

---

**CONGRESO INTERNACIONAL DEL HAYA  
INTERNATIONAL CONGRESS ON BEECH  
CONGRÉS INTERNATIONAL DU HÊTRE**

---

PAMPLONA---1992

**ACTAS / PROCEEDINGS / ACTES**

Editor: Ramón ELENA ROSSELLÓ



**INVESTIGACIÓN AGRARIA  
SISTEMAS Y RECURSOS FORESTALES**

FUERA DE SERIE N. 1

OCTUBRE, 1992

## CAMBIOS EN LA EDAFOFAUNA DE HAYEDOS ALTERADOS

A.H. Ariño<sup>1</sup>, M.L. Moraza<sup>2</sup>, M.A. Hernández<sup>2</sup>, R. Jordana<sup>2</sup>

Departamentos de Ecología<sup>1</sup> y Zoología<sup>2</sup>, Facultad de Ciencias, Universidad de Navarra, E-31080 Pamplona, España

**RESUMEN.** Estudiamos las alteraciones más generales en la composición de cierta fauna de suelo (ácaros, colémbolos y nematodos) de un hayedo natural, un hayedo talado recientemente y un hayedo replantado con alerce en Navarra (Norte de España). Los 476 taxones identificados muestran diferencias de distribución entre los tres biotopos que parecen indicar un efecto disruptivo de la introducción del alerce superior al de la propia tala y al factor estacional. La diversidad faunística es superior en el hayedo natural, a pesar de ser un biotopo fenológicamente más homogéneo.

**SUMMARY.** The broad changes in the soil nematodes, Acari and Collembola of a beech forest, a felled beech grove and a beech grove reforested with larch have been examined. The woods are located in Navarra (North of Spain). 476 taxa were identified, and their distribution seems to show a disruptive effect of the introduction of larch which may be larger than that of the felling or the seasonal component. The faunistic diversity is larger in the natural forest, despite being a phenologically more homogeneous biotope.

### INTRODUCCIÓN

El haya es una especie típicamente zonal en Europa Central, aunque durante muchas décadas ha sido excesivamente plantado fuera de sus áreas naturales. En Navarra es un bosque típico de la región atlántica, en el piso superior de vegetación, donde el clima, muy lluvioso, da lugar al desarrollo de una vegetación densa y de gran verdor. En la actualidad, este bosque está siendo sustituido o simplemente talado para la formación de praderas.

La composición faunística de este bosque en Navarra, en lo que respecta a las comunidades de ácaros, colémbolos y nematodos, se conoce en gran medida gracias a los trabajos realizados por JORDANA (1980, 1981); MORAZA et al. (1980); MORAZA (1982); MONREAL y CAMPOY (1982); ARBEA y JORDANA (1983, 1984, 1985); JORDANA et al. (1987). Tiene una alta diversidad de microinvertebrados. Estos organismos intervienen de un modo importante en el proceso de degradación de la hojarasca, triturándola e incrementando así su superficie para el posterior ataque microbiano. El papel exacto de cada especie en el suelo no es bien conocido, y muy poco se sabe respecto a las interacciones entre ellas; pero se sospecha que son unos buenos indicadores del estado y naturaleza de los suelos.

En el presente trabajo se hace un estudio de la composición de la fauna del suelo de tres biotopos del Norte de Navarra. Los tres son originalmente un hayedo. Como formación vegetal natural se toma el hayedo maduro de Irati (en adelante, "hayedo" o HA), no gestionado en tiempos recientes. Como formaciones alteradas, un cuartel de hayedo talado el año anterior al muestreo en Quinto Real ("talado" o HT) y un hayedo maduro de más de 100 años en el que se introdujeron hace unos 40 años alerces, dando lugar a un bosque mixto de hayas y alerces ("alerce", AL).

## MATERIAL Y MÉTODOS

Los tres biotopos se muestrearon estacionalmente durante un año completo (verano de 1982 a primavera de 1983). En cada muestreo se diferencié el horizonte orgánico (hojarasca) y el suelo mineral. No se registró la superficie muestreada. Las muestras de suelo de aproximadamente 200-1000 g, recogidas con azada, se llevaron al laboratorio en bolsas de plástico cerradas. Los microartrópodos fueron extraídos acto seguido por el método de embudos de Berlese a 3 días, identificados hasta el nivel específico y recontados. Los nematodos se extrajeron a partir de submuestras por vía húmeda (método de Baermann). En todos los casos se determinó el peso seco de la muestra de suelo extraída para referir las abundancias a unidad de peso. Los 28936 ejemplares encontrados (15858 ácaros, 8167 nematodos y 4911 colémbolos) se identificaron hasta especie en la gran mayoría de los casos. Las abundancias se transformaron a biomasa aproximadas asignando a cada especie la biomasa individual media de su grupo taxonómico, obtenida de PETERSEN y LUXTON (1982), y se relativizaron a miligramos por kilogramo de suelo total (hojarasca+suelo), todo en pesos secos. La matriz general especies/muestras resultante, de 473 taxones de los tres grupos y 12 muestras (una por cada combinación biotopo/estación del año, acumulando datos de hojarasca y suelo) se filtró estadísticamente, eliminando los taxones de identificación muy dudosa o poliespecíficos y también aquéllos cuyo número de individuos total fuera menor de 10 por cada 1500 g de suelo para microartrópodos ó 150 g de suelo para nematodos. Sobre la matriz filtrada de 308 taxones se calculó: biomasa media de cada biotopo; diversidad de Shannon ( $H'$ ), número de especies ( $S$ ) y uniformidad de Lloyd & Ghelardi ( $J$ ) de cada muestra; coeficientes de similaridad cualitativos entre cada par de muestras por el índice de Jaccard y su dendrograma de afinidad por el método UPGMA; y finalmente el análisis factorial de correspondencias especies/muestras sobre la matriz de biomasa asimilándolas a frecuencias.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Similaridad entre biotopos.- El dendrograma de afinidad realizado sobre la matriz de índices de similaridad cualitativos de Jaccard se muestra en la figura 1. Pueden apreciarse tres grupos de muestras, bien definidos, conteniendo cada uno todas las muestras de cada uno de los tres biotopos. La similaridad entre las muestras estacionales del grupo del hayedo talado es menor que la de los otros grupos, y la que existe entre hayedo y talado es mayor que la que existe entre éstos y el alerce. Es decir, cualitativamente (por la presencia o ausencia de especies comunes) el biotopo de alerce es el más diferenciado de los tres. Los índices de similaridad entre muestras, sin embargo, son bastante bajos (menores de 0.6), lo que puede indicar una fauna bastante específica de cada biotopo. Por otra parte, se observan importantes diferencias en la composición faunística de las muestras del hayedo talado. Esto puede ser un reflejo de la menor cobertura vegetal de este biotopo, y por tanto de una menor amortiguación estacional sobre el microclima.

2. Análisis factorial.- La figura 2 muestra el plano definido por los dos primeros ejes del análisis factorial de correspondencias realizado tomando las biomasa de las especies más frecuentes, y que totalizan un 35% de la varianza global. Este análisis, cuantitativo, confirma y amplía los resultados del anterior. Aunque la varianza se encuentre bastante repartida por varios ejes, sí puede apreciarse que el biotopo de alerce es una unidad funcional bien definida. El mayor factor de variación en los datos sería, pues, la presencia de

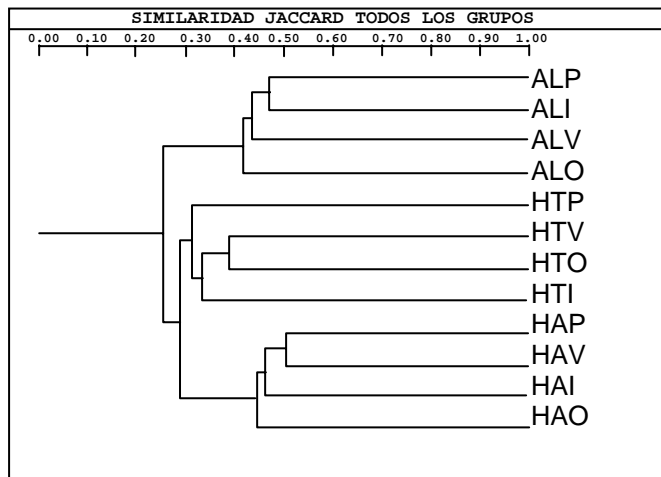


Figura 1.- Dendrograma jerárquico construido a partir del índice de similaridad de Jaccard. Explicación de los códigos de biotopo en el texto.

alerces en el hayedo. Este efecto es superior a la propia tala, cuyo efecto se manifiesta a lo largo del segundo eje (fig. 2a). Este segundo eje también parece estar asociado con un factor de estacionalidad: en cada uno de los biotopos, existe una gradación (mínimamente alterada en el talado) primavera-verano-otoño-invierno. La combinación de este gradiente visible con el hecho de la separación natural/talado a lo largo del eje 2, puede hacer pensar nuevamente en que el factor de exposición microclimática puede ser el segundo factor de variabilidad en los datos, tras el efecto disruptor del alerce. El tercer eje (no representado) marca la individualidad de la muestra de hayedo natural en invierno frente al resto (su valor propio es un 9% de la varianza global).

La representación de los taxones en el mismo plano factorial muestra dos fenómenos notables: (a) Que los colémbolos de gran tamaño, principalmente algunos entomóbridos, tienden a situarse principalmente en el hayedo natural (fig. 2b), aunque cabe la posibilidad de que se trate de un artefacto muestral (mayor facilidad de escape en biotopos menos cerrados que la hojarasca de haya--J. ARBEA, com. pers.). Sin embargo, y aun a falta de datos suficientes sobre autoecología de las especies implicadas, nos inclinamos a creer que estos organismos, relativamente grandes dentro de su grupo y fundamentalmente epígeos, tendrán mejores posibilidades en un biotopo forestal maduro. Las formas hipógeas se encuentran repartidas más o menos homogéneamente por los tres biotopos (fig. 2c), sin que se observe una predominancia muy clara por el alerce; el efecto de la introducción de éste se manifestaría más en la exclusión de las especies epígeas o grandes. (b) Que las especies de nematodos son las que mejor definen el hayedo talado y el natural en invierno y el talado en otoño, siendo menos importantes en el alerce. Este último biotopo supone una importante exclusión para este grupo taxonómico, que parece más notable que los efectos de la tala (fig. 2e). En cuanto a los ácaros, se encuentran más o menos homogéneamente repartidos por los tres biotopos; posiblemente veamos aquí un reflejo de su diversidad adaptativa (fig. 2d).

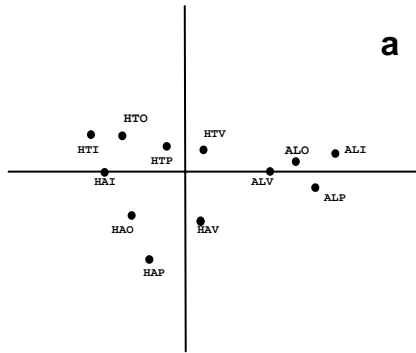
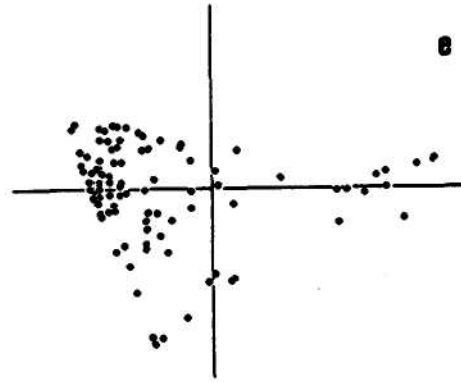
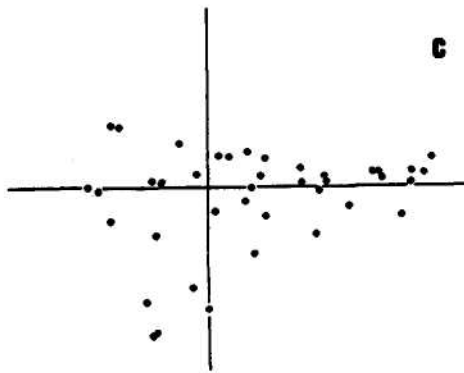
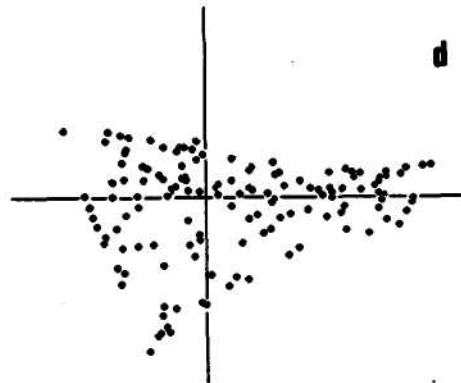
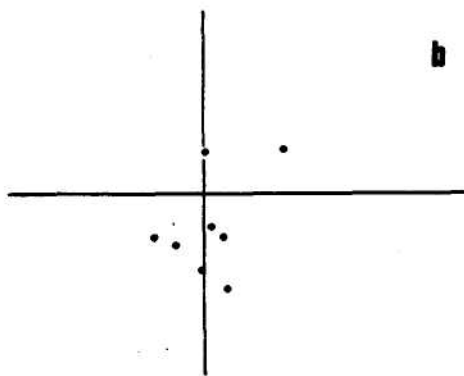


Figura 2. Plano factorial de los dos primeros ejes del análisis factorial de correspondencias, a: muestras; b: colémbolos de gran tamaño; c: otros colémbolos; d: ácaros; e: nematodos. Explicación en el texto.



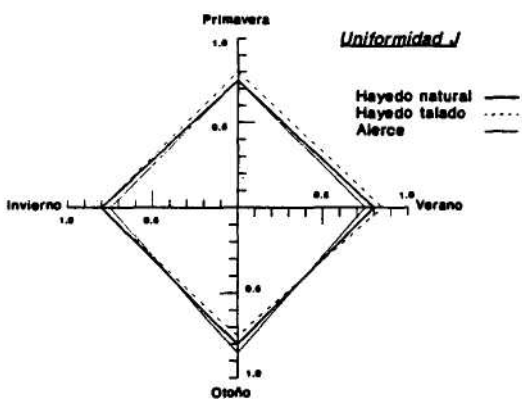
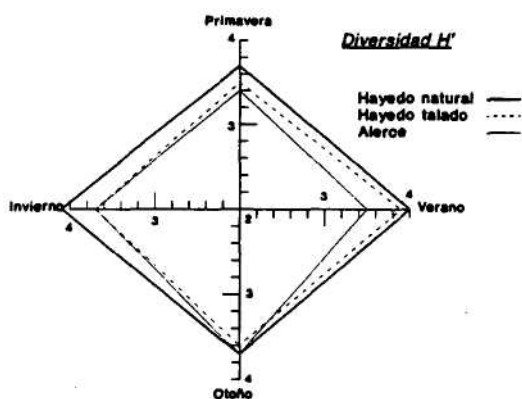
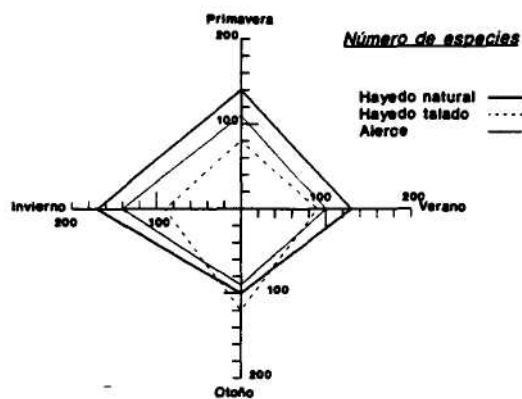


Figura 3. Parámetros de diversidad de las muestras:

	S	H'	J
HAP	145	3.66	.73
HAV	134	3.98	.81
HAO	105	3.67	.79
HAI	173	4.10	.80
HTP	85	3.52	.79
HTV	92	3.91	.87
HTO	122	3.57	.74
HTI	88	3.69	.82
ALP	105	3.39	.73
ALV	103	3.50	.76
ALO	87	3.71	.83
ALI	138	3.67	.74

3. Diversidad.- Es notable la diferencia entre el número de especies del suelo del hayedo, muy superior al de los demás biotopos excepto en la muestra de otoño del talado (fig. 3a). En general, se admite que un mayor número de especies está asociado a una mayor madurez del ecosistema. La diversidad es bastante alta y siempre mayor en el biotopo natural (fig. 3b). Es notable la diversidad hallada en el hayedo de invierno, fruto en buena medida de la concentración de especies de nematodos. La uniformidad apenas presenta diferencias en los tres biotopos, tendiendo a bajar en primavera excepto en el hayedo talado. A este último respecto, y aunque no tenemos explicación convincente, tal vez sería útil investigar los efectos matemáticos de una proliferación desincronizada en este biotopo.

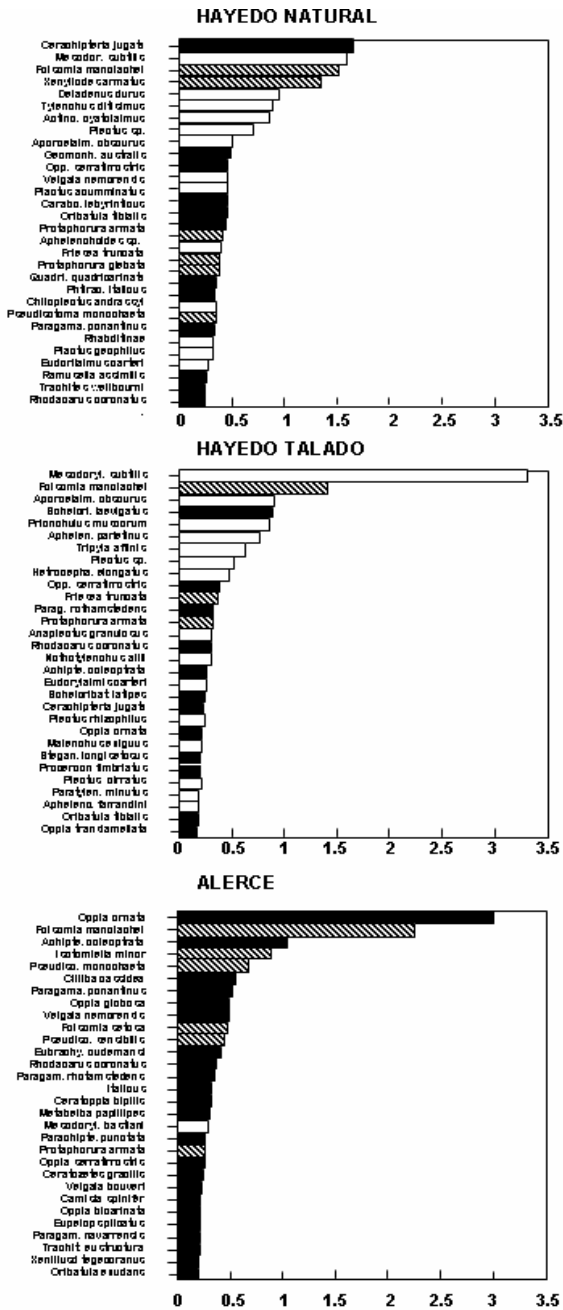


Figura 4. Biomosas relativas (en miligramos por kilogramo de suelo), promediadas a lo largo de las cuatro estaciones del año, de los 30 taxones más importantes en cada uno de los tres biotopos. Las barras negras son los ácaros; las rayadas los colémbolos y las huecas los nematodos.

Al combinar los datos de diversidad con la representación jerarquizada de las biomosas, observamos notables diferencias entre los tres biotopos (figura 4). En el hayedo natural, las especies de más peso se distribuyen muy uniformemente: varias especies comparten la posición dominante con pocas diferencias entre ellas, y la transición a especies poco abundantes es bastante gradual. En cambio, en el hayedo talado encontramos una especie de nematodo (*Mesodorylaimus subtilis*) que domina claramente sobre el resto. En el alerce también existe una especie dominante (*Oppia ornata*), pero es un acaro y sólo un nematodo se encuentra entre las 30 especies más importantes. Estando los colémbolos más o menos repartidos por los tres biotopos, más en el natural, los nematodos se concentran sobre todo en el talado y los ácaros dominan (tal vez por eliminación) en el alerce. En conjunto, la mayor diversidad está en el hayedo natural.

## CONCLUSIONES

Los resultados anteriores parecen avalar la hipótesis de que la introducción de una especie extraña, en este caso el alerce, tiene un efecto disruptivo más importante que la propia tala del hayedo. Si bien en este estudio podemos estar encontrando poblaciones que aún no han desaparecido del talado, parece notable el cambio que supone sobre el ecosistema la repoblación: hay un desplazamiento de grandes grupos taxonómicos, que se ven sustituidos por otros y no sólo por otras especies del mismo grupo taxonómico. En el hayedo talado, las poblaciones remanentes pueden constituir la base para una regeneración del ecosistema, pero en el caso de la reforestación con una especie alóctona puede tal vez sobrepasarse el límite de resiliencia de la edafofauna; los distintos roles ecológicos de los grandes grupos taxonómicos podrían dar lugar a sucesiones divergentes (es de destacar la baja afinidad entre el biotopo con alerce y el resto). En términos de gestión, podría presumirse (aun cuando no tenemos datos a largo plazo) que la sustitución del hayedo por alerce tras una tala puede hacer más complicada la posterior recuperación del hayedo: las matrices de transferencia de energía en el suelo originales ya no existen y deben recomponerse para que madure el ecosistema.

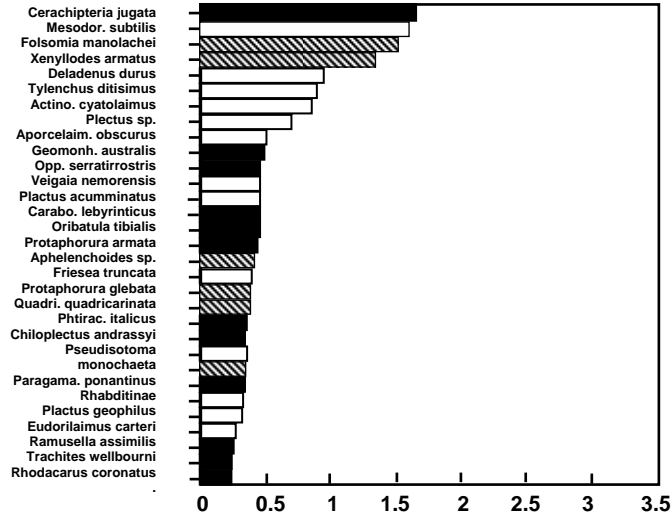
AGRADECIMIENTOS.- Al Dr. Javier Arbea por sus comentarios sobre autoecología de colémbolos, y a Da. Juani Cruchaga por la preparación.

## BIBLIOGRAFÍA

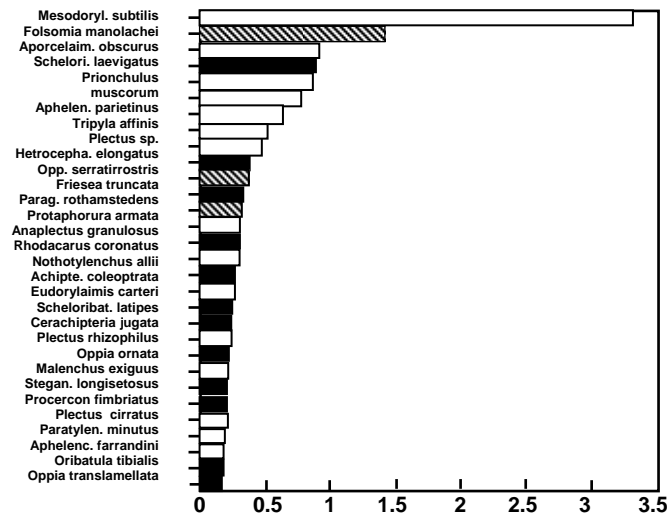
- ARBEA J. I. y JORDANA R., 1985. Estudio ecológico de la colembofauna de los suelos del Macizo de Quinto Real (Pirineos Occidentales) y descripción de dos especies nuevas: *Anurida flaoellata* sp. n. y *Onychiurus subedinensis* sp.n (Insecta, Collembola). *Boletín de la Estación Central de Ecología*, XIV, 28:57-80.
- ARBEA J.I. y JORDANA R., 1987. Efecto de la repoblación y explotación forestal en la zona norte de Navarra sobre las poblaciones de Colémbolos edáficos. *Act. VIII Bienal R. Soc. esp. Hist. Nat.*, Gobierno de Navarra (ed.), 507-515
- ARBEA J.I. y JORDANA R., 1988. Efecto de la repoblación con alerce (*Larix kaempferi*) en la zona norte de Navarra, sobre la estructura de las poblaciones de Colémbolos edáficos. *Act. II Cong. Mundial Vasco (Biol. Amb.)* Ed. Gobierno Vasco, II: 159-170. JORDANA R., 1980. Estudio faunístico del Macizo de Quinto Real. IV: Género *HvDOQastrura* (Collembola, Hypogastruridae). *Publ. Biol. Univ. Navarra, Ser. Zool.*, 5:1-30. JORDANA R., 1981. Estudio faunístico del Macizo de Quinto Real. V: Géneros *Schaefferia*, *Willemia*, *Triacanthelia*, *Xenvlla* y *Microoastrura* (Collembola, Hypogastruridae). *Publ. Biol. Univ. Navarra, Ser. Zool.*, 6:1-31
- JORDANA R., ARBEA J.I., MORAZAM.L., HERNÁNDEZ M.A., ROMANO R., MATEO M.D., HERRERA L. y ESCALA M.C., 1987. Efecto de la repoblación forestal sobre la fauna del suelo. Estudio a nivel no específico. *Act. VIII Bienal R. Soc Esp. Hist. Nat.*, Gobierno de Navarra (ed.), 547-554. MONREAL J.I. y CAMPOY A., 1982. Estudio faunístico del Macizo de Quinto Real. VI: Nematodos (Nematoda). *Publ. Biol. Univ. Navarra, Ser. Zool.*, 8:1-51.
- MORAZA M.L., HERRERA L. y PEREZ-IÑIGO C, 1980. Estudio faunístico del Macizo de Quinto Real. I: Acaros Oribátidos (Acari, Oribatei). *Publ. Biol. Univ. Navarra, Ser. Zool.*, 1:1-24. MORAZA M. L., 1982. *Acaros Oribátidos de los hayedos de Navarra*. Tesis Doctoral, Univ. Navarra, 666p. PETERSEN H. & LUXTON M., 1982. A comparative analysis of soil fauna populations and their role in decomposition processes. *Oikos*, 39 (3): 288-388.



### HAYEDO NATURAL



### HAYEDO TALADO



### ALERCE

