian Cerrado. *Journal of Natural History* 38: 2361-2375.
29. MATTONI, C. I. 2002. *Bothriurus picunche* sp. nov., a new scorpion from Chile (Bothriuridae). *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 37: 169-174.
30. MATTONI C. I. & L. E. ACOSTA. 2006. Systematics and distribution of three *Bothriurus* species (Scorpiones, Bothriuridae) from central and northern Chile. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 41: 235-250.
31. MAURY, E. A. 1977. Notas sobre la sistemática y distribución geográfica de *Procleobis patagonicus* (Holmberg, 1876) (Solífugae, Ammotrechidae, Saronominae). *Physis, Sección C* 36: 283-293.
32. MAURY, E. A. 1980. Presencia de la familia Daesiidae en América del Sur con la descripción de un nuevo género (Solífugae). *Journal of Arachnology* 8: 59-67.
33. MAURY, E. A. 1984. Las familias de solífugos americanos y su distribución geográfica (Arachnida, Solífugae). *Physis, Sección C* 42: 73-80.
34. MAURY, E. A. 1985. Nota sobre los géneros *Namibesía* y *Syndaesia* (Solífugae, Daesiidae). *Aracnología* 4: 1-6.
35. MAURY, E. A. 1987a. Triaeonochidae Sudamericanos. II. El género *Diasía* Sørensen, 1902 (Opiliones, Laniatores). *Physis, Sección C* 45: 74-84.
36. MAURY, E. A. 1987b. Consideraciones sobre algunos solífugos de Chile (Solífugae: Ammotrechidae, Daesiidae). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* 44: 419-432.
37. MAURY, E. A. 1998. Solífugae. En: J. J. Morrone y S. Coscarón (eds.), *Biodiversidad de Artrópodos Argentinos. Una perspectiva biotaxonomía*, Ediciones Sur, La Plata, Argentina, pp. 560-568.
38. MELLO-LEITÃO, C. de. 1936. Étude sur les Arachnides de Papudo et Constitución (Chili), Recueillis par le Prof. Dr. Carlos E. Porter. *Revista Chilena de Historia Natural* 40: 112-129.
39. MELLO-LEITÃO, C. de. 1937. Notes sur quelques solífugos de L'Amérique du Sud. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 9: 83-87.
40. MELLO-LEITÃO, C. de. 1938. Solífugos de Argentina. *Anales del Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia* 40: 1-32.
41. MELLO-LEITÃO, C. de. 1942. Novos solífugos do Chile e do Mexico. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 14: 305-313.
42. MESERVE, P. L., J. A. YUNGER, J. R. GUTIÉRREZ, L. C. CONTRERAS, W. B. MILSTEAD, B. K. LANG, K. L. CRAMER, S. HERRERA, V. O. LAGOS, S. I. SILVA, E. L. TABILO, M. A. TORREALBA & F. M. JAKSIC. 1995. Heterogeneous responses of small mammals to an El Niño (ENSO) event in nor-central semiarid Chile and the importance of ecological scale. *Journal of Mammalogy* 76: 580-595.
43. MUMA, M. H. 1966a. Egg deposition and incubation for *Eremobates durangonus* with notes on the eggs of other species of Eremobatidae (Arachnida: Solpugida). *Florida Entomologist* 49: 23-31.
44. MUMA, M. H. 1966b. Mating behavior in the solpugid genus *Eremobates* Banks. *Animal Behaviour* 14: 346-350.

45. MUMA, M. H. 1966c. Feeding behaviour of North American Solpugida (Arachnida). *Florida Entomologist* 49: 199-216.
46. MUMA, M. H. 1966d. The life cycle of *Eremobates durangonus* (Arachnida: Solpugida). *Florida Entomologist* 49: 233-242.
47. MUMA, M. H. 1966e. Burrowing habits of North American Solpugida (Arachnida). *Psyche* 73: 251-260.
48. MUMA, M. H. 1971. The solpugids (Arachnida, Solpugida) of Chile, with descriptions of a new family, new genera, and new species. *American Museum Novitates* 2476: 1-23.
49. MUMA, M. H. 1974. Maturity and reproductive isolation of common solpugids in North American deserts. *Journal of Arachnology* 2: 5-10.
50. MUMA, M. H. 1979. Arid-grassland solpugid population variations in Southwestern New Mexico. *Florida Entomologist* 62: 320-328.
51. MUMA, M. H. 1980. Solpugid (Arachnida) populations in a Creosotebush vs. a mixes plant association. *Southwestern Naturalist* 2: 129-136.
52. NIEMELÄ, J., J. R. SPENCE & D. H. SPENCE. 1992. Habitat associations and seasonal activity of ground-beetles (Coleoptera, Carabidae) in central Alberta. *Canadian Entomology* 124: 521-540.
53. NOVOA, R. & S. VILLASECA. 1989. (eds.) *Mapa agroclimático de Chile*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Santiago 126 pp.
54. OCHOA, J. A. 2005. Patrones de distribución de escorpiones de la región andina en el sur peruano. *Revista Peruana de Biología* 12: 49-68.
55. OJANGUREN-AFFILASTRO, A. A. 2002. Nuevos aportes al conocimiento del género *Brachistosternus* en Chile, con la descripción de dos nuevas especies (Scorpiones, Bothriuridae). *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción (Chile)* 73: 37-46.
56. OJANGUREN-AFFILASTRO, A. A. 2003. Un nuevo *Orobthriurus* (Scorpiones, Bothriuridae) de la región de Atacama, Chile. *Revista Ibérica de Aracnología* 7: 117-122.
57. OJANGUREN-AFFILASTRO, A. A. 2004. Un nuevo *Brachistosternus* Pocock, 1893 del norte de Chile (Scorpiones, Bothriuridae). *Revista Ibérica de Aracnología* 10: 69-74.
58. OJANGUREN-AFFILASTRO, A. A. 2005. Notes on the genus *Brachistosternus* (Scorpiones, Bothriuridae) in Chile, with the description of two new species. *Journal of Arachnology* 33: 175-192.
59. OJANGUREN-AFFILASTRO, A. A., C. I. MATTONI & L. PRENDINI. 2007. The genus *Brachistosternus* (Scorpiones: Bothriuridae) in Chile, with descriptions of two new species. *American Museum Novitates* 3564: 1-44.
60. PALMA, R. E., P. A. MARQUET & D. BORIC-BARGETTO. 2005. Inter and intraspecific phylogeography of small mammals in the Atacama desert and adjacent areas of northern Chile. *Journal of Biogeography* 32: 1931-1941.
61. PASKOFF, R. & H. MANRÍQUEZ. 2004. *Las dunas de las costas de Chile*. Ediciones Instituto Geográfico Militar. Santiago, Chile. 112 pp.
62. PIZARRO-ARAYA, J. & V. JEREZ. 2004. Distribución geográfica del género *Gyrinosomus* Guérin-Méneville, 1834 (Coleoptera: Tenebrionidae): una aproximación biogeográfica. *Revista Chilena de Historia Natural* 77: 491-500.
63. POLIS, G. A. & S. J. MCCORMICK. 1986. Scorpions, spiders and solpugids: predation and competition among distantly related taxa. *Oecologia* 71: 111-116.
64. PUNZO, F. 1998. *The biology of camel-spiders (Arachnida, Solifugae)*. Kluwer Academic Publishers, Norwell, Massachusetts, 301 pp.
65. PUNZO, F. 2000. *Desert arthropods: life history variations*. Springer, Heidelberg, 308 pp.
66. RAU, J. R., C. ZULETA, A. GANTZ, F. SAIZ, A. CORTES, L. YATES, A. E. SPOTORNO & E. COUVE. 1998. Biodiversidad de artrópodos y vertebrados terrestres del norte grande de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 71: 527-554.
67. ROCHA, L. S. & M. C. CARVALHO. 2006. Description and ecology of a new solifuge from Brazilian amazonia (Arachnida, Solifugae, Mummuciidae). *Journal of Arachnology* 34: 163-169.
68. ROGERS, L. E., N. E. WOODLEY, J. K. SHELDON & P. A. BEEDLOW. 1988. Diets of darkling beetles (Coleoptera: Tenebrionidae) within a shrub-steppe ecosystem. *Annals of the Entomological Society of America* 81: 782-791.
69. RUNDEL, P. W., M. O. DILLION, B. PALMA, H. A. MOONEY, S. L. GULMON & J. R. EHLERINGER. 1991. The phyteogeography and ecology of the coastal Atacama and Peruvian deserts. *Aliso* 13: 1-49.
70. SOUTHWOOD, T. R. E. 1994. *Ecological methods: with particular referce to the study of insect populations*. Chapman & Hall, London, United Kingdom.
71. SPOTORNO, A. E., C. ZULETA, A. GANTZ, F. SAIZ, J. RAU, M. ROSENMANN, A. CORTES, G. RUIZ, L. YATES, E. COUVE & J. C. 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.
72. VITALI DI CASTRI, V. 1965. *Cheiridium danconai* n. sp. (Pseudoscorpionida) con consideraciones sobre su desarrollo postembrionario. *Investigaciones Zoológicas Chilenas* 12: 67-92.
73. VITALI DI CASTRI, V. 1969a. Tercera nota sobre los Cheridiidae de Chile (Pseudoscorpionida) con descripción de *Apocheiridium (Chiliocheiridium) serenense* n. subgen. n. sp. *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción (Chile)* 41: 265-280.
74. VITALI DI CASTRI, V. 1969b. Remarques sur la Famille des Menthiidae (Arachnida, Pseudoscorpionida) a propos de la presence au Chili d'une nouvelle espece, *Oligomethus chilensis*. *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle*, Paris 41: 498-506.
75. XAVIER, E. & L. S. ROCHA. 2001. Autoecology and description of *Mummucia mauryi* (Solifugae, Mummuciidae), a new solifuge from Brazilian semi-arid caatinga. *Journal of Aracnology* 29: 127-134.
76. ZAPFE, H. 1961. Biogeografía de las arañas en Chile. *Investigaciones Zoológicas Chilenas* 7: 133-136.