

Producción secundaria de artrópodos estimada mediante trampas de emergencia en dos bosques del Montseny (Barcelona)

Carlos Ascaso¹

Laboratori d'Ecologia. Facultat de Ciències. Universitat Autònoma de Barcelona.
08193 Bellaterra (Barcelona).

Key words: arthropods, beech forest, emergence traps, holm-oak forest, Mediterranean forest ecosystems, secondary production, soil fauna.

Abstract. *Secondary production of arthropods assessed with emergence traps in two forests at the Montseny mountains (Catalonia, Spain).* Part of the secondary production was evaluated in a montane holm-oak wood and a beechwood in the Montseny mountains. The production estimates of emergent adults were necessarily underestimates, since the mortality of immature forms was not taken into account. Most part of the emergent adults were Diptera (60 % and 72 % of total emerged individuals in the holm-oak and beech forests, respectively) and Hymenoptera (8 %) in both forests. Secondary production between May 1981 and June 1982 was estimated as $11.2 \cdot 10^6$ individuals/ha/year and 3.7 kg/ha/year in the holm-oak wood, and as $5.8 \cdot 10^6$ individuals/ha/year and 7.2 kg/ha/year in the beechwood. The most abundant families of Diptera were Cecidomyiidae, Sciaridae, Mycetophilidae and Chironomidae in the holm-oak forest; and Cecidomyiidae, Sciaridae and Empididae in the beech forest. Most of the biomass emerges during the summer under beech, and during the spring and the end of summer under holm-oak. It was estimated that the arthropods captured in emergence traps consume 288 kg/ha/year of vegetable matter in the holm-oak site and 489 kg/ha/year in the beech site (286 kg/ha/year if Bibionidae are excluded). This consumption rate amounts to 5.5 % of the annual litterfall contribution in the holm-oak forest and between 6.6 % and 11.3 % in the beech forest.

Resumen. Se ha estimado una parte de la producción secundaria de artrópodos en un encinar montano y un hayedo del Montseny. Las estimaciones de la producción de adultos emergentes son necesariamente estimaciones por defecto puesto que no tienen en cuenta la mortalidad de las formas inmaduras. La mayor parte de los adultos emergentes son dípteros (60 % y 72 % en el encinar y el hayedo, respectivamente) e himenópteros (el 8 %). La producción secundaria entre mayo de 1981 y junio de 1982 se estima en $11.2 \cdot 10^6$ individuos/ha/año y 3.7 kg/ha/año en el encinar, y en $5.8 \cdot 10^6$ individuos/ha/año y 7.2 kg/ha/año en el hayedo. Las familias de dípteros más abundantes son: En el encinar: Cecidomyiidae, Sciaridae, Mycetophilidae y Chironomidae. Y en el hayedo: Cecidomyiidae, Sciaridae y Empididae. La fenología de emergencia indica que la mayor parte de la biomasa emerge en verano en el hayedo y en primavera y finales de verano en el

¹ Dirección actual: Departamento de Salud Pública y Legislación Sanitaria (Bioestadística).
Facultad de Medicina. Universidad de Barcelona. Av. Diagonal, s/n. 08028 Barcelona.

encinar. Se ha estimado que a los artrópodos capturados con las trampas de emergencia les corresponde un consumo de materia vegetal de 288 kg/ha/año en el encinar y de 489 kg/ha/año en el hayedo (de 286 kg/ha/año sin los bibiónidos). Este consumo representa el 5,5% % del peso seco del desfronde anual de encinar y entre el 6.6 % y 11.3 % del hayedo.

Introducción

Este trabajo forma parte del conjunto de investigaciones que se están realizando en el Laboratorio de Ecología de la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Barcelona, y en el Departamento de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Alicante, con el propósito de describir y analizar los aspectos básicos de la estructura y el funcionamiento de los encinares mediterráneos. El presente artículo tiene como finalidad estimar la producción secundaria de artrópodos emergentes utilizando trampas de emergencia en dos bosques: un encinar montano y un hayedo.

Material y métodos

Características de las parcelas muestreadas

Los sistemas forestales estudiados están situados en el Parque Natural del Montseny. El muestreo se realizó en dos parcelas experimentales, una de cada tipo de bosque, en las que previamente se habían llevado a cabo estudios intensivos sobre la circulación de la materia orgánica y los nutrientes (Ferrés 1984, Rodà 1983, Verdú 1984). La ubicación y características de dichas parcelas se describen extensamente en Rodà (1983) y Terradas & Escarré (1983). A modo de síntesis, reseñamos que las dos parcelas muestreadas están situadas a unos 40 km al NNE de Barcelona en el macizo del Montseny de la Sierra Prelitoral Catalana. La parcela del hayedo se denomina «Turó de Morou» y la del encinar montano «El Vilar de la Castanya» y sus características generales están resumidas en la Tabla 1.

Descripción de las trampas

El modelo de trampa está diseñado a partir del descrito en la obra de Southwood (1966) y ha sido utilizado anteriormente para este mismo fin, entre otros, por Funke (1971) en Alemania y Josens & Pasteels (1977) en Bélgica. Cada unidad se compone de una base fija y un recolector móvil (Fig. 1). La base fija está formada por una caja sin fondo construida con cuatro piezas de uralita de 1 m de largo por 25 cm de alto y 5 mm de grosor, sobre la que se ensambla una pirámide de lona negra de 25 cm de altura y 1 m² de base. La

Tabla 1. Características de las dos parcelas de bosque muestreadas en el Montseny (según Rodà 1983).

Característica	Encinar	Hayedo
Localidad	La Castanya	Santa Fe
Latitud	41° 46' N	41° 46' N
Longitud	2° 21' E	2° 28' E
Área (ha)	0.23	0.12
Altitud (m)	660-675	1165
Orientación	W-NW	SSW
Pendiente (°)	7-23	5
Posición topográfica	fondo de valle	interfluvio llano
Roca madre	pizarra	granodiorita
Suelo	ranker	tierra parda lixiviada
Drenaje del suelo	bueno	bueno-regular
Precipitación (mm/año)	900	1100-1200
Temperatura media (° C)	9-10	8.5
Estrato arbóreo ^a		
Área basal (m ² /ha)	26.6	26.7
Densidad Ø > 5 cm (pies/ha)	2010	1460
Densidad Ø > 15 cm (pies/ha)	536	625
Diámetro medio Ø > 15 cm (cm)	18.6	20.7
Altura de los dominantes (m)	9-12	16-20
Edad de los dominantes (años)	60-90	50-70
Estrato arbustivo	pobre	muy pobre
Estrato herbáceo	pobre	muy pobre
Hojarasca en el suelo (t/ha p.s.)	10.9	5.8 ^b

^a Datos dendrométricos del encinar referidos al invierno de 1979; los del hayedo al invierno de 1980.

^b Capas L y F; no incluye las ramas de Ø > 0.5 cm.

rigidez del conjunto se debe a cuatro varillas de hierro que parten de la caja de uralita y se unen en el ápice de la pirámide, acoplándose a un anillo de hierro de 6 cm de diámetro que soporta el bote recolector. El interior de la trampa está recubierto por una película de arena fina adherida por medio de pintura negra. El bote recolector es un cilindro de metacrilato transparente de 11 cm de altura y 11 cm de diámetro, atravesado en su base por un tubo de PVC de 5.8 cm de diámetro que se acopla perfectamente al anillo metálico del *ápice* de la pirámide. En el interior del recolector hay una disolución de formol al 5 %.

Adicionalmente, para controlar los posibles depredadores epígeos que quedan encerrados o emergen dentro de la trampa, se coloca en su interior una trampa de caída (*pit-fall trap*) que se controla gracias a una pestaña lateral que hay en uno de los lados de la pirámide de iona.

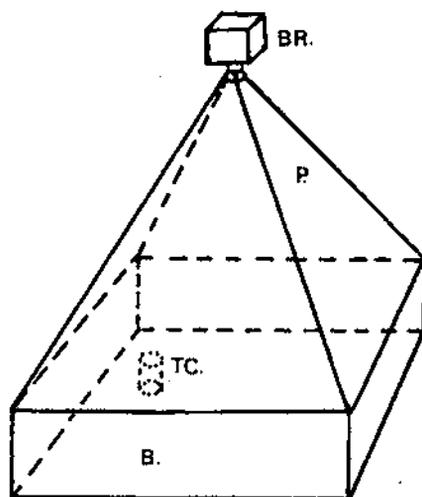


Figura 1. Esquema de las trampas de emergencia utilizadas en los bosques del Montseny. La base es un cuadrado de 1 m de lado. B, base de uralita; P, pirámide de lona; BR, Bote recolector; TC, trampa de caída.

Características del muestreo

En este muestreo se han utilizado 5 trampas en la parcela del encinar montano y 6 en el hayedo. Este número de réplicas se ha decidido de acuerdo con el criterio de Weideman (citado en Josens & Pasteels 1977), según el cual, en un medio homogéneo un grupo de cinco trampas es suficiente para estimar la producción de artrópodos adultos.

Las trampas se instalaron el día 3 de mayo de 1981 en la parcela del encinar y el día 31 del mismo mes en el hayedo, y en ambos casos han estado funcionando de forma continua hasta el mes de junio de 1982. De las cinco trampas instaladas en el encinar, una de ellas ha estado recolectando material en el mismo emplazamiento durante todo el período de muestreo, otra se cambió de lugar el mes de julio de 1981, y las tres restantes se cambiaron de emplazamiento en el mes de enero de 1982. En el hayedo, la movilidad de los emplazamientos ha seguido las mismas pautas: una trampa ha permanecido fija durante los 12 meses muestreados, dos se han cambiado de emplazamiento el mes de julio de 1981 y las otras tres en el mes de enero de 1982.

La recolección de material se ha realizado con una periodicidad aproximada de dos semanas durante los meses de primavera y verano, y de cuatro semanas el resto del año.

Estimaciones de densidad y biomasa

El análisis del material capturado se ha hecho de forma independiente para cada trampa y cada recolección. El número total de artrópodos capturados

por trampa se ha evaluado por recuento absoluto. A cada artrópodo recolectado se le ha medido su longitud y anchura corporal, y se ha determinado el orden o el orden y la familia a que pertenece. La densidad emergente se ha definido como el número medio de artrópodos que emergen por trampa y día en cada intervalo de tiempo muestreado.

La biomasa total se ha estimado asignando un peso seco medio a cada uno de los artrópodos capturados en función de su tamaño corporal (volumen). Para ello, los individuos recolectados se han clasificado atendiendo a la función de densidad de la variable volumen (volumen de un cilindro de revolución de lado igual a la longitud de su cuerpo y de radio igual a la mitad de su anchura corporal) en 16 categorías de tamaños. Se ha elegido al azar una submuestra de cada una de las 15 primeras categorías de tamaño igual al 10 % de los artrópodos que representan. Se han secado en una estufa a 80 °C durante dos días. Y se ha estimado el peso medio por individuo y categoría dividiendo el peso seco total de cada submuestra por su tamaño muestral. Los resultados están indicados en la Tabla 2. En el caso particular de los artrópodos de mayor tamaño (volumen superior o igual a 95 mm³), el peso seco se estima multiplicando su volumen corporal por 0.25 g/mm³. Este coeficiente de transformación fue usado por Josens & Pasteels (1977) para el mismo fin, y ha sido verificado de forma experimental para poderlo aplicar a este conjunto faunístico.

Tabla 2. Relación de los pesos medios asignados a cada artrópodo en función de su tamaño corporal (peso seco en mg).

Volumen (mm ³)	Número indiv.	%	Estimación peso medio por indiv. (mg)
0.0- 0.5	6397	38.39	0.0367
0.5- 1.0	2736	16.45	0.0815
1.0- 1.5	816	4.90	0.1660
1.5- 2.0	786	4.74	0.3582
2.0- 5.0	1528	9.17	0.4552
5 - 8	720	4.32	1.0108
8 -11	188	1.13	1.8511
11 -14	55	0.33	1.8510
14 -17	81	0.49	1.8700
17 -20	85	0.51	1.9580
20 -35	171	1.03	4.9900
35 -50	177	1.06	6.0600
50 -65	127	0.76	9.1370
65 -80	98	0.59	10.4880
80 -95	32	0.19	12.1120
> 95	846	5.08	0.25 mg/mm ³

Resultados

Tamaño de los artrópodos muestreados

Las trampas de emergencia interceptan a los animales que salen del suelo (que emergen) después de haber pasado toda o parte de su fase larval y/o ninfal, o que se han refugiado en el suelo durante el invierno y salen después de haber hibernado.

En los dos bosques muestreados las trampas han capturado un gran número de artrópodos. En el encinar montano se han recolectado 5528 individuos con 5 trampas en un año, y en el hayedo 3465 con seis trampas.

El tamaño de los artrópodos se analiza a partir de la variable volumen corporal, y su descripción pone de manifiesto que la casi totalidad de los artrópodos capturados pertenecen a las categorías de tamaños más pequeños: el 95 % de los individuos del encinar y el 89 % de los del hayedo tienen un volumen inferior o igual a 5 mm^3 , y la clase mejor representada es la que agrupa a los individuos más pequeños (volumen inferior o igual a 0.5 mm^3) con una frecuencia relativa del 63 % (Tabla 3).

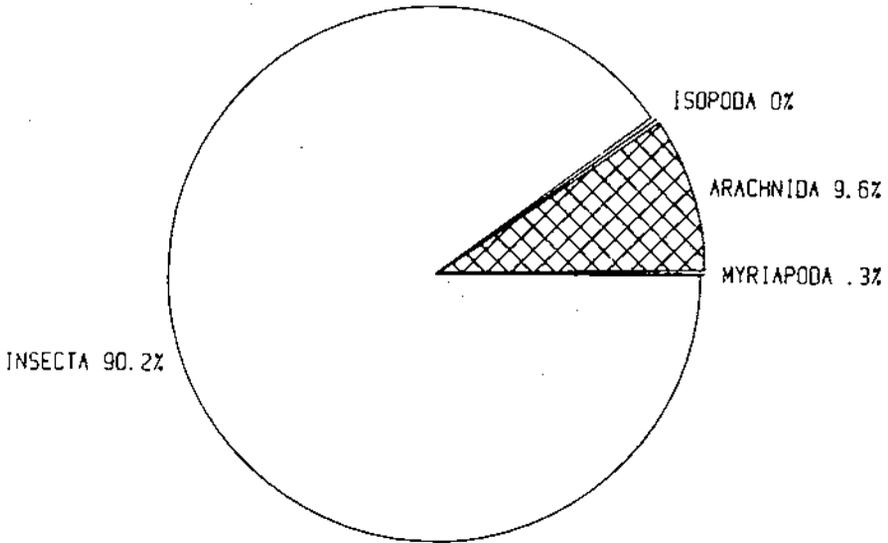
Categorías de los artrópodos muestreados

En los dos bosques los artrópodos capturados presentan una composición faunística muy semejante. En ambos casos, la clase Insecta es la más abundante y representa aproximadamente el 90 % de las capturas totales, la clase Arácnida es la segunda en importancia con una representación del 9.6 % en el encinar y del 5.6 % en el hayedo, y las clases Miriápoda y Crustácea son las peores representadas con porcentajes de captura que no sobrepasan el 3 % (Fig. 2 y Tablas 4-7).

Entre los insectos, las formas adultas voladoras reúnen a la casi totalidad del material recolectado, y los dípteros e himenópteros son los dos órdenes que agrupan a la mayor parte de los individuos capturados. Por contra, las formas adultas no voladoras y especialmente los insectos apterigotas presentan frecuencias anuales de captura muy bajas; sólo los colémbolos son la excepción, pero el tamaño de su captura es igualmente pequeño si se compara con los obtenidos por otros sistemas de muestreo en estos mismos bosques (por ejemplo, extracción por Berleses).

Entre los arácnidos, los únicos grupos numéricamente importantes son las arañas y los ácaros. No obstante, el número de ácaros capturados por metro cuadrado es pequeño si se compara con las densidades que se obtienen en estos mismos bosques utilizando métodos de extracción propios de la fauna hipógea (P. Andrés com. verb.). El número de arañas capturado en cada parcela es semejante al recolectado en el mismo período de tiempo con el mismo número de trampas de caída, pero las especies recolectadas con estos dos métodos de captura son en su mayor parte distintas (Ascaso & Barrientos 1986), y aunque es evidente que los resultados están influidos por el volumen de las

ENCINAR



HAYEDO

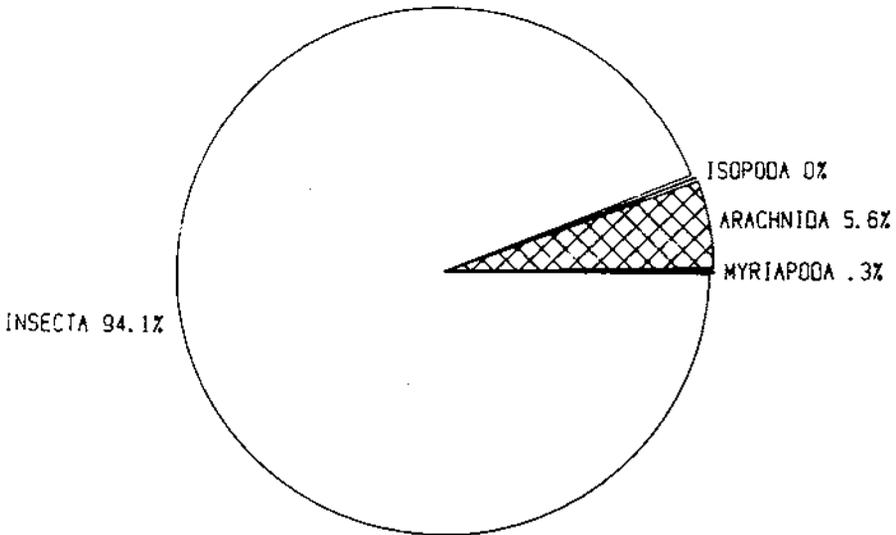


Figura 2. Frecuencia relativa de las distintas clases de artrópodos capturados desde mayo de 1981 hasta junio de 1982 en el encinar y el hayedo del Montseny.

Tabla 3. Distribución del volumen corporal de los artrópodos capturados desde mayo de 1981 hasta junio de 1982 en el encinar de la Castanya y en el hayedo de Santa Fe.

Volumen (mm ³)	Número de individuos		
	Encinar	Hayedo	Total
0.0 - 0.5	3393	2266	5659
0.5 - 1.0	613	249	862
1.0 - 1.5	348	193	541
1.5 - 2.0	275	100	375
2.0 - 5.0	646	283	929
5.0 - 8.0	50	65	115
8.0 - 11.0	22	40	62
11.0 - 14.0	19	8	27
14.0 - 17.0	31	15	46
17.0 - 20.0	13	8	21
20.0 - 35.0	39	32	71
35.0 - 50.0	27	24	51
50.0 - 65.0	28	20	48
65.0 - 80.0	9	69	78
80.0 - 95.0	2	8	10
> 95	13	85	98
Total	5528	3465	8993

poblaciones que utilizan el espacio interior de las trampas para reproducirse, las estimaciones referidas a estas especies de arañas se han de tener en cuenta ya que por su comportamiento y tamaño no se capturan con otros sistemas de caza.

Producción secundaria

Teniendo en cuenta sólo los artrópodos capturados en los botes recolectores de las trampas de emergencia durante el período de tiempo que va desde mayo de 1981 a junio de 1982, la producción de artrópodos emergentes se estima en 1122 individuos/m²/año (más de 11 millones/ha/año) y en 3.7 kg/ha/año de biomasa para la parcela del encinar montano, y en 576 individuos/m²/año (cerca de 6 millones/ha/año) y en 7.2 kg/ha/año de biomasa para la parcela del hayedo.

En las Tablas 4-7 se indican la densidad y la biomasa anual de los principales órdenes y familias de los artrópodos capturados.

La producción total de insectos adultos voladores, en la parcela del encinar se estima en 8.7 millones/ha/año y representa una biomasa de 1.8 kg/ha/año, y en la parcela del hayedo se estima en 4.9 millones de individuos/ha/año

Tabla 4. Densidad y biomasa anual de los artrópodos capturados en el encinar de la Castanya y en el hayedo de Santa Fe. Densidad en individuos m^{-2} (E.E. = error estándar). Biomasa emergente en mg peso seco m^{-2} año $^{-1}$.

Orden	Encinar			Hayedo		
	Densidad	± E.E.	Biomasa	Densidad	± E.E.	Biomasa
Myriapoda						
Chilopoda	1.2	—	17.55	1.3	—	11.74
Diplopoda	1.6	—	15.68	0.3	—	4.35
Arachnida						
Seudoescorpiones	—	—	—	0.8	—	0.08
Phalangida	3.4	0.6	1.31	1.0	—	0.18
Araneae	72.2	11.2	108.18	10.3	3.3	53.92
Acarina	30.0	6.5	1.17	10.0	2.3	3.97
Crustacea						
Isopoda	0.2	—	0.98	0.2	—	1.52
Insecta						
Collembola	89.8	30.6	4.26	17.3	3.9	0.68
Protura & Diplura	4.0	1.5	0.14	1.0	—	0.35
Tisanura	0.6	—	0.99	0.0	—	0.00
Orthoptera	1.4	—	0.45	0.0	—	0.00
Embioptera	9.8	2.3	0.35	3.2	1.0	0.13
Neuroptera	0.0	—	0.00	0.7	—	0.39
Lepidoptera	6.6	1.7	12.19	5.0	1.4	20.83
Diptera	667.2	*	133.57	420.2	*	443.44
Hymenoptera	86.0	*	21.21	42.3	*	17.26
Psocoptera	52.8	34.2	8.32	0.7	—	0.07
Thysanoptera	28.8	10.2	2.21	2.7	1.1	0.09
Homoptera	14.2	8.3	2.41	7.7	1.9	1.77
Coleoptera	18.8	*	34.61	42.3	*	142.20
Insecta varia	7.0	—	2.16	0.5	—	13.02
Total	1111.6		367.85	577.5		716.08

y representan una biomasa de 4.9 kg/ha/año. De ello, los dípteros son los más abundantes, 6.7 millones/ha/año en el encinar (60 % del total anual) y 4.2 millones/ha/año en el hayedo (73 % del total anual), aunque su biomasa sólo representa el 36.3 % (1.34 kg/ha/año) y el 61 % (4.43 kg/ha/año) de la producción secundaria estimada en el encinar y en el hayedo.

La estructura trófica de los artrópodos emergentes es difícil de describir, pues las preferencias alimentarias de la mayor parte de las larvas de las fami-

Tabla 5. Díptera. Densidad y biomasa anual de los dípteros capturados en el encinar de la Castanya y en el hayedo de Santa Fe. Densidad en individuos m^{-2} (E.E. = error estándar). Biomasa emergente en mg peso seco m^{-2} año $^{-1}$.

Familia	Encinar			Hayedo		
	Densidad	± E.E.	Biomasa	Densidad	± E.E.	Biomasa
Nematocera						
Mycetophilidae	38.6	8.2	18.25	3.7	1.8	0.56
Cecidomyiidae	292.8	40.8	11.61	223.2	78.5	8.87
Sciaridae						
Ceratopogonidae	13.2	9.3	2.08	0.5	—	0.11
Scatopsidae	0.0	—	0.00	15.2	8.6	2.28
Tipulidae	0.2	—	0.00	1.2	—	0.26
Chironomidae	37.0	10.8	2.73	5.7	?	0.23
Psychodidae	0.8	—	0.04	0.3	—	0.01
Bibionidae	4.4	3.1	33.82	22.5	—	395.12
Trichoceridae	0.2	—	0.09	0.0	—	0.00
Sciopidae	4.0	1.2	3.71	0.0	—	0.00
Heteropecidae	0.2	—	0.07	0.0	—	0.00
Varia	2.8	—	1.02	0.0	—	0.00
Brachicera & Cyclorrhapha						
Empididae	0.2	—	0.09	22.7	5.3	8.27
Dolichopodidae	0.0	—	0.00	0.7	—	0.18
Muscidae	4.2	0.7	14.50	10.0	1.5	17.55
Phoridae	25.6	7.1	6.12	13.8	3.0	2.24
Pipunculidae	0.8	—	0.22	0.8	—	0.33
Rhagionidae	0.0	—	0.0	0.0	—	0.00
Chloropidae	0.0	—	0.00	0.5	—	0.01
Asilidae	0.0	—	0.00	0.3	—	3.02
Varia	1.2	—	1.86	0.7	—	0.08
Total	667.2		133.57	420.2		443.44
sin Bibionidae	662.8		99.74	367.7		48.32

lias de dípteros están mal conocidas y en algunos casos no presentan una pauta única, (Mollon 1982, 1983). Aún así, se puede considerar que la mayor parte son saprófagos o micetófagos en su fase larvaria (75 %) y un 5 % son parásitos. Los primeros son en su mayoría dípteros y los segundos himenópteros.

La producción por hectárea y año está calculada para un suelo forestal desprovisto de árboles, y no para el conjunto del bosque. Sin embargo, la corrección debida al porcentaje de la superficie del suelo ocupada por las bases de los troncos es despreciable (Tabla 1).

Tabla 6. Hymenoptera. Densidad y biomasa anual de los himenópteros capturados en el encinar de la Castanya y en el hayedo de Santa Fe. Densidad en individuos m^{-2} (E.E. = error estándar). Biomasa emergente en mg peso seco m^{-2} año $^{-1}$.

Familia	Encinar			Hayedo		
	Densidad	\pm E.E.	Biomasa	Densidad	\pm E.E.	Biomasa
Proctotrupoidea	17.6	5.6	0.86	25.0	3.2	1.68
Chalcidoidea	27.2	5.3	1.85	4.7	1.0	0.97
Cynipoidea	11.4	5.6	1.47	4.7	1.0	0.36
Braconidae	7.0	1.5	1.21	4.8	1.6	0.41
Ichneumonidae	3	1.4	0.81	1.7	0.8	0.74
Formicidae	17.4	-	9.85	0.3	-	0.07
Tenthredinidae	0.2	-	4.94	0.2	-	4.39
Argidae	0.0	-	0.00	0.3	-	6.55
Varia	2.2	-	0.18	0.7	-	2.03
Total	86.0		21.21	42.3		17.26

Tabla 7. Coleoptera. Densidad y biomasa anual de los artrópodos capturados en el encinar de la Castanya y en el hayedo de Santa Fe. Densidad en individuos m^{-2} (E.E. = error estándar). Biomasa emergente en mg peso seco m^{-2} año $^{-1}$.

Familia	Encinar			Hayedo		
	Densidad	\pm E.E.	Biomasa	Densidad	\pm E.E.	Biomasa
Carabidae	0.0	-	0.00	2.2	0.6	69.68
Scydmaenidae	0.0	-	0.00	0.2	-	0.01
Sthphylinidae	1.4	0.4	0.50	5.3	1.3	15.78
Catopidae	0.2	-	0.07	0.0	-	0.00
Elateridae	4.6	1.4	14.96	0.3	-	5.64
Lampyridae	0.0	-	0.00	0.2	-	1.52
Cantharidae	1.8	-	0.81	4.3	1.7	1.84
Cryptophagidae	0.0	-	0.00	0.2	-	0.02
Coccinellidae	0.0	-	0.00	0.2	-	2.01
Lathriidae	0.6	-	0.03	0.3	-	0.01
Mordellidae	0.2	-	0.09	0.0	-	0.00
Cerambycidae	0.2	-	0.20	0.0	-	0.00
Scolytidae	0.2	-	0.09	0.3	-	0.09
Curculionidae	8.8	2.2	17.64	23.5	5.5	44.73
Liodidae	0.4	-	0.01	5.2	4.2	0.82
Varia	0.4	-	0.18	0.0	-	0.00
Total	18.8		346.14	42.3		142.20

Fenología de emergencia

La emergencia de los artrópodos, en su mayor parte insectos adultos, es muy irregular en su ritmo anual. En las dos parcelas muestreadas es máxima entre mayo y septiembre y prácticamente nula durante el período hibernal (Fig. 3).

En el encinar, la densidad presenta dos máximos, uno de mayo a junio y otro a finales de agosto. En el hayedo, la tasa de emergencia (individuos/trampa/día) inicia una pauta ascendente dos meses más tarde que en el encinar, en junio, y alcanza su valor máximo en el mes de agosto. A partir de este mes el ritmo temporal de emergencias sigue en los dos bosques pautas semejantes, y desciende progresivamente hasta el mes de noviembre.

Las diferencias entre los dos bosques se centran en el ritmo de emergencias primaverales. En el encinar la densidad de los meses de mayo y junio es semejante a la observada en el mes de agosto (su máxima). Por contra, en el hayedo, el número de adultos emergentes en los meses de mayo y junio es muy discreto (próximo a 5 individuos/m²/día) y los valores altos de densidad sólo se observan en la última quincena de julio y en el mes de agosto. En el encinar durante los meses de mayo y junio se recolecta el 43 % de los artrópodos y en el mes de agosto el 26 %. En el hayedo, en los meses de julio y agosto se capturan el 56 % de los individuos censados.

La tasa de biomasa emergente (mg/m²/día) sigue también una distribución irregular a lo largo del año con valores casi nulos en los meses de invierno (Fig. 4). En el hayedo, los valores más altos se observan entre finales de mayo y primeros de septiembre (entre 2 y 4 mg/m²/día) y el máximo entre junio y julio (34 mg/m²/día); este pico tan marcado se debe al número y el tamaño de los bíbionidos que se capturaron en este único momento del ciclo anual en la trampa n.º 4. En el encinar los valores máximos se centran en los meses de primavera (mayo y junio) y otoño (septiembre, octubre y noviembre).

En las dos parcelas la evolución temporal de los aportes de biomasa no tienen una correlación directa con el ritmo estacional de la densidad emergente como consecuencia de la distinta importancia relativa que tienen la densidad y la biomasa de las poblaciones de dípteros e himenópteros. Aún así, las dos curvas presentan en cada bosque las mismas características: dos períodos de máximas en el encinar (primavera-otoño) y uno solo más amplio en el hayedo (verano), indicando una mayor influencia mediterránea en el encinar montaño y un atenuamiento de estas condiciones en el hayedo.

Finalmente, señalamos que el ciclo de emergencia no refleja necesariamente el ciclo de la producción secundaria, ya que en algunas familias de artrópodos la emergencia de los adultos es precedida por una fase ninfal que puede durar varios días o varios meses, y en estos casos existe un desfase entre el período de producción y el de emersión.

Discusión y conclusiones

El método de muestreo utilizado nos permite hacer una estimación de la producción de artrópodos forestales, esencialmente de los insectos voladores que

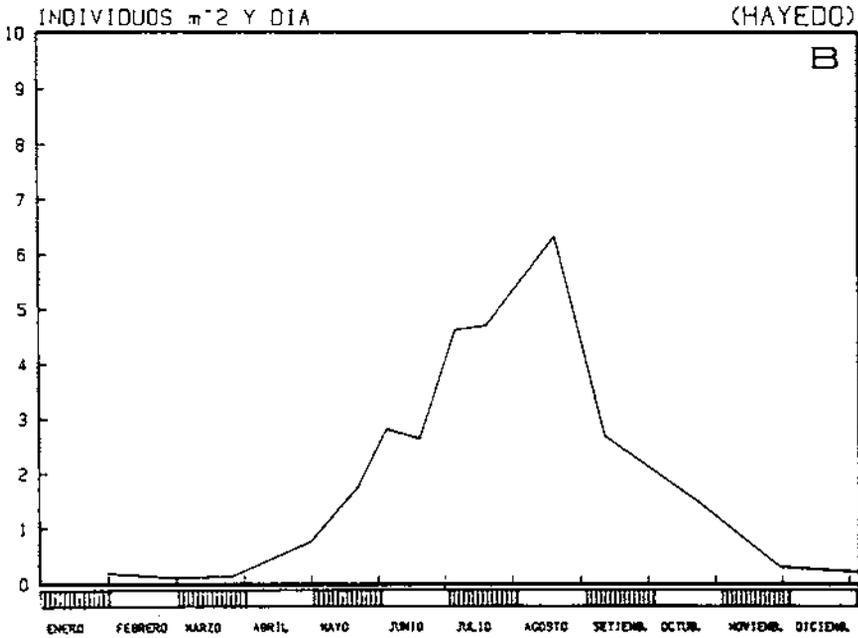
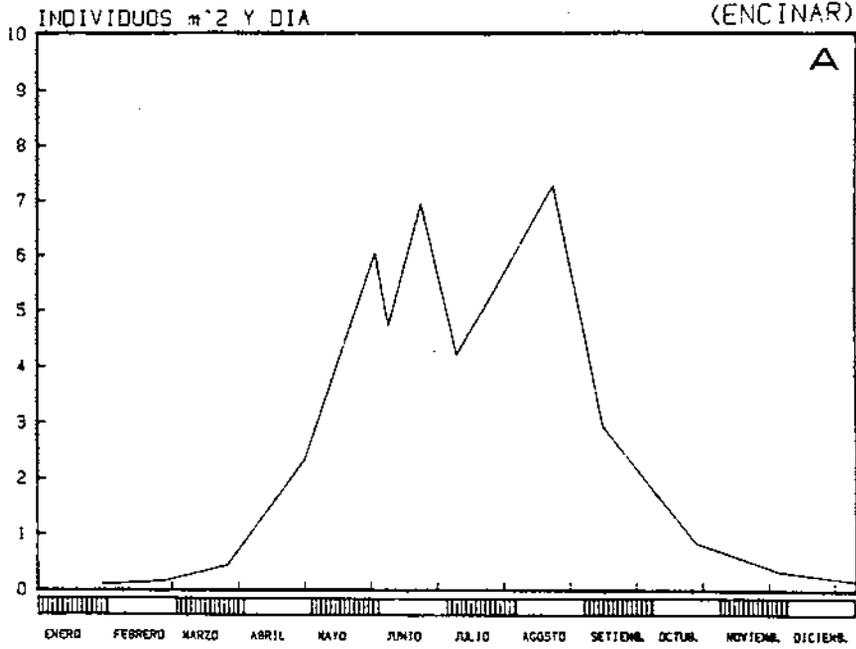


Figura 3. Distribución temporal del número de artrópodos capturados por m² y día en el encinar (A) y en el hayedo (B) del Montseny.

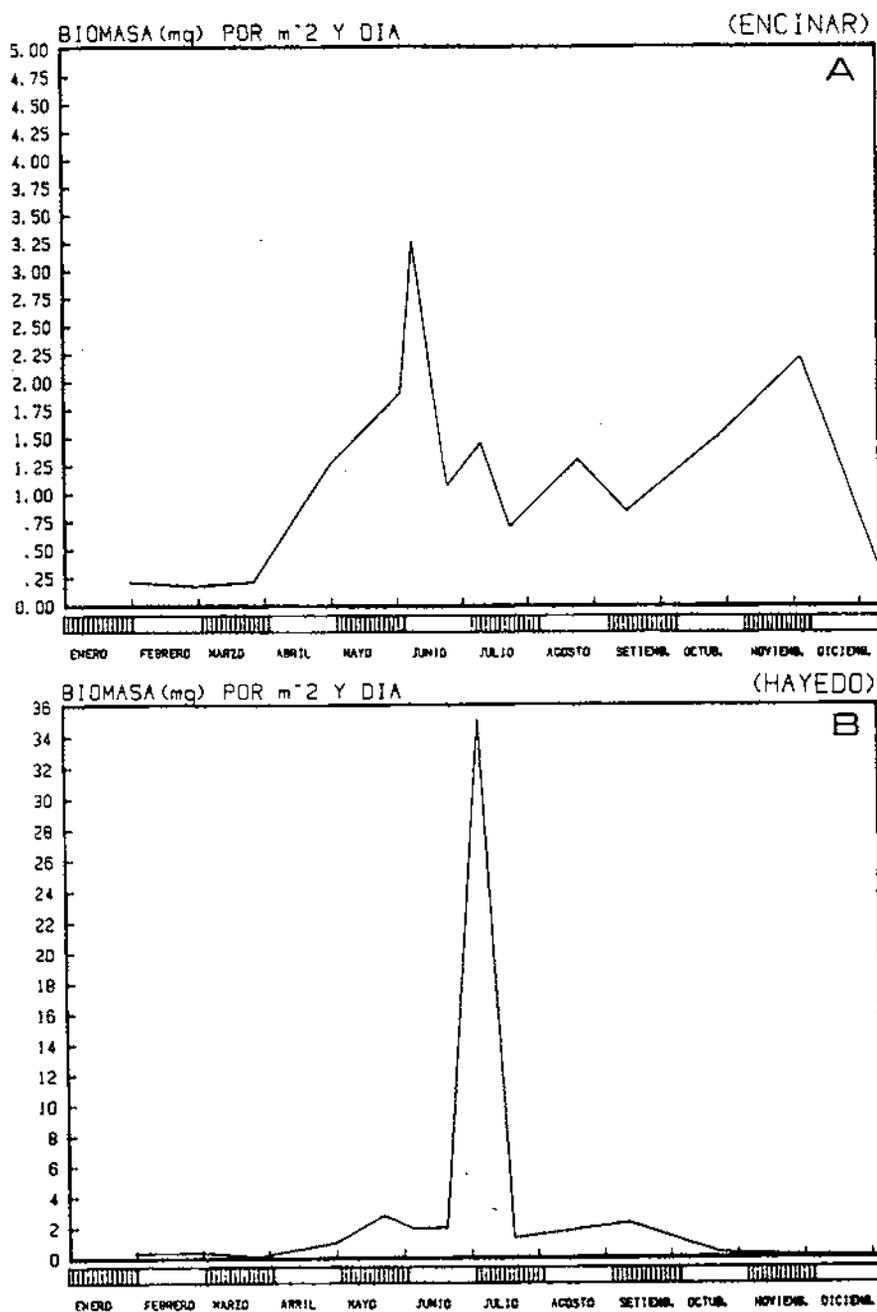


Figura 4. Distribución temporal de la biomasa (en mg de peso seco) de los artrópodos capturados por m² y día en el encinar (A) y el hayedo (B) del Montseny.

emergen del suelo del bosque, y por aproximaciones sucesivas una estimación de la fracción de producción primaria que consumen.

Para calcular el consumo de artrópodos emergentes capturados se ha considerado que todos los cecidómidos son micetófagos o saprófagos (obviamente que los hay depredadores, Mollon (1982)). Se ha atribuido un rendimiento ecológico de crecimiento (eficacia total de crecimiento) del 15 % para los artrópodos depredadores y parásitos, del 8 % para los consumidores primarios, y del 4 % para los saprófagos y micetófagos (Josens & Pasteels 1977). Se ha utilizado para calcular el equivalente energético de todos los artrópodos el coeficiente de transformación propuesto por Funke (1972) de 5500 cal/g, para los vegetales vivos, el de 4700 cal/g y para la fracción vegetal muerta el 4200 cal/g. (Golley 1961 citado en Petruszewicz & Macfadyen 1970). Por último, se ha supuesto que los depredadores y parásitos atacan a los fitófagos, saprófagos y micetófagos proporcionalmente a su abundancia relativa.

La producción anual de artrópodos se estima en 3.8 kg/ha/año en el encinar y en 7.2 kg/ha/año en el hayedo. La fracción de producción primaria que consumen estas poblaciones se estima en 288 kg/ha/año en el encinar y en 489 kg/ha/año en el hayedo. En el caso del hayedo, si no tenemos en cuenta la emergencia puntual de dípteros bibiónidos que registró la trampa n.º 4 en el mes de junio, la producción secundaria se estima en 3.3 kg/ha/año y el consumo en 286 kg/ha/año. La producción primaria consumida representa un 3 % de la producción aérea del encinar de la Castanya (según datos de Ferrés 1984) y entre 3.3 % y 5.2 % de la producción aérea del hayedo (Terradas 1984). Y si la referimos a las estimaciones del desfronde hechas por Verdú (1984), el consumo de los artrópodos representa el 5.5 % del peso seco del desfronde en la parcela de encinar, y entre 6.6 % y el 11.4 % en la parcela del hayedo.

El consumo de saprófagos y micetófagos representa en el encinar el 7.4 % de la biomasa de las hojas del desfronde y el 6.1 % en el hayedo. La tasa de pérdida anual de peso seco de las hojas se estima en un 32.2 % en el encinar y un 16.8 % en el hayedo (Verdú, 1984). El consumo de los saprófagos y micetófagos representa el 23 % de la pérdida de biomasa de las hojas del desfronde en el encinar y el 36.5 % en el hayedo.

La producción secundaria del hayedo del Montseny es menor que la estimada en los hayedos belgas de Mirwart (Josens & Pasteels 1977) y semejante a la del encinar de La Castanya si excluimos las emergencias de bibiónidos. No obstante, las mayores diferencias entre estos bosques se encuentran en su composición faunística y en su densidad emergente. En el hayedo del Montseny emergen sólo 6 millones de artrópodos/ha/año, mientras que en el encinar de la Castanya emergen 11 millones/ha/año; en los robledales belgas, entre 10 y 13 millones/ha/año (Krizelj & Verstraeten 1971) y en el hayedo de Mirwart 13 millones/ha/año.

En todos los bosques estudiados la densidad emergente de las poblaciones de dípteros es muy elevada y aunque su abundancia puede oscilar de unos

años a otros entre el 45 % y el 87 % (Krizelj & Verstraeten 1971), en una primera aproximación, nos permite diferenciar los distintos tipos de bosques: en los hayedos los dípteros representan el 75 % del total de artrópodos emergentes, en los robledales el 67 %, en los encinares el 60 %, en los pinares el 48 %, y en las plantaciones jóvenes de pinos el 27 % (Hunta et al. 1976, Krizelj & Verstraeten 1971, Josens & Pasteels 1977, Schaefer & Haas 1979, Winter et al. 1980, Mollon 1982, 1983).

También se observan diferencias en la importancia relativa de las familias de dípteros: en el hayedo de Santa Fe la familia dominante son los cecidómidos, en el hayedo de Mirwart son los micetofílidos, y en el encinar de la Castanya los cecidómidos y los esciáridos son condominantes. En el encinar del Montseny y en los robledales muestreados en el norte de Francia (Mollon 1983) los quironómidos son una familia numéricamente importante, mientras que en los hayedos de Mirwart y del Montseny son una de las familias con menor representación numérica.

Por otra parte, estas diferencias también se reflejan en otros grupos de insectos. Los psicópteros y los coleópteros latríhídidos son mucho más abundantes en el encinar de la Castanya que en el hayedo de Santa Fe. Los coleópteros curculiónidos son mucho más abundantes en los hayedos que en los robledales y encinares, debido a la importancia de las emergencias primaverales de *Rhynchaenus fagi* (Funke 1972, Nielsen 1978).

Evidentemente el número de trabajos desarrollados hasta la fecha, utilizando trampas de emergencia en sistemas terrestres, no nos permite llegar a conclusiones definitivas. Los resultados que ofrecemos se han de interpretar como meras aproximaciones o como hipótesis que se han de comprobar en posteriores investigaciones, más aún si tenemos en cuenta que éste es el primer encinar muestreado.

Agradecimientos

Al Departamento de Enseñanza de la Generalitat de Catalunya y a la Sección de Entomología del Museo de Zoología de Barcelona.

Bibliografía

- Ascaso, C. 1984. Trampas de emergencia. Notas sobre su utilización en el muestreo de poblaciones de artrópodos forestales. Actas del II Congreso ibérico de Entomología. Lisboa.
- Ascaso, C. 1986. Análisis cuantitativo de poblaciones a partir de muestreos indirectos: Aplicación a comunidades de artrópodos en dos bosques del Montseny. Tesis doctoral. Departament d'Ecologia. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Ascaso, C. & Barrientos, A. 1986. Araneae: Comparación de los resultados anuales de dos métodos de muestreo indirecto. Actas del X Congreso Internacional de Aracnología. 1:169-175. Jaca.

- Funke, W. 1971. Food energy turnover of leaf-eating insects and their influence on primary production. In: H. Ellenberg (ed.) *Integrated Experimental Ecology*. Springer-Verlag. Berlín. pp. 81-93.
- Funke, W. 1972. Energieumsatz von tierpopulationen in Land Ökosystemen. *Verhandl. Deutschen. Zool. Gesell* 65:96-105.
- Ferrés, L. 1984. Biomasa, producció i mineralomasas del encinar montano de la Castanya (Montseny). Tesis doctoral. Departament d'Ecologia. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Huhta, V. et al. 1976. Effect of silvicultural practices upon arthropod, annelid and nematode populations in coniferous forest soil. *Ann. Zool. Fenn.* 4:87-143.
- Josens, G. & Pasteels, J.M. 1977. Productions secondaires estimées par pièges d'émergence dans un hêtraie à Mirwart (Ardennes Belges). In: P. Duvigneaud & R. Kestemont (eds.). *Productivité biologique en Belgique*. Duchlot. Paris-Gembloux.
- Krizelj, S. & Verstraeten, Ch. 1971. Recherches sur l'écosystème forêt. Étude de l'entomofaune circulante. *Bull. Inst. Roy. Sci. Nat. Belg.* 47:1-37.
- Mollon, A. 1982. Étude d'un écosystème forestier mixte. VII. Composition et phénologie du peuplement des diptères a larves édaphiques. *Rev. Écol. Biol. Sol*, 19:289-306.
- Mollon, A. 1983. Investigation in a mixed forest ecosystem. IX. Edaphic Diptera. Temporal structure of the larvae community. *Rev. Écol. Biol. Sol* 20:367-306.
- Nielsen, B. 1978. Above ground resources and herbivory in a beech forest ecosystem. *Oikos* 13:272-279.
- Petrusewicz, K. & Macfadyen, A. 1970. *Productivity of terrestrial animals. Principles and methods*. Blackwell. Oxford.
- Rodà, F. 1983. Biogeoquímica de les aigües de pluja i de drenatge en alguns ecosistemes forestals del Montseny. Tesis doctoral. Departament d'Ecologia. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Schaefer, M. & Haas, L. 1979. Untersuchungen zum Einflub der Mahd auf die Arthropodenfauna einer Bergwiese. *Drosera* 1:17-40.
- Southwood, T.R.E. 1978. *Ecological Methods*. Chapman and Hall. London.
- Terradas, J. & Escarré, A. (dir.) 1983. Ciclos de nutrientes en ecosistemas terrestres (bosques) estudiados en cuencas de pequeña extensión. Memoria final del proyecto de investigación cooperativa 0370, 1979-1983, 4 vols. Bellaterra (Barcelona).
- Terradas, J. (ed.) 1984. *Introducció a l'ecologia del faig al Montseny*. Servei de Parcs Naturals. Diputació de Barcelona (Barcelona).
- Verdú, A.M.C. 1984. Circulació de nutrients en ecosistemes forestals del Montseny: caiguda de virosta i descomposició de la fullaraca. Tesis doctoral. Departament d'Ecologia. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Winter, K., Schayermann, J. & Schaeffer, M. 1980. Succession of arthropod in burned Scots pine forest. 1. Methods and general survey. *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 99:324-340.

Manuscrito recibido en mayo de 1987.