

ARTÍCULO:

Efecto de la degradación de un encinar de *Quercus rotundifolia* en la comunidad de ácaros cryptostigmados y mesostigmados (Acari: Cryptostigmata, Mesostigmata)

María L. Moraza

Departamento de Zoología y Ecología,
Facultad de Ciencias,
Universidad de Navarra,
C/ Iruñlarrea s/n, Pamplona
31080 (Navarra), España,
mlmoraza@unav.es

Revista Ibérica de Aracnología
ISSN: 1576 - 9518.
Dep. Legal: Z-2656-2000.
Vol. 13, 30-VI-2006
Sección: Artículos y Notas.
Pp: 171-182

Edita:
Grupo Ibérico de Aracnología (GIA)
Grupo de trabajo en Aracnología
de la Sociedad Entomológica
Aragonesa (SEA)
Avda. Radio Juventud, 37
50012 Zaragoza (ESPAÑA)
Tef. 976 324415
Fax. 976 535697
C-elect.: amelic@telefonica.net

Director: Carles Ribera
C-elect.: cribera@ub.edu

Información sobre suscripción,
índices, resúmenes de artículos *on line*,
normas de publicación, etc., en:
<http://entomologia.rediris.es/sea/publicaciones/ria/index.htm>

Página web GIA:
<http://entomologia.rediris.es/gia>

Página web SEA:
<http://www.sea-entomologia.org>

ARTÍCULO:

Efecto de la degradación de un encinar de *Quercus rotundifolia* en la comunidad de ácaros cryptostigmados y mesostigmados (Acari: Cryptostigmata, Mesostigmata)

María L. Moraza

Resumen:

Se determina la composición faunística y la estructura de la comunidad de ácaros Mesostigmata y Cryptostigmata del suelo de un encinar natural de *Quercus rotundifolia* y del coscojal resultante de la degradación del primero en la zona Media de Navarra (Norte de España), así como las fluctuaciones de esa comunidad debidas a los cambios estacionales. El encinar natural esta caracterizado por la abundancia y presencia de *Zercon navarrensis*, *Cerachipteria jugata*, *Tectocepheus alatus* y *Chamobates borealis* mientras que el encinar degradado por *Zercoseius spathuliger*, *Uropoda minima*, *Ramusella assimilis* y *Cerachipteria jugata*. La degradación de este tipo de encinar supone el cambio de la composición específica de la comunidad (sustitución del 72% de las especies), una pérdida de abundancia y el descenso del valor del índice medio de diversidad H (de 3.09 a 2.50). En ambos hábitats el valor estacional y medio anual de equitabilidad J es ≥ 0.8

Palabras clave: Acari, Mesostigmata, Cryptostigmata, estructura y dinámica poblacional, encinares, Navarra, Norte de España

Effect of the degradation of a grove of *Quercus rotundifolia* on the community of cryptostigmatid and mesostigmatid mites (Acari: Cryptostigmata, Mesostigmata)

Abstract:

The faunistic composition and structure of the Cryptostigmata and Mesostigmata mites in the soil of a natural grove of *Quercus rotundifolia* is ascertained, in addition to that of the oak grove that results after the degradation of the former in the middle zone of Navarra (north of Spain), as well as the fluctuations in this community as result of seasonal changes. The natural grove is characterized by an abundance of *Zercon navarrensis*, *Cerachipteria jugata*, *Tectocepheus alatus* and *Chamobates borealis*, while the degraded grove is characterized by *Zercoseius spathuliger*, *Uropoda minima*, *Ramusella assimilis* and *Cerachipteria jugata*. The degradation of this type of grove represents a change on species composition of the community (substitution of 72% of the species), a loss of abundance and decline in the mean diversity index (from 3.09 to 2.50). In both habitats, the seasonal and mean value of equitability J is ≥ 0.8 .

Key words: Acari, Cryptostigmata, Mesostigmata, population structure population dynamics, oak grove, Navarra, north of Spain.

Introducción

La productividad y estabilidad de los suelos, tanto de medios naturales como con algún tipo de alteración, puede ser indicada por la fauna que habita en ellos, como lo han puesto de manifiesto algunos autores (Cassagnau, 1961; Bonnet *et al.*, 1976 y 1979; Ponge, 1983; Gers & Izarra, 1983; Arpin *et al.*, 1984; Arbea & Jordana, 1985; Jordana *et al.*, 1987; Arbea & Jordana, 1988). Tradicionalmente, han sido los ácaros Cryptostigmata uno de los indicadores biológicos en este tipo de estudios (Iturrondobeitia *et al.*, 1985; Iturrondobeitia & Saloña, 1992; Iturrondobeitia *et al.*, 1997; Arroyo *et al.*, 2003) y los ácaros Mesostigmata, como predadores dependientes de la fauna edáfica, pueden ser igualmente de utilidad en este tipo de bioindicación.

El trabajo que aquí se presenta, forma parte del contrato de investigación de la CAICYT (nº 0220), que lleva por título "Efecto de la explotación forestal y reforestación sobre la fauna del suelo", cuyo objetivo fue determinar las relaciones entre la fauna actual de suelos de ambientes naturales y las fluctuaciones inducidas por los cambios estacionales y la repoblación con distintas especies de pino. El estudio de los Mesostigmata ha sido subvencionado por el Departamento de Educación, Universidades e Investigación, Gobierno Vasco (España), y The Ohio State University (USA).

Material y métodos

El “coscojal” de El Carrascal (Unzue) (UTM: 30TXN12) y codificado como “Co” en los apéndices, es un bosque mediterráneo resultado de la degradación de un bosque natural de *Quercus rotundifolia* en el cual predomina actualmente la especie *Quercus coccifera*. Este coscojal pertenece a la clase *Querceta ilicis* y a la asociación *Rhamo cocciferetum* (Ursua *et al.*, 1984).

Como biotopo de comparación se ha tomado el encinar próximo de Sansoain, codificado como “So”, (UTM: 30TXN11), bosque de *Quercus rotundifolia* perteneciente a la clase *Quercetea-ilicis*, alianza *Quercion-ilicis* localizado en la cara Norte de una pendiente. Los Cryptostigmata de este encinar ya fueron estudiado con anterioridad por Jordana *et al.* (1987).

Los muestreos en ambos biotopos (natural y alterado) se realizaron en cada una de las estaciones climáticas: primavera = P (20.VI.1982), verano = V (18.VIII.1982), otoño = O (3.X.1982) e invierno = I (18.I.1983). La superficie de cada muestra fue de 25 x 25 cm., y la profundidad de ésta dependía de la cantidad de hojarasca presente en el momento del muestreo. Aunque se presentan los resultados globales, se obtuvieron muestras de cada nivel del suelo (hojarasca, matillo y suelo mineral). El peso de cada muestra fue de 800 a 1000 g. y los datos se presentan referidos a 1000 g. de peso seco de muestra.

En cada uno de los biotopos se tomó la temperatura ambiental (T^a), la temperatura de la superficie del suelo (T^a s), las temperaturas en profundidad (T^a p), el pH en agua destilada y en CIK en superficie (pH H_2O s y pH CIK s) y en profundidad (pH H_2O p y pH CIK p). La humedad del suelo (% agua) se midió por la diferencia de pesada entre la muestra fresca (peso húmedo) y una vez desecada a 20°C y 40% de humedad ambiental (ver apéndice 3).

La mesofauna de microartrópodos se extrajo utilizando el método de Tullgren (Jordana *et al.*, 1987). Los ácaros se examinaron al microscopio óptico en preparaciones abiertas, previo aclarado en ácido láctico, en el caso de los Cryptostigmata, o en preparaciones permanentes con medio de Hoyer tras ser aclarados en Nesbitt, en el caso de los Mesostigmata.

Con el fin de establecer la estructura de las poblaciones de ácaros, se han calculados los índices de abundancia (A), frecuencia de ocurrencia (F), de diversidad de Shannon (H), equitabilidad (diversidad relativa) (J) y la dominancia de Simpson (D) usando un “software” PAST desarrollado por Hammer *et al.*, (2001). En la determinación de la abundancia poblacional de la comunidad de Cryptostigmata, se han cuantificado los estadios inmaduros, sin embargo en la obtención de los otros índices ecológicos han sido ignorados debido a que su determinación no es posible en la mayoría de los casos. Por el contrario, los estadios inmaduros de los Mesostigmata han sido identificados a nivel específico y considerados en todos los índices ecológicos realizados.

El cálculo del grado de similaridad entre medios se realizó mediante la aplicación del índice de distancia Manhattan (algoritmo UPGMA: los clusters se articulan en base a la distancia media entre todos los miembros) considerado todas las especies encontradas. La elección de este índice se debe a que se trata de un índice muy utilizado para datos de abundancia que suma las diferencias para cada variable.

Los Cryptostigmata están depositados en el Museo de Zoología de la Universidad de Navarra y los Mesostigmata en The Acarology Collection (Acarology Laboratory), The Ohio State University (Columbus, Ohio, USA) (OSAL).

Resultados y discusión

Composición faunística y estructural de la comunidad en el encinar natural de Sansoain.

En el suelo de este bosque han aparecido 21 especies (543 ejemplares) de Mesostigmata y 102 especies de Cryptostigmata (6705 ejemplares). El 78% de las especies están representadas con una abundancia inferior al 1%.

Comunidad de Mesostigmata (Apend.1, Tabla 1, Figs. 1-3, 8)

Solamente *Zercon navarrensis* Moraza, 1989, con una elevada abundancia (52%) y frecuencia (75%), merece ser señalada. Otras especies con una frecuencia alta muestran índices de abundancia muy pobres. El 38% de las especies tienen una abundancia inferior al 1%.

La primavera, otoño e invierno quedan caracterizados por *Z. navarrensis* (42%, 57% y 56% respectivamente) y *Uropoda minima* Kramer, 1882 (11%); en verano solo dos especies están presentes, *Hypoaspis (Geolaelaps) sp. 2* (25%) y *Rhodacarus coronatus* Berlese, 1921 (75%); en otoño sobresale además *Veigaia nemorensis* (C. L. Koch, 1839) (12%) y en el invierno *U. minima* (15%).

El verano (máximas temperaturas y escaso % de agua en la muestra) es la estación crítica para estos ácaros en términos de abundancia (Fig. 1) y diversidad (Fig. 2) y es en esta estación cuando el 100% de la comunidad habita en el suelo mineral (capa más profunda), mientras que el resto del año ocupa la capa superficial orgánica (Fig. 8).

Sin embargo, las dos únicas especies encontradas en verano, ambas presentes durante todo el año con pobres abundancias poblacionales, son las responsables de la máxima equitabilidad que muestra la comunidad en esta estación (Fig. 3). Cabe destacar la alta abundancia alcanzada en invierno (Fig. 1) debida a la explosión de *Z. navarrensis* y *U. minima*.

La comunidad de Mesostigmata de este encinar se mantiene estable a lo largo del año con valores de equitabilidad por encima de la media en las estaciones más calurosas (primavera y verano).

Comunidad de Cryptostigmata (Apend.2, Tabla 2, Figs. 4-6)

Las especies más abundantes en el material recolectados son *Cerachiperia jugata* Mihelcic, 1956 (11%), *Tectocephus alatus* Berlese, 1913 (9%), *Chamobates borealis* (Trägårdh, 1902) (9%), *Quadrioppia quadricarinata* (Michael, 1885) (6%) y *Oppiella nova* (Paoli, 1908) (5%). El 22% de las especies tienen una abundancia inferior al 1%.

La primavera se caracteriza por la elevada abundancia de *T. alatus* (17%), *Hemileius initialis* (Berlese, 1908) (13%) y *Galumna tarsipennata* Oudemans, 1913 (11%); el verano por *Suctobelbella sarekensis* (Forsslund, 1941) (24%), *Ramusella assimilis* (Mihelcic, 1956) (21%) y *Trhypochthonius tectorum* (Berlese, 1896) (10%) e invierno por *R. assimilis* (16%) y *C. jugata* (13%).

En este encinar de Sansoain observamos como las abundancias poblaciones de los cryptostigmata siguen el mismo patrón que el de los ácaros Mesostigmata, con un mínimo en verano y un máximo en invierno (Fig. 4), cuando los valores de pH del suelo son los más básicos y la Tª del suelo en superficie y en profundidad es la mínima. Los índices estacionales de diversidad (Fig. 5) muestran su máximo en invierno y la comunidad de Cryptostigmata mantiene estable a lo largo del año, con valores de equitabilidad prácticamente similares a lo largo del año y valores de diversidad por encima de la media en las estaciones más frías.

En este encinar la cantidad de agua que retenían las muestras ha experimentado cambios leves a lo largo del año (26.5% en verano - 35.8% en otoño). El hecho de que no se produzcan momentos de estrés hídrico en el medio podría ser la causa de la estabilidad de la comunidad de ácaros en este biotopo.

Composición faunística y estructural de la comunidad en el coscojal de El Carrascal

Se han colectado un total de 15 especies de Mesostigmata (59 ejemplares) y 50 especies de Cryptostigmata (1239 ejemplares). El 62% de estas especies son raras, con valores de abundancia inferiores al 1%.

Comunidad de Mesostigmata (Apend. 1, Tabla 3, Figs. 1-3, 9)

Solo tres especies aparecen con una abundancia superior al 5% y las especies más frecuentes y abundantes en el material recolectado son *Zercozeius spathuliger* (Leonardi, 1889) (18 ejemplares) y *U. minima* (16 ejemplares); *Cilliba cassidea* (Hermann, 1804), *Hypoaspis (Geolaelaps) sp. 2* y *Prozercon sp.* son especies poco abundantes pero frecuentes (F=50%). En primavera, solamente cuatro especies están presentes y *Amblyseius sp. 1* e *Hypoaspis (Geolaelaps) sp. 1* son las más abundantes (33%); *U. minima* (42%) y *Z. spathuliger* (18%) son las especies más abundantes en otoño y *Z. spathuliger* (52%), *U. minima* (16%) y *R. coronatus* (12%) lo son en invierno. En las capas más profundas del suelo (suelo mineral) se han encontrado *C. cassidea*, *Prozercon sp.* y *Z. spathuliger*.

Si analizamos independientemente la comunidad de Mesostigmata obtenemos las siguientes conclusiones:

El verano es la estación crítica para estos ácaros en este biotopo (no se encontró ejemplar alguno en este muestreo). En esta estación, la Tª superficial y en profundidad del suelo es notablemente superior a la de primavera, aunque el porcentaje de agua de la muestra no varía (Apend. 3), y quizás sea este el motivo de la ausencia de ácaros, al menos en la profundidad de suelo muestreada y en este momento del año. En términos de abundancia (Fig.1), primavera e invierno son las estaciones favorables, aquellas en las que la muestra mostraba un mayor porcentaje de agua (14-15%).

En relación a la diversidad y equitabilidad (Figs. 2, 3), se observa que tras superar el verano, la comunidad se restablece y recupera niveles de diversidad y estabilidad bastante similares durante el resto del año. La máxima diversidad se muestra en otoño pero la comunidad es más estable en primavera. Para los ácaros Mesostigmata de este biotopo, los meses con temperaturas moderadas (11-14°C) parecen ser los óptimos.

La comunidad habita preferentemente la capa superficial orgánica del suelo excepto en la primavera que emigra a capas más profundas (mantillo y suelo mineral) (Fig. 9).

Comunidad de Cryptostigmata (Apend. 2, Tabla 4, Fig. 4-6)

Las especies más abundantes en el material recolectados son *R. assimilis* (13%), *C. jugata* (8%), *T. alatus* (7%), *Carabodes coriaceus* C. L. Koch, 1835 (7%), *Q. quadricarinata* (6%), *Chamobates subglobulus* (Oudemans, 1900) y *Xenillus tegeocranus* (Hermann, 1804) (5%). La primavera se caracteriza por la elevada abundancia de *T. alatus* (17%), *H. initialis* (13%) y *G. tarsipennata* (11%); el verano por *S. sarekensis* (24%), *R. assimilis* (21%) y *T. tectorum* (10%) e invierno por *R. assimilis* (16%) y *C. jugata* (13%). El 52% de las especies son raras, con una abundancia inferior al 1%.

La falta de estos ácaros en las muestras de otoño no puede ser explicada ya que otros acariformes (Prostigmata y Astigmata), aunque en densidades muy bajas, si fueron colectados y el % de agua en el suelo mostraba valores muy similares a los encontrados en invierno. En términos de abundancia (Fig. 4), primavera e invierno son las estaciones favorables, alcanzando niveles más que duplicados en relación a otras épocas.

Una vez más, superado el otoño, la comunidad se restablece alcanzando, o incluso superando, los niveles de diversidad (Fig. 5) y equitabilidad (Fig. 6) de las otras estaciones. Para los cryptostigmados, el invierno podría ser la estación óptima (máxima estabilidad y mínima dominancia) y la escasa humedad del suelo en primavera y verano no parece afectar a los ácaros de este hábitat.

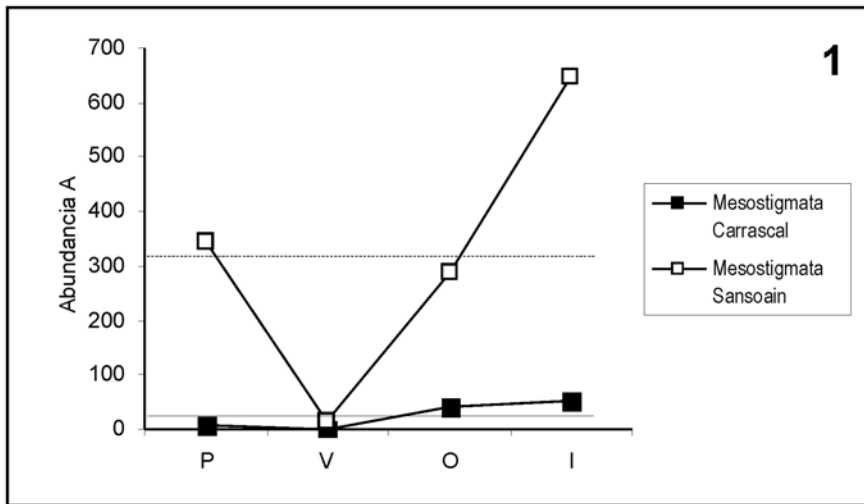


Figura 1. Variaciones estacionales de la abundancia de la comunidad de Mesostigmata en El Carrascal y en Sansoain. (P: primavera; V: verano; O: otoño; I: invierno).

Figure 1. Seasonal fluctuations of the abundance index of the Mesostigmata Community in El Carrascal and in Sansoain. (P: spring; V: summer; O: autumn; I: winter).

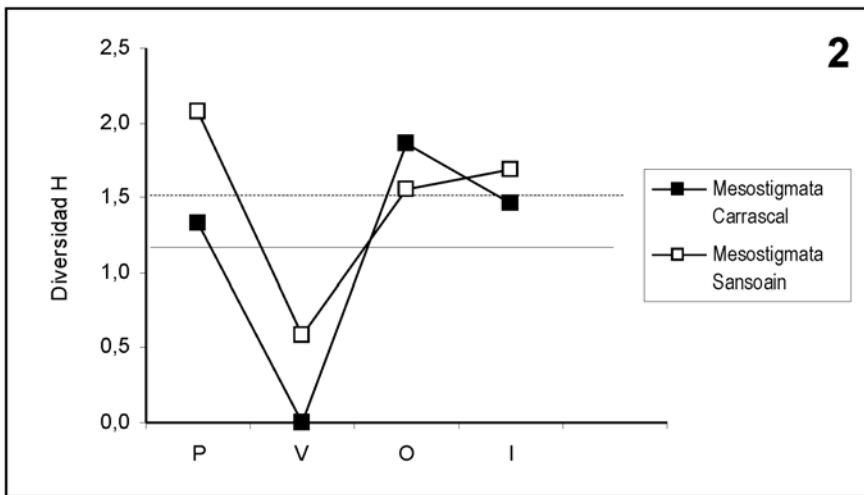


Figura 2. Variaciones estacionales del índice de diversidad de la comunidad de Mesostigmata en El Carrascal y en Sansoain. (P: primavera; V: verano; O: otoño; I: invierno).

Figure 2. Seasonal fluctuations of the diversity index of the Mesostigmata community in El Carrascal and in Sansoain. (P: spring; V: summer; O: autumn; I: winter).

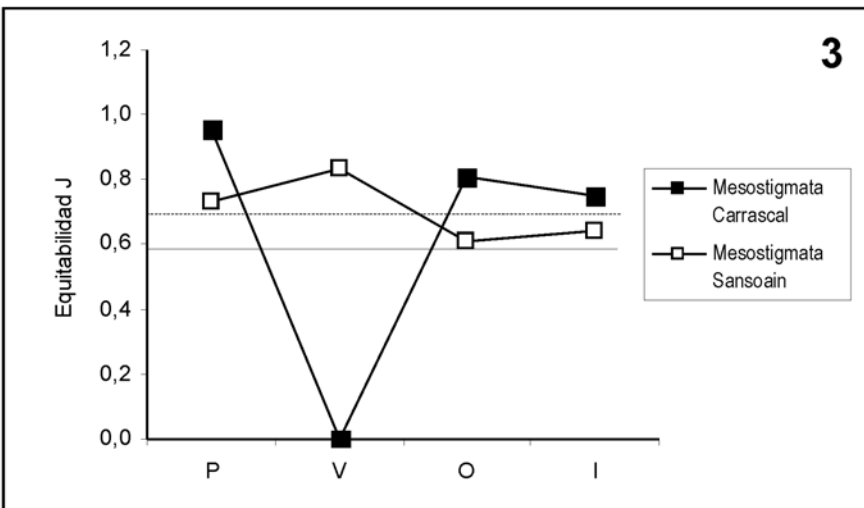


Figura 3. Variaciones estacionales del índice de equitabilidad de la comunidad de Mesostigmata en El Carrascal y en Sansoain. (P: primavera; V: verano; O: otoño; I: invierno).

Figure 3. Seasonal fluctuations of the equitability index of the Mesostigmata community in El Carrascal and in Sansoain. (P: spring; V: summer; O: autumn; I: winter).

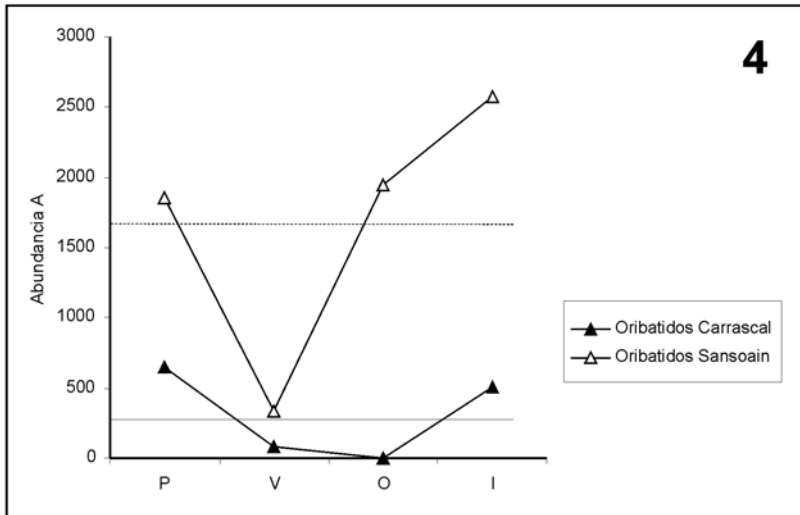


Figura 4. Variaciones estacionales de la abundancia de la comunidad de Cryptostigmata in El Carrascal y en Sansoain. (P: primavera; V: verano; O: otoño; I: invierno).

Figure 4. Seasonal fluctuations of the abundance index of the Cryptostigmata community in El Carrascal and in Sansoain. (P: spring; V: summer; O: autumn; I: winter).

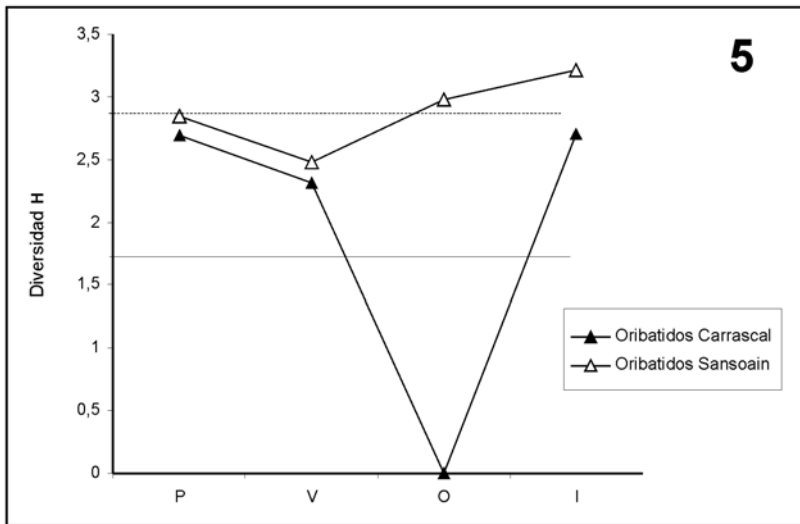


Figura 5. Variaciones estacionales del índice de diversidad de la comunidad de Cryptostigmata in El Carrascal y en Sansoain. (P: primavera; V: verano; O: otoño; I: invierno).

Figure 5. Seasonal fluctuations of the diversity index of the Cryptostigmata community in El Carrascal and in Sansoain. (P: spring; V: summer; O: autumn; I: winter).

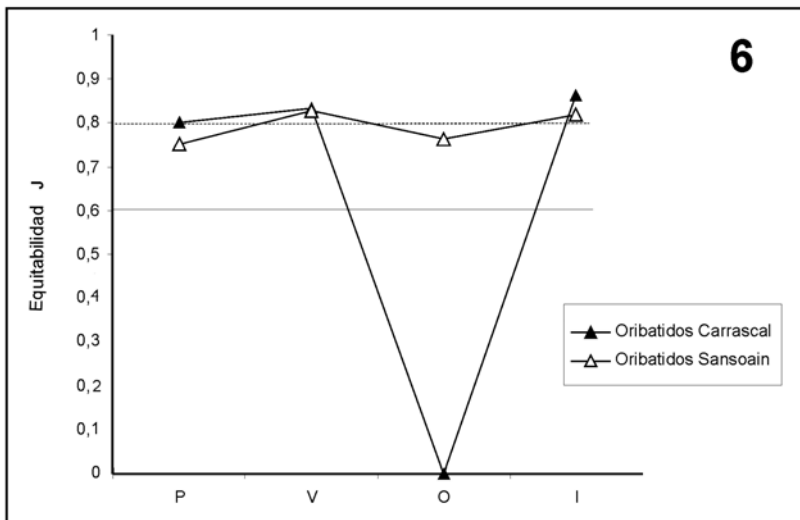


Figura 6. Variaciones estacionales del índice de equitabilidad de la comunidad de Cryptostigmata in El Carrascal y en Sansoain. (P: primavera; V: verano; O: otoño; I: invierno).

Figure 6. Seasonal fluctuations of the equitability index of the Cryptostigmata community in El Carrascal and in Sansoain. (P: spring; V: summer; O: autumn; I: winter).

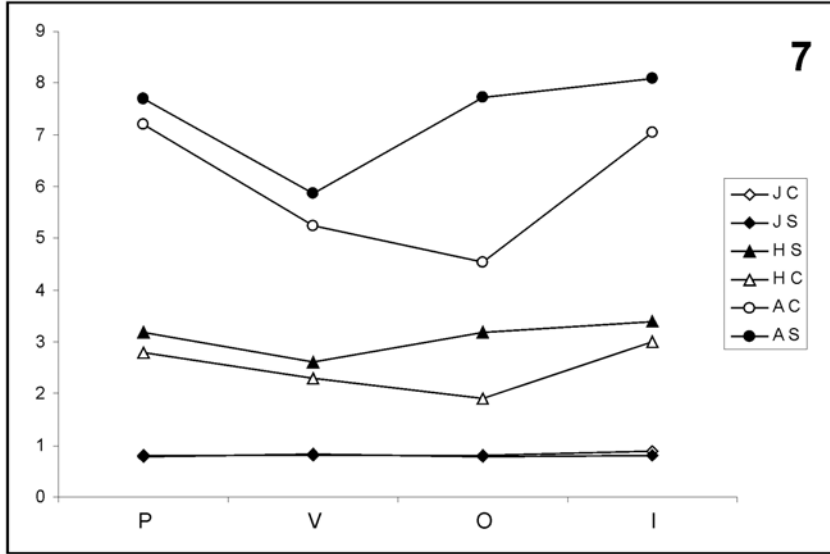


Figura 7. Variaciones estacionales de los índices estructurales de la comunidad de ácaros Mesostigmata y Cryptostigmata en El Carrascal y en Sansoain. (C: EL Carrascal coscojal; S: Sansoain encinar; A: Ln de la abundancia; H: diversidad; J: equitabilidad; P: primavera; V: verano; O: otoño; I: invierno).

Figure 7. Seasonal fluctuations of the structural indexes of the Mesostigmata and Cryptostigmata mites community in El Carrascal and Sansoain. (C: EL Carrascal mediterranean bush; S: Sansoain evergreen oak; A: LnAbundance; H: diversity; J: equitability; P: spring; V: summer; O: autumn; I: winter).

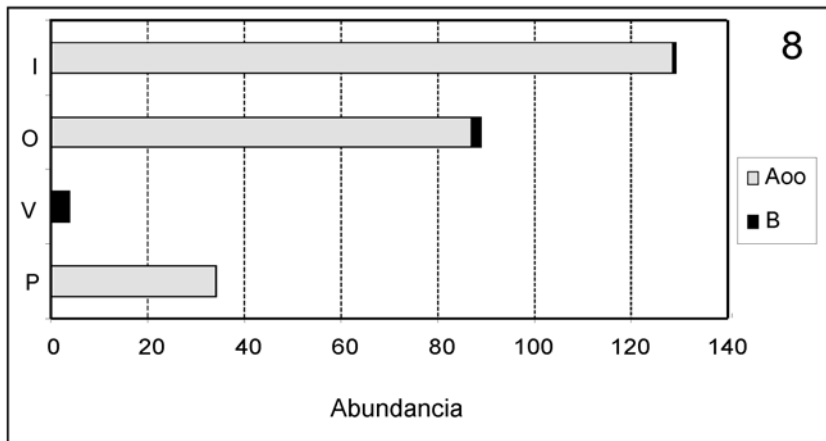


Figura 8. Variaciones estacionales de la abundancia de ácaros Mesostigmatas en los distintos horizontes del suelo en Sansoain. (Aoo: hojarasca; Ao: mantillo; B: suelo mineral; P: primavera; V: verano; O: otoño; I: invierno).

Figure 8. Seasonal fluctuations of the abundance of Mesostigmata mites in different layers of the soil in Sansoain. (Aoo: litter; Ao: humus; B: mineral soil; P: spring; V: summer; O: autumn; I: winter).

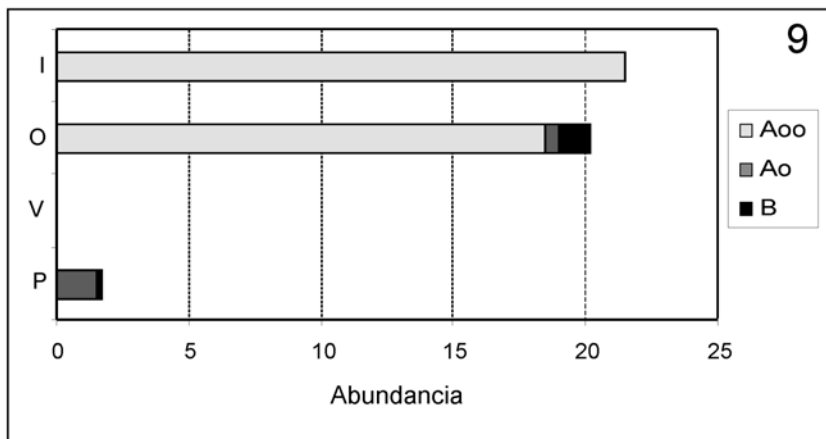


Figura 9. Variaciones estacionales de la abundancia de ácaros Mesostigmatas en los distintos horizontes del suelo en El Carrascal. (Aoo: hojarasca; Ao: mantillo; B: suelo mineral; P: primavera; V: verano; O: otoño; I: invierno).

Figure 9. Seasonal fluctuations of the abundance of Mesostigmata mites in different layers of the soil in El Carrascal. (Aoo: litter; Ao: humus; B: mineral soil; P: spring; V: summer; O: autumn; I: winter).

Efecto de la degradación del encinar natural sobre la comunidad de ácaros Mesostigmata y Cryptostigmata

Si comparamos la composición faunística de estos dos biotopos, observamos como la degradación del encinar natural conlleva la desaparición de 58 especies (46 especies de Cryptostigmata y 12 de Mesostigmata) y solamente 34 (27 especies de Cryptostigmata y 7 de Mesostigmata), el 28% de las especies, son capaces de adaptarse a la nueva situación, tratándose en todos los casos de especies de amplia valencia ecológica. De las especies que caracterizan el encinar de Sansoain (Jordana *et al.*, 1987) solo persiste *C. jugata*.

La comunidad de Mesostigmata en el biotopo degradado sufre un drástico descenso de abundancia y diversidad (Figs. 1, 2), y aunque la equitabilidad media también desciende como consecuencia del mínimo estival, estacionalmente es ligeramente más estable (Fig. 3).

En la comunidad de cryptostigmata (Fig. 4-6) observamos los mismos resultados: disminución de la abundancia, ligero descenso de diversidad y ligero aumento de la equitabilidad estacional.

Al realizar los agrupamientos por pares (Fig. 10), tras la obtención de los índices de similaridad (distancia Manhattan) entre las muestras recogidas en las distintas estaciones climáticas en cada asociación vegetal, observamos que existe una clara separación entre el medio natural y el degradado. En ambos biotopos la comunidad de los ácaros estudiados no muestra grandes cambios en el transcurso del verano al otoño sin embargo, los cambios estacionales son más llamativos en el encinar de Sansoain y sus comunidades se distancian más durante el año.

El análisis de la abundancia, diversidad, equitabilidad y similaridad considerando globalmente los dos tipos de ácaros (Tabla 5, Fig. 7), pone de manifiesto, además de los cambios estructurales a lo largo del año en cada biotopo, que la degradación del bosque natural, con la potenciación de *Quercus coccifera*, rompe el equilibrio ecológico de la fauna, produciéndose un descenso importante de las abundancias poblacionales (abundancia poblacional media del encinar 1529 ácaros/Kg., en el coscojal 692 ácaros/Kg.), una gran sustitución específica (el 72% de

las especies del encinar se pierden), y en menor medida, un descenso de la diversidad de los ácaros (diversidad media en el encinar 3.09 y en el coscojal 2.50). Sin embargo, ambos medios presentan índices de equitabilidad media (en el encinar 0.83 y en el coscojal 0.80) y estacional muy similares. Los índices de dominancia estacionales y medios son prácticamente iguales en los dos biotopos (dominancia media 0.1).

Si exceptuamos los datos obtenidos en el estudio de la muestra de otoño procedente del coscojal, podríamos concluir diciendo que las dinámicas estacionales de estos ácaros son idénticas en ambos medios a pesar de la alteración.

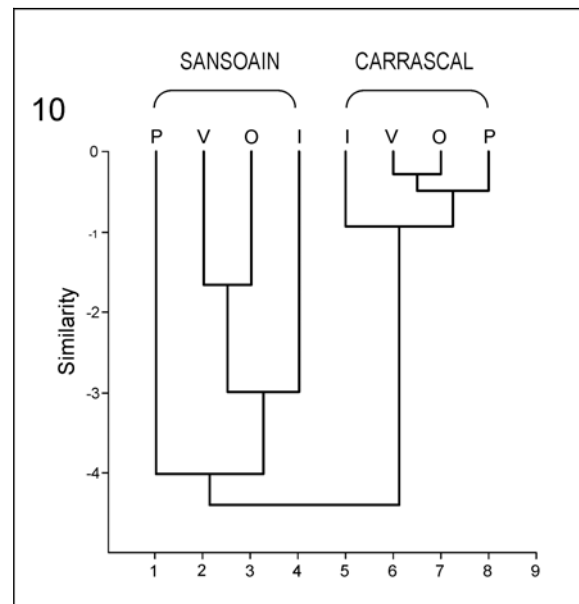


Figura 10. Cluster de similaridad "Biotopo-Estación" del Carrascal y Sansoain, basado en el índice de similaridad Manhattan. (P: primavera; V: verano; O: otoño; I: invierno).

Figure 10. Cluster of similarity "Biotopes-Season" from El Carrascal and Sansoain, based on association index Manhattan. (P: spring; V: summer; O: autumn; I: winter)

Bibliografía

- ARBEA, J.J. & JORDANA, R. 1985. Estudio ecológico de la Colembofauna de los Suelos del Macizo de Quinto Real (Pirineos Occidentales) y descripción de dos especies nuevas: *Amurida flagellata* sp. n. y *Onychiurus subedinensis* sp. n. (INSECTA, COLLEMBOLA). *Boln. Estac. Cent. Ecol.*, **28**: 57-80.
- ARBEA, J.J. & 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. In: J. C. Iturrondobeitia (ed.), *Biología ambiental*. Actas del Congreso de Biología Ambiental (2 Congreso Mundial Vasco). Tomo 2. Servicio Editorial de

la Universidad del País Vasco, pp: 253-265.

- ARPIN, P., PONGE, J.F., DABIN, B. & MORI, A. 1984. Utilisation des nématodes Mononchida et des Collembolés pour caractériser des phénomènes pédobiologiques. *Revue. Ecol. Biol. Sol.*, **21** (2): 243-268.
- ARROYO, J., ITURRONDobeITIA, J. C., CABALLERO, A.I. & GONZALEZ CARCEDO, S. 2003. Una aproximación al uso de taxones de artrópodos como bioindicadores de condiciones edáficas en agrosistemas. An approach to the use of arthropod taxa as bioindicators of edaphic conditions in agroecosystems. *Boletín de la SEA*, **32**: 73-79.

- BONNET, L.P., CASSAGNAU, P. & DEHARVENG, L. 1976. Un exemple de rupture de l'équilibre biocénétique par déboisement: les peuplements des Collemboles édaphiques du Piau d'Engaly (Hautes-Pyrénées). *Revue Ecol. Biol. Sol.*, **13** (2): 337-351.
- BONNET, L.P., CASSAGNAU, P. & DEHARVENG, L. 1979. Recherche d'une méthodologie dans l'analyse de la rupture des équilibres biocénétiques: applications aux Collemboles édaphiques des Pyrénées. *Revue Ecol. Biol. Sol.*, **16** (3): 373-401
- CASSAGNAU, P. 1961. Ecologie du Sol dans les Pyrénées Centrales: les Biocénoses des Collemboles. Hermann, Paris, 235 pp.
- EDWARDS, C.A. & FLETCHER, K.E. 1970. Assessment of terrestrial Invertebrates Populations. In: J. Phillipson (ed.), *Methods of Study in Soil Ecology*. Proc. Paris Symposium Int. Biol. Progr. UNESCO, pp. 57-66.
- GERS, C. & DE IZARRA, D.C. 1983. Rupture de l'équilibre biocénétique des populations de Collemboles à la station de ski de Clamazeille-Formigueres (Pyrénées Orientales). *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, **119**: 63-69.
- HAMMER, Ø., HARPER, D.A.T. & RYAN, P. D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9 pp. http://palaeoelectronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm (5.XII.2005)
- ITURRONDOBEITIA, J.C. & SALONA, M.I. 1985. Contribución al estudio gincológico de los ácaros oribátidos de varios ecosistemas vizcaínos (Acarida, Cryptostigmata). *Actas do Congresso Ibérico de Entomología*, **2**(3): 353-362
- ITURRONDOBEITIA, J.C. & SALONA, M.I. 1992. Estudio de las comunidades de oribátidos (Acari, Oribatei) de varios ecosistemas de Vizcaya y una zona próxima; 4. Relación entre fauna y factores del suelo. *Revue d'Ecologie et de Biologie du Sol.*, **28**(4): 443-459.
- ITURRONDOBEITIA, J.C., SALONA, M.I., PEREDA, J., CABALLERO, A.I. & ANDRES, M.C. 1997. Oribatid mites as an applied tool in studies on bioindication: a particular case. *Abhandlungen und Berichte des Naturkundemuseums Goerlitz*, **69**(6): 85-96.
- JORDANA, R., ARBEA, J.I., MORAZA, L., MONTENEGROS, E., MATEO, M.D., HERNANDEZ, M.A. & HERRERA, L. 1987. Effect of reforestation by conifers in natural biotopes of middle and South Navarra (Northern Spain). *Revue suisse Zool.*, **94**(3): 491-502
- LOOMAN, J. & CAMPBELL, 1960. Adaptation of Sorensen's K (1948) for stimating affinities in prairie vegetation. *Ecology* **41**: 409-416.
- PONGE, J.F. 1983. Les Collemboles indicateurs du type d'humus en milieu forestier. Résultats obtenus au sud de Paris. *Oecol. Gen.* **4**(4): 359-374.
- URSUA C., GRADE, L. & LOPEZ, M.L. 1985. Paisaje vegetal y aspecto ecológico de los municipios navarros. *Publnes. Biol. Univ. Navarra*, ser. Bot. **5**: 3-13.

TABLAS

Mesostigmata "Sansoain"	P	V	O	I	Total	Media
Número de especies	17	2	13	14	21	12
Abundancia (A)	345	15	288	649	1297	324
Dominancia (D)	0,2	0,6	0,4	0,3	0,4	0,4
Diversidad (H)	2,1	0,6	1,6	1,7	1,5	1,5
Equitabilidad (J)	0,7	0,8	0,6	0,6	0,7	0,7

Tabla 1. Índices estructurales de la comunidad de Mesostigmata en el encinar de Sansoain y sus fluctuaciones estacionales (P: primavera; V: verano; O: otoño; I: invierno).

Table 1. Structural indexes of the Mesostigmata community on the evergreen oak forest of Sansoain (P: spring; V: summer; O: autumn; I: winter).

Cryptostigmata "Sansoain"	P	V	O	I	Total	Media
Número de especies	44	20	49	51	84	41
Abundancia (A)	1852	337	1946	2575	6710	473
Dominancia (D)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1
Diversidad (H)	2,8	2,5	3,0	3,2	2,4	2,9
Equitabilidad (J)	0,8	0,8	0,8	0,8	0,5	0,8

Tabla 2. Índices estructurales de la comunidad de Cryptostigmata en el encinar de Sansoain y sus fluctuaciones estacionales (P: primavera; V: verano; O: otoño; I: invierno).

Table 2. Structural indexes of the Cryptostigmata community on the evergreen oak forest of Sansoain (P: spring; V: summer; O: autumn; I: winter).

Mesostigmata "El Carrascal"	P	V	O	I	Total	Media
Número de especies	4	0	10	7	15	5
Abundancia (A)	6	0	43	54	103	26
Dominancia (D)	0,3	0,0	0,2	0,3	0,2	0,2
Diversidad (H)	1,3	0,0	1,9	1,5	2,2	1,2
Equitabilidad (J)	1,0	0,0	0,8	0,8	0,8	0,6

Tabla 3. Índices estructurales de la comunidad de Mesostigmata en el coscojal de El Carrascal y sus fluctuaciones estacionales (**P**: primavera; **V**: verano; **O**: otoño; **I**: invierno).

Table 3. Structural indexes of the Mesostigmata community on the mediterranean oak bush in El Carrascal (**P**: spring; **V**: summer; **O**: autumn; **I**: winter).

Cryptostigmata "El Carrascal"	P	V	O	I	Total	Media
Número de especies	29	16	0	23	50	17
Abundancia (A)	647	86	0	504	1237	309
Dominancia (D)	0,6	0,1	0,0	0,1	0,1	0,2
Diversidad (H)	2,7	2,3	0,0	2,7	3,3	1,9
Equitabilidad (J)	0,8	0,8	0,0	0,9	0,8	0,6

Tabla 4. Índices estructurales de la comunidad de Cryptostigmata en el coscojal de El Carrascal y sus fluctuaciones estacionales (**P**: primavera; **V**: verano; **O**: otoño; **I**: invierno).

Table 4. Structural indexes of the Cryptostigmata community on the mediterranean oak bush in El Carrascal (**P**: spring; **V**: summer; **O**: autumn; **I**: winter).

Mesostigmata y Cryptostigmata	P	V	O	I	Media
Nº de especies So	61	22	62	65	53
Nº de especies Co	34	16	10	31	23
Dominancia (D) So	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Dominancia (D) Co	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1
Equitabilidad (J) So	0,8	0,8	0,8	0,8	0,80
Equitabilidad (J) Co	0,8	0,8	0,8	0,9	0,83
Diversidad (H) So	3,2	2,6	3,2	3,4	3,09
Diversidad (H) Co	2,8	2,3	1,9	3	2,50
Abundancia (A) So	1867	175	1730	2345	1529
Abundancia (A) Co	1338	188	94	1147	692

Tabla 5. Índices estructurales de la comunidad de Mesostigmata y Cryptostigmata en el coscojal y encinar estudiados y sus fluctuaciones estacionales (**So**: encinar de Sansoain; **Co**: coscojal de El Carrascal; **P**: primavera; **V**: verano; **O**: otoño; **I**: invierno).

Table 5. Structural indexes of the Mesostigmata and Cryptostigmata community on Mediterranean oak bush and evergreen oak forest (**So**: evergreen forest of Sansoain; **Co**: mediterranean oak bush in El Carrascal; **P**: spring; **V**: summer; **O**: autumn; **I**: winter).

APÉNDICES

Apéndice 1. Lista de las especies de Mesostigmata aparecidas en el suelo del encinar de Sansoain (**So**) y en el coscojal de El Carrascal (Unzue) (**Co**), indicándose el índice medio de abundancia (**A**) y frecuencia de aparición (**F**) para cada una de ellas.

Appendix 1. List of species of Mesostigmata mites in soil of evergreen oak forest in Sansoain (**So**) and in Mediterranean bush in El Carrascal (Unzue) (**Co**), with indexes of abundance (**A**) and frequency of occurrence (**F**) in each habitat.

MESOSTIGMATA	So A / F	Co A / F
<i>Amblyseius patrius</i> Karg, 1970		2 / 25
<i>Amblyseius obtusus</i> (C. L. Koch, 1839)	<1 / 25	
<i>Amblyseius</i> sp. 1		2 / 25
<i>Amblyseius</i> sp. 2	<1 / 25	
<i>Arctoseius minutus</i> (Halbert, 1915)	1 / 50	
<i>Asca aphidioide</i> (Linneaus, 1758)	5 / 75	
<i>Cilliba cassidea</i> (Hermann, 1804)		4 / 50
<i>Holoparasitus coronarius</i> (Karg, 1971)		2 / 25
<i>Hypoaspis nollii</i> Krag, 1965		2 / 25
<i>Hypoaspis</i> sp. 1	2 / 25	
<i>Hypoaspis (Geolaelaps)</i> sp. 1		2 / 25
<i>Hypoaspis (Geolaelaps)</i> sp. 2	2 / 100	5 / 50
<i>Pergamasus robustus</i> (Oudemans, 1902)	4 / 75	
<i>Paragamasus</i> sp.		3 / 25
<i>Polyaspinus cylindricus</i> Berlese, 1916	<1 / 25	
<i>Pseudolaelaps doderoi</i> Solari, 1954	2 / 50	
<i>Proctolaelaps estriatus</i> Westerboer, 1963		4 / 25
<i>Prozercon ornatus</i> (Berlese, 1904)	2 / 50	
<i>Prozercon</i> sp.	2 / 50	3 / 50
<i>Rhodacarus coronatus</i> Berlese, 1921	4 / 100	7 / 25
<i>Trachytes aegrota</i> (C. L. Koch, 1841)	<1 / 25	
<i>Trachytes pauperior</i> Berlese, 1914	5 / 75	
<i>Typhlodromus setubalis</i> Dosse, 1961	<1 / 25	
<i>Uropoda minima</i> Kramer, 1882	<1 / 75	26 / 50
<i>Veigaia nemorensis</i> (C. L. Koch, 1839)	5 / 75	
<i>Veigaia planicola</i> (Berlese, 1892)	5 / 75	2 / 25
<i>Zercon navarrensis</i> Moraza, 1989	52 / 75	
<i>Zercon pustulescens</i> Athias-Henriot, 1961	2 / 75	2 / 50
<i>Zercoseius spathuliger</i> (Leonardi, 1889)	1 / 25	35 / 25

■ ■ ■

Apéndice 2. Lista de las especies de Cryptostigmata aparecidas en el suelo del coscojal de El Carrascal (Unzue) (Co) y en el encinar de Sansoain (So), indicándose el índice medio de abundancia (A) y frecuencia de aparición (F) para cada una de ellas.

Appendix 2. List of species of Cryptostigmata mites in soil of Mediterranean bush in El Carrascal (Unzue) (Co) and in evergreen oak forest in Sansoain (So), with indexes of abundance (A) and frequency of occurrence (F) in each habitat.

CRYPTOSTIGMATA	So	Co
	A / F	A / F
Cryptostigmata inmaduros (nº total / %)	1890 / 28%	636 / 51%
<i>Allodamaeus reticulatus</i> Berlese, 1913	<1 / 25	<1 / 25
<i>Autogneta rugosa</i> Mihelcic, 1965	<1 / 75	
<i>Berniniella bicarinata</i> (Paoli, 1908)	3 / 100	2 / 25
<i>Brachychthonius berlesei</i> Willmann, 1928		<1 / 25
<i>Brachychthonius marginatus</i> Forsslund, 1922	<1 / 25	
<i>Camisia biverrucata</i> (C.L. Koch, 1839)		1 / 25
<i>Camisia spinifer</i> (C.L. Koch, 1836)	2 / 100	2 / 25
<i>Carabodes coriaceus</i> C.L. Koch, 1835	<1 / 25	7 / 50
<i>Carabodes minusculus</i> Berlese, 1923	<1 / 25	
<i>Cepheus cepheiformis</i> (Nicolet, 1855)	<1 / 25	
<i>Cepheus latus</i> C.L. Koch, 1836	<1 / 25	
<i>Cerachipetria jugata</i> (Mihelcic, 1956)	12 / 100	8 / 25
<i>Ceratozetes conjunctus</i> Mihelcic, 1965	<1 / 25	
<i>Ceratozetes mediocris</i> Berlese, 1908	<1 / 50	
<i>Chamobates borealis</i> (Trägårdh, 1902)	9 / 75	
<i>Chamobates cuspidatus</i> (Michael, 1884)		1 / 50
<i>Chamobates schutzi</i> (Oudemans, 1902)	2 / 25	2 / 25
<i>Chamobates subglobulus</i> (Oudemans, 1900)		5 / 25
<i>Cosmochthonius lanatus</i> (Michael, 1885)	<1 / 25	
<i>Ctenobelba csiszarare</i> Mahunka, 1977	<1 / 25	
<i>Diapterobates humeralis</i> (Hermann, 1804)	<1 / 25	
<i>Dissorhina ornata</i> (Oudemans, 1900)	1 / 75	1 / 50
<i>Dometorina plantivaga</i> (Berlese, 1896)	<1 / 25	
<i>Epilohmannia cylindrica minima</i> Schuster, 1960	1 / 75	
<i>Eporibatula</i> sp.		<1 / 25
<i>Eremaeus cordiformis</i> Grandjean, 1934	2 / 75	
<i>Eremaeus granulatus</i> Mihelcic, 1955	1 / 75	3 / 50
<i>Eremaeus hepaticus</i> C.L. Koch, 1836	1 / 25	
<i>Eremaeus silvestris</i> Forsslund, 1937	1 / 25	
<i>Euplelops plicatus</i> (C.L. Koch, 1835)	<1 / 25	
<i>Euplelops torulosus</i> (C.L. Koch, 1840)	<1 / 50	
<i>Galumna tarsipennata</i> Oudemans, 1913		2 / 25
<i>Hemileius initialis</i> (Berlese, 1908)	2 / 100	3 / 25
<i>Hermanniella dolosa</i> Grandjean, 1931	4 / 100	3 / 50
<i>Humerobates rostromellatus</i> Grandjean, 1936	<1 / 25	
<i>Hypodameus</i> sp.	3 / 100	
<i>Hypogeoppia festoneata</i> Moraza & Moreno, 1988	<1 / 25	3 / 50
<i>Lauropia translamellata</i> (Willmann, 1923)	<1 / 25	<1 / 25
<i>Licneremaeus licnophorus</i> (Michael, 1882)	<1 / 25	<1 / 25
<i>Licnodamaeus costula</i> Grandjean, 1931	<1 / 25	
<i>Licnodamaeus pulcherrimus</i> (Paoli, 1908)	<1 / 25	3 / 25
<i>Liebstadia humerata</i> Sellnick, 1929	<1 / 50	<1 / 25
<i>Liochthonius muscorum</i> Forsslund, 1964	1 / 50	
<i>Liochthonius perpusillus</i> (Berlese, 1910)	<1 / 25	
<i>Liochthonius propinguus</i> Niedbala, 1972	<1 / 25	
<i>Liochthonius sellnicki</i> (Thor, 1930)	<1 / 25	
<i>Malaconothrus egregius</i> (Berlese, 1904)	<1 / 25	
<i>Malaconothrus procesus</i> van der Hammen, 1952	<1 / 50	
<i>Medioppia media</i> (Mihelcic, 1956)	<1 / 25	
<i>Medioppia obsoleta</i> (Paoli, 1908)	3 / 75	3 / 50
<i>Metabelba papillipes</i> (Nicolet, 1855)		<1 / 25
<i>Micreremus brevipes</i> (Michael, 1888)	<1 / 25	<1 / 25
<i>Micropopia minus</i> (Paoli, 1908)	<1 / 25	
<i>Minunthozetes reticulatus</i> Pérez-Iñigo, 1969		<1 / 25
<i>Mongaiardia eveana</i> Grandjean, 1961	<1 / 25	

CRYPTOSTIGMATA (Continuación)	So A / F	Co A / F
<i>Moritzoppia uncarinata</i> (Hammer, 1952)	<1 / 50	
<i>Nellacarus sp.</i>	<1 / 25	
<i>Oppia concolor</i> (C.L. Koch, 1844)	3 / 100	
<i>Oppia minutissima</i> Sellnick, 1950	1 / 50	1 / 25
<i>Oppia sp.3</i>		<1 / 25
<i>Oppiella nova</i> (Paoli, 1908)	5 / 100	<1 / 25
<i>Parachipteria punctata</i> (Nicolet, 1855)		<1 / 25
<i>Peloptulus phaenotus</i> (C.L. Koch, 1881)		2 / 50
<i>Phthiracarus dubinii</i> Feider & Suciú, 1958		1 / 25
<i>Phthiracarus lanatus</i> Feider & Suciú, 1957		1 / 25
<i>Phthiracarus ligneus</i> Willman, 1931	<1 / 25	
<i>Phthiracarus nitens</i> (Nicolet, 1855)		<1 / 25
<i>Phthiracarus sp.</i>	<1 / 25	2 / 25
<i>Porobelba spinosa</i> (Sellnick, 1920)		<1 / 25
<i>Quadrioppia quadricarinata</i> (Michael, 1885)	6 / 100	6 / 75
<i>Ramusella assimilis</i> (Mihelcic, 1956)	2 / 50	13 / 50
<i>Ramusella elliptica</i> (Berlese, 1908)	4 / 75	
<i>Ramusella translamellata</i> Subias, 1980	2 / 25	
<i>Rhysotritia ardua penicillata</i> Pérez-Iñigo, 1969	1 / 50	
<i>Rhysotritia clavata</i> Märkel, 1964		2 / 25
<i>Rhysotritia duplicata</i> (Grandjean, 1953)	<1 / 25	2 / 25
<i>Sphaerozetes splendidus</i> (Berlese, 1904)	1 / 50	
<i>Sphaerozetes orbicularis</i> (C.L. Koch, 1835)		<1 / 25
<i>Steganacarus magnus</i> (Nicolet, 1855)	<1 / 25	
<i>Steganacarus anomalus</i> (Berlese, 1883)	4 / 75	
<i>Suctobelba granulata</i> vand der Hammen, 1952	1 / 50	<1 / 25
<i>Suctobelba regia</i> Moritz, 1970	<1 / 50	
<i>Suctobelba trigona</i> (Michael, 1888)	3 / 100	1 / 50
<i>Suctobelba sp.</i>		<1 / 25
<i>Suctobelbella acutidens</i> (Forsslund, 1941)	<1 / 50	1 / 50
<i>Suctobelbella alloenasuta</i> Moritz, 1971	2 / 50	<1 / 25
<i>Suctobelbella arcana</i> Moritz, 1970		<1 / 25
<i>Suctobelbella forslundi</i> (Strenzke, 1970)	1 / 25	
<i>Suctobelbella sarekensis</i> (Forsslund, 1941)	1 / 50	3 / 50
<i>Suctobelbella subcornigera</i> (Forsslund, 1941)	2 / 75	1 / 50
<i>Suctobelbella subtrigona</i> (Oudemans, 1900)	1 / 100	
<i>Suctobelbella vera</i> (Moritz, 1964)	<1 / 25	
<i>Suctobelbella sp.</i>	1 / 25	
<i>Tectocephus alatus</i> Berlese, 1913	9 / 75	7 / 50
<i>Tectocephus minor</i> Berlese, 1903	<1 / 25	
<i>Trhypochthonius tectorum</i> (Berlese, 1896)		3 / 75
<i>Trichoribates perlongus</i> Schweiser, 1956	1 / 25	
<i>Trichoribates trimaculatus</i> (C.L. Koch, 1836)	<1 / 75	
<i>Xenillus clypeator</i> Robineau-Desvoidy, 1839	<1 / 75	
<i>Xenillus tegeocranus</i> (Hermann, 1804)	2 / 100	5 / 50

Apéndice 3. Parámetros del suelo en cada estación climática y en cada biotopo (s: superficie; p: profundidad)

Appendix 3. Parameters of the soil in each season and each biotope (s: surface; p: depth)

	pH H ₂ O s	pH CIK s	pH H ₂ O p	pH CIK p	T ^a s	T ^a p	% H ₂ O
Sansoain Encinar Primavera	6,8	6,4	3,7	3,4	13	8,6	33,8
Sansoain Encinar Verano	6,2	5,7	4,3	3,3	18	17,6	26,5
Sansoain Encinar Otoño	6,5	6,0	4,0	3,3	13	10	35,8
Sansoain Encinar Invierno	7,3	7,0	6,8	6,2	9	3,2	35
Carrascal Coscojal Primavera	7,2	6,6	7,4	6,7	25	21,6	2,6
Carrascal Coscojal Verano	7,0	7,0	7,4	6,7	29	24,5	2,8
Carrascal Coscojal Otoño	6,6	6,4	7,3	6,7	11	12,7	15,1
Carrascal Coscojal Invierno	7,2	6,4	7,4	6,8	9	4,4	14,5