

ECOLOGÍA DE LOS COLÉMBOLOS (COLLEMBOLA, INSECTA) EDÁFICOS DEL ENCINAR MONTANO DEL MONTSENY (BARCELONA)

E. MATEOS

Mateos, E., 1988. Ecología de los colémbolos (Collembola, Insecta) edáficos del encinar montano del Montseny (Barcelona). *Misc. Zool.*, 12: 97-107.

Ecology of soil springtails (Collembola, Insecta) from the holm-oak wood of the Montseny mountains (Barcelona, Spain).— There are three large lithological areas in the holm-oak wood of Montseny, with soils that differ in the thickness of the organic horizons and in the pH of the humus. In these soils, diversity and richness on Collembolan species are high, mainly on the areas in which the fermentation layer of the edafic profile is well developed. The following species have been found among others: *Cerutophysella denticulata*, *Folsomia manolachei*, *Isotoma notabilis*, *Entomobrya nivalis*, *Lepidocyrtus lanuginosus* and *Sphaeridia pumilis*; there is additionally a high number of species with low dominance and three endemic ones. The kind of substratum and the depth of soil profile greatly influence the distribution of species and thus each horizon of the three types of soil shows a characteristic population composition.

Key words: Soil Collembola, Spatial distribution, Montseny, Spain.

(Rebut: 8 III 88)

Eduardo M. Mateos Frías, Dept. de Biología Animal (Zoología, Artrópodos), Fac. de Biología, Univ. de Barcelona, Diagonal 645, 09028 Barcelona, Espanya.

INTRODUCCIÓN

Los colémbolos representan una fracción cualitativa y cuantitativamente muy importante de la fauna edáfica. Dado el elevado grado de dependencia que presentan con respecto al tipo de suelo (PONGE, 1980), la composición de la microflora y el modo de descomposición de la hojarasca (PONGE & PRAT, 1982), están considerados como indicadores de diversos factores pedológicos.

Existen actualmente varios trabajos sobre colémbolos edáficos forestales en los que se relacionan directamente las comunidades de estos organismos con el tipo de humus (PONGE, 1983; PONGE & PRAT, 1982; POURSIN & PONGE, 1984), llegándose a establecer especies indicadoras de los diversos modos de humificación del material orgánico. Por tanto, el conocimiento exacto de las poblaciones de colémbolos edáficos es de gran ayuda en la

comprensión y tipificación de los diversos fenómenos que tienen lugar en el suelo.

En la Península Ibérica se han realizado diversos estudios de comunidades de colémbolos relacionándolos con biotopos determinados (ACON 1974a, 1974b; ACON & SIMON, 1979; ARBEA & JORDANA, 1985a, 1985b, 1987, 1988; ARDANAZ & JORDANA, 1986; JORDANA et al., 1987; LUCIAÑEZ SÁNCHEZ & SIMÓN BENITO 1988; POZO, 1982; POZO & MARTÍNEZ, 1983; SELGA, 1964, 1988; SELGA et al., 1977; SIMÓN, 1974; SIMÓN BENITO & POZO MARTÍNEZ, 1988; VILLANUEVA & JORDANA, 1988), pero quedan aún muchas zonas en las que se desconoce por completo el poblamiento colembológico.

El presente trabajo tiene dos objetivos básicos. Por un lado, contribuir al conocimiento de la fauna colembológica en nuestro país, y por otro determinar las relaciones entre estos organismos y el medio edáfico en el que habitan.

MATERIAL Y MÉTODOS

1. La zona de estudio y descripción del muestreo

El Montseny está situado en la parte septentrional de la Cordillera Prelitoral catalana, entre las provincias de Barcelona y Gerona y las comarcas de La Selva, Osona y el Vallès. La mayor parte del macizo está constituida por materiales silíceos, areniscas y arcillas triásicas. A grandes rasgos, en la región central se sitúan materiales paleozoicos de naturaleza pizarrosa que limitan, por un lado, con la zona oriental en la que se localiza una intrusión granítica causante de un metamorfismo de contacto bastante acusado, y por otro con la región occidental en la que predominan los materiales calcáreos pleocénicos y eocénicos.

En el macizo se distinguen tres círculos de vegetación dispuestos a altitudes progresivamente crecientes (BOLÒS I CAPDEVILA, 1983): mediterráneo (bajo Montseny), euro-siberiano (Montseny medio) y boreoalpino (alto Montseny). Este estudio se centra en el primero de ellos, y concretamente en el piso del encinar montano (*Quercetum mediterraneo montanum*), que constituye la comunidad más amplia del mismo. Esta asociación vegetal tiene como especie característica la encina (*Quercus ilex ilex*), que forma una población extensa y compacta, y abundan además el helecho *Pteridium aquilinum* y varias especies acidófilas como *Teucrium scorodonia*, *Veronica officinalis* y *Deschampsia flexuosa*.

El muestreo para la extracción de los colémbolos del suelo se realizó teniendo en cuenta la heterogeneidad de roca madre. De esta forma, se establecieron dos estaciones de muestreo en la región oeste del macizo (de naturaleza calcárea), dos en la región central

(de naturaleza pizarrosa) y otras dos en la región este (de naturaleza granítica).

Entre los meses de mayo y julio de 1984 se realizaron en cada estación dos series de muestreos, cada una constituida por tres muestras de terreno en tres niveles distintos de profundidad en un mismo perfil de suelo (volumen de muestra de 500 cc). Los niveles de profundidad escogidos corresponden a los horizontes orgánicos del perfil: nivel L (hojarasca superficial), nivel F (hojarasca degradada en distintos grados de descomposición = mantillo) y nivel H (humus).

Los perfiles realizados en cada una de las tres regiones litológicas se diferencian entre sí por el diferente desarrollo del nivel F y el pH medido en el nivel H. En la tabla 1 se muestran los valores de pH tomados con agua mediante electrodo de vidrio. En la zona pizarrosa el mantillo está muy reducido ya que se produce una transformación muy rápida de la materia orgánica que se incorpora a los horizontes minerales (HERETER, 1986). En los perfiles sobre granito el nivel F, si bien está siempre presente, es de un espesor muy poco desarrollado. En terreno calcáreo el nivel F está más desarrollado, constituyendo un paquete compacto y fácilmente separable de los demás horizontes orgánicos.

Se tomaron un total de 36 muestras de terreno, que fueron agrupadas en nueve muestras compuestas (tabla 1). La extracción de los colémbolos se realizó en el laboratorio mediante la técnica de Berlese.

Tabla 1. Diagrama del muestreo.
Diagram of the samples.

	nivel L	nivel F	nivel H	pH
Terreno de pizarra (P)	PL	PF	PH	4,7
Terreno de granito (G)	GL	GF	GH	5,0
Terreno de calcárea (C)	CL	CF	CH	6,3

Tabla 2. Resumen general de muestreo: SUM. Número total de individuos de cada especie; DO. Dominancia de cada especie; FR. Frecuencia de cada especie; ind. Número de individuos; sp. Número de especies; H. Diversidad ($H = -\sum P_i \times \log_2 P_i$). Abreviaciones de especies como en el apartado de resultados).

General abstract of the sampling: SUM. Total number of specimens of every species; DO. Dominance of every species; FR. Frequency of every species; ind. Number of specimens; sp. Number of species; H. Diversity. (For abbreviations see Results).

Especies	PL	PF	PH	GL	GF	GH	CL	CF	CH	Totales			
										SUM	DO	FR	
Hbo					10	1					11	0,26	22
Cen	9	8	7		22	9	15	137	67		274	6,51	88
Tpe					1						1	0,02	11
Xsc				2	2			1			5	0,12	33
Xma				1	3			1			5	0,12	33
Xgr					8						8	0,19	11
Xbn				13	13						26	0,62	22
Xsp				16	21		25	27	4		123	2,92	55
Wan									2		2	0,04	11
Win						3					3	0,10	11
Mdu					1						1	0,02	11
Ova									1		1	0,02	11
Xar					2	1					3	0,10	22
Ffa									2		2	0,04	11
Ppa	2				50	9		7			68	1,61	44
Pbo					18						18	0,42	11
Pse		1									1	0,02	11
Bau	2				6			2	13		23	0,54	44
Mgr								2	1		3	0,10	22
Ear			2								2	0,04	11
F... D...	5	5									10	0,23	22
D...	1										1	0,02	11
Far		12	33			1					46	1,09	33
Pqu					2			27	16		45	1,07	33
Pmo					53	32			14		99	2,35	33
Oin									5		5	0,12	11
Mkr						13	1	6	98		118	2,80	44
Mcr					1				1		2	0,04	22
Tde		6	2								8	0,19	22
Cza									1		1	0,02	11
Ara			1		35	39					75	1,78	33
Fma	35	20			447	21					523	12,42	44
Fpe	26	29	8		3	9					75	1,78	55
Imi		3	3		11	1		5	37		60	1,42	66
Cde					25						25	0,59	11
Pno		4			135	53	10	192	100		494	11,73	66
Eni	1	3	2	14	28	3	2	2	2		57	1,35	100
Oqu	12	1	1		5		2	4	1		26	0,61	77
Hma	16				1	1		37	35		90	2,14	55
Lla	106	20	6	1	141	18	290	717	188		1.468	34,88	100
Llu					1						1	0,02	11
Lmo	13							1			14	0,33	22
Lli	5							27	5		37	0,88	33
Pal					3	2		16	6		27	0,64	44
Psu	5	10	1		3	9		3	5		36	0,85	77
Mmi	2	7									9	0,21	22
Spu	149	106									255	6,06	22
Ael		1	11						1		13	0,31	33
Ate			3								3	0,10	11
Sre		1						1			2	0,04	22
Afu								1			1	0,02	11
Bsp	1		1								2	0,04	22
ind.	390	237	81	47	1.051	225	345	1246	605		4.208		
sp.	17	17	14	6	29	18	7	21	23		52		
H	2,67	2,86	2,89	1,99	3,02	3,32	0,94	2,14	3,06		3,57		

2. Técnicas de estudio

Para un análisis de conjunto, se utilizarán los índices de frecuencia y dominancia de las especies, y el valor de la diversidad (índice de Shanon-Weaver) de cada muestra compuesta.

Para analizar la distribución de las especies en función de la heterogeneidad de la zona de estudio, se planteó un modelo loglinear saturado de tres factores (E: especies, T: tipo de suelo, P: profundidad).

La interacción entre estos tres factores fue analizada con el programa P4F para análisis de tablas de contingencia (DIXON et al., 1983), del paquete estadístico BMDP (1983).

Antes de procesar los datos, sobre las 52 especies de colémbolos determinadas, se eliminaron las que presentaban una dominancia inferior al 0,1% (tabla 2). Quedaron 38 especies (e) para los tres tipos de sustrato (t) en tres profundidades diferentes (p); en consecuencia se obtuvo una tabla de contingencia con $38 \times 3 \times 3 = 342$ casillas.

Para agrupar a las distintas especies de acuerdo con su ubicación en los distintos terrenos (3 tipos) y profundidades (3 niveles), se utilizó el Análisis de Correspondencias (CUADRAS, 1985), programa CADCO realizado por el Dr. C. Cuadras del Dept. de Bioestadística de la Facultad de Biología de la Universidad de Barcelona. Este análisis, ya ha sido aplicado con éxito en otros estudios de poblaciones de colémbolos (BONNET et al., 1975; PONGE, 1973, 1983; PONGE & PRAT, 1982; POURSIN & PONGE, 1984).

RESULTADOS

1. Relación sistemática de las especies encontradas

Delante de cada especie se indica la abreviación que se utilizará en adelante en tablas y figuras.

S.O. Poduromorpha

Fam. Hypogastruridae

(Hbo) *Hypogastrura boldorii* sensu Gisin, 1961

(Cen) *Ceratophysella denticulata* Bagnall, 1941

(Tpe) *Triacanthella perfecta* Denis, 1926

(Xsc) *Xenylla schillei* Börner, 1903

(Xma) *Xenylla maritima* Tullberg, 1869

(Xgr) *Xenylla grisea* Axelson, 1900

(Xbm) *Xenylla brevisimilis mediterranea* Gama, 1964

(Xsp) *Xenylla* sp.

(Wan) *Willemia anophthalma* Börner, 1901

(Win) *Willemia intermedia* Mills, 1934

(Mdu) *Microgastrura duodecimoculata* Stach, 1922

Fam. Odontellidae

(Ova) *Odontella (Superodontella) vallvidrensis* Selga, 1966

(Xar) *Xenyllodes armatus* Axelson, 1903

Fam. Neanuridae

(Ffa) *Friesea fagei* (Denis, 1932)

(Ppa) *Pseudachorutes parvulus* Börner, 1901

(Pbo) *Pseudachorudina bougisi* Delamare, 1951

(Psc) *Pseudachorutella* sp.

(Bau) *Bilobella aurantiaca* Caroli, 1912

(Mgr) *Monobella grassei* (Denis, 1923)

(Ear) *Endonura arbasensis* Deharveng, 1979

(Dde) *Deutonura deficiens deficiens* Deharveng, 1979

(Dsi) *Deutonura similis* Deharveng, 1979

Fam. Onychiuridae

(Par) *Protaphorura armata* (Tullberg, 1869)

(Pqu) *Protaphorura quercetana* Mateos & Arbea, 1986

(Pmo) *Protaphorura montana* Mateos & Arbea, 1986

(Oin) *Onychiurus insubrius* Gisin, 1952

(Mkr) *Mesaphorura krausbaueri* Börner, 1901

(Mcr) *Mesaphorura critica* Ellis, 1976

S.O. Entomobryomorpha

Fam. Isotomidae

(Tde) *Tetracanthella delamarei* Cassagnau, 1953

(Cza) *Coloburella zangherii* (Denis, 1924)

(Ara) *Anurophorus racovitzai* Denis, 1932

(Fma) *Folsomia manolachei* –complejo específico– sensu Deharverg, 1982

(Fpe) *Folsomia penicula* Bagnall, 1939

(Imi) *Isotomiella minor* (Schäffer, 1896)

(Cde) *Cryptopygus delamarei* Poinsot, 1970

(Pno) *Isotoma (Parisotoma) notabilis* Schäffer, 1896

Fam. Entomobryidae

(Eni) *Entomobrya nivalis* (Linnaeus, 1758)

(Oqu) *Orchesella quinquefasciata* (Bourlet, 1843)

(Hma) *Heteromurus major* (Monniez, 1889)

(Lla) *Lepidocyrtus lanuginosus* (Gmelin, 1788)

(Llu) *Lepidocyrtus lusitanicus* Gama, 1964

(Lmo) *Lepidocyrtus montseniensis* Mateos, 1985

(Lli) *Lepidocyrtus lignorum* Fabricius, 1775

(Pal) *Pseudosinella alba* (Packard, 1873)

(Psu) *Pseudosinella* sp.

S.O. Neelipleona

Fam. Neelidae

(Mmi) *Megalothorax minimus* Willem, 1900

S.O. Symphypleona

Fam. Sminthurididae

(Spu) *Sphaeridia pumilis* (Krausbauer, 1898)

Fam. Arrhopalitidae

(Ael) *Arrhopalites elegans* Cassagnau & Delamare, 1953

(Ate) *Arrhopalites terricola* Gisin, 1958

Fam. Katiannidae

(Sre) *Sminthurinus reticulatus* Cassagnau, 1964

Fam. Sminthuridae

(Afu) *Allacma fusca* (Linnaeus, 1758)

Fam. Bourletiellidae

(Bsp) *Bourletiella* sp.

Todos los ejemplares recolectados de *Xenylla* sp. y el de *Bourletiella* sp. son juveniles, por lo que no ha sido posible su determinación a nivel específico.

Pseudachorutella sp. y *Pseudosinella* sp., presentan características que hacen pensar que puedan ser especies nuevas. La primera presenta grandes afinidades morfológicas con *Pseudachorutella asigillata* (Börner, 1901), pero se diferencia de ella por la presencia de un campo sensorial en el cuarto artejo antenal, y un mucrón de morfología diferente. *Pseudosinella* sp. se sitúa muy próxima a *P. illiciens* Gisin, 1967 de Italia (GISIN, 1967), pero se diferencia de ésta por poseer dos macrosedas metatorácicas en lugar de una.

3. Análisis de la frecuencia y dominancia de las especies de colémbolos

Se han recolectado un total de 4208 ejemplares, pertenecientes a 52 especies de colémbolos, que se reparten en los diferentes niveles de profundidad de cada uno de los tres tipos litológicos (tabla 2). En los suelos sobre granito y calcárea, la mayor cantidad de fauna se localiza en el nivel F, siendo el nivel L el que presenta una menor abundancia. En las muestras de pizarra la situación está invertida, y es en el nivel L donde se observa la mayor densidad de individuos, mientras que en el nivel H es donde se da el menor valor (fig. 1).

Con respecto al número de especies representadas en cada una de las muestras de cada tipo de suelo, ocurre algo similar a lo anterior. En los terrenos de granito y calcárea hay una tendencia a un aumento del número de especies con la profundidad, mientras que en suelos de pizarra la tendencia es a la inversa.

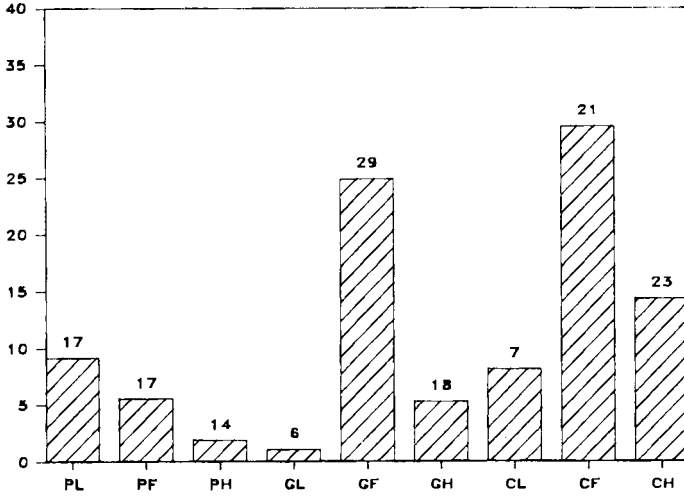


Fig. 1. Porcentaje de colémbolos presentes en cada nivel de profundidad de cada uno de los tres tipos litológicos. Los números sobre los dendrogramas indican el número de especies. Abreviaturas según tabla 1.

Percentage of spring-tails presents in every level of depth of each one of the three substratum types. The numbers above the dendrograms show the number of species. Abbreviations according to table 1.

Analizando las diversidades calculadas (tabla 2), observamos que los valores más bajos se dan en los horizontes L, expuestos de una forma más directa a las oscilaciones del medio aéreo, y donde las poblaciones son más pobres en número de individuos o de especies, y se manifiesta una mayor dominancia de unas pocas especies sobre las demás. En los horizontes H, más protegidos de las oscilaciones del medio exterior, es donde se obtienen los valores de diversidad más elevados.

A nivel general, *C. denticulata*, *L. lanuginosus* y *E. nivalis* destacan por su elevada fre-

cuencia en las agrupaciones de muestras realizadas. Las dos primeras pueden ser consideradas como fundamentales de la taxocenosis dada su elevada frecuencia y dominancia combinadas.

Otras especies que pueden considerarse como características del colectivo de muestras son *F. manolachei*, *I. notabilis* y *S. pumilis*. Las seis especies hasta ahora mencionadas, en conjunto, constituyeron el 73% del total de ejemplares recolectados.

Analizando las diferentes dominancias y su representatividad dentro de las familias (fig. 2), los mejor representados son en gene-

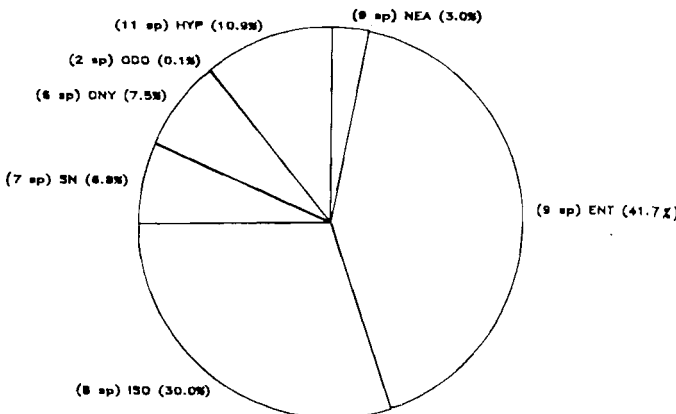


Fig. 2. Porcentaje sobre el total de individuos y número de especies de cada familia en el conjunto del área estudiada. HYP: Hypogastruridae. NEA: Neanuridae. ENT: Entomobryidae. ISO: Isotomidae. SN: Sumphyleona + Neelipleona. ONY: Onychiuridae. ODO: Odontellidae.

Percentage (of the number of specimens) and number of species of every family in the whole studied area.

ral los entomóbridos, seguidos por isotómidos e hipogastruridos. Estos últimos son los que presentan una mayor diversificación de especies, lo cual indica que aunque no representan un porcentaje muy elevado en cuanto a la fauna de colémbolos total, son un elemento cualitativamente muy importante en la taxocenosis de colémbolos. Lo mismo se puede decir para los neanúridos, que con una representación de nueve especies suponen tan sólo el 3% del total de colémbolos.

3. Efecto del tipo de sustrato y su profundidad en la distribución de cada una de las especies

Todos los efectos planteados en el modelo loglineal sobre la relación entre tipo de sustrato, profundidad, y especies halladas, son significativos (tabla 3): las frecuencias de las especies están afectadas así por el tipo de terreno, por la profundidad y por la interacción entre ambos factores.

Estas diferencias se ponen de manifiesto gráficamente utilizando el Análisis de Correspondencias. Los cuatro primeros ejes absorbieron el 82% de la variabilidad total (tabla 4). En el plano delimitado por los ejes 1 y 2 (fig. 3), las muestras se agrupan en función del tipo de sustrato al que pertenecen. Por tanto, podemos asociar la variable Terreno con estos dos ejes. Las especies situadas en los extremos de éstos, son las que contribuyen en mayor grado al establecimiento de las diferencias entre poblacionales en cada tipo de sustrato. De esta forma, se pueden establecer tres direcciones preferentes de distribución de la nube de puntos, representadas por tres vectores que parten del origen de coordenadas y apuntan hacia las especies situadas en los extremos de los ejes. Las especies próximas al origen de coordenadas son las más eurítopas para el conjunto del área de estudio, mientras que las más alejadas son características de cada uno de los tres tipos de terreno.

Tabla 3. Resultados del análisis de la tabla de contingencias que relaciona los factores especie (E), tipo de sustrato (T) y profundidad (P), mediante modelos loglineales. Las estimaciones de los diferentes efectos planteados en el modelo loglineal saturado, se realizan mediante los estadísticos Ji-cuadrado de Pearson (X^2) y de razón de probabilidad (G^2). g. d. l. Grados de libertad.

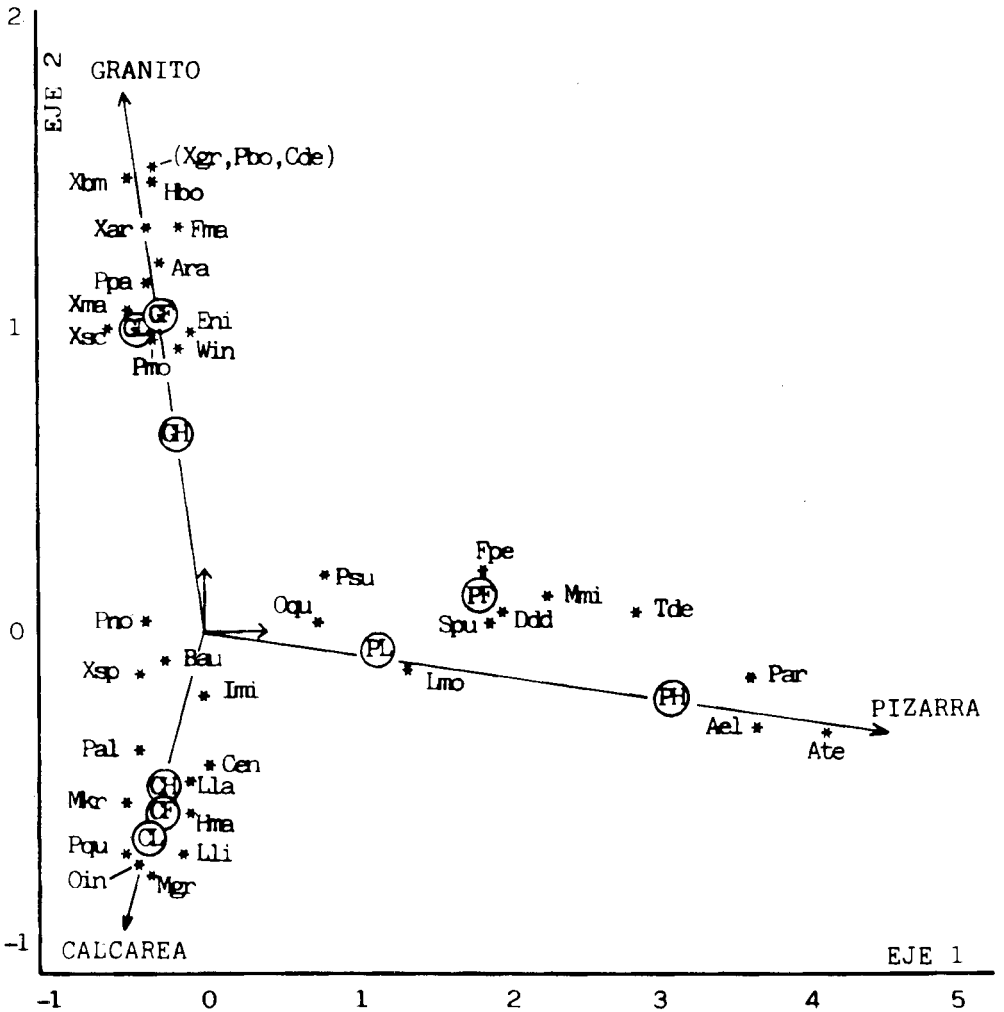
Results of the analysis of the contingency table which relates species (E), type of substratum (T) and depth (P), through loglineal models. The estimations of different effects created in the saturated loglineal model are made through the statistics Pearson Chi-Square (X^2) and Likelihood ratio Chi-Square (G^2). g. d. l. Degrees of freedom.

Modelo	g. d. l.	G^2	Prob.	X^2	Prob.
P	339	17.581,54	0,00	60.576,21	0,00
E	304	8.707,99	0,00	11.642,74	0,00
T	339	18.033,73	0,00	64.111,99	0,00
P,E	302	7.441,32	0,00	9.492,41	0,00
E,T	302	7.893,50	0,00	11.493,13	0,00
T,P	337	16.767,02	0,00	50.649,64	0,00
P,E,T	300	6.626,67	0,00	10.357,45	0,00
PE	168	5.773,70	0,00	5.298,81	0,00
PT	333	15.921,62	0,00	43.877,88	0,00
ET	144	3.730,75	0,00	3.316,98	0,00
P,ET	142	2.464,03	0,00	3.514,47	0,00
E,PT	296	5.781,38	0,00	9.263,07	0,00
T,PE	166	4.959,21	0,00	5.213,75	0,00
PE,PT	162	4.113,77	0,00	5.065,20	0,00
PT,ET	138	1.618,60	0,00	1.950,12	0,00
ET,PE	57	796,43	0,00	991,10	0,00
PE,PT,ET	53	254,52	0,00	326,34	0,00

Tabla 4. Resultados del Análisis de Correspondencias (programa CADCO). Se realizan pruebas Ji-cuadrado para la determinación del número de ejes significativos; todos los ejes son significativos, $p < 0,001$.

Results of Correspondence Analysis (CADCO program). Proofs of Chi-Square are made to determinate the number of significative axes; all axes are significative, $p < 0.001$.

	Ejes							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Valores propios	0,589	0,504	0,435	0,277	0,197	0,120	0,044	0,030
% Variabilidad	26,81	22,95	19,82	12,6	8,97	5,48	2,01	1,37
X ²	2.480,18	2.122,96	1.833,22	1.165,77	830,11	506,60	186,17	126,32
g.d.l.	44	42	40	38	36	34	32	30



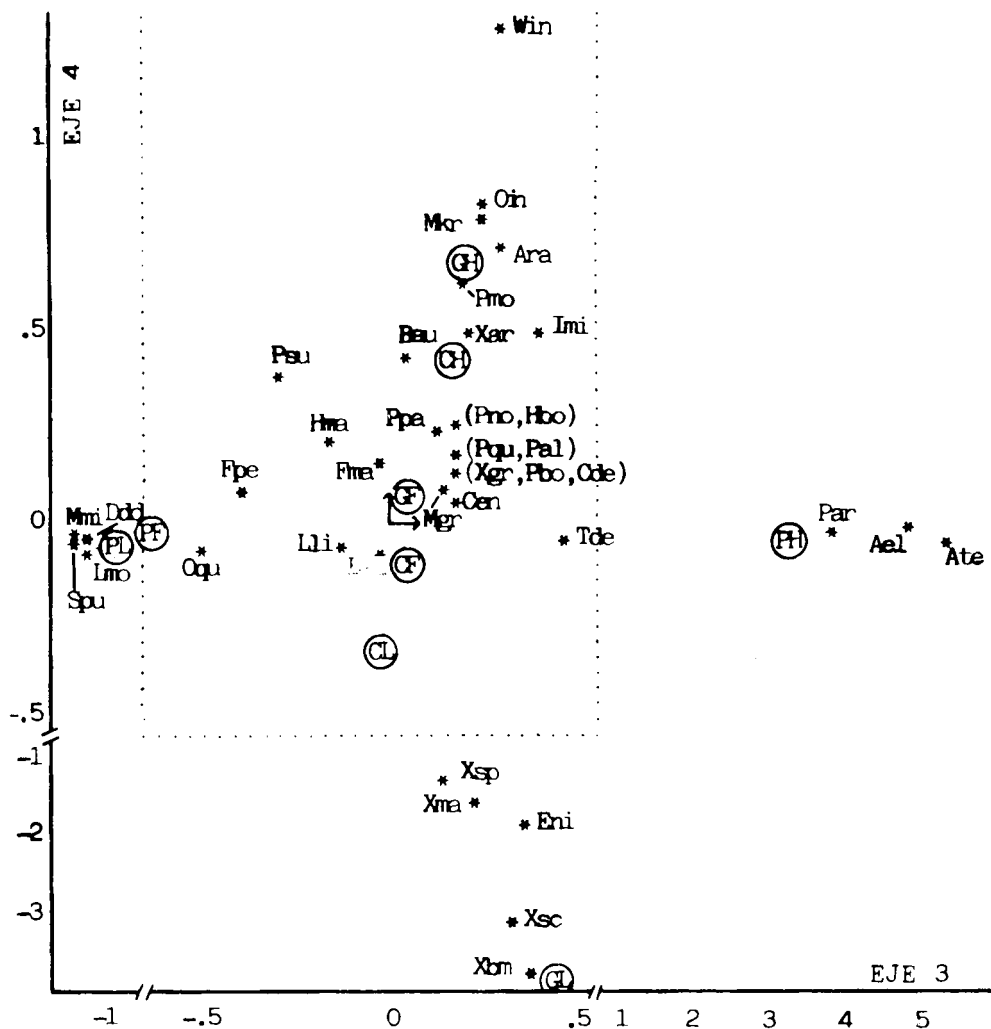


Fig. 4. Análisis de Correspondencias. Representación simultánea de muestras (círculos) y especies (asteriscos) según los ejes tercero y cuarto. Códigos de las muestras en tabla 1. Código de las especies al comienzo del apartado Resultados. Las marcas en los ejes señalan los puntos de cambio de escala. Las líneas punteadas de la gráfica separan zonas de escala distinta. Explicación en el texto.

Correspondence Analysis. Simultaneous representation of samples (circles) and species (asterisks) according to the two first axes. Codes of samples in table 1. Codes of species at the beginning of the results section. Marks in the axes show points of scale change. The pointed lines in the graph divides areas of different scale. Explanation in the text.

Fig. 3. Análisis de Correspondencias. Representación simultánea de muestras (círculos) y especies (asteriscos) según los dos primeros ejes. Códigos de las muestras en tabla 1. Código de las especies al comienzo del apartado Resultados. Explicación en el texto.

Correspondence Analysis. Simultaneous representation of samples (circles) and species (asterisks) according to the two first axes. Codes of samples in table 1. Codes of species at the beginning of the results section. Explanation in the text.

Los ejes 3 y 4 (fig. 4) distribuyen la nube de puntos en función del nivel de profundidad en cada sustrato, y por tanto estos ejes pueden asociarse a la variable Profundidad. El eje 3 diferencia claramente las especies humícolas (valores positivos) de las características de superficie (valores negativos) en terreno de pizarra, mientras que el eje 4 discierne entre especies humícolas y de superficie para los otros dos tipos de sustrato (valores positivos y negativos respectivamente).

En términos generales, las especies situadas en valores positivos de los ejes 3 y 4 son humícolas, mientras que las situadas en valores negativos son características de hojarasca. En los terrenos de pizarra y granito se establece una neta separación entre especies de superficie y especies humícolas, sin embargo en terreno calcáreo esta diferenciación no es tan clara y las poblaciones presentan una mayor homogeneidad en todo el perfil edáfico.

DISCUSIÓN

El número de especies de colémbolos de los suelos prospectados, es bastante elevado en comparación con el encontrado en otros biotopos (ver referencias en introducción). En la Península Ibérica, sólo en bosques de hayas de Navarra se da una riqueza en especies superior (ARBEA & JORDANA, 1985b).

La gran importancia de las especies *Lepidocyrtus lanuginosus*, *Isotoma notabilis* y *Folsomia* del grupo *manolachei*, aproxima la zona estudiada a otros biotopos forestales mediterráneos, como por ejemplo el bosque esclerófilo del macizo del Tibidabo (Barcelona) estudiado por SELGA (1964). Por otro lado, la presencia de tres especies endémicas del macizo: *Protaphorura quercetana*, *P. montana* y *Lepidocyrtus montseniensis* (MATEOS, 1985; MATEOS & ARBEA, 1986), confieren al Montseny un rasgo particular en su poblamiento colembológico.

Las tres regiones litológicas que abarca el encinar montano del Montseny, (calcárea, pizarrosa y granítica) están claramente diferenciadas en cuanto a su poblamiento colembológico.

El nivel de profundidad en el perfil edáfico es otro factor importante que influye en la distribución de las especies.

Si relacionamos los resultados obtenidos mediante el Análisis de Correspondencias con el pH medido en cada tipo de terreno (tabla 1), observamos una concordancia con los resultados obtenidos en Francia por otros autores en cuanto a especies calcícolas y acidófilas (PONGE, 1980, 1983; POURSIN & PONGE, 1984). Las especies situadas hacia los extremos de los vectores "PIZARRA" y "GRANITO" (fig. 3) son de carácter acidófilo, mientras que las situadas hacia el extremo del vector "CALCÁREA" son calcícolas. Debe señalarse, sin embargo, la discordancia de las especies *Mesaphorura krausbaueri* y *Lepidocyrtus lanuginosus*. Éstas, en el sur de París, presentan una cierta acidofilia, mientras que en el Montseny la primera es netamente calcícola y la segunda, si bien se presenta con mayor abundancia en terreno alcalino, está ampliamente representada en los tres tipos de sustrato.

BIBLIOGRAFÍA

- ACON, M., 1974a. Colémbolos de musgos corticícolas del Valle de Hecho, Pirineo aragonés. *Graellsia*, 30: 173-186.
- 1974b. Estudio de una comunidad zoedáfica de un prado de la Sierra de Gredos. *Graellsia*, 28: 147-175.
- ACON, M. & SIMON, J.C., 1979. Contribución al conocimiento de los colémbolos muscícolas de la Sierra de Gredos. *Graellsia*, 33: 247-259.
- ARBEA, J.I. & JORDANA, R., 1985a. Efecto de una repoblación con coníferas en un roderal de Navarra sobre colémbolos edáficos. *Actas II Congreso Ib. Ent.*, 2: 277-286.
- 1985b. Estudio ecológico de la colembofauna de los suelos del macizo de Quinto Real (Pirineos Occidentales) y descripción de dos especies nuevas: *Anurida flagellata* sp. n. y *Onychiurus subediniensis* sp. n. (Insecta, Collembola). *Bol. Est. Central Ecol.*, 14(28): 57-80.
- 1987. Efecto de la repoblación y explotación forestal en la zona norte de Navarra sobre las poblaciones de colémbolos edáficos. *Actas VIII Bienal Real Soc. Esp. Hist. Nat., Pamplona*: 507-515.
- 1988. Efecto de la repoblación con alerce (*Larix kaempferi*) en la zona norte de Navarra, sobre la estructura de las poblaciones de colémbolos edáficos.

- cos. *Actas del Congr. Biol. Amp. Pamplona*: 2:253-265.
- ARDANAZ, A. & JORDANA, R., 1986. Estudio ecológico sobre la fauna colembológica de las Peñas de Echauri, Navarra. (Insecta Collembola). I hayedo. II encinar. III prado-matorral. *Actas VIII Jorn. As. Esp. Ent. Sevilla*: 235-260.
- BOLOS I CAPDEVILA, O., 1983. *La vegetació del Montseny*. Diputació de Barcelona, Servei de Parcs Naturals. Barcelona.
- BONNET, L. & CASSAGNAU, P. & TRAVE, J., 1975. L'Écologie des Arthropodes muscicoles à la lumière de l'Analyse des Correspondances: Collemboles et Oribates du Sidobre (Tarn, France). *Oecologia (Berl.)*, 21: 359-373.
- CUADRAS, C.M., 1985. *Métodos de análisis multivariante*. Eunibar. Barcelona.
- DIXON & COL., 1983. BMDP Statistical Software, 1983 revised printing. University of California Press.
- GISIN, H., 1967. Espèces nouvelles et lignées évolutives de *Pseudosinella* endogés (Collembola). *Mem. Est. Mus. Zool. Univ. Coimbra*, 301: 1-26.
- HERETER, A., 1986. Estudi dels sòls sobre esquistos i pissarres del Massís del Montseny. *Bull. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 53(4): 59-67.
- JORDANA, R. & COL. 1987. Effect of reafforestation by conifers in natural biotopes of middle and South Navarra (Northern Spain). *Revue suisse Zool. Genève*, 94(3): 491-502.
- LUCIAÑEZ SÁNCHEZ, J.J. & SIMÓN BENITO, J.C., 1988. Estudio colembológico de un robleal y un pinar en la vertiente sur de la sierra de Gredos. *Eos, Madrid*, 64: 57-87.
- MATEOS, E., 1985. Descripción de *Lepidocyrtus montseniensis* n. sp. (Collembola, Entomobryidae). *Actas II Congr. Ib. Ent. Lisboa*, 1: 27-34.
- MATEOS, E. & ARBEA, J.I., 1986. Dos nuevas especies de *Protaphorura* del grupo *nemorata* (Collembola, Onychiuridae) del macizo del Montseny (Barcelona). *Actas VIII Jorn. A. E. E. Sevilla*: 281-290.
- PONGE, J.F., 1973. Application de l'Analyse Factorielle des Correspondances à l'étude des variations annuelles dans les populations de microarthropodes. *Bull. Ecol.*, (4): 319-327.
- 1980. Les biocénoses des Collemboles de la forêt de Sénart. *P. Pesson. ed., Actualités d'écologie forestière*: 151-176.
- 1983. Les Collemboles, indicateurs du type d'humus en milieu foestier. Résultats obtenus au Sud de Paris. *Acta Oecologica*, 4 (4): 359-374.
- PONGE, J.F. & PRAT, B., 1982. Les Collemboles, indicateurs du mode d'humification dans les peuplements résineux, feuillus et mélanges: Résultats obtenus en forêt d'Orléans (Loiret, France). *Rev. Ecol. Biol. Sol.*, 19(2): 237-250.
- POURSIN, J.M. & PONGE, J.F., 1984. Étude des peuplements de microarthropodes (Insectes Collemboles et Acariens Oribates) dans trois humus forestiers acides de la forêt d'Orléans (Loiret, France). *Pedobiologia*, 26: 403-414.
- POZO, J. DEL, 1982. Datos sobre la taxocenosis de colémbolos de un prado litoral. *Graellsia*, 37:139-156.
- POZO, J. DEL & MARTÍNEZ, J., 1983. Ecología de las poblaciones de colémbolos de un eucaliptal vizcaíno. *Actas I Congr. Ib. Ent. León*.
- SELGA, D., 1964. Estudio de los colémbolos de la España peninsular. Tesis Doctoral, Universidad de Barcelona.
- 1988. Comunitats de Col·lèmbols del Parc Nacional d'Aigües Tortes i Sant Maurici. *I. Jorn. Rec. Parc Nat. Aigües Tortes i Sant Maurici (comunicación)*: 1-16.
- SELGA, D., SIMÓN, J.C. & ACON, M., 1977. Variations et caractéristiques de la faune des microarthropodes terrestres de Sierra Nevada (Espagne). *Ecol. Bull. (Stockholm)*, 25: 109-121.
- SIMÓN, J.C., 1974. Estudio de los colémbolos muscícolas de un roquedo de la Sierra de Guadarrama. *Graellsia*, 27: 103-132.
- SIMÓN BENITO, J.C. & POZO MARTÍNEZ, J., 1988. Colémbolos de Cantabria. *Eos, Madrid*, 64: 203-215.
- VILLANUEVA, F. & JORDANA, R., 1988. Estudio de la fauna colembológica muscícola de cinco comunidades del género *Quercus* en Navarra (España). *Actas III Congr. Ib. Entom., Granada*: 597-606.