

Fenología anual y actividad nictemeral de los Hymenoptera (Insecta) en un bosque mixto mediterráneo

Jorge L. Mederos-López

Museu de Ciències Naturals de Barcelona. Departament d'Artròpodes
Passeig Picasso, s/n. 08003 Barcelona
mederos@gmail.com

Noel Mata-Casanova

Juli Pujade-Villar

Universitat de Barcelona. Departament de Biologia Animal
Avda. Diagonal, 645. 08028 Barcelona
feofitotu@gmail.com
jpujade@ub.edu



Manuscrito recibido en octubre de 2011

Resumen

El Parque de Collserola es un espacio natural adyacente a la ciudad de Barcelona que recientemente ha sido declarado Parque Natural. El presente estudio se centra en las familias de Hymenoptera muestreadas en un bosque mixto mediterráneo de *Pinus-Quercus*. Desde mayo de 2009 hasta abril de 2010 se muestreó en el dosel y sotobosque del sitio de estudio: los himenópteros fueron el segundo grupo en abundancia por detrás de los dípteros. Se discute la fenología anual y la actividad nictemeral de las familias más abundantes de Hymenoptera. Un total de 7796 especímenes (6933 en trampa Malaise del sotobosque; 863 en trampa Malaise entre sotobosque y dosel) fueron capturados durante el estudio, repartidos en 37 familias. El sotobosque resultó ser el estrato donde tiene lugar la mayor parte de la actividad de los himenópteros (88,9%). La mayor parte de familias capturadas resultaron ser endo- o ectoparasitoides de un amplio espectro de hospedadores. Aunque la tendencia de los himenópteros sea presentar una mayor actividad durante los meses más cálidos del año, las distintas familias mostraron curvas de actividad particulares, con picos que oscilan entre junio y agosto a excepción de los Xyelidae, que fueron recolectados en febrero. Diapriidae resultó ser la familia más abundante en ambos muestreos, con un total de 2507 especímenes, seguida de los Braconidae (1025). Diapriidae mostró una preferencia por la actividad crepuscular y nocturna de mayo a agosto, mientras que en los Braconidae existe una evolución de su actividad pasando de ser vespertina y crepuscular en mayo a diurna en agosto.

Palabras clave: Hymenoptera; bosque mediterráneo; fenología; actividad nictemeral; Cataluña.

Abstract. *Annual phenology and nictemeral activity of the Hymenoptera (Insecta) in a Mediterranean mixed forest*

Collserola is a natural area adjacent to the city of Barcelona, and has recently declared Natural Park. This study focuses on Hymenoptera families sampled in a Mediterranean mixed forest of *Pinus-Quercus*. From May 2009 to April 2010 were sampled in the canopy and understory, being Hymenoptera the second group in abundance behind the Diptera. We discuss the annual phenology and nictemeral activity of the most abundant families. A total of 7,796 specimens (6,933 with Malaise trap in the understory; 863 with Malaise trap in the canopy) were captured during the study, divided into 37 families. Understory was the layer where we observed increased activity of the Hymenoptera (88.9%). Most families were found to be endo or ectoparasitoids with a wide range of guests. Although the trend of the Hymenoptera is present greater activity during the warmer months of the year, the different families showed specific activity curves, with peaks ranging between June and August except for Xyelidae that were collected in February. Diapriidae proved to be the most abundant family in both samples, with a total of 2,507 specimens, followed by Braconidae (1,025). Diapriidae showed a preference for crepuscular and nocturnal activity from May to August, while Braconidae shows an evolution in the activity, changing from evening and crepuscular in May, to diurnal in August.

Keywords: Hymenoptera; Mediterranean forest; phenology; nictemeral activity; Catalonia.

Introducción

El presente estudio forma parte de un proyecto a largo plazo sobre la fauna de Insecta presente en el Parc Natural de la Serra de Collserola, un espacio natural de más de 8000 ha dentro de la Cordillera Litoral Catalana. Esta área natural, con una altitud máxima de 512 m.s.n.m., se encuentra aislada del resto de sierras de la cordillera y limita al sur con la ciudad de Barcelona y el mar Mediterráneo. La importancia de este enclave reside en que dicha área, que ha sido considerada como uno de los parques metropolitanos más grandes del mundo, constituye el pulmón de la ciudad de Barcelona así como un refugio para una gran parte de su biodiversidad, además de actuar como corredor intermedio entre los parques naturales del Garraf, Montserrat, Sant Llorenç del Munt-Serra de l'Obac, Montseny y Montnegre-Corredor. Además de encontrarse rodeado de numerosas infraestructuras de transporte (carreteras, autopistas, vías ferroviarias), la presencia humana en el interior de la sierra es elevada e histórica, a lo cual se ha de sumar el actual uso lúdico del espacio (Raspall et al., 2004). Todos estos factores pueden incidir más o menos negativamente en la salud del ecosistema.

La base de la biodiversidad del Parc Natural de Collserola se debe sin duda a la diversidad de su paisaje. Si bien se trata de un espacio eminentemente forestal, hay que reseñar la presencia de distintas unidades de paisaje típicas del mosaico mediterráneo. Pero son los ambientes de bosques mixtos de pinares y encinares *Pinus-Quercus*, así como los encinares con robles los que predominan. Esta amalgama de paisajes contribuye decisivamente a la gran diversidad de especies presentes en Collserola (Llimona et al., 2000). Según el Banco de Datos de Biodiversidad de Cataluña (Serra, 2011), actualmente se citan aproximadamente

2332 especies de artrópodos para el parque, de las cuales unas 2000 pertenecen a Insecta, una cifra que aumenta cada año con los nuevos registros que se incorporan a la base. Dado que no se ha realizado anteriormente monitoreo alguno a medio-largo plazo de artrópodos en el parque, abarcando además aspectos ecológicos en este hábitat, no sería arriesgado adelantar que este valor dista mucho de la riqueza real presente en Collserola.

En lo referente a la fauna de Hymenoptera en la Península Ibérica, muestreada mediante el uso de trampa Malaise en bosques mediterráneos, se han realizado estudios tanto puntuales como de seguimiento temporal a largo plazo, que ofrecen en muchos casos una visión global de la fenología de la artropofauna asociada y del estudio de los himenópteros a nivel de orden (Nieves-Aldrey y Rey del Castillo, 1991; Nieves-Aldrey et al., 2003; Pujade-Villar, 1996; Segade et al., 1998, por nombrar algunos), o de familias de himenópteros en particular (Algarra et al., 1997; Bellido et al., 1999; Espadaler et al., 2008; Falcó-Garí et al., 2006; Garrido-Torres y Nieves-Aldrey, 1992, González et al., 1999, 2000, 2003; Nieves-Aldrey, 1996; Pujade-Villar et al., 1998; Ros-Farré y Pujade-Villar, 1998; Sanchís et al., 1999; Selfa et al., 2006, por nombrar algunos).

Este estudio es una nueva aportación al conocimiento fenológico de los himenópteros en un doble sentido, anual (por realizarse colectas con trampa Malaise durante un año completo) y nictemeral (colectas por segmentos horarios a lo largo del día y en diferentes estratos del bosque). Es la primera vez que se aborda el estudio nictemeral en la Península Ibérica para este grupo de himenópteros. Recientemente (Mederos-López y Pujade-Villar, 2011) ha sido publicado el estudio nictemeral de los dípteros para esta misma zona.

Zona de estudio y características climáticas

El estudio se desarrolló en un bosque mixto mediterráneo (Fig. 2c), el más extendido dentro del Parque de Collserola (Mederos-López y Pujade-Villar, 2011). El material fue colectado en el Turó de Can Balasc (altitud 290 m.s.n.m.; UTM 31TDF2287). En el área se encuentran como especies arbóreas codominantes la encina (*Quercus ilex* Linneo) y el pino blanco (*Pinus halepensis* Miller), acompañados de roble (*Q. cerrioides* Willk. & Costa), madroño (*Arbutus unedo* Linneo) y un sotobosque denso dominado por *Erica arborea* Linneo y *Viburnum tinus* Linneo entre otras. En este tipo de bosque, al menos en el área estudiada, se observan claramente dos estratos de dosel muy bien diferenciados: un primer estrato situado entre 5-10 m del suelo formado predominantemente por *Q. ilex* y un segundo estrato situado entre 15-23 m aproximadamente formado únicamente por *P. halepensis*. Esta estructura de la vegetación crea una franja intermedia, muy despejada, constituida únicamente por los troncos de esta última especie. La cota más alta del dosel en el área de estudio la alcanza *P. halepensis*, con unos 25 m.

Collserola posee un clima de tipo mediterráneo pero con algunas características que le son propias: inviernos suaves, veranos secos y calurosos, oscilación térmica anual y diaria moderada y precipitaciones estacionales en conjunto escasas y fuertemente irregulares. Según datos facilitados por el Observatori Fabra,

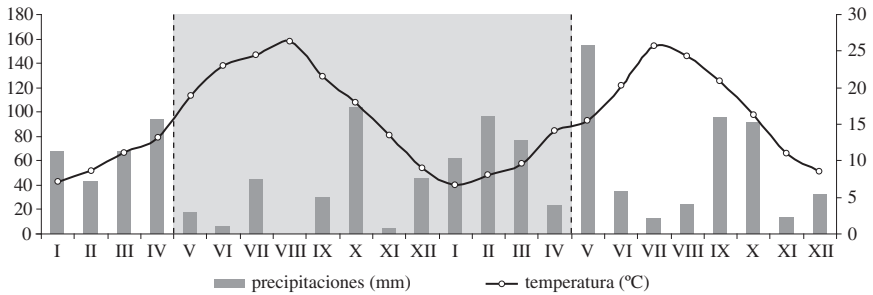


Figura 1. Precipitación acumulada y temperatura media anual en la zona de estudio de 01/2009 a 12/2010, con el período de muestreos sombreado (datos proporcionados por el Observatori Fabra).

la temperatura media anual en el parque durante 2009 fue de 16.2 °C y en 2010 de 15.1 °C; enero fue en cada caso el mes más frío (7.1 °C y 6.6 °C respectivamente), mientras que agosto fue el más cálido en 2009 (26.3 °C) y julio en 2010 (25.7 °C). En cuanto a las precipitaciones, el total anual acumulado en 2009 fue de 524.3 mm y en 2010 de 720.6 mm (Fig. 1). Estos datos muestran en su conjunto a 2009 como un año mucho más cálido y seco respecto a 2010. Para una descripción más detallada del área de estudio consultar Mederos-López y Pujade-Villar, 2011; Viñolas, 2011.

Material y métodos

Se analizan los resultados de las capturas realizadas entre los meses de mayo de 2009 a abril de 2010. Para los muestreos de la fenología anual se empleó una trampa Malaise (TM) tipo Townes simplificada (Ento Sphinx s.r.o.), ubicada en el sotobosque (Fig. 2a), con modificación en el cono de captura superior mediante la adición de un bote de doble embudo para la separación rápida de las muestras. Para el estudio de la actividad nictemeral se empleó, además de la trampa anteriormente descrita y ubicada en el sotobosque, otra trampa Malaise SLAM Trap II - Standard (MegaView Science Co., Ltd.) con cono inferior (Fig. 2b) ubicada a 12 m de altura, en el área intermedia entre el dosel superior que forma *P. halepensis* y sobre el primer estrato, o dosel inferior, formado por *Q. ilex* y demás especies codominantes.

Ambas trampas fueron ubicadas en la misma vertical. Los muestreos en el dosel comenzaron a ejecutarse en junio de 2009 debido a la pérdida de la trampa durante mayo de 2009, a causa de los fuertes vientos en dicho estrato. El acceso al dosel superior se realizó mediante técnicas de progresión vertical por cuerdas, comúnmente utilizadas en las prospecciones de este estrato (Moffett & Lowman, 1995; Mitchell et al., 2002). La metodología de muestreos fue creada para determinar tanto la fenología anual de las familias y especies así como la actividad nictemeral, sin el empleo de ningún tipo de atrayente, feromonas o luz durante los muestreos. El estudio de las especies de los distintos grupos capturados será



Figura 2. Trampas Malaise utilizadas: a) trampa ubicada en el sotobosque; b) trampa ubicada en el dosel. Zona de estudio c) dominada por bosque mediterráneo mixto *Pinus-Quercus*.

motivo de estudios posteriores. Aquí se presentan únicamente los datos referidos a las familias de Hymenoptera.

Durante un año completo se retiraron mensualmente las muestras de la trampa ubicada en el sotobosque, dedicándose dos días de cada mes (48 h ininterrumpidas) para estudiar la actividad nictemeral, con muestreos cada hora y media tanto en la trampa antes mencionada como en otra ubicada en dosel. Las horas de insolación marcan el número de segmentos de muestreo diurno, que variaron durante el transcurso de los meses, mientras que el muestreo nocturno se realizó de forma unitaria, como un segmento continuo. Para una descripción detallada del método de muestreo por segmentos seguido en este estudio, consultar Mederos-López y Pujade-Villar (2010). El material muestreado se encuentra depositado en la Estación Biológica Can Balasc (Parc Nacional de la Serra de Collserola), y en la colección privada de los autores.

En ambas trampas se usó, tanto para la captura del material como para la conservación, etanol al 70%. Se registró además la temperatura y la humedad relativa para cada segmento de muestreo en ambas trampas. No se excluyó ningún espécimen capturado de ninguna medida ni grupo. Para la separación e identificación de las muestras himenopterológicas se siguió el criterio de Pujade-Villar y Fernández-Gayubo (2004).

Resultados y discusión

Para conocer la fenología anual de los grandes grupos de Hymenoptera, se muestrearon de forma ininterrumpida entre mayo de 2009 y abril de 2010. Se recolectaron un total de 7796 especímenes (6933 en TM del sotobosque; 863 TM entre sotobosque y dosel), repartidos en un total de 37 familias (Tabla 1). Los Hymenoptera resultaron ser el segundo grupo de Insecta mayormente recolectado muy por detrás de los Diptera (datos no publicados, ver Mederos-López y Pujade-Villar, 2011).

Fenología anual

En lo que se refiere a capturas totales de himenópteros realizadas en TM del soto-bosque, los Diapriidae resultaron ser la familia más abundante, con un total de 2222 especímenes, seguida de los Braconidae (932) y Formicidae (567). La familia Diapriidae representó el 33% del total de Hymenoptera y entre las tres familias anteriores englobaron el 54% del total capturado (Fig. 3). Los meses con menor diversidad, reflejada a través de un menor número de familias muestreadas, fueron enero de 2010 y diciembre de 2009, con seis y ocho familias respectivamente, mientras que en junio de 2009 se colectaron un total de 27 familias (Tabla 1, Fig. 4). En cuanto a la abundancia, julio de 2009 (26 familias) aportó el pico mayor de especímenes, con 1488 (22% del total), mientras que en enero de 2010 solo se capturaron 32 ejemplares (0.5% del total), el 57% de los cuales pertenecieron a Diapriidae.

En su conjunto, Hymenoptera mostró su mayor actividad durante los meses más cálidos del año, alcanzando un pico en julio seguido de una marcada ralentización de la actividad tras agosto y su mínimo en enero (Fig. 4). No obstante, a pesar de esta tendencia general, las familias mostraron curvas de actividad particulares, con picos que oscilaron entre junio y agosto; algunas de ellas se encontraron restringidas exclusivamente a la estación más cálida (Pompilidae, Evaniidae, Tiphidae, Mutillidae) mientras otras, como Figitidae, mostraron una preferencia invernal, y Xyelidae y Cynipidae una máxima actividad a finales de invierno y principios de primavera (Tabla 1); de estas particularidades hablaremos más adelante.

Por lo que se refiere a los grandes grupos biológicos (Fig. 5), los mejor representados fueron los 'Parasitica' (con más del 83% de capturas), seguidos por los 'Aculeata' a mucha distancia (> 16%), siendo los Symphyta los menos capturados (< 0.5%).

Los Symphyta resultaron ser escasos, 23 ejemplares (0.33% del total). Solo fueron recolectadas tres familias: Xyelidae, Tenthredinidae y Megalodontidae. La familia Xyelidae es la única familia que mostró un pico concreto; las otras dos

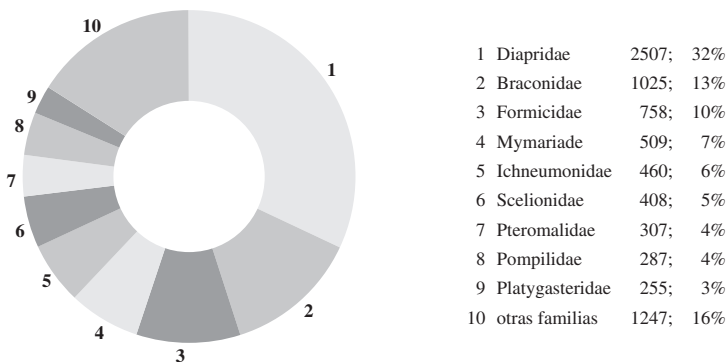


Figura 3. Porcentaje de las familias más numerosas, y número de especímenes capturados en ambas trampas durante el periodo de muestreos, y su aporte al total.

familias solo contaron con un representante. Los Xyelidae aparecieron en febrero, con 20 individuos, que suponen casi una cuarta parte (24%) del total de himenópteros del mes. Analizando la muestra, observamos que se trata de una única especie: *Xyela graeca* Stein, 1876 caracterizada por atacar los amentos de *Pinus halepensis*. La composición botánica del área estudiada hace sospechar que esta especie ha de ser habitual en la zona y que la época de obtención de adultos es en febrero, justo antes de la floración, la cual ocurre de marzo a mayo.

En lo que se refiere a los 'Apocrita', los Parasítica son el grupo más numeroso colectado, con 5799 ejemplares (lo cual representa el 8.64% del total). La mayoría presentaron una mayor actividad entre junio y agosto (Tabla 1). También es el grupo que presentó una mayor diversidad de familias: 24, el 65% del total.

De la superfamilia Ceraphronoidea, la familia Ceraphronidae es la mejor representada, con 121 ejemplares. Presentó dos picos: uno en junio y otro en agosto, con un aparente descenso de su actividad en julio (Fig. 6), el cual podría estar relacionado por el aumento de la precipitación registrada durante dicho mes (Fig. 1); no obstante, esta disminución en julio no se presentó en otras familias recolectadas, por lo que pudiera tratarse de dos picos de emergencia distintos. Megaspilidae estuvo peor representada (31 ejemplares). Parece ser que la aparición de Megaspilidae es más temprana que en los Ceraphronidae; los primeros empiezan su actividad anual en febrero y la terminan en julio (a pesar de una recolecta esporádica en septiembre), mientras que los segundos empiezan en abril y desaparecen de las muestras más tarde (en noviembre).

La superfamilia Chalcidoidea es la que contó con mayor diversidad de familias, nueve. Por orden de abundancia estas son (Fig. 7): Mymaridae, Pteromalidae, Aphelinidae, Eulophidae, Trichogrammatidae, Encyrtidae, Eupelmidae, Ormyriidae y Tetracampidae (la presencia de las tres últimas es meramente testimonial, por lo que no serán comentadas). Los Mymaridae presentaron un acusado pico en agosto de 2009, y un segundo pico, mucho más tenue, en octubre. Además, a partir de marzo de 2010 empezaron a mostrar un ascenso de ejemplares seguramente coincidente con el que se presentaba en junio del año anterior; por otro lado, en mayo de 2009 el número de ejemplares fue menor de lo esperado, atendiendo a los datos de abril de 2010, lo cual puede explicarse por un retraso en la salida de los primeros ejemplares debido a la precipitación registrada en abril de 2009 en comparación con abril de 2010 (Fig. 1). Los Pteromalidae y Aphelinidae presentaron ambos sus picos en julio. Es interesante hacer notar que Pteromalidae, a pesar de que experimentaron un descenso en los meses más fríos, mostraron actividad a lo largo de todo el año. Los Eulophidae se comportaron de una forma muy distinta al resto de Chalcidoidea; a lo largo del verano mostraron un crecimiento gradual, alcanzando su pico en octubre, para acto seguido hacer un descenso y casi desaparecer en noviembre y los meses fríos; en enero no se capturó ningún ejemplar. Los Trichogrammatidae se presentaron entre mayo y octubre, en número muy reducido, excepto por un pico en agosto, donde se concentraron tres cuartas partes de los individuos de la familia recolectados. Finalmente, los Encyrtidae, que extrañamente ha sido escasamente recolectada y que es una familia que posee una gran riqueza de especies, también presentaron su pico en agosto.

Tabla 1. Total de especímenes de Hymenoptera, por familias, muestreados durante el periodo de estudio, de V-2009 a IV-2010 con TM colocada en el sotobosque.

Grupo	Superfamilias	Familias	2009									2010				total		
			V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV				
Symphyta	Megalodontoidea	Megalodontidae														1	1	
	Tenthredinoidea	Tenthredinidae							1								1	
	Xyeloidea	Xyelidae											20	1			21	
Apocrita-Parasitica	Ceraphronoidea	Ceraphronidae	20	27	20	30	11	4								9	121	
		Megaspilidae	10	14	4		2						1	2	2		35	
	Chalcidoidea	Aphelinidae	6	13	52	28	27	7	8				1			2	144	
		Encyrtidae	4	5	7	8	4	2									30	
		Eulophidae	1	11	16	25	32	36	1	2			1	6	5		136	
		Eupelmidae			1	1		1									3	
		Mymaridae	18	17	103	126	15	35	18	9	2	2	23	93			461	
		Ormyridae					1										1	2
		Pteromalidae	27	23	70	59	40	17	7	5	4	3	6	27			288	
		Tetracampidae							1									1
		Trichogrammatidae	2	1	3	30	1	3										40
		Cynipoidea	Cynipidae	1			1									20	6	28
	Figitidae			2					2	6	4	2	1	1			18	
Evanioidea	Evaniidae		1	38	61	7										107		
	Gasteruptionidae		2														2	

Ichneumonoidea	Braconidae	134	211	347	130	29	28	4		1	7	41	932	
	Ichneumonidae	86	94	54	53	28	11	3	6	5	9	24	439	
Mymarommatoidea	Mymaromatidae		1	2			5						8	
Platyastroidea	Platyasteridae	18	42	30	58	30	29	5		1	1	12	5	231
	Scelionidae	34	56	71	117	42	8	8	3			6	34	379
Proctotrupeoidea	Diapriidae	565	680	250	106	6	97	60	33	18	44	71	292	2222
	Heloridae		28	19	39	64	12							162
	Proctotrupidae	8		2										10
Apocrita-Aculeata	Apoidea	Apidae	4	2			2			1		1	10	20
		Sphecidae	4	8	8	16	7							43
Chrysoidea	Chrysoidea	Bethylidae	11	25	11	5	4	1					11	68
		Chrysididae		2	3	2		1						8
		Dryinidae		1		1								2
Vespoidea	Vespoidea	Formicidae	14	39	185	218	86	10	2				13	567
		Mutillidae			10	5								15
		Pompilidae		54	129	82	11							276
		Tiphiidae		8	39	21								68
		Vespidae			14	7	10	12	1					44
Total		967	1368	1488	1229	459	322	123	63	32	84	180	618	6933

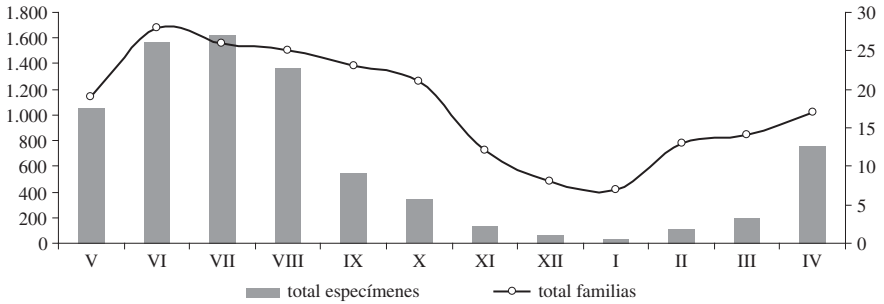


Figura 4. Número de familias/especímenes muestreados entre mayo de 2009 y abril de 2010.

La superfamilia Cynipoidea se encuentra pobremente representada, con 46 individuos. Cynipidae es la mejor representada, con 28 individuos (*Andricus*, *Platigotrochus* y *Neuroterus*); los 18 restantes corresponden a Figitidae, siendo todos ellos de Eucoilinae. Ambas presentaron su actividad en meses más bien fríos: Cynipidae tuvieron su pico en marzo y Figitidae en noviembre. Figitidae presentó además una clara fenología invernal: aparecieron de octubre a marzo, con dos apariciones aisladas en junio. Las recolectas de los gallícolas son explosivas (en poco tiempo salen de la agalla, se reproducen y mueren); por ello se manifiestan fundamentalmente en un solo mes; en este caso es en marzo, correspondiendo a formas asexuadas seguramente obtenidas a finales de dicho mes. Extrañamente no hemos capturado formas sexuales que corresponderían a capturas realizadas a finales de primavera.

De los Evanoidea solo han sido recolectados representantes de dos familias: Evaniidae y Gasteruptionidae. Esta última es poco más que testimonial, con dos in-

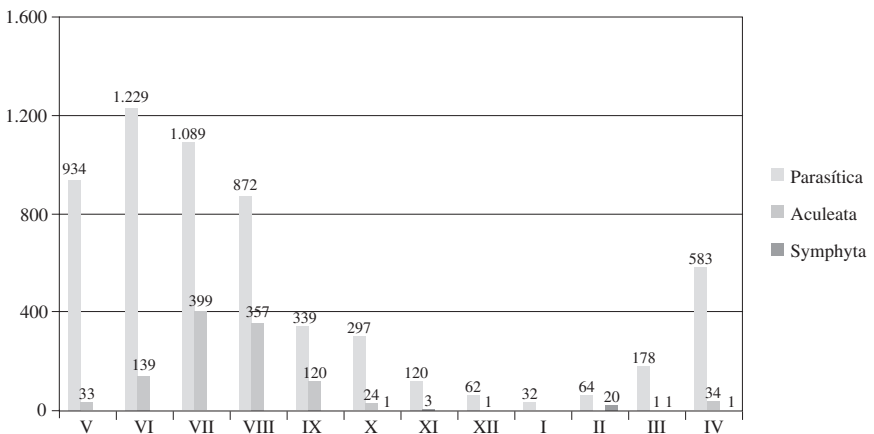


Figura 5. Actividad de Symphyta, Parasitica y Aculeata durante el período de estudio.

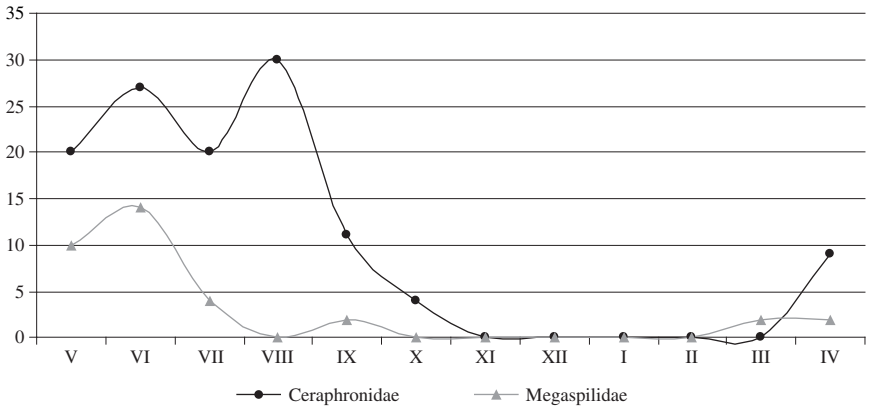


Figura 6. Gráfico de capturas de Ceraphonoidea.

dividuos en junio. Evaniidae en cambio se encontraron bien representadas en los meses más cálidos (Fig. 8), con un pico de actividad en agosto, posiblemente relacionado con toda seguridad con sus hábitos depredadores de ootecas de Blattodea.

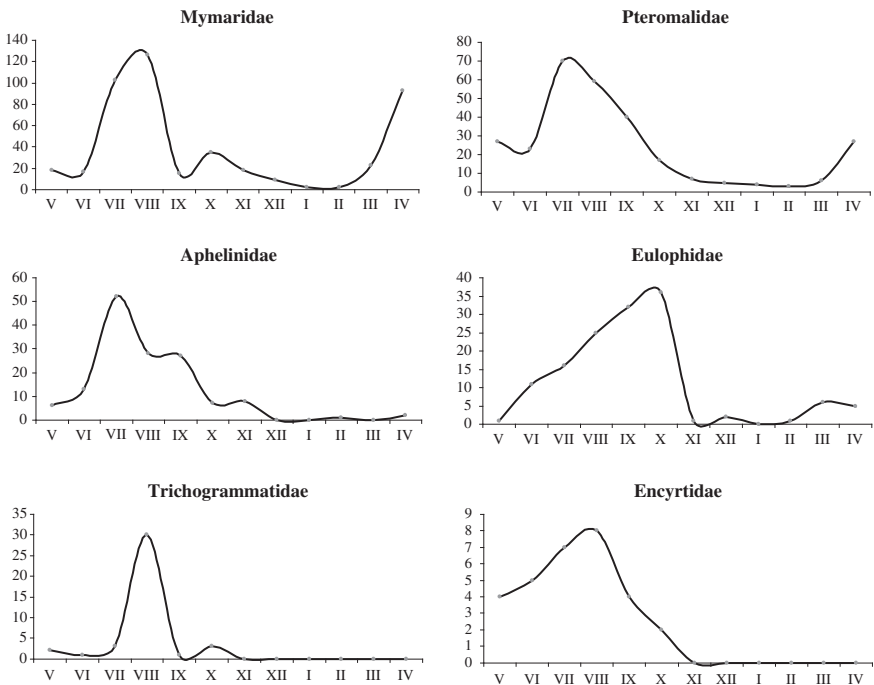


Figura 7. Gráfico de las familias más numerosas de Chalcidoidea recolectadas.

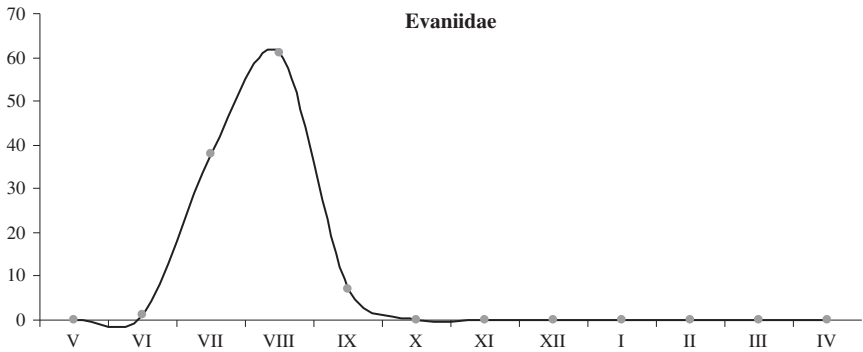


Figura 8. Gráfico de las recolectas realizadas de Evanidae.

Las dos familias de Ichneumonoidea capturadas (Fig. 9) parecen solaparse entre noviembre y abril. Ichneumonidae estuvo presente a lo largo de todo el año, y fue más frecuente que Braconidae en los meses más fríos; alcanzó su pico en junio. Braconidae tuvo su pico más tarde, en julio, aunque ya es a partir de mayo cuando empezó a ser más frecuente que Ichneumonidae. Esto se mantuvo hasta diciembre, cuando Braconidae desaparece.

La única familia de Mymaromatoidea, Mymaromatidae, tuvo escasa presencia, un máximo de cinco individuos en octubre. Esta cita es interesante ya que son un grupo escasamente recolectado debido a su pequeño tamaño (alrededor de 0.3 mm). La única especie citada en España es *Palaeomymar anomalum* (Blood y Kryger, 1922) de los Monegros (Askew et al., 2001). También se han recolectado ejemplares de esta familia en España (Luna y Verdú, 1994; Nieves-Aldrey et al., 2003) y en Andorra (Segade et al., 1998).

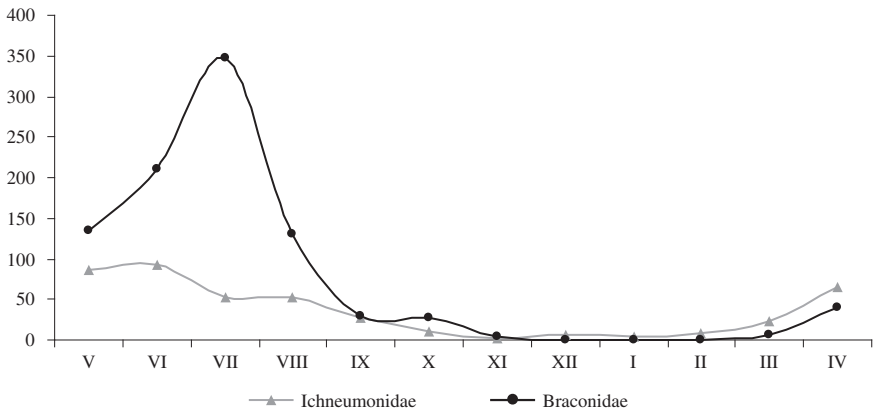


Figura 9. Gráfico de las recolectas realizadas de Ichneumonoidea.

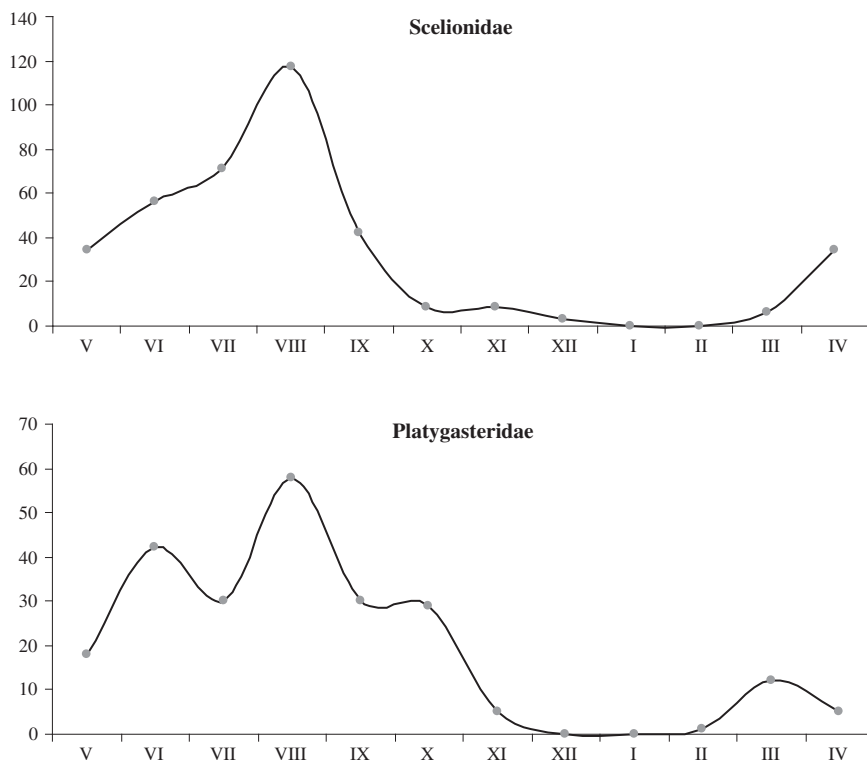


Figura 10. Gráfico de las recolectas realizadas de Platygastroidea.

La superfamilia Platygastroidea estuvo bien representada (Fig. 10). La familia Scelionidae fue la más abundante de las dos que componen la superfamilia, con un claro pico en agosto y actividad en los meses de primavera y verano, bajando rápidamente en otoño. La familia Platygasteridae ofreció un comportamiento irregular, ya que tras un aumento paulatino de su actividad entre mayo y junio mostraron un descenso en julio para volver a recuperar los índices en agosto, donde alcanzaron su máximo. El descenso de julio puede deberse a un incremento de las precipitaciones (Fig. 1), aspecto que también se observa, aunque mucho menos marcado, en los Scelionidae y también ha sido comentado en los Ceraphronidae. La plasticidad de los Scelionidae ante esta situación meteorológica puntual puede deberse a que el número de especies de esta familia es mucho mayor que la de los Platygasteridae.

La superfamilia Proctotrupeoidea estuvo representada por tres familias, de abundancia dispar. La familia Diapriidae, como hemos comentado antes, fue la familia más abundante de todos los himenópteros colectados (2222 ejemplares), seguida por los Heloridae, con 162 individuos, y los Proctotrupidae más testimonial (con tan solo diez individuos). Los Diapriidae (Fig. 11) estuvieron presentes

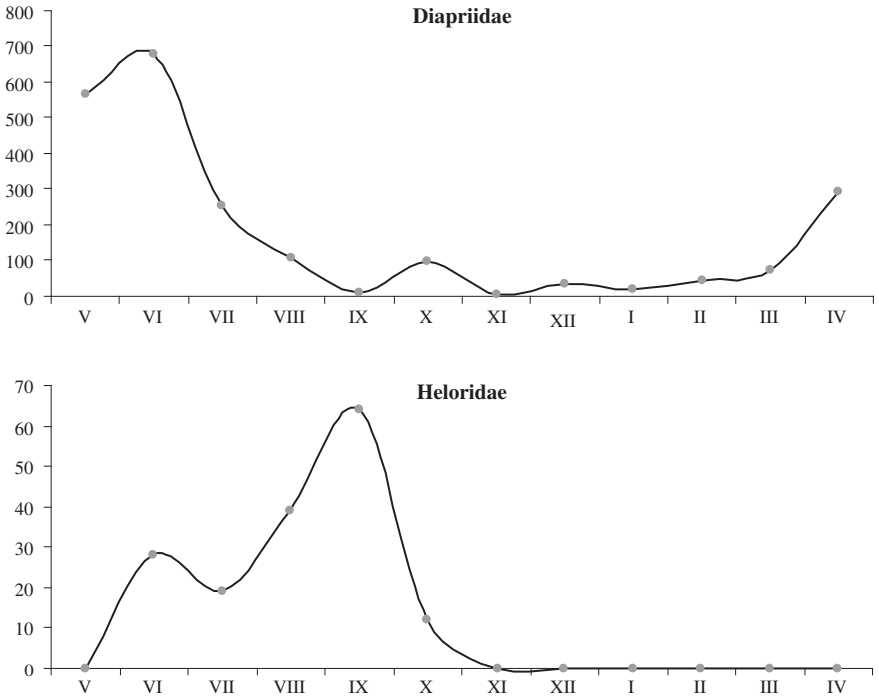


Figura 11. Gráfico de las recolectas realizadas de Proctotruipoidea.

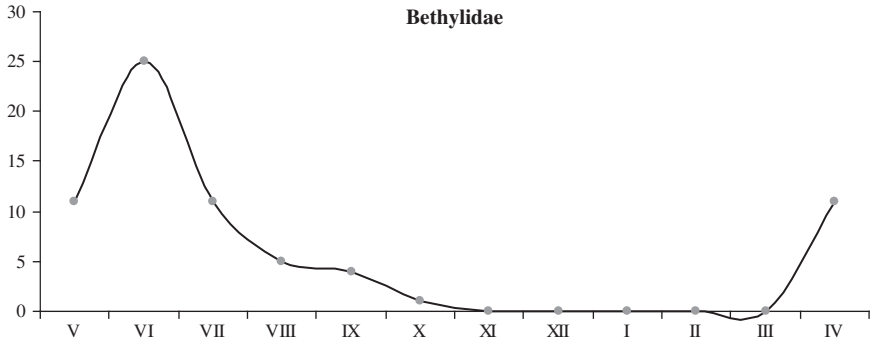


Figura 12. Gráfico de las recolectas realizadas de Bethyidae.

a lo largo de todo el año, con una abundancia mayor en los meses más cálidos. Su pico de abundancia fue en junio, un poco más adelantado que la mayoría de himenópteros, y como otras familias, presentaron un segundo pico más pequeño en octubre. Los Heloridae (Fig. 11) se limitaron a los meses de verano e inicios de otoño, con un pico también desplazado respecto a otros grupos; en este caso en septiembre, lo cual concuerda con la biología de sus hospedadores, las crisopas.

Los Aculeata estuvieron representados con 1111 individuos (un 16.03% del total). La mayoría pertenecieron a la superfamilia Vespoidea, principalmente Formicidae y Pompilidae (las únicas del grupo que sobrepasan el centenar de individuos capturados).

De la superfamilia Chrysidoidea, la única familia bien representada fue Bethyloidea (Fig. 12), con 68 individuos. Su actividad se presentó entre abril y octubre, con un máximo en el mes de junio (Fig. 12); atacan larvas de Apoidea, de Sphecidae o de Vespidae solitarios, las cuales se encuentran principalmente en verano. Chrysididae y Dryinidae contaron con ocho y dos individuos respectivamente; los Embolemidae no fueron recolectados.

La superfamilia Vespoidea contó con cinco familias representadas, que son, de acuerdo con su abundancia: Formicidae, Pompilidae, Tiphidae, Vespidae y Mutillidae. Todas ellas presentaron su pico en julio, excepto Formicidae, cuyo pico fue en agosto. Mutillidae, Tiphidae y Pompilidae estuvieron limitadas a los meses más cálidos, entre junio y septiembre. Vespidae apareció en julio, y a partir de entonces experimentó un descenso hasta desaparecer en noviembre. Formicidae (Fig. 13) se mostró mucho más constante, y solo estuvo ausente en los meses de invierno, lo cual es lógico ya que se encuentra concentrada en los nidos. Hay que destacar respecto a Formicidae que los meses en que presentaron una mayor abundancia (agosto), los individuos recolectados correspondieron mayoritariamente a morfotipos alados (lo cual corresponde con el período de dispersión de las especies), mientras que los meses en que sus capturas fueron menos abundantes los individuos recolectados son formas ápteras. Los Pompilidae (Fig. 13), parasitoides de arañas, mostraron su actividad en verano, y fueron más abundantes en julio.

Fenología nictemeral

Se analizan los resultados de las capturas realizadas entre los meses de mayo de 2009 a abril de 2010. Según los muestreos en ambos estratos, el orden Diptera resultó ser el grupo de Insecta dominante. Del total de artrópodos muestreados (4158 especímenes), 2420 correspondieron a Diptera, lo cual representa un 58.2% del total de capturas, seguidos por los Hymenoptera (867/20.8%), Coleoptera (230/5.5%) y Lepidoptera (146/3.5%). Como ya se ha mencionado, los muestreos en el dosel comenzaron a ejecutarse en junio de 2009. Con 653 especímenes, el sotobosque aportó el 75.3% del total de himenópteros colectados (Figuras 14 y 15) y el 19.4% del total de artrópodos muestreados en ese estrato (3367 especímenes), entre 05/2009 a 04/2010.

Los Parasitica (Tabla 2) se mostraron mucho más abundantes que los Aculeata, aportando el 73.9% del total de capturas durante el período que abarcó de

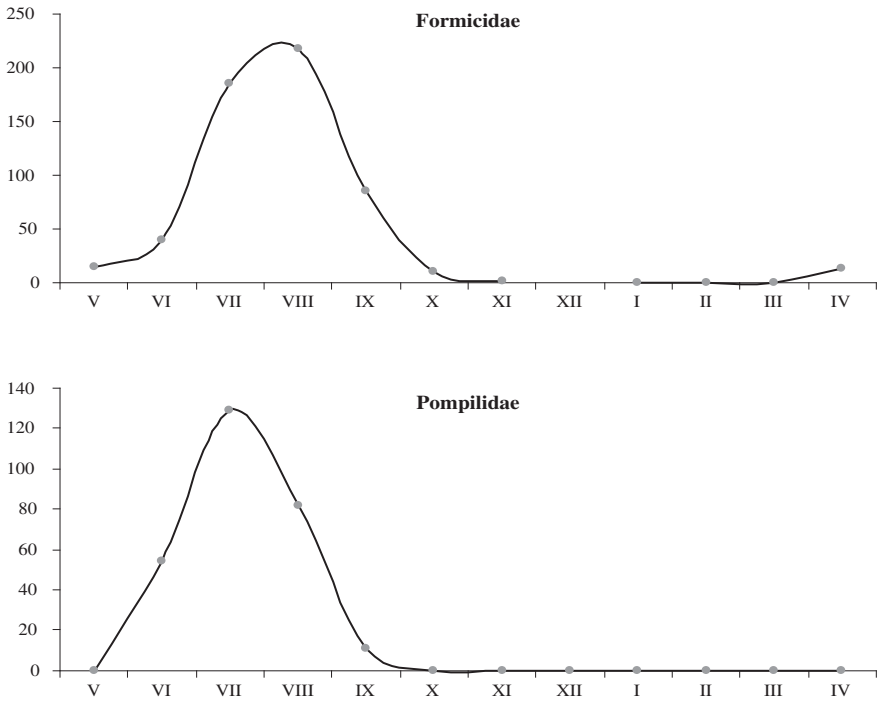


Figura 13. Gráfico de las recolectas realizadas de las dos familias dominantes de Vespoidea.

mayo de 2009 a abril de 2010 (una ratio aproximada de 2.9 a 1). Aculeata representó el 25.7% de las capturas gracias principalmente a la presencia de Formicidae, que aportó el 86.1% de los aculeados capturados. Contrariamente a los resultados globales del sotobosque, donde Diptera fue de lejos el grupo dominante (Mederos-López y Pujade-Villar, 2011), Hymenoptera dominó el dosel aportando el 27% (214 especímenes) del total de artrópodos capturados (791).

Por otro lado, aunque las capturas en el sotobosque se mostraron superiores a las del dosel en todos los meses estudiados (Tabla 2), se observó una tendencia hacia la igualdad de capturas en los meses de julio y agosto (correspondiendo a los meses más cálidos), siendo la diferencia más acusada en primavera y en otoño. Este hecho se puede explicar por la relación entre la temperatura y la humedad en ambos estratos. Los valores medios de temperatura en el dosel durante la estación invernal fueron entre 0.8-1.2 °C más altos que a nivel del suelo, aunque estos valores suelen invertirse en determinadas condiciones o llegar puntualmente a mostrarse hasta 6 °C más caliente el dosel que el sotobosque. De igual manera, durante los meses más cálidos los valores medios de temperatura en el dosel oscilaron entre 1.2 y 2.0 °C por encima de los valores registrados en el sotobosque, con valores puntuales superiores hasta en 5.5 °C.

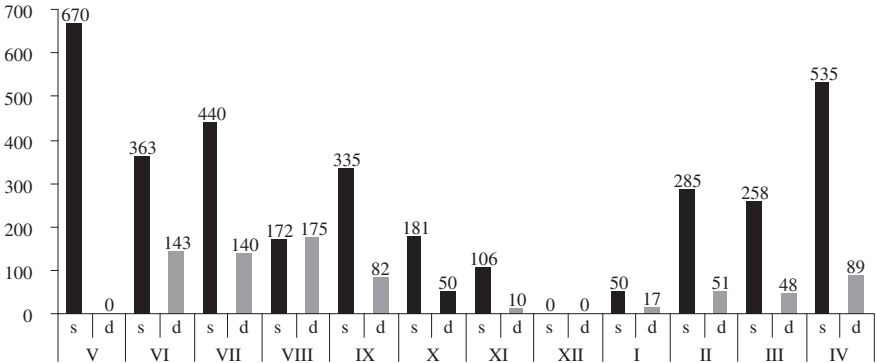
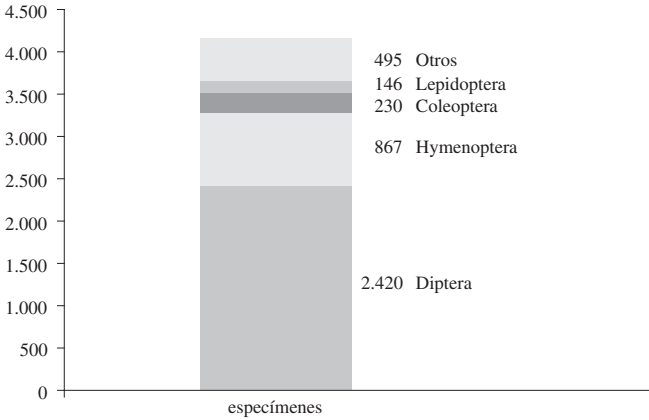


Figura 14. Órdenes de Insecta dominantes y su aporte al total muestreado de 05/2009 al 04/2010, y total de especímenes capturados por estratos y mes: s- sotobosque; d- dosel (12/2009 y dosel de 05/2009 sin datos).

Al igual que la temperatura, la oscilación de la humedad durante el día en el sotobosque fue menos pronunciada que en el dosel y durante todo el año se mantuvo entre un 13.0% y 13.5% más alta, con lecturas puntuales en los meses más cálidos de hasta 36% más de humedad en el sotobosque. La diferencia vertical de temperatura y humedad relativa, registrada durante los meses más cálidos (abril-agosto), mostró valores mínimos de temperatura y máximos de humedad relativa durante la noche, mientras que la máxima de temperatura y la mínima de humedad se registraron durante la tarde. Esto revela la existencia de un gradiente vertical, con un estrato superior del dosel que se mostró más caliente y seco que el sotobosque a nivel del suelo. Tal et al., (2008) obtuvieron resultados similares durante el estudio de un bosque templado centroeuropeo; no obstante, es probable que estos resultados puedan variar en relación al tipo de bosque mediterráneo que se estudie.

Tabla 2. Total de especímenes por familias, muestreados en ambos estratos cada mes de 05/2009 a 04/2010. S = con TM para muestreos de 48 h en el sotobosque; d = con TM para muestreos de 48 h en el dosel. Datos de muestreos no obtenidos en 12/2009 y dosel de 05/2009).

	meses	V		VI		VII		VIII		IX		X		XI		I		II		III		IV		Total	
		s	s	d	s	d	s	d	s	d	s	d	s	d	s	d	s	d	s	d	s	d			
Symphyta	Xyelidae																		3					3	
	total Symphyta																		3					3	
Parasitica	Diapriidae	63	81		6		1		19		11		10					11		3		80		285	
	Braconidae	15	19	3	24	2	13		5							1		1	1	1	1	8		94	
	Mymaridae				1	11	5		3	4	6	4			2				3	1	1		7	1	49
	Pteromalidae	1	3	3	5	1	6	5	1	4									1	1	2		7	4	44
	Aphelinidae				3	2	14		4	3	1	1	1	1					1						31
	Scelionidae	1	3	2	1	2	3	2	1			1							1		3		6	3	29
	Eulophidae				2	2	1		1	11	2				1				1		3				24
	Platygasteridae				5		2		1	1	9		2						1					3	24
	Ichneumonidae	1	3		2		2		2		2										4		7		21
	Heloridae				3		6				2														11
	Evaniidae				1		5		3																9
	Ceraphronidae	2	1		2																			3	8
	Megaspilidae	1					2													1				1	5
	Tiphidae				3		2																		5
	Cynipidae																			1				1	2
total Parasitica	84	122	14	70	27	29	16	57	13	19	1	13	1	1	0	22	3	17	1	123	8		641		
Aculeata	Formicidae	3	9	49	3	28	35	40	6	9		1							1		1	6	1	192	
	Pompilidae				3		5		3																11
	Apidae	1	1																				4		6
	Mutillidae				2			2																	4
	Sphecidae				1		2		1																4
	Bethylidae	1	1																						2
	Vespidae							1		1															2
	Chrysididae							1																	1
	Encyrtidae							1																	1
	total Aculeata	5	17	49	12	28	42	40	7	9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	10	1	223

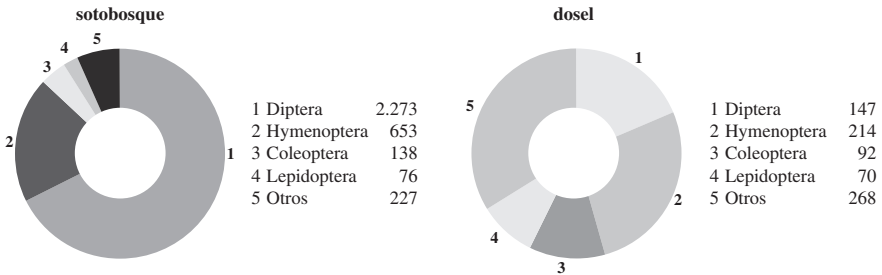


Figura 15. Especímenes muestreados por estratos de los cuatro órdenes de Insecta más abundantes en el área, de 05/2009 al 04/2010.

Mederos-López y Pujade-Villar (2011) observaron que la captura de ciertos grupos de artrópodos, y de Insecta en particular, con poca o nula actividad de vuelo era superior en el dosel con respecto al sotobosque, lo que incidía directamente en el aporte de estos al total muestreado por estratos (Fig. 14). Esta observación se cumple al menos para Hymenoptera a través de una familia en particular, Formicidae. Durante los meses en que los muestreos en ambos estratos se realizaron de forma paralela, el dosel aportó el 67.7% (130 especímenes) del total de Formicidae, mientras en el sotobosque se capturaron solo 62 (Tabla 2). Las condiciones climáticas más extremas fueron observadas en el dosel, con mayor oscilación de los valores de temperatura y humedad pero sobre todo mayor incidencia del viento, lo que hace de este un estrato mucho más inestable que el sotobosque. La captura de un mayor número de especímenes de Formicidae en el dosel, en particular en el cono inferior de la trampa, podría estar relacionada con la acción mecánica del viento (arrastre, golpeo y caída); de todas formas, hemos de mencionar que los súbitos aumentos de recolecta se deben a la presencia de alados. Pero queda pendiente la identificación a nivel genérico y de especie de las muestras, lo que aportará una idea sobre la diversidad en ambos estratos.

Además es de notar que las capturas de Aculeata en el dosel son exclusivamente debidas a los Formicidae, siendo inexistentes las capturas de las otras familias de aculeados en dicho estrato. Por el contrario, la mayor parte de familias dominantes de Parasítica (Braconidae, Mymaridae, Pteromalidae, Aphelinidae y Scelionidae) se capturaron en ambos estratos, mientras que los Diapriidae e Ichneumonidae solo se colectaron exclusivamente en el sotobosque (Tabla 2). Con los datos actuales no puede ofrecerse ninguna explicación para la presencia/ausencia de estos grupos en los estratos estudiados, aunque podría estar relacionado con la búsqueda específica de hospedadores. Por ello, sin un estudio taxonómico a nivel específico, no podemos aventurar ninguna hipótesis que respalde estos datos.

A diferencia de lo observado en los Diptera en dicha zona de estudio (Mederos y Pujade-Villar, 2011), los himenópteros no mostraron un patrón de actividad bimodal durante los meses más cálidos del año, ni siquiera un patrón evolutivo en su actividad durante este periodo. Las razones de estos resultados se deben sin duda alguna a la diferencia de ejemplares capturados; en los dípteros, se recolec-

taron más de 2420 ejemplares, mientras que de himenópteros solo 867 (una proporción superior a 2.5:1).

En lo que se refiere a la diversidad por estratos, el sotobosque fue claramente más diverso en todos los periodos de muestreo con respecto al dosel (Tabla 2, Fig. 16). Los meses de junio y julio fueron los más diversos en lo que respecta al número de familias capturadas (13 y 14, respectivamente). De las 26 familias muestreadas en el área, 16 se encontraron exclusivamente en el sotobosque, aunque Platygasteridae podría considerarse también dentro de este grupo, dado que de los 24 especímenes capturados solo uno se encontró en el dosel (Tabla 2). Nueve familias fueron capturadas en ambos estratos.

Los escasos ejemplares colectados, si se compara con los dípteros en el mismo período de estudio (Mederos y Pujade-Villar, 2011), hacen que solo pueda ser evaluada la actividad nictemeral en aquellas escasas familias de himenópteros que se mostraron dominantes durante el estudio y para estrato más rico en cuanto a actividad se refiere, el sotobosque. A continuación, se discute la actividad nictemeral por segmentos horarios de Diapriidae y Braconidae para los meses de mayor actividad de estas dos familias, de mayo a agosto de 2009 y abril de 2010.

Según las capturas realizadas en mayo (Fig. 16a), los Diapriidae se mostraron dominantes y con una marcada preferencia por las horas vespertinas y crepusculares, coincidiendo con valores de temperatura entre los 15-20 °C. Esta observación se constató también durante los muestreos de junio (Fig. 16b). Además de aumentar el número de especímenes de esta familia respecto a mayo (Tabla 2), la mayor parte de la actividad en junio se registró en los segmentos nocturnos (60.5%), que sumado a las capturas vespertinas, hace que el valor de esta actividad se incremente significativamente (75.3%). La presencia de Diapriidae en julio fue meramente vestigial, con solo seis especímenes capturados en el sotobosque (Fig. 16c), lo que concuerda con el descenso del número total de especímenes de la familia capturados durante todo ese mes. Si se observa la actividad anual de esta familia (Tabla 1; Fig. 11), puede apreciarse una correspondencia con las capturas realizadas durante los dos días analizados de actividad nictemeral: tras alcanzar su máximo en junio, los Diapriidae disminuyeron en julio su actividad en un 63.2% y continuaron una disminución hasta el mínimo en septiembre. Nuevamente, y salvando los pocos especímenes muestreados en julio, la preferencia por los segmentos nocturnos y vespertinos se repite. Con solo un espécimen capturado en agosto durante el primer segmento diurno (Fig. 16d), se apreció nuevamente una correspondencia con el descenso de la actividad general mostrada por esta familia durante todo el mes. Durante el seguimiento de la actividad nictemeral de abril de 2010, Diapriidae mostró un incremento significativo de su actividad (92.8%) respecto a marzo (Fig. 16e; Tabla 2), aspecto reflejado también en las capturas totales de esos meses. También los especímenes mostraron una preferencia por la actividad hacia últimas horas de la tarde y durante la noche, aunque de forma menos acusada que en los meses más cálidos. Se mostraron además muy activos hacia primeras horas de la mañana, siendo los valores de temperatura inferiores a los 15 °C. Como se mencionó anteriormente, destaca la ausencia de esta familia en las capturas del dosel, lo que hace pensar que su nicho ecológico se

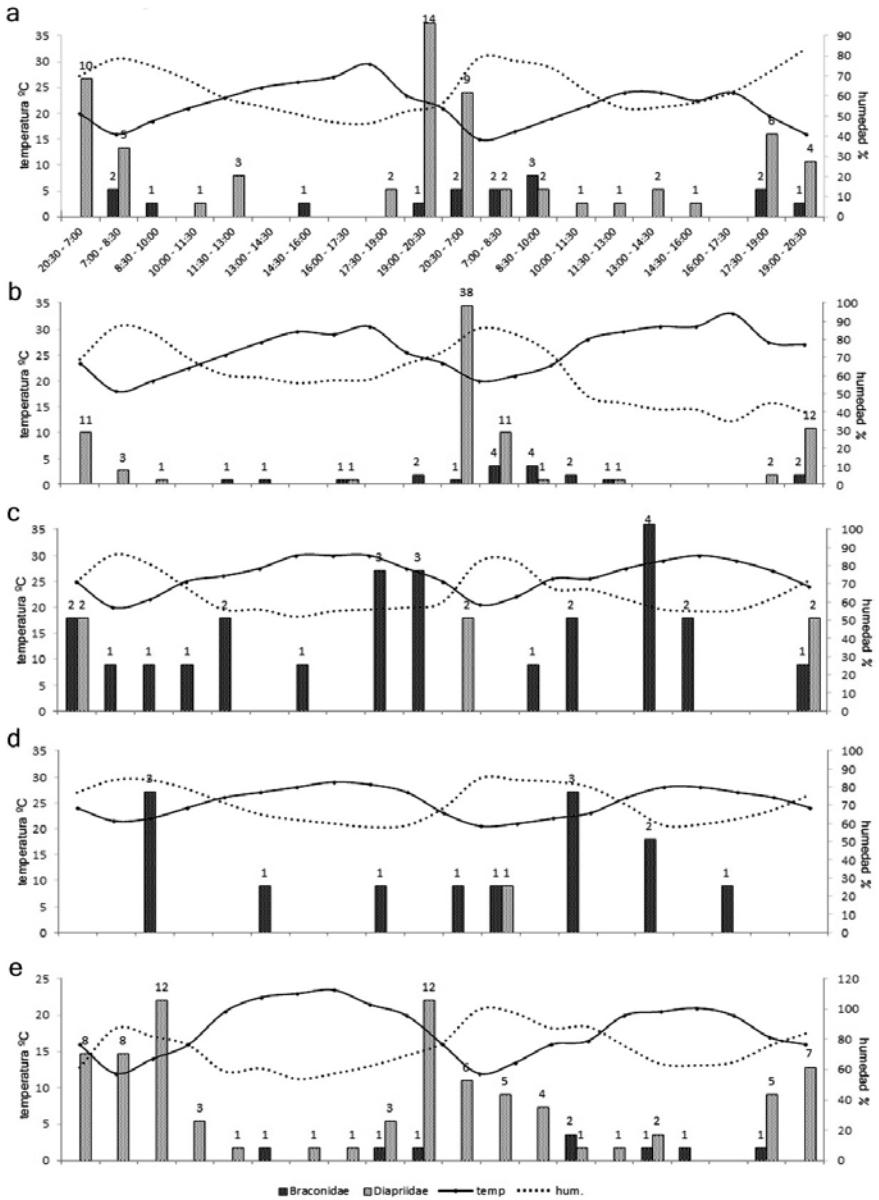


Figura 16. Actividad nictemeral de Braconidae y Diapriidae, por segmentos y durante 48 h, de mayo a agosto de 2009 y abril de 2010. [a = mayo, b = junio, c = julio, d = agosto y e = abril].

encuentra restringido al sotobosque, el estrato más complejo y diverso tanto estructuralmente y en cuanto a recursos tróficos se trata. Teniendo en cuenta que los Diapriidae son avispas parásitas, principalmente de Diptera, pudiéramos encontrar en ello la explicación para su ausencia en el estrato más elevado del bosque, dado que el 91.4% de los dípteros capturados, durante el mismo período y horas, se obtuvieron en el sotobosque (Mederos y Pujade-Villar, 2011).

Braconidae mostró claramente otro comportamiento respecto a Diapriidae, tanto desde su fenología anual como actividad nictemeral. La familia alcanzó su máximo en julio, después de incrementar paulatinamente su actividad. Según las capturas realizadas en mayo (Fig. 16a), los Braconidae mostraron una preferencia por la actividad crepuscular y vespertina (entre los 15-20 °C), periodo durante el cual se capturaron el 93% de los especímenes. Esta observación se constató también durante los muestreos de junio (Fig. 16b), donde el número de capturas fue relativamente mayor. En ambos muestreos nictemerales, los Braconidae se mostraron más discretos que los Diapriidae, particularmente en los segmentos nocturnos. En julio, los braconidos alcanzaron su máxima actividad (Fig. 16c) y las recolectas señalan que esta se produjo preferentemente en las horas diurnas aunque la actividad crepuscular y vespertina continuó siendo significativa (42%). Si se observa la actividad anual de esta familia (Tabla 1; Fig. 9), puede apreciarse una correspondencia con las capturas realizadas durante los dos días analizados de actividad nictemeral: tras alcanzar su máximo en julio, los Braconidae disminuyeron en agosto su actividad en un 35.1% y continuaron descendiendo hasta el mínimo en noviembre. En agosto, la actividad nictemeral de esta familia se concentró en las horas diurnas (Fig. 16d), y fueron capturados solamente el 15% de los ejemplares en horas nocturnas y crepusculares (un ejemplar en cada segmento). De esta forma, se observó una evolución en la actividad nictemeral en Braconidae, pasando paulatinamente de ser mayoritariamente vespertina y nocturna en mayo a ser casi totalmente diurna en agosto. En abril, la actividad de la familia fue discreta en comparación con la registrada por Diapriidae (Fig. 16e); solo fueron capturados ocho especímenes, unas capturas dispersas y distribuidas básicamente entre las horas diurnas. Aunque las capturas en el dosel fueron muy inferiores a las del sotobosque (Tabla 2), la familia estuvo presente en este estrato incluso en meses tan fríos como febrero y marzo. Estos datos, escasos en número de capturas, no permiten interpretar preferencias por segmentos horarios para realizar su actividad. Teniendo en cuenta que los Braconidae son avispas parasitoides de amplio espectro de insectos, queda pendiente la identificación específica de estos especímenes para dilucidar su probable relación con algún hospedador concreto.

Conclusiones

La casi totalidad de las familias más abundantes resultaron ser endo- o ectoparasitoides, cuyas especies incluyen entre sus hospedadores desde arácnidos hasta un gran número de grupos de Insecta (coleópteros, dípteros, lepidópteros, ortópteros, hemípteros e himenópteros, entre otros) y para la mayoría de sus estadios (huevos, larvas y pupas). Se observó un aumento (adelanto) de la actividad de algunos

grupos en el mes de marzo de 2010 que podría estar relacionado con el aumento de las precipitaciones durante febrero y marzo (con respecto a 2009 para el mismo período), al igual que el pico en octubre de 2009.

Por otro lado, aunque la tendencia del orden Hymenoptera sea presentar una mayor actividad durante los meses más cálidos del año, las familias mostraron curvas de actividad particulares, con picos que oscilaron entre junio y agosto. Algunas de ellas fueron capturadas exclusivamente en la estación más cálida (Pompilidae, Evaniidae, Tiphiidae, Mutillidae), mientras otras, como Figitidae, mostraron una preferencia al principio del invierno. Xyelidae y Cynipidae mostraron su máxima actividad a finales de invierno y principios de primavera, lo cual concuerda con los datos biológicos conocidos de cada una de ellas.

En lo que se refiere a capturas totales de himenópteros (TM anual junto con TM del estudio nictemeral), los Diapriidae resultaron ser la familia más abundante en ambos muestreos, con un total de 2507 especímenes, seguida de los Braconidae (1025) y Formicidae (758); la cantidad de capturas totales de estas dos últimas familias variaron según que el muestreo sea anual o nictemeral. La familia Diapriidae representó el 32.2% del total de Hymenoptera, y entre las tres familias anteriores engloban el 55% del total capturado (Fig. 4). Los meses con menor diversidad, reflejada a través de un menor número de familias muestreadas, fueron diciembre de 2009 y enero de 2010, con ocho y siete familias respectivamente, mientras que en junio de 2009 se recolectaron un total de 28 familias (Figura 5, Tabla 1). En cuanto a la abundancia, julio de 2009 (26 familias) aportó el pico mayor de especímenes, con 1625 (21% del total), mientras que en enero de 2010 solo se capturaron 33 ejemplares (0.4% del total), el 57% de los cuales pertenecieron a Diapriidae.

Los datos obtenidos de la actividad nictemeral solo fue posible interpretarlos para las dos familias dominantes: Diapriidae y Braconidae. La primera de ellas mostró una preferencia por la actividad crepuscular y nocturna de mayo a agosto, mientras que en los Braconidae se observó una evolución de su actividad, que pasó de ser vespertina y crepuscular en mayo a diurna en agosto.

Agradecimientos

A Lluís Cabañeros y al resto del personal del Consorci del Parc Natural de la Serra de Collserola, así como a Rafel Cebrian del Parc Zoològic de Barcelona, por el apoyo y las facilidades ofrecidas durante todas las etapas del estudio. A Sandra Nafria y Alexander Barroso por vuestra dedicación en muchas fases del estudio. Este estudio se ha realizado gracias al apoyo del Consorci del Parc Natural de la Serra de Collserola, y a las ayudas y subvenciones del Parc Zoològic de Barcelona y del Ajuntament de Barcelona correspondientes al periodo 2009-2010. Además, un agradecimiento especial por el aporte de las siguientes personas, como mecenanas del proyecto durante su participación en The #SciFund Challenge: Iñaki Gorostidi, Marisa Alonso, Francesc Uribe, Bernat Aviñoa, Helena Simon, Marc Figueras, Esther Martínez y Jordi Panyella.

Bibliografía

- Algarra, A.; Ros-Farré, P.; Ventura, D.; Pujade-Villar, J. 1997. Proctotrupidae de uñas simples capturados en Santa Coloma, Andorra (Hymenoptera, Proctotrupidae). *Boletín de la Asociación Española de Entomología* 21(3-4): 111-118.
- Askew, R.R.; Blasco-Zumeta, J.; Pujade-Villar, J. 2001. Chalcidoidea y Mymarommatoida (Hymenoptera) de un sabinar de *Juniperus thurifera* en los Monegros, Zaragoza. *Monografías de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 4: 1-76.
- Bellido, D.; Pujade-Villar, J. 1999. Especies asociadas a agallas de cinípidos del Pirineo andorrano (Hym., Cynipoidea, Chalcidoidea, Ichneumonoidea). *Boletín de la Asociación Española de Entomología* 23(3-4): 277-291.
- Espadaler, X.; Pujade-Villar, J.; Bernadou, A. 2008. Contribució al coneixement de la taxonomia i la fenologia de les formigues (Hymenoptera: Formicidae) d'Andorra. *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural* 74(2006): 81-90.
- Falcó-Garí, J.V.; Oltra-Moscardó, M.T.; Moreno-Martí, J.; Pujade-Villar J.; Jiménez-Peydró, R. 2006. Fenología de los Bracónidos (Hymenoptera, Ichneumonoidea, Braconidae) del Pirineo Andorrano. *Pirineos* 161: 111-132.
- Garrido, A.M.; Nieves-Aldrey, J.L. 1992. Estructura y dinámica de una taxocenosis de Pteromalidae (Hymenoptera, Chalcidoidea) en el sector medio de la Sierra de Guadarrama. *Eos* 68(1): 29-49.
- González, J.A.; Gayubo, S.F.; Sanza, F. 2003. Diversidad de eumeninos (Hymenoptera, Vespidae, Eumeninae) en un biotopo arenoso de la submeseta norte (España). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 33: 119-124.
- González, J.A.; Tomé, M.A.; Gayubo, S.F.; Torres, F. 2000. Himenópteros aculeados capturados mediante trampas Malaise en un sector arenoso de la Submeseta Norte (España) (Hymenoptera, Aculeata). *Nouvelle Revue d'Entomologie (Nouvelle Série)* 17 (4): 337-353.
- González, J.A.; Torres, F.; Gayubo, S.F. 1999. Estudio de biodiversidad de abejas (*Hymenoptera: Apoidea*) en un biotopo arenoso de la Submeseta Norte (España). *Zoologica baetica* 10: 87-111, 1999.
- Llimona, F.; Tenés, A.; Cahill, S.; Cabañeros, L. 2000. Parc de Collserola: El estudio de la diversidad biológica y la aplicación a la gestión del Parque. <http://www.fedenatur.org/docs/docs/303.pdf>.
- Luna, F.; Verdú, M.J. 1994. First record of Mymmarommatoida (Hymenoptera) for de Mediterranean basin. *Norwegian Journal of Agricultural Sciences, supplement* 16: 404.
- Mederos-López, J.L.; Pujade-Villar, J. 2011. Actividad nictemeral y anual de los Díptera (Insecta) en un bosque mediterráneo mixto de Cataluña. *Orsis* 25(2010): 83-103.
- Mitchell, A.W.; Secoy, K.; Jackson, T. (eds.) 2002. *The Global Canopy Handbook: Techniques of Access and Study in the Forest Roof*. Global Canopy Programme. 248 p.
- Moffett, M.; Lowman, M. 1995. *Canopy access techniques*. In: Lowman, M. y Nadkarni, N. (eds.). *Forest Canopies*, Academic Press, San Diego. p. 3-26.
- Nieves-Aldrey, J.L.; Rey del Castillo, C. 1991. Ensayo preliminar sobre la captura de insectos por medio de una trampa "Malaise" en la Sierra de Guadarrama (España) con especial referencia a los himenópteros. *Ecología* 5: 383-403.
- Nieves-Aldrey, J.L. 1996. Abundancia y diversidad temporal de cinípidos en dos hábitats del centro de España (Hymenoptera, Cynipidae). In: Comit Editorial (eds.): *Avances en Entomología Ibérica*. Madrid, p. 113-136.
- Nieves-Aldrey, J.L.; Fontal-Cazalla, F.; Garrido-Torres, A.M.; Rey del Castillo, C. 2003. Inventario de Hymenoptera (Hexapoda) en El Ventorrillo: un rico enclave de biodiversidad en la Sierra de Guadarrama (España central). *Graellsia* 59 (2-3): 25-43.

- Pujade-Villar, J.; Fernández-Gayubo, S. 2004. *47-Hymenópteros*. In: *Curso práctico de entomología*. José Antonio Barrientos (ed.). Manuals de la Universitat Autònoma de Barcelona. 41. Entomologia. Asociación Española de Entomología, CIBIO-Centro Iberoamericano de Biodiversidad y Universitat Autònoma de Barcelona. p. 813-854.
- Pujade-Villar, J. 1996. Resultados preliminares obtenidos a partir de una trampa Malaise situada en una zona mediterránea Pirenaica. *Pirineos*, 147-148: 61-80.
- Pujade-Villar, J.; Nieves-Aldrey, J.L.; Delvare, G. 1998. Taxocenosis de calcídidos en dos hábitats bien conservados del centro de España (Hym., Chalcidoidea, Chalcididae). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Sección Biológica)* 94 (3-4): 87-96.
- Raspall, A.; Llimona, F.; Navarro, M.; Tenés, A. 2004. *Guia de Natura del Parc de Collserola*. Consorci del Parc de Collserola (eds.). 238 p.
- Ros-Farré, P.; Pujade-Villar, J. 1998. Estudio mediante una trampa Malaise de la comunidad de cinípidos cecidógenos e inquilinos de Santa Coloma, Andorra (Hymenoptera, Cynipidae). *Ecología* 12: 441-454.
- Ros-Farré, P.; Pujade-Villar, J. 1998. Estudio mediante una trampa Malaise de la comunidad de cinípidos cecidógenos e inquilinos de Santa Coloma, Andorra (Hymenoptera, Cynipidae). *Ecología* 12: 441-454.
- Sanchis, A.; Michelena, J.M.; Pujade-Villar, J. 1999. Aphidiinos (Hymenoptera, Braconidae) del Pirineo andorrano. *Boletín de la Asociación Española de Entomología* 23(3-4): 229-247.
- Segade, C.; Ros-Farré, P.; Algarra, A.; Ventura, D.; Pujade-Villar, J. 1998. Estudio comparativo de las capturas realizadas con trampa Malaise en Andorra con especial atención a los himenópteros. *Zapateri* 7(1997): 71-82.
- Selfa, J.; Diller, E.; Bosch, E.; Vilalta, J.; Pujade-Villar, J. 2006. Abundance of Ichneumoninae in a Pyrenean Mediterranean system and first catalogue of the subfamily for Andorra (Hymenoptera, Ichneumonidae). *Entomofauna* 27(29): 361-372.
- Serra, A. 2011. Mòdul Artròpodes. Banc de Dades de Biodiversitat de Catalunya. *Generallitat de Catalunya i Universitat de Barcelona*. <http://biodiver.bio.ub.es/biocat/homepage.html>.
- Viñolas, A. 2011. Noves aportacions a la distribució del gènere *Caenocara* Thomson, 1859 Dorcatominae a Catalunya (Coleoptera: Bostrichoidea). *Orsis* 25: 121-130.