

**RELACIONES ENTRE LA MESOFAUNA EDAFICA  
DE CUATRO PARCELAS FORESTALES DEL MONCAYO  
CON LAS CARACTERISTICAS QUIMICAS DEL SUSTRATO**

**J. I. ARBEA\***  
**A. I. MORENO\***  
**J. PERALTA\*\***

\* Depto. de Zoología. Universidad de Navarra, Pamplona.  
\*\*Depto. de Edafología. Universidad de Navarra, 31080 Pamplona

**CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE LOS PROTUROS  
DEL MONCAYO (INSECTA: APTERYGOTA)**

J. I. ARBEA\*

\* Departamento de Zoología. Universidad de Navarra, Pamplona.

## CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE LOS PROTUROS DEL MONCAYO (INSECTA: APTERYGOTA)

J. I. ARBEA\*

### RESUMEN

Se han prospectado cuatro parcelas de la ladera norte del Moncayo representativas de los diferentes tipos de comunidades forestales presentes en esta zona.

Las poblaciones de Proturos edáficos son relativamente pobres, 510 individuos/m<sup>2</sup> en hayedo y 867 individuos/m<sup>2</sup> en rebollar (*Quercus pyrenaica*), y descienden notablemente en presencia de coníferas: están ausentes en pinar (*Pinus sylvestris*), mientras que en bosque mixto de hayas y pinos sólo se encuentran 51 individuos/m<sup>2</sup>.

Se han encontrado dos especies: *Acerella muscorum* (IONESCU, 1930) en hayedo y bosque mixto, y *Eosentomon* sp. grupo *transitorium* en rebollar. Se realizan observaciones sobre el hábitat, distribución vertical y abundancia de estas especies, así como sobre algunas características taxonómicas de las mismas.

### INTRODUCCION

La fauna de proturos de la Península Ibérica permanece prácticamente desconocida, estando la provincia de Zaragoza totalmente inexplorada en lo que a estos insectos apterigotas se refiere.

\* Departamento de Zoología. Universidad de Navarra, Pamplona.

Con el fin de iniciar el conocimiento de la fauna de microartrópodos del Macizo del Moncayo, durante la primavera de 1988 se han prospectado cuatro parcelas forestales representativas de la vegetación arbórea del parque natural de la Dehesa del Moncayo, perteneciente al Ayuntamiento de Tarazona (Zaragoza).

En este trabajo se recoge la fauna de proturos encontrada en los biótopos muestreados.

### ESTACIONES MUESTREADAS

- (1) Pinar de *Pinus sylvestris* a 1.480 m. de altitud.
- (2) Hayedo (*Fagus sylvatica*) a 1.300 m.
- (3) Bosque mixto de hayas y pinos a 1.165 m.
- (4) Rebollar (*Quercus pyrenaica*) a 1.085 m.

En cada uno de los biótopos se muestrearon tres capas superficiales del suelo: capa L, capa F+H, primeros centímetros del horizonte A1.

### NOTAS ECOLOGICAS

Se han encontrado 28 ejemplares pertenecientes a dos especies, lo cual supone unas densidades comprendidas entre 510 individuos/m<sup>2</sup> en el hayedo y 867 individuos/m<sup>2</sup> en el rebollar, que son relativamente bajas comparadas con las obtenidas en otros bosques europeos (NOSEK, 1975). En presencia de coníferas, las poblaciones de proturos disminuyen considerablemente, así están ausentes en el pinar y sólo aparecen 51 individuos/m<sup>2</sup> en el bosque mixto. Este hecho está de acuerdo con las observaciones de HAGVAR (1984), en el sentido de que las poblaciones de proturos son menores en las parcelas acidificadas.

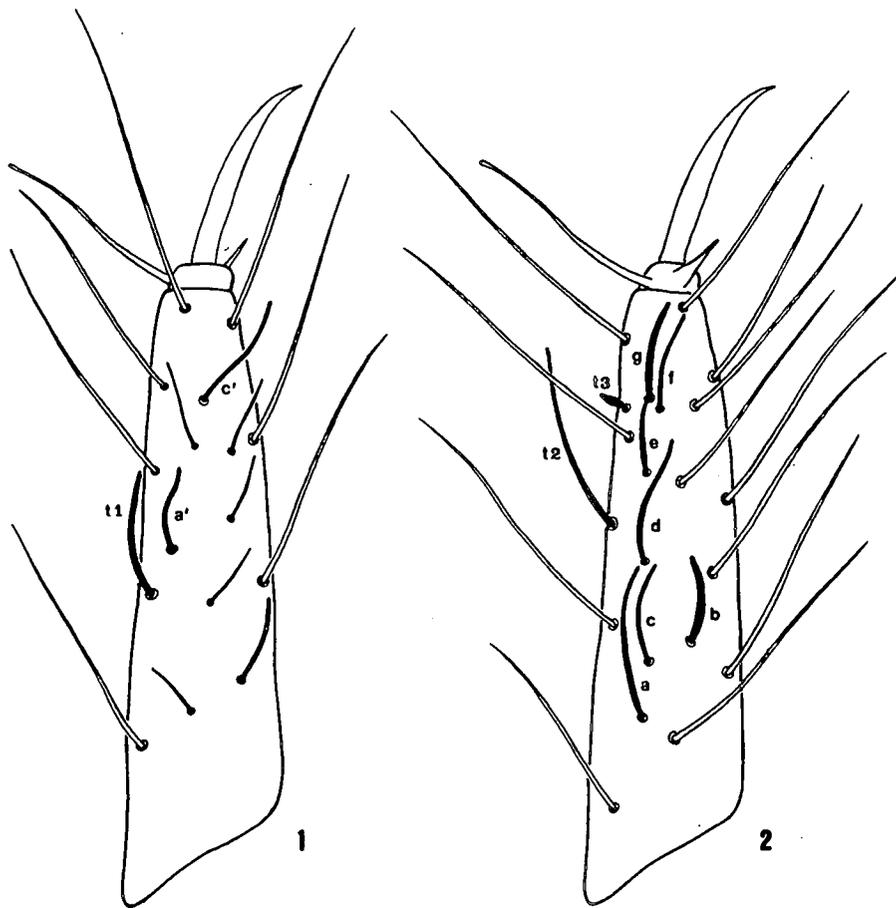
En todas las asociaciones, las poblaciones resultaron ser monoespecíficas. *Acerella muscorum* está presente en el hayedo y en el bosque mixto, mientras que *Eosentomon* sp. grupo *transitorium* se encuentra en el rebollar. En los tres biótopos, estas especies aparecen concentradas en las capas F+H y A1, estando ausentes en la hojarasca (capa L) debido a que los proturos viven fundamentalmente en los niveles ricos en materia orgánica y con pequeñas variaciones de temperatura y humedad, como son las capas de humus (NOSEK, 1975 y 1977). Por otro lado, en el humus (F+H) aparece una mayor proporción de adultos, mientras que en el horizonte A1 se encuentran más estadios larvarios.

## NOTAS TAXONOMICAS

### *Acerella muscorum* (Ionescu, 1930)

#### *Material estudiado*

Moncayo (Zaragoza), 17-5-1988: hayedo, humus, 2 hembras, 2 machos, 1 *Maturus* Junior; hayedo, suelo, 2 hembras, 1 *Maturus* Junior, 2 Larvas II; bosque mixto, humus, 1 macho.



Figuras 1-2. *Acerella muscorum* (IONESCU, 1930): 1) tarso anterior, cara interna; 2) tarso anterior, cara externa.

**TABLA 1**  
**QUETOTAXIA DE ACERELLA MUSCORUM (IONESCU, 1930)**

		LARVA I. Sedas Form. Primarias	LARVA II. Sedas Form. Secund.	MATURUS JUN. Sedas Form. Terciar.	IMAGO. Sedas Form. Compl.
DORSAL TORAX	I	4 1,2	4	4	4
	II-III	$\frac{2-2}{10}$ A2, M P1,2,3,4,5a	$\frac{2-4}{14}$ A3 P1a, 5	$\frac{2-6}{16}$ A4 P2a	$\frac{2-6}{16}$
ABD.	I	$\frac{0}{8}$ P1, 2, 3, 5	$\frac{0}{10}$ P4	4 A1, 2 $\frac{10}{10}$	$\frac{4}{10}$
	II-V	$\frac{0}{10}$ P1, 2, 3, 4, 5	$\frac{0}{10}$ P2a, 4a	8 A1, 2, 4, 5 $\frac{14}{14}$	$\frac{8}{14}$
	VI	$\frac{0}{10}$ P1, 2, 3, 4, 5	$\frac{0}{14}$ P2a, 4a	8 A1, 2, 4, 5 $\frac{16}{16}$	$\frac{8}{16}$
	VII	$\frac{0}{10}$ P1, 2, 3, 4, 5	$\frac{0}{16}$ P1a, 2a, 4a	4 $\frac{16}{16}$	4 $\frac{16}{16}$ (18) (P3a)
	VIII	$\frac{0}{12}$ P1, 1a, 2, 3, 3a, 5	$\frac{2}{14}$ A4 P2a,	$\frac{5(6)}{14}$ (A1), 5	$\frac{5(6)}{14}$
	IX	—	8 1, 3, 4, 5	8	12 2, 3a
	X	—	—	8 1, 2, 4, 5	8
	XI	—	—	6	6
XII	9	9	9	9	
VENTRAL TORAX	I	$\frac{2-2}{4}$ A1, M1 P1, 2	$\frac{2-2}{4}$	$\frac{4-4}{6}$ A2, M2 P3	$\frac{4-4}{6}$
	II	$\frac{5-0}{2}$ Ac, 2, 3 P1	$\frac{5-2}{2}$ M	$\frac{5-2}{4}$ P2	$\frac{5-2}{4}$
	III	$\frac{5-0}{2}$ Ac, 2, 3, P1	$\frac{5-2}{2}$ M	$\frac{7-2}{4}$ A4 P2	$\frac{7-2}{4}$

		LARVA I. Sedas Form. Primarias		LARVA II. Sedas Form. Secund.		MATURUS JUN. Sedas Form. Terciar.		IMAGO. Sedas Form. Compl.	
ABD.	I.	$\frac{0}{2}$	P1	$\frac{3}{2}$	Ac, 2	$\frac{3}{2}$		$\frac{3}{2}$	
	II-III	$\frac{1}{2}$	Ac P1	$\frac{1}{4}$	P2	$\frac{3}{4}$	A2	$\frac{3}{4}$	
	IV-VII	$\frac{1}{4}$	Ac P1, 2	$\frac{1}{6}$	P3	$\frac{3}{8}$	A2 P1a	$\frac{3}{8}$	
	VIII	2	2	4	3	4		4	
	IX	—		4	2, 3	4		4	
	X	—		—		4	2,3	4	
	XI	—		—		2	2	6	1,3
	XII	6		6		6		6	

### ***Taxonomía***

Longitud del cuerpo: 1.150-1.290  $\mu$  en hembras; 1.080-1.220  $\mu$  en machos; 810-1.080  $\mu$  en Maturi Juniores; 700-715  $\mu$  en Larvas II.

Tarso anterior según las figuras 1 y 2. Se observa una variabilidad quetotóxica a nivel de los terguitos abdominales VII-VIII, como ya señalan NOSEK (1973) y ALDABA (1985). De los siete ejemplares adultos examinados, tres carecen de seda p3a en abdominal VII, tres poseen este par de sedas, y un ejemplar presenta una sola seda p3a a un lado. El par de sedas A1 del abdominal VIII está presente en tres ejemplares, mientras que en los otros cuatro A1 es asimétrica. En la tabla I se da la quetotaxia de *Acerella muscorum*, indicándose la de la Larva II que no es recogida en el trabajo de ALDABA (1985).

### ***Distribución y ecología***

Especie europea. Vive en hábitats muy variados y está señalada como especie característica de diversas sinusias de proturos en bosques caducifolios (NOSEK, 1975 y 1977). En la Península Ibérica está citada en Guipuzcoa (ALDABA, 1985) y en Barcelona (NOSEK, 1973).

## **Eosentomon sp. grupo transitorium**

### **Material examinado**

Moncayo (Zaragoza), 17-5-1988: rebollar, humus, 1 hembra, 2 machos, 1 Larva I; rebollar, suelo, 1 hembra, 4 machos, 2 Maturi Juniores, 5 Larvas II, 1 Larva I.

### **Taxonomía**

Longitud del cuerpo: 950-1.110  $\mu$  en adultos; 920-950  $\mu$  en Maturi Juniores; 700-850  $\mu$  en Larvas II; 670-750  $\mu$  en Larvas I.

Quetotaxia dorsal del cuerpo representada en la figura 3. Tarso anterior según las figuras 4 y 5.

Los ejemplares encontrados, que probablemente constituyan una nueva especie, pertenecen al grupo *transitorium* de NOSEK (1973) por la forma de la armadura genital de la hembra, y al subgrupo *transitorium* sensu estricto de SZEPTYCKI (1986) por la quetotaxia dorsal.

Difiere de *E. transitorium* Berlese, 1908 por presentar la seda p1a desplazada posteriormente respecto a p2 en el terguito abdominal VIII, y porque en los tergitos torácicos II-III la seda p2a es larga, aproximadamente del mismo tamaño que la seda p3a. Por este último carácter se aproxima a *E. germanicum* Prell, 1912, *E. gamae* Aldaba, 1986 y *E. lusitanicum* Aldaba, 1986 pero se diferencia fácilmente de estas especies por la quetotaxia del terguito abdominal VII y de los esternitos abdominales IX-X.

## **BIBLIOGRAFIA**

ALDABA, J., 1985.- Contribución al conocimiento de la familia Acerentomidae (Protura: Insecta) del País Vasco. II. Géneros *Acerella* Berlese, *Acerentomon* Silvestri, *Gracilentulus* Tuxen y *Proacerella* Bernard. **Munibe (Ciencias Naturales)**, 37: 87-100.

ALDABA, J., 1986.- Descripción de dos nuevas especies del género *Eosentomon* Berlese (Protura: Insecta) de Portugal. **Actas VIII Jornadas AeE**: 203-212.

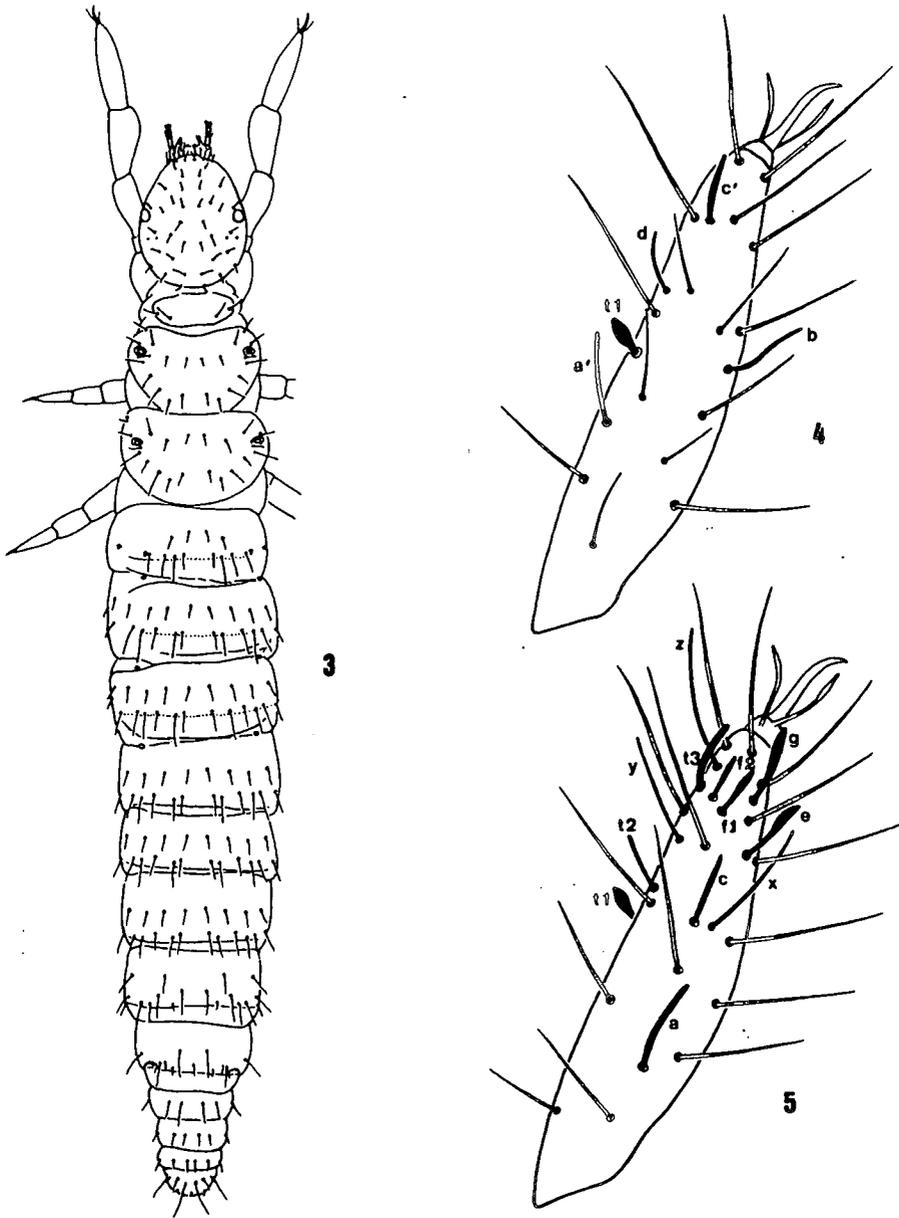
HAGVAR, S., 1984.- Effects of liming and artificial acid rain on Collembola and Protura in coniferous forest. **Pedobiología** 27: 341-354.

NOSEK, J., 1973.- **The European Protura**. Gêneve. Museum d'Histoire Naturelle. 346 pp.

NOSEK, J., 1975.- Niches of Protura in Biogeocoenoses. **Pedobiología**, 15: 290-298.

NOSEK, J., 1977.- Proturan synusies and niche separation in the soil. In: **Soil Organisms as Components of Ecosystems**. **Ecol. Bull.** (Stockholm), 25: 138-142.

SZEPTYCKI, A., 1986.- Polish Protura. IV *Eosentomon* «*transitorium*» group. **Polskie Pismo Ent.** Wroclaw, 54: 195-213.



Figuras 3-5. *Eosentomon* sp. grupo transitorium: 3) vista dorsal; 4) tarso anterior, cara interna; 5) tarso anterior, cara externa.

**MESOFAUNA EDAFICA  
DE CUATRO PARCELAS FORESTALES DEL MONCAYO**

A. I. MORENO\*  
J. I. ARBEA\*\*

\* Depto. de Zoología. Universidad de Navarra, Pamplona.

## MESOFAUNA EDAFICA DE CUATRO PARCELAS FORESTALES DEL MONCAYO

A. I. MORENO\*  
J. I. ARBEA\*

### RESUMEN

Durante la primavera de 1988 se han prospectado cuatro parcelas arboladas en la ladera norte del Moncayo, representativas de las comunidades forestales de la zona. En cada parcela se han recogido muestras superficiales, correspondientes a tres niveles diferentes de acuerdo con el grado de descomposición de la materia orgánica: L, F+H, A1.

Los grupos faunísticos (mesofauna) estudiados son ácaros (Cryptostigmata, Mesostigmata, Prostigmata, Endeostigmata y Astigmata), colémbolos (Hypogastruridae, Neanuridae, Onychiuridae, Isotomidae, Entomobryidae, Neelipleona y Symphyleona), y una serie de grupos que integran animales ocasionales o muy poco abundante como son Diplopoda, Chilopoda, Protura, Diplura e Insecta Pterygota.

Los resultados obtenidos fueron interpretados por medio de un análisis de componentes principales, que nos permiten distinguir las diferencias entre las formaciones vegetales muestreadas.

\* Depto. de Zoología. Universidad de Navarra, Pamplona.

## INTRODUCCION

El presente estudio supone una primera aproximación al conocimiento de la mesofauna edáfica del Moncayo, y queda enmarcado dentro de las investigaciones que el Departamento de Zoología de la Universidad de Navarra viene realizando durante los últimos años sobre fauna del suelo (ARBEA et al., 1987; JORDANA et al., 1987a).

El material tratado corresponde a un muestreo puntual realizado en el mes de mayo de 1988, sobre cuatro biótopos forestales representativos del parque natural de la Dehesa del Moncayo, perteneciente al Ayuntamiento de Tarazona (Zaragoza): repoblación de pino silvestre (*Pinus sylvestris* L.), hayedo (*Fagus sylvatica* L.), bosque mixto de pino silvestres y hayedo, y rebollar (*Quercus pyrenaica* Willd.).

El objetivo de este trabajo es conocer la estructura y funcionamiento de la mesofauna edáfica y determinar la posible existencia de relaciones entre las variables: biótopo, distribución vertical y grupo faunístico.

## DESCRIPCION DE LAS ESTACIONES

Se han elegido cuatro biótopos forestales bien constituidos y situados a diferentes altitudes en la ladera noreste del Moncayo. En la fig. 1 se representa la localización aproximada de las parcelas muestreadas, cuyas principales características se indican en la tabla I.

TABLA 1  
CARACTERISTICAS DE LAS PARCELAS MUESTREADAS

BIOTOPO	ALTURA	ESPESOR DE LAS CAPAS (cm.)		
		L	F + H	A1
PINUS SYLVESTRIS	1,480 m.	1,45	2,95	4,05
FAGUS SYLVATICA	1,300 m.	1,45	1,85	3,55
BOSQUE MIXTO	1,165 m.	1,95	3,35	4,55
QUERCUS PYRENAICA	1,085 m.	1,35	2,30	3,00

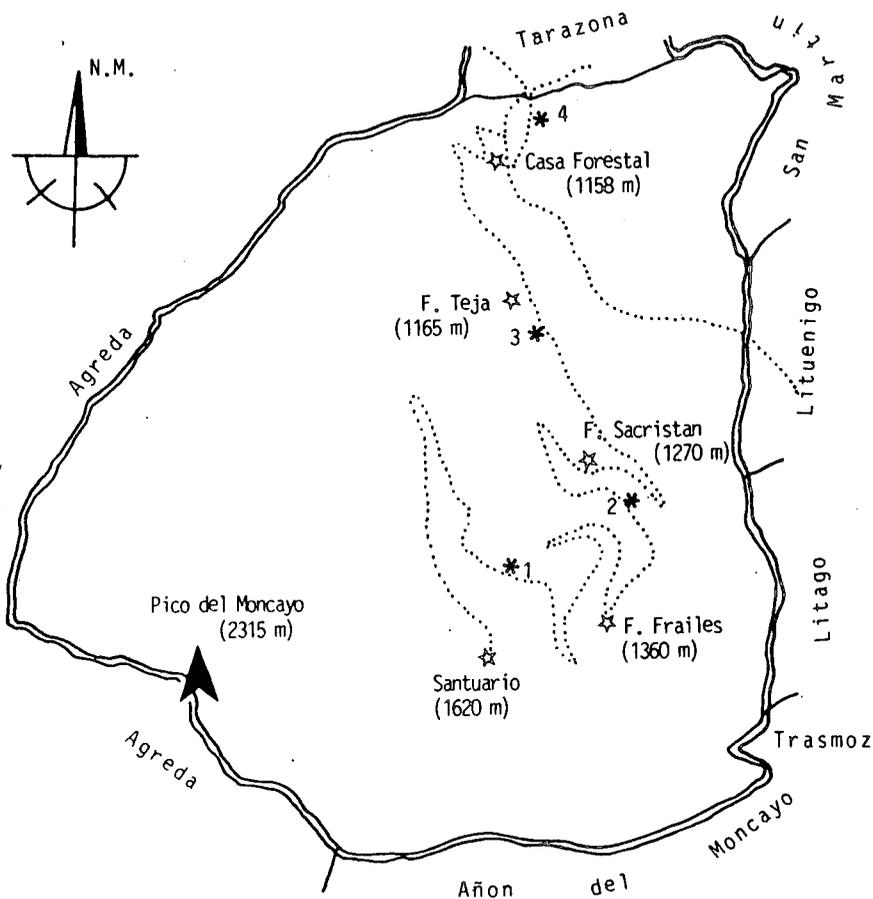


Figura 1. Parque Natural.

## MATERIAL Y METODOS

### Muestreo y extracción

En cada uno de los cuatro biótopos muestreados se han recogido tres muestras correspondientes a tres capas de los horizontes superficiales del suelo: capa L (hojarasca y materia orgánica sin descomponer), capa F+H (humus y materia orgánica descompuesta en mayor o menor grado) y primeros centímetros del horizonte A1. El espesor medio de cada una de estas capas se indica en la tabla I. Cada una de estas muestras estaba compuesta por 10 submuestras tomadas al azar con un cilindro de 5 cm.

de diámetro. Por lo tanto, la superficie muestreada es de aproximadamente 200 cm<sup>2</sup>, en cada biótomo.

A las doce muestras obtenidas de esta forma se les ha aplicado el método «Berlese-Tullgren» modificado en el Departamento de Zoología (JORNADA et al., 1987b) para la extracción de la mesofauna edáfica.

### Métodos estadísticos

Para determinar las diferencias existentes entre las parcelas estudiadas hemos realizado un análisis de componentes principales sobre los porcentajes de los distintos grupos de microartrópodos (ácaros y colémbolos) en cada una de las doce muestras. Siguiendo a MASSOT y CANCELA DA FONSECA (1986), utilizamos porcentajes en vez de número de individuos para relativizar las variaciones del número de ejemplares que pueden existir entre las diferentes muestras.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Composición faunística

**TABLA 2**  
**COMPOSICION FAUNISTICA DE LAS PARCELAS**

	PINAR			HAYEDO			B. MIXTO			REBOLLAR		
	L	FH	A1	L	FH	A1	L	FH	A1	L	FH	A1
Minapoda		2	2	5		6	6	1				2
Diplopoda			2	4			3	1				1
Chilopoda		2		1		6	3					1
Areneida	11	5					1	4		4	2	
Pseudoscorpiones		1										
Acari	630	824	220	255	617	271	1,348	1,489	155	279	534	338
Cryptostigmata	538	638	166	209	434	210	1,106	1,306	123	210	414	276
Mesostigmata	18	28	12	34	132	41	110	79	15	43	52	31
Prostigmata	74	158	42	9	51	20	127	103	14	19	65	25
Astigmata				3						7	1	1
Endeostigmata							5	1	3		2	5

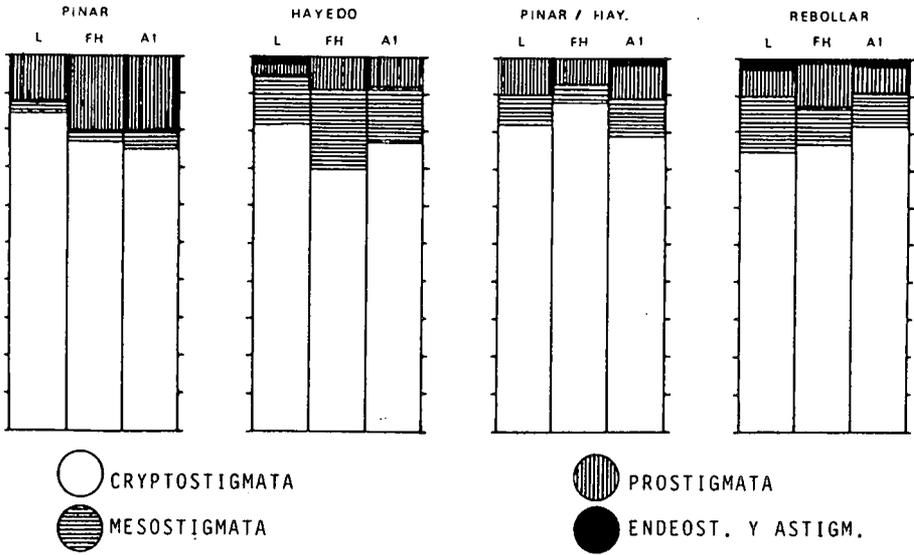
	PINAR			HAYEDO			B. MIXTO			REBOLLAR		
	L	FH	A1	L	FH	A1	L	FH	A1	L	FH	A1
Protura					5	5		1			4	13
Diplura		2	1	2	14		1	1			3	
Collembola	185	82	42	27	119	75	339	150	5	66	87	58
Hypogastruridae	147	45	25	8	4		3	9		4	4	2
Neanuridae			5		22	25	5	26	1	16	28	15
Onychiuridae		2	3		7	6	2	15	1	1	2	12
Isotomidae	20	28	8	17	83	44	303	96	2	9	30	26
Entomobryidae	11	6		2	3		26	4	1	26	17	2
Neelipleona	1	1	1							2	3	1
Symphyleona	6									8	3	
Thysanoptera	2	4	13				3	7	7			
Diptera	3	1	2	3	16	39	9	6	2	2	2	4
Coleoptera	1	10	3	5	13	4	10	8	1		1	1
Himenoptera				10	1		4					
Hemiptera			1								4	1

*Acaros* (fig. 2). Todos los grupos tienden a presentar un mayor número de ejemplares en la capa F+H, como cabría esperarse. Ello es debido a la importante función trituradora de residuos animales y vegetales que los *Cryptostigmata* desempeñan en el suelo, cuya presencia determina la también mayor abundancia de otros grupos como los *Mesostigmata*, de carácter predador. El biótomo con mayor número de efectivos es el bosque mixto, seguido de pinar, hayedo y rebollar.

En cuanto a los distintos grupos en particular, dominan siempre los *Cryptostigmata*, que suponen un 70-80% del total de ácaros contabilizados. El porcentaje de *Mesostigmata* es reducido en el biótomo repoblado (pinar), y aumenta considerablemente en las parcelas de bosque autóctono (hayedo y rebollar), quedando el bosque mixto en una posición intermedia. El porcentaje de *Prostigmata* varía en general, de forma inversa al de *Mesostigmata*, de forma que la suma de ambos es más o menos constante. Por último, *Endeostigmata* y *Astigmata* son muy escasos y representan un porcentaje muy bajo del total, apareciendo principalmente en los dos biótomos situados a menor altitud.

*Colémbolos* (fig. 2). El pinar y el bosque mixto presentan un mayor número de ejemplares en la capa L, debido a la abundancia de *Hypogastruridae* y de *Isotomidae* respectivamente. En el hayedo y rebollar los colémbolos son más numerosos en la capa F+H. Hay que exceptuar de estas observaciones los *Onychiuridae*, típicos de capas más profundas. Como ocurre con los ácaros, el bosque mixto es el que posee mayor número de individuos, seguido del pinar, hayedo y rebollar.

# ÁCAROS



# COLÉMBOLOS

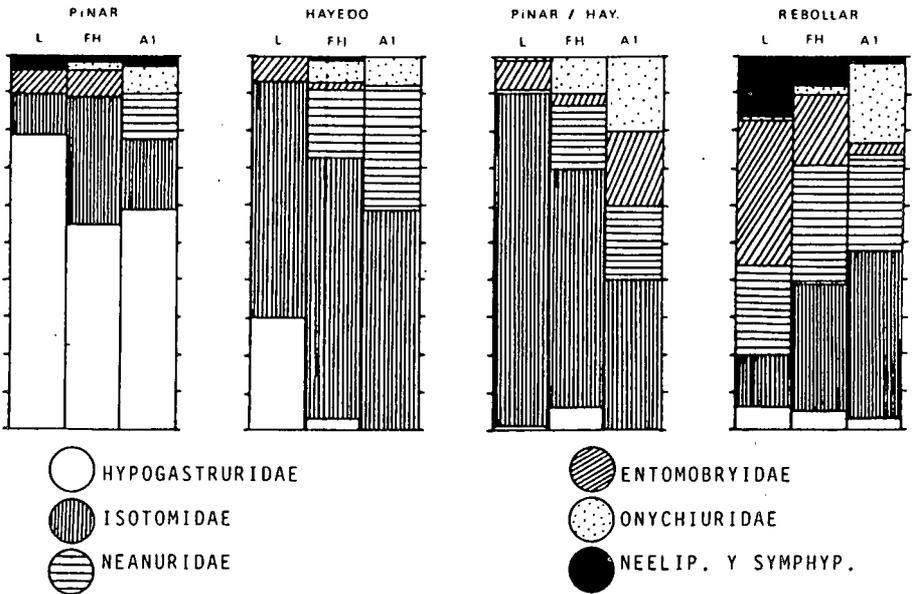


Figura 2. Porcentajes de los distintos grupos de Acaros y Colémbolos.

El porcentaje de Hypogastruridae es notablemente elevado en el pinar, siendo sustituidos por Isotomidae en el hayedo y bosque mixto, y por Isotomidae y Entomobryidae en el rebollar. Los Neanuridae son muy escasos en el pinar, ya que esta familia está constituida por especies frágiles que tienden a desaparecer en las repoblaciones de coníferas (ARBEA y JORDANA, 1985).

*Otros grupos.* Es preciso resaltar el hecho de que tanto el muestreo como la extracción realizados van dirigidos a la obtención de la fauna de microartrópodos. Por ello, los datos cuantitativos acerca de otros animales edáficos no tienen por qué ajustarse al número real de efectivos, que podría obtenerse mediante otros métodos de extracción más selectivos para cada grupo faunístico.

Un dato significativo es la casi total ausencia de proturos en el pinar y en el bosque mixto. Por el contrario, los tisanópteros siguen un comportamiento opuesto, y aparecen solamente en presencia de coníferas (pinar y bosque mixto). En cuanto a otros insectos pterigotas, los más abundantes son los dípteros que se encuentran fundamentalmente en formas larvarias.

### **Resultado del análisis de componentes principales**

Hemos realizado un análisis de componentes principales sobre los porcentajes de 10 grupos de microartrópodos (ácaros y colémbolos) en cada una de las doce muestras consideradas. Las cuatro primeras componentes principales explican el 86% de la variabilidad total (C1: 31% de varianza explicada; C2: 25,5%; C3: 18%; C4: 11,5%).

En la figura 3 se representa la proyección según las dos primeras componentes. Las variables (grupos faunísticos) están correlacionadas con las dos componentes, y establecen una discriminación máxima entre el pinar y el rebollar en sus dos capas más superficiales. El pinar viene caracterizado por una mayor importancia de Hypogastruridae y Prostigmata, mientras que el rebollar se caracteriza por la abundancia de Symphyleona y Entomobryidae. Los otros dos biótopos ocupan una posición intermedia, caracterizándose por el predominio de los Isotomidae. En esta gráfica se pone de manifiesto la oposición que comentábamos anteriormente entre Mesostigmata y Prostigmata, dentro de los ácaros, y entre Hypogasturidae por un lado y Neanuridae más Isotomidae por otro, dentro de los colémbolos.

En la figura 4 se da la representación según las componentes 3 y 4. La tercera componente está fuertemente correlacionada con los Cryptostigmata, que es el grupo dominante en todas las muestras, y por lo tanto parece tener poca significación ecológica en cuanto a discriminación entre biótopos. La cuarta componente está directamente correlacionada con los Onychiuridae, típicamente euedáficos, y se corresponde con un gradiente vertical entre las diferentes capas del suelo. Para cada uno de los biótopos, la capa más superficial (L) se sitúa en los valores negativos de la cuarta componente, mientras que la más profunda (A1) lo hace en los valores más positivos.

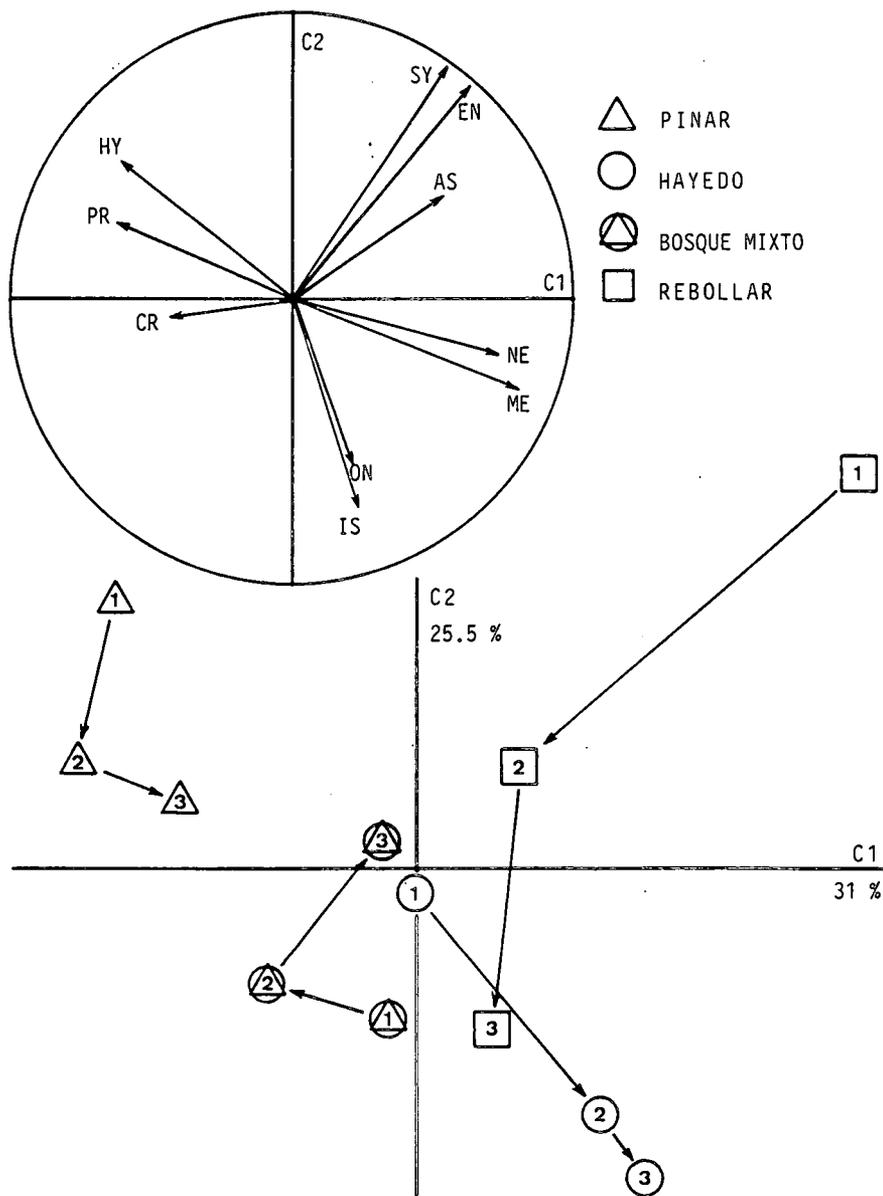


Figura 3. Análisis de componentes principales. Proyección según los dos primeros ejes. CR: Cryptostigmata; ME: Mesostigmata; PR: Prostigmata; AS: Astigmata + Endeostigmata; HY: Hypogastruridae; NE: Neanuridae; ON: Onychiuridae; IS: Isotomidae; EN: Entomobryidae; SY: neelipleona + Symphypleona.

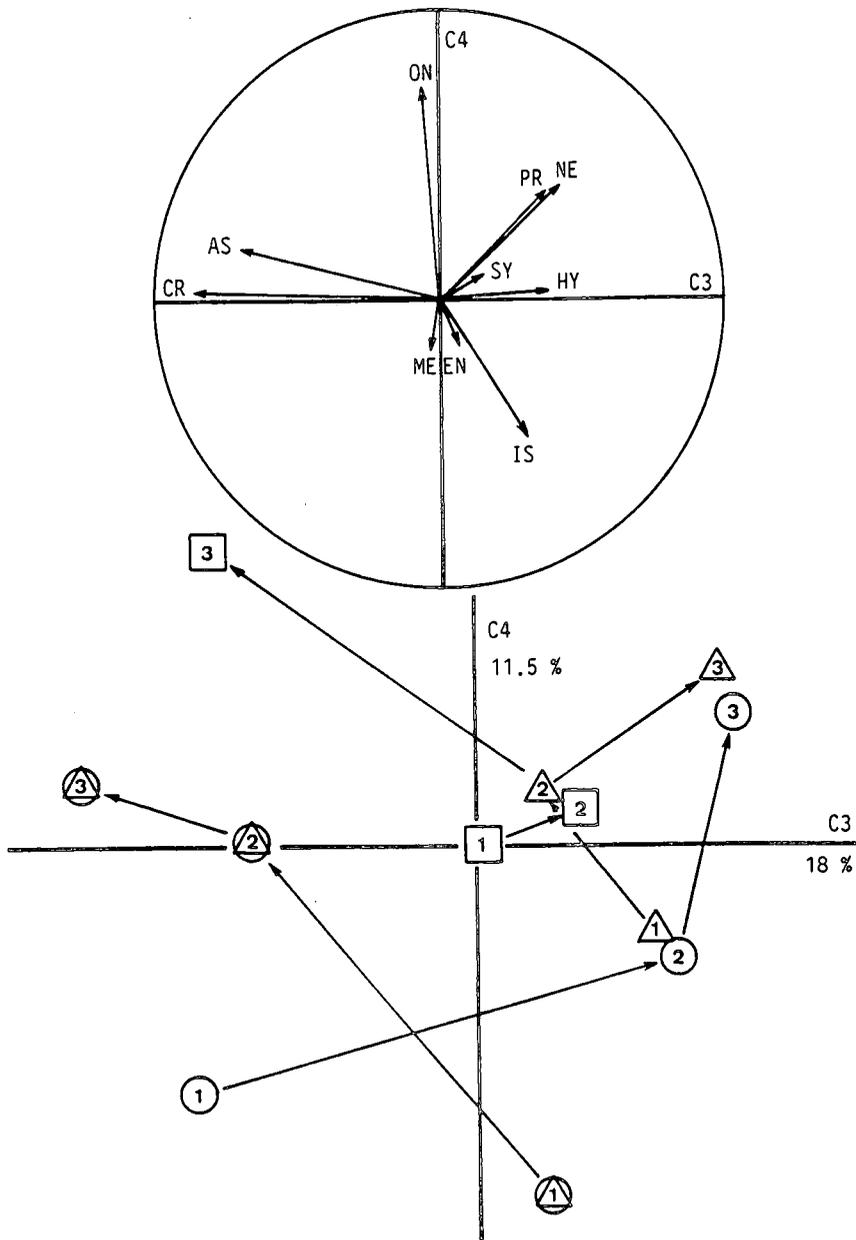


Figura 4. Análisis de componentes principales. Proyección según los ejes 3 y 4. Mismos símbolos que la fig. 3.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado en el Departamento de Zoología de la Universidad de Navarra. Queremos agradecer al Dr. Rafael Jordana la ayuda prestada, así como sus valiosos comentarios.

## BIBLIOGRAFIA

ARBEA, J. M., y JORDANA, R., (1985).- 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 subedinensis* sp. n. (Insecta, Collembola). **Bol. Estación Central Ecología**, 28: 57-80.

ARBEA, J. I.; MORENO, A. I., y JORDANA, R., (1987).- Nota previa sobre un estudio comparativo de la mesofauna edáfica de repoblaciones de pino laricio de diferentes edades, en Navarra. I.- Composición faunística de las parcelas. **Actas VIII Bienal R. Soc. Española Hist. Nat., I Reunión Biología Ecología del Suelo**, Pamplona: 555-562.

JORNADA, R.; ARBEA, J. I.; MORAZA, M. L.; HERNANDEZ, M. A.; ROMANO, R.; MATEO, M. D.; HERRERA, L., y ESCALA, M. C., (1987a).- Efecto de la repoblación forestal sobre la fauna del suelo. Estudio a nivel no específico. **Actas VIII Bienal R. Soc. Española Hist. Nat., I Reunión Biología Ecología del Suelo**, Pamplona: 547-554.

JORNADA, R.; ARBEA, J. I.; MORAZA, M. L.; MONTENEGRO, E.; MATEO, M. D.; HERNANDEZ, M. A., y HERRERA, L., (1987b).- Effect of reafforestation by conifers in natural biotopes of middle and South Navarra (Northern Spain). **Rev. Suisse Zool.**, 94 (3): 491-502.

MASSOT, C., et CANCELA DA FONSECA, J. P., (1986).- Etude, par l'analyse en composantes principales, de la mésofaune de la litière sous hetre de quatre parcelles forestières exploitées differement. **Rev. Ecol. Biol. Sol.**, 23 (1): 19-27.

**COLEMBOLOS DEL MONCAYO (ZARAGOZA)  
(INSECTA: APTERYGOTA) I. NOTA BIOGEOGRAFICA**

J. I. ARBEA \*  
R. JORDANA \*

\* Departamento de Zoología, Universidad de Navarra. 31080 Pamplona.

## COLEMBOLOS DEL MONCAYO (ZARAGOZA) (INSECTA: APTERYGOTA) I. NOTA BIOGEOGRAFICA

J. I. ARBEA \*  
R. JORDANA \*

### RESUMEN

Durante la primavera de 1988 se han prospectado cuatro parcelas de la ladera norte del Moncayo, representativas de los diferentes tipos de comunidades forestales presentes en esta zona.

En este trabajo se recogen 43 especies de colémbolos, de las que 11 son cosmopolitas, 7 holárticas, 1 paleártica, 6 europeas, 4 de Europa central y meridional, 1 boreoalpina, 2 mediterráneas, 2 ibéricas y 5 endémicas. Dentro de este último grupo, *Deutonura urbionensis* (DEHARVENG, 1979) es endémica del Sistema Ibérico y hasta el momento sólo se conocía de la localidad tipo en la Sierra de Urbión, mientras que las otras cuatro especies probablemente sean nuevas y endémicas del Moncayo: *Stachorutes* n. sp., *Lepidocyrtus* sp. prox. *paradoxus*, *Lepidocyrtus* sp. prox. *violaceus*, *Sminthurinus* sp. prox. *concolor*.

Se cita por primera vez para la Península Ibérica el género *Stachorutes*, así como dos especies: *Isotoma (Desoria) tigrina* (NICOLET, 1842) y *Arrhopalites cochlearifer* Gisin, 1947.

\* Departamento de Zoología, Universidad de Navarra. 31080 Pamplona.

## INTRODUCCION

Hasta el momento la fauna de colémbolos del Macizo del Moncayo permanece prácticamente desconocida. Solamente se habían citado dos especies: *Pseudachorutes palmiensis* del Moncayo, determinado por Steiner y recogido en el trabajo de SELGA (1971), y *Entomobrya nivalis* de Veruela, citada en los trabajos de NAVAS (1906) y PITARQUE (1906).

En el resto de la provincia de Zaragoza, la mayor parte de los colémbolos conocidos se deben a los trabajos de NAVAS (1906) y PITARQUE (1906), pioneros en el conocimiento de la fauna de colémbolos de la Península Ibérica. Con posterioridad a estos trabajos, en los que se recogen 14 especies de colémbolos, sólo podemos citar las contribuciones de SELGA (1961, 1966 y 1971) y de SIMON (1975), que elevan a 31 el número de especies de colémbolos conocidas en la provincia de Zaragoza (tabla I).

Las especies citadas en el presente trabajo proceden de una excursión realizada en el parque natural de la Dehesa del Moncayo, perteneciente al Ayuntamiento de Tarazona, el 17 de mayo de 1988.

## LISTA DE MUESTRAS

La fauna edáfica ha sido extraída por medio de aparatos de Berlese (BER) y por flotación en heptano (HEP) según el método de WALTER et al. (1987).

A1: Hojarasca, humus y suelo de pinar (*Pinus sylvestris*), 1.480 m. (BER).

A2: Hojarasca, mismo biótomo que A1 (HEP).

B1: Hojarasca, humus y suelo de hayedo (*Fagus sylvatica*), 1.300 m. (BER).

B2: Hojarasca, mismo biótomo que B1 (HEP).

B3: Musgo: mismo biótomo que B1 (BER).

C1: Hojarasca, humus y suelo de bosque mixto de haya (*F. sylvatica*) y pinos (*P. sylvestris*), 1.165 m. (BER).

D1: Hojarasca, humus y suelo de rebollar (*Quercus pyrenaica*), 1.085 m. (BER).

D2: Hojarasca, mismo biótomo que D1 (HEP).

## CATALOGO DE ESPECIES

### Hypogastruridae

1. *Ceratophysella* sp.: A1, 223 ej.; A2, 42 ej.; B3, 2 ej. Próxima a *Ceratophysella*

**TABLA I:  
COLEBOLOS DE LA PROVINCIA DE ZARAGOZA**

	Somotano Ibérico de Tarazona		Somotano Ibérico del Jalón		Ribera del Ebro		
	A-1	A-2	B-1	B-2	C-1	C-2	C-3
Xenylogastrura octoculata			(5)		(1,2)		
Ceratophysella armata							(5)
Ceratophysella engadinensis							
Brachystomella parvula			(5)				
Friesea steineri			(6)				
Pseudachorutes palmiense	(5)						
Mesaphorura gr. krausbaueri			(5)				
Stenaphorura quadrispina							(5)
Onychiurus fimetarius					(2)		
Isotomodes productus			(4)				
Isotomiella minor						(3)	(3)
Folsomides parvulus						(4)	(4)
Cryptopygus thermophilus							(5)
Proisotoma minuta							(5)
Isotomurus palustris					(2)		
Isotoma (Parisotoma) notabilis							(5)
Isotoma (Isotoma) viridis					(2)		
Willowsia platani					(1,2)		
Seira domestica					(1,2)		
Lepidocyrtus curvicollis					(2)		
Orchesella cincta					(1)		
Orchesella quinquefasciata							(5)
Orchesella villosa					(1,2)		
Entomobrya albocincta					(1,2)		
Entomobrya lanuginosa					(1,2)		
Entomobrya multifasciata					(1,2)		
Entomobrya nicoleti					(1)		
Entomobrya nivalis		(1,2)					
Pogonognathellus longicornis					(1)		
Tomocerus vulgaris							(5)
Capraínea echinata							(5)

**LOCALIDADES**

A1: Moncayo  
A2: Veruela  
B1: Calatayud  
B2: Río Piedra  
C1: Zaragoza  
C2: Aula Dei  
C3: Leciñena

**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

(1) NAVAS (1906)  
(2) PITARQUE (1906)  
(3) SELGA (1961)  
(4) SELGA (1966)  
(5) Steiner det., en SELGA (1971)  
(6) SIMON (1975)

*duodecimoculata* Steiner de la Sierra de Guadarrama, pero difiere en la quetotaxia dorsal y número de sedas del dentes. Individuos idénticos a los del Moncayo han sido encontrados en Huesca: Valle de Igüer (Pirineos Occidentales), pastos alpinos y subalpinos.

2. *Ceratophysella armata* (NICOLET, 1841): A1, 1 ej.; B2, 16 ej.; C1, 2 ej.; D1, 3 ej.; D2, 20 ej. Cosmopolita.

3. *Ceratophysella denticulata* (BAGNALL, 1941): D2, 1 ej. Cosmopolita.

4. *Xenylla schillei* (BOERNER, 1903): A2, 3 ej.; B2, 3 ej.; B3, 1 ej.; D2, 1 ej. Europa central y meridional.

5. *Xenylla tullbergi* (BOERNER, 1903): D1, 7 ej.; D2, 6 ej. Europea.

6. *Willemia anophthalma* (BOERNER, 1901): B1, 13 ej.; B2, 5 ej.; B3, 3 ej.; C1, 8 ej. Holártica.

7. *Willemia aspinata* (STACH, 1949): C1, 1 ej. Paleártica.

8. *Willemia intermedia* (MILLS, 1934): C1, 1 ej. Holártica.

#### **Neanuridae**

9. *Friesea nevadensis* (STEINER, 1959): A2, 1 ej.; B3, 2 ej.; C1, 2 ej. Ibérica.

10. *Micranurida meridionalis* (CASSAGNAU, 1952): B1, 1 ej.; C1, 6 ej. Mediterránea (Península Ibérica y sudoeste de Francia).

11. *Stachorutes* n. sp.: A2, 1 ej. Especie muy próxima a *Stachorutes longirostris* Deharveng y Lienhard, 1983 de los Pirineos Orientales. Se diferencia claramente por carecer de mucrón.

12. *Neanura muscorum* (TEMPLETON, 1835): A2, 1 ej.; B2, 1 ej.; D2, 2 ej. Cosmopolita.

13. *Bilobella aurantiaca* (CAROLI, 1912): B2, 2 ej.; B3, 4 ej.; D2, 1 ej. Mediterránea.

14. *Deutonura urbionensis* (DEHARVENG, 1979): D2, 2 ej. Hasta ahora sólo se conocía de la localidad tipo: Laguna Negra, Sierra de Urbión (Soria).

#### **Odontellidae**

15. *Xenyllodes armatus* (AXELSON, 1903): A1, 5 ej.; B1, 56 ej.; B3, 1 ej.; C1, 26 ej.; D1, 83 ej.; D2, 1 ej. Europea.

## Onychiuridae

16. *Onychiurus silvarius* (GISIN, 1952): A1, 2 ej.; A2, 2 ej.; B1, 9 ej.; B2, 1 ej.; C1, 1 ej.; D1, 5 ej. Europa central y meridional.
17. *Protaphorura armata* (TULLBERG, 1869): B1, 5 ej. Cosmopolita.
18. *Paratullbergia callipygos* (BOERNER, 1902): A1, 3 ej.; C1, 3 ej. D 1, 5 ej. Holártica.
19. *Mesaphorura hygrophila* (RUSEK, 1971): C1, 2 ej.; D1, 3 ej. Europa meridional (Checoslovaquia y España).
20. *Mesaphorura hylophila* (RUSEK, 1971): C1, 4 ej. Europea.
21. *Mesaphorura macrochaeta* (RUSEK, 1976): A2, 1 ej.; C1, 8 ej.; D1, 3 ej. Cosmopolita.

## Isotomidae

22. *Pseudanurophorus binoculatus* (KSENEAN, 1934): A1, 7 ej.; A2, 2 ej.; C1, 1 ej. Europea. Boreo-alpina.
23. *Folsomia quadrioculata* (TULLBERG, 1871): C1, 275 ej.; D1, 3 ej. Al menos holártica.
24. *Folsomia sexoculata* (TULLBERG, 1871): A1, 1 ej.; A2, 1 ej.; B1, 81 ej.; B2, 102 ej.; C1, 10 ej. Europea.
25. *Proisotoma minima* (ABSOLON, 1901): B2, 1 ej. Holártica.
26. *Isotomiella minor* (SCHAEFFER, 1896): A1, 28 ej.; A2, 3 ej.; B1, 47 ej.; B2, 5 ej.; C1, 90 ej.; D1, 41 ej.; D2, 20 ej. Cosmopolita.
27. *Isotoma (Parisotoma) notabilis* (SCHAEFFER, 1896): A1, 20 ej.; A2, 132 ej.; B1, 17 ej.; B2, 56 ej.; C1, 28 ej.; D1 281 ej.; D2, 126 ej. Cosmopolita.
28. *Isotoma (Desoria) tigrina* (NICOLET, 1842): D2, 1 ej. ecomórfico. Cosmopolita. Es la primera cita para la Península Ibérica.
29. *Pseudisotoma monochaeta* (KOS, 1942): A2, 10 ej.; B2, 2 ej.; B3, 2 ej. Holártica.

## Entomobryidae

30. *Heteromurus major* (MONIEZ, 1889): A1, 4 ej.; A2, 8 ej.; B2, 107 ej.; B3, 1 ej.; C1, 6 ej.; D1, 33 ej.; D2, 91 ej. Europa central y meridional.

31. *Orchesella cincta* (LINNAEUS, 1758): A2, 5 ej.; B2, 19 ej.; D2, 19 ej. Holártica.

32. *Entomobrya strigata* (STACH, 1963): A1, 1 ej.; A2, 24 ej.; B2, 34 ej.; B3, 1 ej.; D1, 5 ej.; D2, 34 ej. Europea.

33. *Lepidocyrtus* sp. prox. *violaceus*: A1, 1 ej.; A2, 3 ej.; B2, 6 ej. Comparte con *violaceus* la quetotaxia labial y de las macroquetas dorsales de tórax y abdomen. Difieren en la quetotaxia cefálica (R001 en *violaceus* frente a R000 en nuestros ejemplares) y en la quetotaxia de abd. II (seda p presente en *violaceus* y ausente en nuestros ejemplares).

34. *Lepidocyrtus* sp. prox. *paradoxus*: D1, 1 ej.; D2, 2 ej. Comparte con *paradoxus* la quetotaxia de macroquetas dorsales del cuerpo y la de la base del labio. Difieren en que nuestros ejemplares presentan las dos sedas posteriores del complejo R en la cabeza (ausentes en *paradoxus*), mientras que la seda p está ausente en abd. II (presente en *paradoxus*), y en la disposición diferente de las macroquetas posteriores de abd. IV.

35. *Pseudosinella encrusae* (GISIN y GAMA, 1969): A1, 11 ej.; A2, 84 ej.; B1, 6 ej.; B2, 32 ej.; C1, 25 ej.; D1, 7 ej.; D2, 27 ej. Ibérica.

#### Neelidae

36. *Megalothorax minus* (WILLEM, 1900): A1, 3 ej.; D1, 7 ej.; D2, 1 ej. Cosmopolita.

#### Sminthurididae

37. *Sphaeridia pumilis* (KRAUSBAUER, 1898): A1, 5 ej.; D1, 2 ej. Cosmopolita.

#### Arrhopalitidae

38. *Arrhopalites* sp: D1, 7 ej.; D2, 5 ej. Todos los ejemplares son juveniles, excepto un macho, por lo que son indeterminables en ausencia de hembras.

39. *Arrhopalites cochlearifer* (GISIN, 1947): D1, 5 ej.; D2, 1 ej. Europea. Es nueva cita para la Península Ibérica.

#### Dicyrtomidae

40. *Dicyrtomina minuta* (O. FABRICIUS, 1783): A1, 1 ej.; A2, 1 ej.; B2, 4 ej. Cosmopolita.

41. *Dicyrtomini gen.sp.*: D2, 5 ej. Probablemente constituya un nuevo género que será descrito posteriormente. Se ha encontrado en diferentes puntos de las provincias de Navarra y Huesca. Se caracteriza por la presencia de dos espinas posteriores lisas en el tibiotarso de P3, ausencia de macroquetas en la cabeza y en el abdomen, y por tener una quetotaxia dental anterior reducida, entre otros caracteres.

### Katiannidae

42. *Sminthurinus sp.*: A2, 4 ej. Pertenece al grupo *niger*. Está muy próximo a *Sminthurinus concolor* (MEINERT, 1896) localizado en regiones con clima ártico o atlántico frío, pero difieren en la quetotaxia dental.

### Bourletiellidae

43. *Deuterosminthurus sp.*: D2, 2 ej. Los ejemplares encontrados son juveniles y por lo tanto indeterminables.

## ANÁLISIS BIOGEOGRÁFICO

En la tabla II se indica el número de especies y el porcentaje de cada elemento biogeográfico en los diferentes biótotos muestreados. Estos porcentajes se representan en la fig. 1.

La fauna de colémbolos está dominada por los elementos de amplia repartición (cosmopolitas y holárticos), que representan entre un 42 y un 46 % del total de las especies en el bosque mixto y en el hayedo y pinar, respectivamente. Las especies cosmopolitas son las mejor representadas, teniendo el pinar y el rebollar el porcentaje más elevado (33,5%), y el bosque mixto el más bajo (21%). Por el contrario, las especies holárticas son más abundantes en el bosque mixto (21%), y es en el rebollar donde se da el porcentaje más bajo (11%). Sólo aparece una especie paleártica, *Willemia aspinata*, y lo hace en el bosque mixto.

Los elementos europeos sensu lato y los de Europa central y meridional siguen el mismo modelo de distribución en los cuatro biótotos. El bosque mixto y el rebollar alcanzan una proporción considerable de estos elementos europeos (32 y 30%, respectivamente), mientras que tan sólo representan un 27% en el hayedo y un 25% en el pinar.

Aunque débil, se puede apreciar una influencia boreo-alpina y otra mediterránea. Solamente aparece una especie boreo-alpina, *Pseudanurophorus binoculatus*, en el pinar y en el bosque mixto; aunque esta especie es más abundante en el pinar, que es el biótoto situado a mayor altitud. Se encuentra una especie mediterránea en el rebollar, *Bilobella*

**TABLA II:  
ESPECTRO BIOGEOGRAFICO DE LOS COLEBOLOS DEL MONCAYO**

ELEMENTO	PINAR	HAYEDO	BOSQUE MIXTO	REBOLLAR	TOTAL
COSMOPOLITA	8 33.5%	6 27.5%	4 21.0%	9 33.5%	11 25.5%
HOLARTICO	3 12.5%	4 18.5%	4 21.0%	3 11.0%	7 16.0%
PALEARTICO			1 5.0%		1 2.5%
EUROPEO SENSU LATO	3 12.5%	3 13.5%	3 16.0%	4 15.0%	6 14.0%
EUROPA CENTRAL Y MERIDIONAL	3 12.5%	3 13.5%	3 16.0%	4 15.0%	4 9.5%
BOREO-ALPINO	1 4.0%		1 5.0%		1 2.5%
MEDITERRANEO		2 9.0%	1 5.0%	1 3.5%	2 4.5%
IBERICO	2 8.5%	2 9.0%	2 11.0%	1 3.5%	2 4.5%
ENDEMICO	3 12.5%	1 4.5%		2 7.5%	5 11.5%
PROCEDENCIA DESCONOCIDA	1 4.0%	1 4.5%		3 11.0%	4 9.5%
<b>TOTAL</b>	24	22	19	27	43

*aurantiaca*, y otra en el bosque mixto, *Micranurida meridionalis*, mientras que en el hayedo estas dos especies aparecen juntas.

Los elementos ibéricos están representados en el pinar, hayedo y bosque mixto por

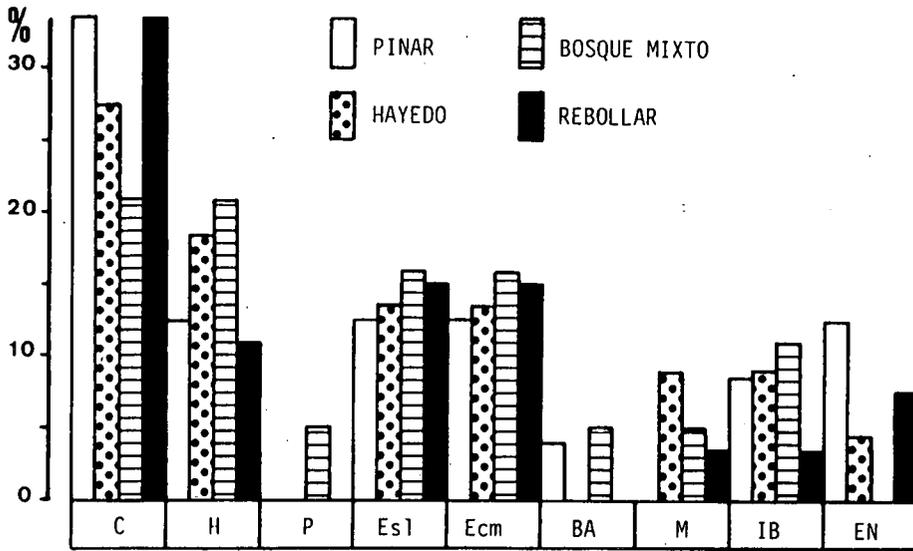


Figura 1. Porcentajes de los elementos biogeográficos en la fauna de colémbolos de cuatro biótopos del Moncayo. C: cosmopolitas; H: holárticos; P: paleárticos; Es1: europeos sensu lato; Ecm: Europa central y meridional; BA: boreo-alpinos; M: mediterráneos; IB: ibéricos; EN: endémicos.

dos especies, *Friesea nevadensis* y *Pseudosinella encrusae*, mientras que en el rebollar sólo se encuentra esta última especie. Las especies endémicas son más abundantes en el pinar y en el rebollar, quedando ambos biótopos bien definidos, ya que en ellos aparecen especies endémicas diferentes. El pinar presenta tres especies que probablemente sean nuevas y endémicas del Moncayo: *Stachorutes* n. sp., *Sminthurinus* sp. prox. *concolor* y *Lepidocyrtus* sp. prox. *violaceus* que también aparece en el hayedo. En el rebollar se encuentra una especie nueva, *Lepidocyrtus* sp. prox. *paradoxus*, y otra especie, *Deutonura urbionensis*, endémica del Sistema Ibérico y que hasta el momento sólo se conocía de la Sierra de Urbión.

Para determinar la afinidad faunística entre los biótopos estudiados, hemos aplicado el coeficiente de similaridad de Jaccard:  $J = H / (a + b - H) \times 100$ , donde H = número de especies comunes a dos biótopos; a y b = número de especies presentes en cada uno de los dos biótopos. En las tablas III y IV se indican el número de especies comunes y el valor del coeficiente de similaridad de Jaccard, respectivamente, entre los cuatro biótopos considerados. A partir de los valores de similaridad construimos el dendrograma representado en la fig. 2.

**TABLA III: ESPECIES COMUNES**

	P	H	M	R
P	24	17	12	15
H		22	11	12
M			19	11
R				27

**TABLA IV: COEFICIENTE JACCARD**

	P	H	M	R
P	100	58	38	41
H		100	36	32
M			100	31
R				100

P: Pinar

H: Hayedo

M: Bosque mixto

R: Rebollar

La mayor afinidad faunística se da entre el pinar y el hayedo (58%), que son los biótotos situados a mayor altitud. La afinidad entre el conjunto pinar-hayedo y los otros dos biótotos es considerablemente menor y va disminuyendo conforme descendemos en altitud, 38% con el bosque mixto y 34% con el rebollar.

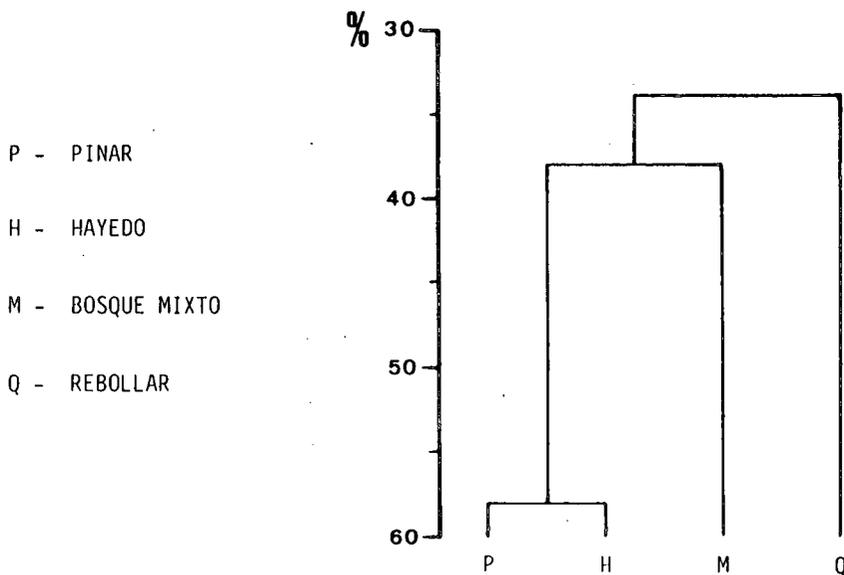


Figura 2. Dendrograma de similitud entre cuatro biótopos del Moncayo en base al coeficiente de afinidad de Jaccard.

## BIBLIOGRAFIA

- NAVAS, L., 1906.- Neurópteros de España y Portugal. **Brotéria, Caminha**, 5: 159-167.  
 PITARQUE, J., 1906.- Colémbolos de Zaragoza. **Boll. Soc. Aragonesa Cienc. Nat.**, 5: 97-100.  
 SELGA, D., 1961.- Colémbolos de la región santanderina. **Miscelánea zoológica**, 1(4): 29-42.  
 SELGA, D., 1966.- Anuroforinos de la Península Ibérica (Collembola). **Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.**, 64: 335-350.  
 SELGA, D., 1971.- Catálogo de los colémbolos de la Península Ibérica. **Graellsia**, 24: 133-283.  
 SIMON, J. C., 1975.- Descripción de una nueva especie de **Friesea** Dalla Torre, 1895 (Collembola). **Eos**, 49: 273-279.  
 WALTER, D. E.; KETHLEY, J., & MOORE, J. C., 1987.- A heptane flotation method for recovering microarthropods from semiarid soils, with comparison to the Merchant-Crossley high-gradient extraction method and estimates of microarthropod biomass. **Pedobiologia**, 30: 221-232.

## **RELACIONES ENTRE LA MESOFAUNA EDAFICA DE CUATRO PARCELAS FORESTALES DEL MONCAYO CON LAS CARACTERISTICAS QUIMICAS DEL SUSTRATO**

J. I. ARBEA\*  
A. I. MORENO\*  
J. PERALTA\*\*

### **RESUMEN**

Por distintos métodos se han medido los siguientes parámetros químicos de las capas superficiales del suelo de cuatro parcelas forestales del Moncayo: pH, materia orgánica, C, N, relación C/N, Na, K, Mg y Ca.

A partir de estos datos se ha intentado establecer las posibles relaciones entre los grupos más representativos de la mesofauna (ácaros y colémbolos) con los parámetros correspondientes a cada uno de los diferentes biótopos.

Para ello, los resultados obtenidos fueron interpretados por medio de análisis de regresión múltiple, correlación lineal y correlación de rango de Spearman. De este modo es posible conocer los factores químicos determinantes de la particular distribución de la mesofauna en las cuatro parcelas muestreadas. Las relaciones obtenidas son débiles, siendo Mg, C, relación C/N, pH y Ca los parámetros que influyen más en la distribución de los microartrópodos en la zona estudiada. De todos estos parámetros sólo el pH parece tener una influencia real más directa sobre las poblaciones de microartrópodos.

\* Depto. de Zoología. Universidad de Navarra, Pamplona.

\*\*Depto. de Edafología. Universidad de Navarra, 31080 Pamplona

## INTRODUCCION

Los flujos de nutrientes en el suelo se ven afectados de forma significativa por la mayoría de los grupos de invertebrados saprófagos, ya que éstos participan en la descomposición de la materia orgánica mediante el establecimiento de relaciones sinérgicas o antagónicas con la microflora (ANDERSON et al., 1983; PETERSEN y LUXTON, 1982).

Los microartrópodos edáficos no parecen tener unas relaciones directas fuertes con los parámetros químicos debido a su ubicación dentro del suelo (HAGVAR y ABRAHAMSEN, 1984). Estos animales viven en las cavidades porosas, en la porosfera si utilizamos el término acuñado por VANNIER (1973), por lo que o están en contacto directo con la fase líquida y, en consecuencia, la química del suelo probablemente solo les afecte de forma indirecta. No obstante, existen algunas relaciones como lo han puesto de manifiesto diversos autores (GARAY et al., 1983; CHOUDHURI y ROY, 1971; HAGVAR y ABRAHAMSEN, 1984; MASSOT, 1983). Estas relaciones pueden deberse a la influencia de los factores químicos sobre la microflora y sobre el ambiente físico en el que viven los microartrópodos.

La presente comunicación es una primera aproximación al estudio de las relaciones entre los grandes grupos de microartrópodos (ácaros y colémbolos) del suelo y los elementos biogénicos del mismo.

## MATERIAL Y METODOS

Se han muestreado cuatro parcelas forestales en la ladera norte del Moncayo: pinar (*Pinus sylvestris*), hayedo (*Fagus sylvatica*), bosque mixto de hayas y pinos, y rebollar (*Quercus pyrenaica*). En cada parcela se recogieron muestras correspondientes a tres capas de los horizontes superficiales del suelo: capa L, capa F + H, primeros centímetros de horizonte A1. Estas muestras se utilizaron para extraer la mesofauna edáfica por medio de aparatos tipo Berlese-Tullgren y para determinar varios parámetros químicos. Las características de las parcelas estudiadas, así como el protocolo de muestreo, se detallan en un trabajo anterior (MORENO y ARBERA, 1988).

Los grupos de microartrópodos considerados son los ácaros (Cryptostigmata, Mesostigmata, Prostigmata y Astigmata + Endeostigmata) y los colémbolos (Hypogasturidae, Neanuridae, Onychiuridae, Isotomidae, Entomobryidae y Neelipleona + Symphyleona).

El procedimiento utilizado para determinar los distintos parámetros químicos del suelo es el siguiente. Tras extender la muestra para su secado, es molida y tamizada (2 mm.). En crisoles de porcelana se deseca completamente a 105°C durante 24 horas de estufa, y se determina el peso seco. De la muestras seca se obtienen las cenizas por calcinación a 400°C durante 24 horas. La diferencia entre el peso seco y el de las cenizas permite determinar el porcentaje de materia orgánica, y por tanto el de carbono. Las

cenizas se disuelven en CIH 1N y se añade agua destilada hasta obtener 50 ml. de solución, a partir de la que determinaremos los distintos cationes. Sodio y potasio se determinan por fotometría de llama, en un fotómetro EEL 100, y calcio y magnesio por complexometría, según el método de Diehl (1950). El pH lo medimos en pasta saturada con agua, utilizando un pH-metro Metrohm-Herisau E-512, con electrodo de vidrio y calomelanos. El nitrógeno ha sido determinado por el método Kjeldahl.

El análisis estadístico de las relaciones entre el número de microartrópodos y los parámetros químicos del suelo se ha realizado por varios procedimientos. Se ha efectuado un análisis de regresión múltiple con el número de ejemplares de los grupos faunísticos considerados como variable dependiente y se han calculado los coeficientes de correlación lineal entre cada par de variables. Para estos análisis, el número de ejemplares de cada grupo faunístico se ha sometido a una transformación de tipo  $\log(x + 1)$ . Para el análisis de regresión múltiple utilizamos el programa REGMUL de LAGARDE

**TABLA I**  
**VALORES DE LOS PARAMETROS QUIMICOS**  
**EN LOS DIFERENTES BIOTOPOS. C, N, K, Mg y Ca EN MG/G DE SUELO;**  
**Na EN 10 x MG/G DE SUELO**

	C	N	Na	K	Mg	Ca	C/N	pH
<b>PINAR</b>								
L	401,80	13,60	0,64	0,53	3,08	3,41	29,54	4,2
FH	367,10	13,60	0,51	0,42	1,73	2,46	26,99	4,1
A1	140,50	6,80	0,60	0,44	1,38	1,91	20,66	4,2
<b>HAYEDO</b>								
L	469,10	16,60	1,08	0,63	2,83	11,71	28,26	5,4
FH	348,10	13,60	0,94	0,43	1,70	11,29	25,60	5,4
A1	156,10	7,50	0,46	0,45	1,32	2,18	20,81	4,6
<b>B, MIXTO</b>								
L	501,90	13,60	0,80	0,50	2,63	6,78	36,90	4,6
FH	405,00	15,10	0,67	0,54	1,75	6,78	26,82	4,6
A1	103,10	5,30	0,40	0,36	0,89	0,59	19,45	3,6
<b>REBOLLAR</b>								
L	464,60	16,60	1,06	0,83	2,57	15,34	27,99	4,4
FH	127,10	6,00	0,41	0,43	1,13	1,34	21,18	4,8
A1	74,90	4,50	0,32	0,41	0,32	0,53	16,64	4,6

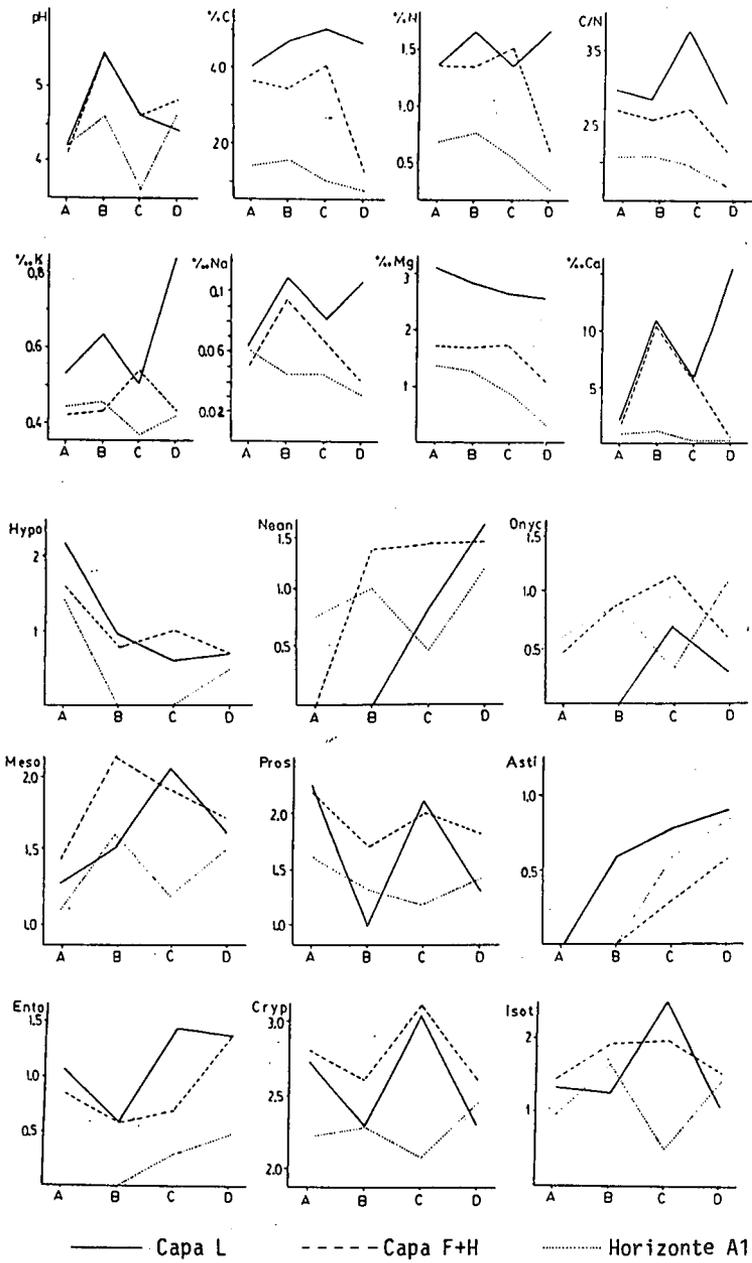


Fig. 1. Variación de los parámetros químicos y del número de ejemplares de los principales grupos de microartrópodos ( $\log(N+1)$ ,  $N$ = número de ejemplares) en las tres capas del suelo del pinar (A), hayedo (B), bosque mixto (C) y rebollar (D).

(1983). Por último, debido a que los datos no siguen una distribución normal, hemos calculado los coeficientes de correlación de rango de Spearman.

## RESULTADOS Y DISCUSION

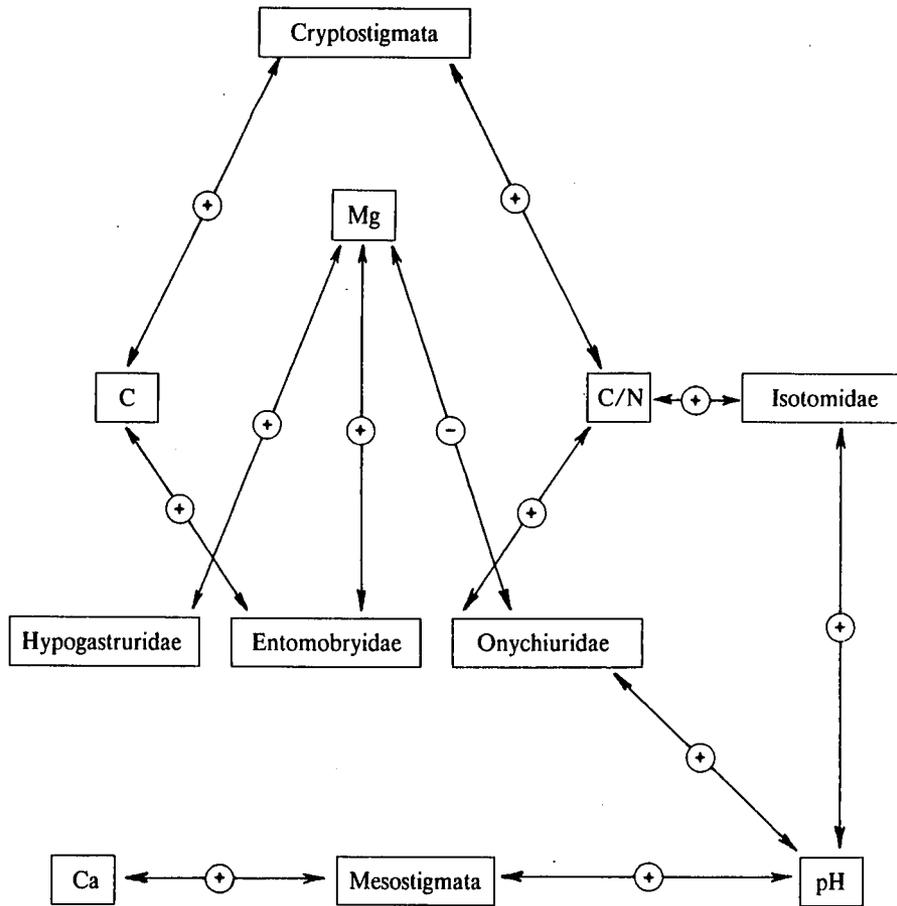
Los valores de las diferentes características químicas del suelo se indican en la tabla I. En la fig. 1 se representa la variación de los parámetros químicos y de los grupos de microartrópodos considerados, en las tres capas del suelo (L, FH y Al) de los cuatro biótopos estudiados.

Las cuatro muestras presentan un pH ácido, muy determinado por la naturaleza silícea del sustrato. Carbono y nitrógeno disminuyen con la profundidad debido a la descomposición de la materia orgánica. La relación C/N es en todos los casos elevada, debido al escaso grado de descomposición de la materia orgánica, siendo atribuibles las diferencias que se observan a la naturaleza del aporte orgánico. La abundancia de cationes también parece estar muy influida por la naturaleza de la hojarasca, como es lógico en esta parte superficial del suelo. Hayedo y rebollar son los más ricos en cationes, seguidos del bosque mixto que presenta una situación intermedia entre el hayedo y el pinar.

La fig. 1 nos permite evidenciar las principales relaciones entre los parámetros químicos y los microartrópodos. El pH parece influir predominantemente en la capa del suelo más profunda (Al), donde muestra una correlación positiva con Neanuridae, Onychiuridae, Isotomidae, Cryptostigmata y Mesostigmata. El C, N y la relación C/N disminuyen con la profundidad en todos los biótopos, presentando la relación C/N una correlación positiva con Cryptostigmata e Hypogastruridae en la capa FH y con Isotomidae en la capa L. El K sólo está correlacionado positivamente con Isotomidae en la capa L. Na y Ca no parecen influir en la capa superficial L, y están correlacionados negativamente con Entomobryidae en las capas FH y Al, y con Astigmata en Al. Por último, el Mg varía en el mismo sentido que Hyposgastruridae, mientras que presenta una correlación negativa con Astigmata.

En la tabla II se indican los resultados de los análisis de correlación y regresión múltiple. Las relaciones más importantes se dan con Mg, C, relación C/N, Ca y pH. Estas relaciones entre microartrópodos y características químicas del suelo pueden resumirse según el siguiente esquema.

Estos resultados deben considerarse con mucha prudencia, ya que una correlación significativa no refleja siempre una interrelación causal. Por otro lado, al considerar simultáneamente las tres capas del suelo (L, FH y Al) estamos añadiendo el factor profundidad que tiene una gran influencia sobre el tamaño de las poblaciones de microartrópodos. De hecho, los parámetros químicos C, relación C/N, Mg y Ca disminuyen desde la capa L hasta la Al en todos los biótopos. Lo mismo ocurre con la mayor parte de los grupos de microartrópodos que están correlacionados con estos parámetros. Por lo tanto, las correlaciones significativas que obtenemos pueden deberse



**TABLA II**  
**RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE CORRELACION LINEAL**  
**Y DE SPEARMAN Y DE LA REGRESION MULTIPLE. ++, -:**  
**SIGNIFICATIVO AL 95%; +: SIGNIFICATIVO AL 90%**

	Correlac. lineal	Regresión Coefic.	múltiple Ecuación	Correlac. Spearman
HYPOGASTRURIDAE	Mg +	R= 0.56	+ 0.62 Mg + 0.11 N - 0.004 C - 0.14	Mg +

	Correlac. lineal	Regresión Coefic.	múltiple Ecuación	Correlac. Spearman
NEANURIDAE		R= 0.53	+ 0.62 Mg + 0.11 N + 0.03 C/N - 0.89	
ONYCHIURIDAE	Mg -	R= 0.84	- 0.77 Mg + 0.65 K + 0.24 pH + 0.07 C/N - 1.16	
ISOTOMIDAE	C/N +	R= 0.89	-0.69 Mg + 0.50 + 0.13 C/N - 2.91	pH +
ENTOMOBRYIDAE	C/N ++ C +	R= 0.78	- 3.33 Na + 0.15 Ca + 0.08 C/N - 0.001	C/N ++ C + Mg +
SYMPHLEONA + NEELIPLEONA		R= 0.54	+ 1.97 K - 0.24 pH - 0.06 Mg	
CRYPTOSTIGMATA	C/N ++ C +	R= 0.79	- 0.42 Mg + 0.08 C/N + 0.02 Mg + 1.14	C/N ++
MESOSTIGMATA	pH ++ Ca +	R= 0.74	+ 0.37 pH + 0.02 C/N - 0.55	pH ++ Ca +
PROSTIGMATA		R= 0.74	+ 0.06 C/N - 0.06 Ca + 0.36	
ASTIGMATA + ENDEOSTIGMATA		R= 0.50	- 1.60 Na + 1.38 K + 0.07 Ca + 0.36	

al factor profundidad más bien que a una interrelación real factor químico-población de microartrópodos. Este hecho puede observarse en la fig. 2, en las gráficas que representan las variaciones de varios grupos de microartrópodos en función de los valores de Mg y relación C/N en las diferentes capas del suelo.

De todas las correlaciones obtenidas, probablemente sólo las que se establecen con

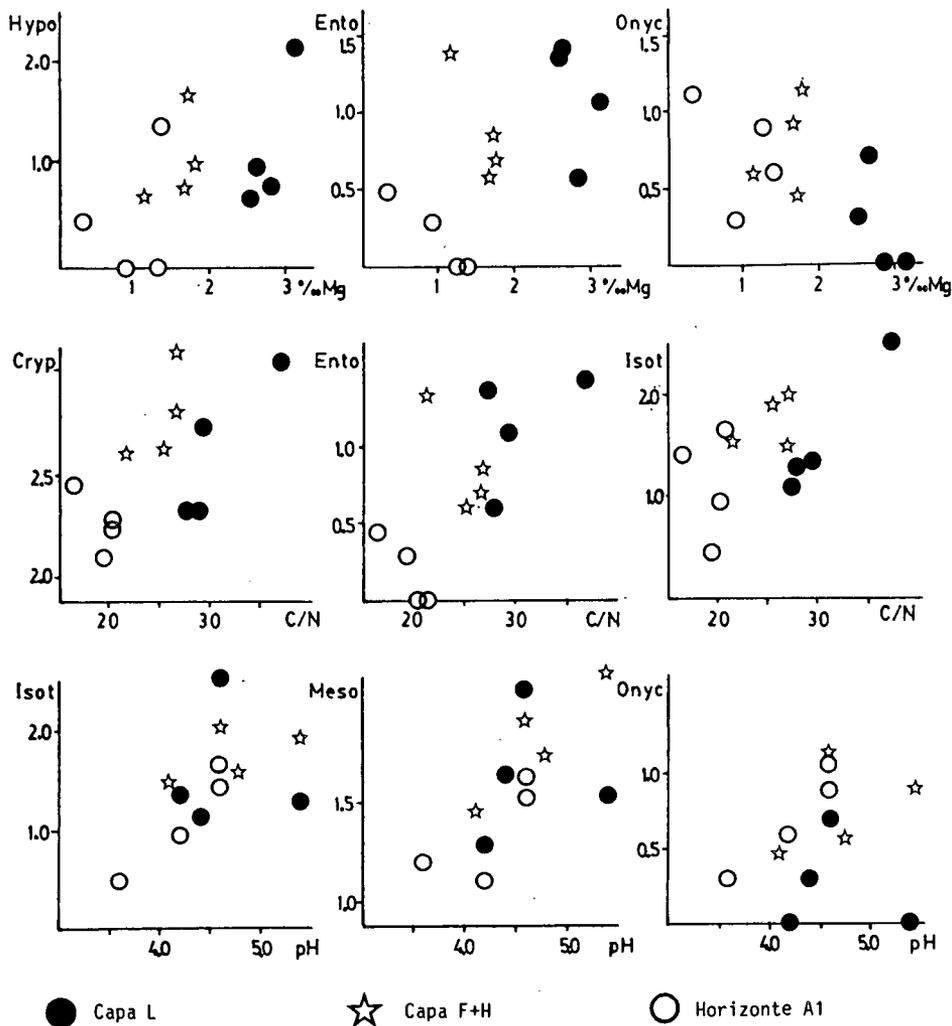


Fig. 2. Número de ejemplares de varios grupos de microartrópodos ( $\log(N+1)$ ,  $N$ = número de ejemplares) en función de los valores de Mg (arriba), relación C/N (centro) y pH (abajo).

el pH reflejen relaciones reales. Las poblaciones de Isotomidae, Onychiuridae y Mesostigmata tienden a aumentar conforme el pH del suelo es más elevado, y esto ocurre en las tres capas del suelo que hemos venido considerando (fig. 2).

En resumen, las relaciones entre los grupos de microartrópodos del suelo y los factores químicos del mismo nos aparecen complejas y difíciles de establecer de una forma directa. Probablemente, las relaciones haya que buscarlas entre combinaciones de parámetros químicos que condicionen un determinado ambiente, óptimo para el desarrollo de cada uno de los grupos de microartrópodos. De todos los parámetros químicos analizados solamente el pH parece tener una relación más directa con el tamaño de las poblaciones de algunos microartrópodos, ya que el resto de parámetros están muy ligados a un gradiente vertical dentro del suelo que nos ha impedido determinar su influencia real sobre los microartrópodos. Por lo tanto, se impone la necesidad de realizar más estudios, en los que se elimine el factor profundidad, para poder establecer las relaciones entre la química del suelo y los microartrópodos que en él viven.

## **AGRADECIMIENTOS**

Queremos agradecer a los Departamentos de Zoología y Edafología de la Universidad de Navarra por las facilidades prestadas durante la realización de este trabajo.

## **BIBLIOGRAFIA**

ANDERSON, J. M., INESON, P. y HUIISH, S. A., 1983.- The effects of animal feeding activities on elemental release from deciduous forest litter and soil organic matter. In Lebrun, André, De Medts, Grégoire-Wibo and Wanthly (eds.): **New Trends in soil biology. Proceedings of the VIII Int. Colloq. of Soil Zoology.** Louvain-la-Neuve (Belgium), Aug. 30-Sept. 2, 1982: 87-100.

CHOU DHURI, D. K. y ROY, S., 1971.- Distribucion of Collembola in relation to soil conditions in the district of Jalpaiguri, West Bengal (India). IV **Colloquium Pedobiologiae**, Dijon, 14/19-IX-1979. **Annales de Zoologie**: 289-296.

GARAY, I., SARMIENTO-MONASTERIO, L. y MONASTERIO, M., 1983.- Le paramo desertique: éléments biogènes, peuplements des microarthropodes et stratégies de survie de la végétation. In Lebrun, André, De Medts, Grégoire-Wibo and Wanthly (eds.): **New Trends in soil biology. Proceedings of the VIII In Collq. of Soil Zoology.** Louvain-la-Neuve (Belgium), Aug. 30-Sept. 2, 1982: 127-134.

HAGVAR, S. y ABRAHAMSEN, G., 1984.- Collembola in Norwegian coniferous forest soils. III. Relations to soil chemistry. **Pedobiologia**, 27: 331-339.

LAGARDE, J. DE, 1983.- **Initiation à l'analyse des données.** Dunod, Paris, 158 pp.

MASSOT, C., 1983.- **Analyse quantitative des relations mésafaune-éléments biogènes d'un sol forestier.** Thèse de Doctorat de 3.<sup>e</sup> cycle de Biomathématiques, Université Paris VII, IV + 68 pp.

MORENO, A. I., y ARBEA, J. I., 1988.- Mesofauna edáfica de cuatro parcelas forestales del Moncayo. **Actas I Encuentro Nacional sobre el Moncayo (Naturaleza)**.

PETERSEN, H. y LUXTON, M., 1982.- A comparative analysis of soil fauna populations and their role in decomposition processes. **Oikos**, 39(3): 287-388.