Patrones de riqueza y diversidad de especies en un ensamble de pompílidos (Hymenoptera: Pompilidae) del bosque siempreverde templado Valdiviano, capturados con trampa Malaïse

Species richness and diversity patterns in a pompilid assemblage (Hymenoptera: Pompilidae) captured with Malaïse trap of evergreen Valdivian temperate forest

MAR RAMOS SANZ¹, DOLLY LANFRANCO LEVERTON^{2*}, CAROLINA HOLMQVIST ÁLVAREZ² & ANTONIO RODRÍGUEZ OLMO¹

¹ Laboratorio de Entomología. Departamento de Biodiversidad y Biología Evolutiva. Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid. Madrid, España.

² Instituto de Silvicultura. Facultad de Ciencias Forestales y Recursos Naturales. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.

* E-mail: dlanfran@uach.cl

RESUMEN

Los bosque templados del sur de Chile y Argentina mantienen altos niveles de diversidad y endemismo. A pesar de ello pocos son los estudios centrados en cuantificar los patrones de diversidad de los taxa de mayor riqueza específica como los insectos en estos ecosistemas. Uno de los grupos menos estudiados a pesar de su alta diversidad es el de los insectos parasitoides. En este trabajo se analizan los patrones de riqueza y diversidad de uno de los grupos de parasitoides con mayor endemismo, los pompílidos (Hymenoptera: Pompilidae). Se muestrearon utilizando trampas Malaïse, cuatro hábitats de bosque siempreverde costero en la provincia de Valdivia durante 21 fechas, obteniéndose 9 especies de pompílidos pertenecientes a 3 géneros. A pesar del bajo número de individuos, todas las especies colectadas son endémicas de las Subregiones Chilena Central y Subantártica.

ABSTRACT

Temperate forests of south Chile and Argentina treasure high levels of diversity and endemism. However, there are few studies that quantify diversity patterns of higher species richness taxa like insects in these ecosystems. One of the less studied groups in spite of their high diversity are insect parasitoids. In this study we analyzed richness and diversity patterns of one group of parasitoids with higher endemism pompilids (Hymenoptera: Pompilidae). We sampled four evergreen coastal forest habitats using Malaïse traps in Valdivia province along 21 dates and we obtained a total of 9 pompilid species within 3 genera. Despite of the low number of species collected, all species collected are endemics of Central Chilean and Subantarctic Subregions.

Los bosques templados del sur de Chile y Argentina muestran altos niveles de endemismo y una particular historia biogeográfica (Hinojosa & Villagrán 1997; Myers *et al.* 2000). Dentro de este tipo de bosques, aquellos localizados en la Cordillera de la Costa de Chile (estrecha franja montañosa situada al este del país que abarca desde los 35° hasta los 43° 20' de latitud sur) por su alta biodiversidad e historia como refugio glacial durante el Pleistoceno (Smith-Ramírez 2004; Latorre *et al.* 2007).

Teniendo en cuenta la singularidad de estos ecosistemas, el conocimiento actual sobre su biodiversidad es muy escaso (Smith-Ramírez *et al.* 2005a; Donoso 2006), lo que afecta

principalmente a los grupos de mayor diversidad como los insectos (Gaston 1991; Kim 2009). Uno de los grupos más diversos a nivel mundial y menos estudiado es el de los insectos parasitoides (Heraty 2009), siendo el inventario de los mismos dentro de este tipo de bosques de una gran importancia para la estimación de la diversidad global asociada a este ecosistema.

Uno de los grupos de insectos parasitoides con mayores valores de endemismo para la región (24 especies de distribución exclusivamente chilena y 41 endémicas de la región andina) son los pompílidos (Hymenoptera, Pompilidae) o avispas cazadoras de arañas. El conocimiento

sobre este grupo para Chile está basado en descripciones taxonómicas o estudios de comportamiento, lo que dificulta la comparación de inventarios y estudios fenológicos. (Evans 1966; Wahis & Rojas 2003; Hanson & Wasbauer 2006; Colomo de Correa & Roig-Alsina 2008).

En este trabajo se analizaron los patrones de riqueza y diversidad de especies para una comunidad de pompilidos en cuatro localizaciones de dos reservas privadas (parque Oncol y punta Curiñanco) de Bosque Siempreverde Costero en la Región de los Ríos, Valdivia, Chile. Para ello se capturaron ejemplares utilizando 4 trampas Malaïse durante un periodo comprendido entre Enero del año 2006 y Diciembre del año 2007.

En el parque Oncol (39°41'37"S; 73°18'47"W), se instalaron las trampas A y B. La trampa A se emplazó en bosque dominado por *Drymis winteri* J. R. et Foster con sotobosque de *Chusquea* spp.. La trampa B se situó en bosque adulto dominado por *D. winteri*, *Gevuina avellana* Mol. y *Saxegothea conspicua* Lindl.. En la reserva privada Punta Curiñanco (39°42'56"S; 73°24'19"W) se instalaron las trampas C y D. La trampa C se ubicó en un sector de renoval con presencia de *Eucryphia cordifolia* Cav, *Aetoxicum punctatum* R. et P., y *Embothrium coccineum* J. R. et G. Forster. La trampa D se instaló en un hábitat de bosque adulto de *A. punctatum* monoespecífico. Se obtuvieron de 84 muestras con tiempo de captura de aproximadamente 15 días cada una. Para la determinación taxonómica se utilizaron claves especializadas (Roig-Alsina 1982, 1984a,

1987a, 1989; Wahis & Rojas 2003; Hanson & Wasbauer 2006; Colomo de Correa & Roig-Alsina 2008).

Se calcularon las curvas de acumulación de especies observadas y estimadas (rarefacción) para cada hábitat y para el total de muestras utilizando el programa StimateS 8.2. Las curvas de rarefacción se calcularon utilizando el estimador Mao Tau con 50 aleatorizaciones (Gotelli & Colwell 2001). También se utilizó el programa StimateS para calcular los estimadores de riqueza de especies para cada trampa y para todas las muestras juntas. Los estimadores calculados fueron Chao-1, Chao-2, Jack-1, Jack-2 y Bootstrap (Colwell & Coddington 1994). También se estudiaron los índices de similitud de Jaccard y Sorensen, estimándose el número de especies compartidas para las cuatro localizaciones. (Colwell 2006).

En total se colectaron 9 especies en los 84 muestreos, con un total de 845 ejemplares de los cuales 657 son machos y 188 hembras. Los ejemplares corresponden a dos subfamilias y tres géneros, *Chirodamus* Haliday, *Sphictostethus* Kohl y *Caliadurgus* Pate (Tabla 1). La mayoría de las especies están representadas por muy pocos individuos, llegando *Caliadurgus gayi* a presentar un único individuo en la trampa C. Así, la abundancia en general está dominada por algunas especies que podríamos considerar comunes (*Sphictostethus apogonus*, *Chirodamus agenius* y *S. gravesii*). Las curvas de acumulación de especies observadas (S obs) y estimadas (Mao Tau) alcanzan la asíntota para 9 especies aproximadamente en el muestreo 70 (Fig. 1).

TABLA 1. Especies de la familia Pompilidae colectadas en los cuatro hábitats (trampas).

TABLE 1. Species of the family Pompilidae collected for the four habitats (traps).

	Trampa A			Trampa B			Trampa C			Trampa D		
	♂	♀	Total	♂	♀	Total	♂	♀	Total	♂	♀	Total
Subfamilia Pompilinae												
Género Chirodamus												
<i>Chirodamus agenius</i> Roig-Alsina.	37	9	46	0	1	1	95	53	148	5	26	31
Subfamilia Pepsinae												
Género Caliadurgus												
<i>Caliadurgus gayi</i> (Spinola)	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
Género Sphictostethus												
<i>Sphictostethus antartanticus</i> Roig-Alsina.	0	1	1	1	0	1	1	0	1	23	9	32
<i>Sphictostethus apogonus</i> (Kohl).	2	0	2	12	2	14	252	17	269	161	50	211
<i>Sphictostethus gravesii</i> (Haliday).	16	2	18	17	0	17	11	0	11	10	1	11
<i>Sphictostethus isodonthus</i> Roig-Alsina.	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	4	4
<i>Sphictostethus obscurus</i> (Sielfeld).	4	0	4	4	5	9	0	2	2	0	3	3
<i>Sphictostethus striatulus</i> Roig-Alsina.	0	1	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Sphictostethus xanthopus</i> (Spinola).	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0
	72			45			436			292		

Uno de los factores que parece haber influido en el bajo número de especies encontradas, además de la ausencia de especies nuevas para un área tan poco estudiada, está relacionado con el tipo de muestreo empleado. Esto porque la trampa Malaïse es una modalidad de muestreo basado en la intercepción de insectos en vuelo y no en aspectos biológicos o de comportamiento como otras trampas (Southwood & Henderson 2000).

Las curvas de rarefacción independientes para los cuatro hábitats (Fig. 2) exhiben distintas tasas de acumulación de especies, siendo la trampa C la que presenta una curva con mayor número de especies sin llegar a estabilizarse. El

segundo hábitat con mayor número acumulado de especies y curva de rarefacción estabilizada es la trampa D. Las otras dos curvas corresponden a las trampas A y B ambas ubicadas en Oncol, que presentan un menor número de especies acumuladas con tendencia hacia la estabilización en el caso de la trampa A y sin llegar a estabilizarse en el caso de la trampa B.

En base al comportamiento de los estimadores de diversidad y a la curva de rarefacción para el total de las muestras, parece improbable obtener un mayor número de especies que las colectadas aunque se aumentara el esfuerzo de muestreo.

FIGURA 1. Curvas de acumulación de especies observadas (Sobs Promedio) y estimadas (Mao-Tau) para todas las muestras.

FIGURE 1. Species accumulation curves observed (Sobs Mean) and estimated (Mao- Tau) for the samples.

FIGURA 2 Curvas de rarefacción (Mao Tau) para cada hábitat muestreado: bosque con sotobosque en el parque Oncol (trampa A), bosque adulto sin sotobosque en el parque Oncol (trampa B), renovación de Punta Curiñanco (trampa C) y bosque adulto de Olivillo en Punta Curiñanco (trampa D).

FIGURE 2. Rarefaction curves (Mao Tau) for every sampled habitat: forest with understory at Oncol park (Trap A), adult forest without understory at Oncol park (Trap B), young forest at Punta Curiñanco (Trap C) and adult forest of Olivillo at Punta Curiñanco (Trap D).

Sin embargo llama la atención que las curvas de rarefacción obtenidas para las trampas B y C no llegan a alcanzar una asíntota. Este patrón observado se debe al mayor número de especies raras (con uno o dos individuos) y con menor frecuencia de ocurrencia presentes en estas dos trampas, factor que afecta de forma negativa al funcionamiento de las curvas de rarefacción (Colwell & Coddington 1994; Gotelli & Colwell 2001).

En la tabla 2 se puede observar la media de las estimaciones de diversidad (para 1.000 re-muestreos) junto a sus intervalos de confianza del 95% (en el caso de Chao-1 y Chao-2). En general, para las curvas de rarefacción que alcanzan la asíntota, los estimadores Jack-1 y Jack-2 sobreestiman ligeramente la riqueza de especies con respecto al resto de estimadores. En el caso de las trampas B y D, cuyas curvas de rarefacción muestran una riqueza

de especies no estabilizada, los estimadores Chao-2 y Jack-2 muestran una sobreestimación consistente de la riqueza de especies.

Los índices de similitud de Jaccard y Sorensen en general muestran una elevada similitud entre las cuatro localidades ya que presentan en todos los casos valores superiores a 0,5 para ambos índices. Mirando las comparaciones trampa por trampa se observa que las trampas ubicadas en la misma zona muestran una composición de especies muy similar. En el caso de las trampas situadas en bosque adulto (B y D) la similitud es total, siendo ésta más baja para las trampas situadas en hábitats más intervenidos (A y C). La alta similitud obtenida en la composición de especies puede explicarse por la elevada movilidad y ámbito de hogar que poseen la mayoría de especies de pompílidos en relación a la búsqueda de hembras y presas (Hanson & Wasbauer 2006).

TABLA 2. Riqueza observada (S obs), y estimación de diversidad α para cada trampa (hábitat) y para todas las muestras.

TABLE 2. Observed species richness (S obs), and α diversity estimates for every trap (habitat) and for all the samples.

	S obs.	Chao-1 IC (95%)	Chao-2 IC (95%)	Jack-1	Jack-2	Bootstrap
T A	6	6,5 (6,03-14,26)	6,32 (6,02-11,75)	7,9	8	7,01
T B	7	11,5 (7,49-47,22)	16,52 (8,84-56,35)	11,76	16,29	8,85
T C	8	10,25 (8,27-27,04)	17,52 (9,83-57,51)	12,76	17,29	9,8
T D	7	7 (7-7)	7 (7-7,28)	7,95	8,86	7,42
Muestras	9	9 (9-9)	9,5 (9,03-17,44)	9,99	10	9,55

TABLA 3. Índices de similitud para los cuatro tipos de hábitat.

TABLE 3. Similarity indexes for the four types of habitat.

COMPARACIÓN DE HÁBITAT	ESPECIES COMPARTIDAS	ÍNDICE DE JACCARD	ÍNDICE DE SORENSEN
TA-TB	6	0,857	0,923
TA-TC	5	0,556	0,714
TA-TD	6	0,857	0,923
TB-TC	6	0,667	0,8
TB-TD	7	1	1
TC-TD	6	0,667	0,8

Este inventario de pompílidos muestra un bajo número de especies tanto colectadas (9) como estimadas (hasta 10 para el estimador Jack-2), a lo largo de un área relativamente grande. No obstante, el número de especies citadas para la zona es de tan solo 14 (Wahis & Rojas 2003; Colomo de Correa & Roig-Alsina 2008). Este número puede ser considerado bajo, pero aumenta su importancia si tenemos en cuenta que todas las especies colectadas son endémicas de las subregiones Chilena Central y Subantártica (Morrone 2001). Finalmente creemos que este trabajo hace evidente la falta de estudios existentes acerca de la biología de los pompílidos, principalmente en lo que respecta a los hábitos de anidamiento y relación con sus hospederos, lo cual limita de forma ostensible la interpretación de los resultados obtenidos en este estudio.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el apoyo financiero de la Universidad Austral de Chile a través del proyecto DID N° S-2006-16. También a los entomólogos Dra. Fresia Rojas y al Dr. Arturo Roig-Alsina.

BIBLIOGRAFÍA

- COLOMO DE CORREA, M. V. & ROIG-ALSINA, A. 2008. Pompilidae. En: Biodiversidad de artrópodos argentinos. (Eds. Claps, L. E., G. Debandi & S. Roig-Juñet), pp. 435-460.
- COLWELL, R. K. 2006. Estimates: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8.2 (purl.oclc.org/estimates).
- COLWELL, R. K. & CODDINGTON, J. A. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*. 345:101-118.
- DONOSO, C. 2006. Las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y Argentina. Autoecología. Marisa Cuneo Ediciones. Valdivia, Chile. 678 p.
- EVANS, H. E. 1966. The behaviour patterns of solitary wasps. *Annual Review of Entomology* 11: 123-154.
- GASTON, K. J. 1991. The magnitude of global insect species richness. *Conservation Biology* 5(3): 283-296.
- GOTELLI, N. J. & COLWELL, R. K. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters*. 4:379-391.
- HANSON, P. E. & WASBAUER, M. S. 2006. Familia Pompilidae. En: Hymenoptera de la región Neotropical. (Eds. Hanson, P. E. & I. D. Gauld) pp. 594-606.
- HERATY, J. 2009. Parasitoid biodiversity and insect pest management. In: *Insect Biodiversity. Science and Society* (Eds. Footitt, R.G. & Adler, R.) pp. 445-462. Blackwell Publishing Ltd. Oxford. 632 p.
- HINOJOSA, L. F. & VILLAGRÁN, C. 1997. 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.
- KIM, K. C. 2009. Taxonomy and management of insect biodiversity. In: *Insect Biodiversity. Science and Society* (Eds. Footitt, R.G. & Adler, R.) pp. 561-574. Blackwell Publishing Ltd. Oxford. 632 p.
- LATORRE, C., P. I. MORENO, G. VARGAS, A. MALDONADO, R. VILLAMARTÍNEZ, J. J. ARMESTO, C. VILLAGRÁN, M. PINO, L. NUÑEZ & M. GROSJEAN. 2007. Late quaternary environments and paleoclimate. In: *The Geology of Chile* (Eds. Moreno, T. & Gibbons, W.) pp. 309-328. London Geological Society Press. London. 424 p.
- MORRONE, J. 2001. Biogeografía de América Latina y el Caribe. *M&T- Manuales y Tesis. SEA. Volumen 3*. 152p.
- MYERS, N., R.A. MITTERMEIER, C.G. MITTERMEIER, G.A.B. DA FONSECA & J. KENT. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- ROIG-ALSINA, A. 1982. Revisión del género *Caliadurgus* Pate en la Argentina (Hymenoptera Pompilidae). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*. 41(1-4): 233-252.
- ROIG-ALSINA, A. 1984a. Contribución al conocimiento de los Pepsinae sudamericanos. El género *Chirodamus* Haliday (Hymenoptera: Pompilidae). *Physis (Buenos Aires) Sec C*, 42(103): 109-120.
- ROIG-ALSINA, A. 1987a. Contribución al conocimiento de los Pepsinae sudamericanos IV. El género *Sphictostethus* Kohl (Hymenoptera: Pompilidae). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*. 44(3-4): 277-315.
- ROIG-ALSINA, A. 1989. La posición sistemática de los grupos hasta ahora incluidos en *Chirodamus* Haliday sensu stricto y revisión de *Pompilocalcus* gen nov (Hymenoptera: Pompilidae). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*. 47 (1-4): 3-73.
- SOUTHWOOD, T.R.E. AND HENDERSON, P.A. 2000. *Ecological methods*. Blackwell science ltd. Oxford. England. 575p.
- SMITH-RAMÍREZ, C. 2004. The Chilean Coastal Range: a vanishing centre of biodiversity and endemism in South-American temperate rainforests. *Biodiversity and Conservation* 13: 373-393.
- SMITH-RAMÍREZ, C., J.J. ARMESTO, C. VALDOVINOS. 2005a. Historia, biodiversidad y ecología de los bosques costeros de Chile. Editorial Universitaria. Santiago de Chile, Chile. 708 p.
- WAHIS, R. & ROJAS, F. 2003. Los Pompilidos de Chile (Hymenoptera: Pompilidae). *Revista Chilena de Entomología*. 29: 89-103.

Recibido: 17.01.11
Aceptado: 06.12.11