

## COLÉMBOLOS (*HEXAPODA, COLLEMBOLA*) ASOCIADOS CON CARPÓFOROS DE BASIDIOMICETES RECOLECTADOS EN EL SW DE CATALUÑA.

MATEOS, E.<sup>1</sup>; LÓPEZ, R.<sup>1</sup>; BARRANCO, T.<sup>1</sup>; HOYO, P.<sup>2</sup> y LLIMONA, X.<sup>2</sup>

Departament de Biologia Animal<sup>1</sup> y Departament de Biologia Vegetal<sup>2</sup>. Facultat de Biologia. Universitat de Barcelona Av. Diagonal, 645. 08028-Bracelona.

**ABSTRACT.** *Collembola (Hexapoda, Collembola) associated with Basidiomycetes sporocarps in SW Catalonia.* We have studied the collembola species found in basidiomata of 41 different species of fungi belonging to the Class Basidiomycetes, collected in several districts of the mediterranean SW Catalonia. We have found 5575 individuals of collembola of nine different species. *Ceratophysella tergilobata* represents the 99,8% of the total individuals and is present in the 94,8% of analysed basidiomata. In consequence this species must be considered an habitual inhabitant of the basidiomata of the mediterranean districts of Catalonia. The examination of the gut content of the studied collembola reveals that their relationship with the basidiomata is of nutritional type.

**RESUMEN.** Se han estudiado las especies de colémbolos presentes en basidiomas de 41 especies distintas de hongos de la Clase Basidiomicetes, recolectadas en diferentes comarcas de la Cataluña mediterránea. Se han encontrado 5.575 ejemplares de colémbolos, pertenecientes a nueve especies. *Ceratophysella tergilobata* representa el 99,8% del total de ejemplares y está presente en el 94,8% de los basidiomas examinados, por lo que se considera un habitante habitual de las setas de las comarcas de la Cataluña mediterránea. El examen del contenido intestinal de los colémbolos estudiados revela que su relación con los cuerpos fructíferos de los hongos es de tipo nutricional.

Palabras clave: Colémbolos, hongos, carpóforos, Cataluña mediterránea.

### INTRODUCCIÓN.

Los colémbolos y los hongos son organismos muy comunes en el medio edáfico y están estrechamente relacionados. Esta relación es básicamente de tipo nutricional, ya que los colémbolos son artrópodos con un régimen alimenticio fundamentalmente micófago. Debido a ésto, se establecen otras relaciones más complejas entre ambos grupos de organismos, entre las que puede contarse la regulación de la actividad y de la biomasa de las poblaciones fúngicas edáficas por parte de los colémbolos.

Según LUPETTI et al. (1989), la dieta de los colémbolos se compone de material muy diverso: cristales del suelo de diversa índole, cutícula de microartrópodos, nematodos, hongos, material foliar y granos de polen. El material más abundante lo constituyen los hongos, de modo que tanto las esporas como las hifas constituyen el alimento principal de muchas especies. Algunas esporas aún son viables después de atravesar el tracto digestivo de los colémbolos (CHRISTEN 1975), lo que los convierte en potenciales agentes dispersadores de propágulos fúngicos. Por esta causa, es posible que

tengan una importancia relativamente elevada en la dispersión de los hongos ectomicorrícicos de la rizosfera y en la regulación de su biomasa (HIOL et al. 1994).

En cuanto a la relación entre los colémbolos y los cuerpos fructíferos (setas) de los hongos, no son muchos los datos disponibles en la bibliografía. Los trabajos más relevantes muestran diversidades relativamente elevadas de especies de colémbolos sobre setas; así, por ejemplo, PALACIOS-VARGAS & GÓMEZ (1991) encuentran siete especies de colémbolos sobre basidiomas de los géneros *Agaricus*, *Geastrum* y *Polyporus*, mientras que PIELOU & VERMA (1968) dan cuenta del hallazgo de un total de 24 especies de colémbolos en cuerpos fructíferos de *Piptoporus betulinus*.

## METODOLOGÍA.

Los cuerpos fructíferos de los que se han extraído los colémbolos proceden del Proyecto de Investigación "Biodiversitat dels fongs de Catalunya", del Institut d'Estudis Catalans, centrado en el estudio de los hongos de las zonas secas y de escasa altitud (entre 5 y 600 m s.n.m.) del SW de Cataluña. Los datos básicos sobre localidades y ambientes prospectados se encuentran en LLIMONA & al. (1995). Digamos, sin embargo, que la mayor parte de los carpóforos estudiados procede de pinares de *Pinus halepensis*, carrascales de *Quercus rotundifolia*, coscojares de *Q. coccifera* o matorrales con *Rosmarinus officinalis*, desarrollados mayoritariamente sobre suelos carbonatados y en clima de inviernos bastante suaves y precipitaciones entre 400 y 600 mm, muy variables de una a otra temporada.

Los cuerpos fructíferos fueron recolectados por los dos últimos autores (P.Hoyo y X.Llimona), y por R.M.Alentorn, J.A.Ramírez y J.Vila, principalmente. Se transportaron envueltos en hoja de aluminio o conservados en botes de cristal, minimizando en lo posible el paso de fauna de unos a otros. A menudo se depositaron unos pocos días en frigorífico a unos 5-7 °C. Una vez identificados, fueron sacudidos sobre una bandeja profunda. Si el número de colémbolos era reducido, se recogían con un pincel mojado. Si la población era numerosa, se vertían directamente, por volcado de la bandeja, en alcohol de 70°.

Es posible una pérdida del 5 al 20% de los ejemplares en el proceso de extracción y recogida. En total, se han estudiado todos los colémbolos de 58 cuerpos fructíferos (o pequeños grupos de ellos, producidos por un mismo micelio). No constan los basidiocarpos en los que no se encontró ningún colémbolo. En total, se han observado colémbolos en 41 especies de Basidiomicetes.

Los colémbolos fueron sometidos a un proceso de transparentado, mediante KOH 4% y lactofenol, y montados entre porta y cubre, en medio hidrosoluble, para su observación al microscopio óptico de contraste de fases. Con esta metodología es posible analizar con detalle tanto la anatomía externa del artrópodo, como su contenido intestinal.

## RESULTADOS.

A continuación se indican las especies de hongo examinadas, por orden alfabético, indicando en cada recolección la localidad, la comarca, la fecha de recolección y las especies de colémbolos encontradas sobre ella, indicando (entre paréntesis) el número de ejemplares de colémbolos capturados:

1. *Agaricus nivescens* (Moll.) Moll. Montblanc. La Conca de Barberà. 12/11/1995. *Ceratophysella tergilobata* (1500).- Vilalba dels Arcs. Terra Alta. 30/11/1994. *C. tergilobata* (28).
2. *Armillaria mellea* (Vahl) Kumm. Poblet. La Conca de Barberà. 23/10/1995. *Dicyrtoma* sp. (1).

3. *Chroogomphus rutilus* (Sch.) Miller. Vilalba dels Arcs. Terra Alta. 30/11/1994. *Ceratophysella tergilobata* (39).
4. *Clitocybe* af. *cerussata* Fr. Can Soteres, Castellolí. Anoia. 23/10/1995. *Ceratophysella tergilobata* (1).
5. *Clitocybe costata* Kühn. et Romagn. Montblanc. La Conca de Barberà. 12/11/1995. *Ceratophysella tergilobata* (150).- Montblanc. Anoia. 23/10/1995. *C. tergilobata* (13).
6. *Clitocybe odora* (Bull.). Kumm. Montblanc. La Conca de Barberà. 12/11/1995. *Ceratophysella tergilobata* (65).
7. *Clitocybe* sp. Montblanc. La Conca de Barberà. 12/11/1995. *Ceratophysella tergilobata* (55).
8. *Clitocybe* sp. Montblanc. La Conca de Barberà. 13/11/1995. *Ceratophysella tergilobata* (17).
9. *Clitocybe squamulosa* (Pers.) Kumm. Vilalba dels Arcs. Terra Alta. 30/11/1994. *Ceratophysella tergilobata* (41), *Brachystomella parvula* (1).
10. *Clitocybe umbilicata* (Sch.: Fr.) Kumm. Montblanc. La Conca de Barberà. 1/11/1995. *Ceratophysella tergilobata* (6).
11. *Collybia butyracea* (Bull.) Kumm. Vilalba dels Arcs. Terra Alta. 30/11/1994. *Ceratophysella tergilobata* (78).
12. *Entoloma saundersii* (Fr.) Sacc. Torres de Segre. Segrià. 26/11/1994. *Ceratophysella gibbosa* (1).
13. *Entoloma sericeum* (Bull.) Quéf. Castellolí. Anoia. 19/10/1994. *Ceratophysella tergilobata* (5).
14. *Hebeloma edurum* Mét. ex Bon. Montblanc. La Conca de Barberà. 13/11/1995. *Ceratophysella tergilobata* (26).- Montblanc. 1/11/1995. *C. tergilobata* (2).- L'Espuga de Francolí. La Conca de Barberà. 4/12/1994. *C. tergilobata* (7).- Montblanc. La Conca de Barberà. 5/11/1995. *C. tergilobata* (1).- Els Omellons. Les Garrigues. 26/11/1994. *C. tergilobata* (2).- Coll del Moro. Terra Alta. 25/11/1994. *C. tergilobata* (1).- Vilalba dels Arcs. Terra Alta. 30/11/1994. *C. tergilobata* (9).
15. *Hebeloma* sp. Torres de Segre. Segrià. 26/11/1994. *Ceratophysella tergilobata* (1).
16. *Hohenbuehelia geogenia* (DC.: Fr.) Sing. Els Omellons. Les Garrigues. 26/11/1994. *Ceratophysella tergilobata* (1).- Coll del Moro. Terra Alta. 25/11/1994. *C. tergilobata* (1).
17. *Hydnum repandum* L. Montblanc. La Conca de Barberà. 1/11/1995. *Ceratophysella tergilobata* (2).
18. *Hygrophorus latitabundus* Britz. L'Espuga de Francolí. La Conca de Barberà. 4/12/1994. *Ceratophysella tergilobata* (5).
19. *Hygrophorus roseodiscoideus* Bon et Chev. Vilalba dels Arcs. Terra Alta. 30/11/1994. *Ceratophysella tergilobata* (119), *Xenylla brevisimilis mediterranea* (1).
20. *Inocybe geophylla* (Bull.) Karst. Castellolí. Anoia. 19/12/1994. *Ceratophysella tergilobata* (6).
21. *Inocybe rimosa* (Bull.:Fr.) Kumm. Font Calda. Terra Alta. 7/12/1994. *Ceratophysella tergilobata* (3).- Vilalba dels Arcs. Terra Alta. 30/11/1994. *C. tergilobata* (50).
22. *Inocybe roseipes* Malenç. Castellolí. Anoia. 19/12/1994. *Ceratophysella tergilobata* (8).
23. *Inocybe* sp. Montblanc. La Conca de Barberà. 1/11/1995. *Ceratophysella tergilobata* (25), *Sinella* sp (1).
24. *Inocybe* sp. Coll del Bruc. Anoia. 23/10/1995. *Ceratophysella tergilobata* (17).
25. *Inocybe* sp. Castellolí. Anoia. 19/12/1994. *Ceratophysella tergilobata* (5).
26. *Inocybe* sp. Castellolí. Anoia. 19/12/1994. *Ceratophysella tergilobata* (14).
27. *Lactarius sanguifluus* (Paul.) Fr. Montblanc. La Conca de Barberà. 12/11/1995. *Ceratophysella tergilobata* (225).
28. *Lepista nuda* (Bull.) Cke. Montblanc. La Conca de Barberà. 1/11/1995. *Ceratophysella tergilobata* (21).- Gandesa-Caseres. Terra Alta. 14/12/1994. *C. tergilobata* (2).
29. *Lepista rickenii* Sing. Els Omellons. Les Garrigues. 26/11/1994. *Ceratophysella tergilobata* (6).
30. *Leucopaxillus gentianeus* (Quéf.) Kotl. Vilalba dels Arcs. Terra Alta. 30/11/1994. *Ceratophysella tergilobata* (40). *Leucopaxillus* sp. St Martí de Tous. Anoia. 12/10/1995. *Ceratophysella tergilobata* (1), *Lepidocyrtus lanuginosus* (1).
31. *Limacella grisea* Sing. (= *L. frncea* auct. hisp.). La Conca de Barberà. 23/10/1995. *Ceratophysella tergilobata* (2). Creixell. Tarragonès. 8/10/1995. *Ceratophysella gibbosa* (1).
32. *Melanoleuca leucophylloides* (Bon.) Bon. Gandesa. Terra Alta. 7/12/1994. *Ceratophysella tergilobata* (1), *C. gibbosa* (1).

33. *Mycena pura* (Pers.) Kumm. Montblanc. La Conca de Barberà. 1/11/1995. *Ceratophysella tergilobata* (6), *Entomobrya* sp. (1).- Vilalba dels Arcs. Terra Alta. 30/11/1994. *C. tergilobata* (108).- Font Calda. Terra Alta. 7/12/1994. *C. tergilobata* (4).
34. *Pluteus romellii* (Britz.) Sacc. Coll del Moro. Terra Alta. 25/11/1994. *Ceratophysella tergilobata* (1).
35. *Russula vesca* Fr. Coll de la Teixeta. Priorat. 1/12/1994. *Ceratophysella tergilobata* (60).
36. *Suillus collinitus* (Fr.) O. Kuntze. Montblanc. La Conca de Barberà. 12/11/1995. *Ceratophysella tergilobata* (250).
37. *Tricholoma fracticum* (Britz.) Kreisel. Montblanc. La Conca de Barberà. 1/11/1995. *Ceratophysella tergilobata* (15).
38. *Tricholoma terreum* (Sch.) Kumm. Montblanc. La Conca de Barberà. 12/11/1995. *Ceratophysella tergilobata* (787).- Castellolí. Anoia. 19/12/1994. *C. tergilobata* (84).- Coll del Moro. Terra Alta. 25/11/1994. *C. tergilobata* (2), *C. denticulata* (1).
39. *Tricholoma fracticum* (Britz.) Kreisel. Montblanc. La Conca de Barberà. 12/11/1995. *Ceratophysella tergilobata* (1500).
40. *Volvariella speciosa* (Fr.) Sing. Coll del Moro. Terra Alta. 25/11/1994. *Ceratophysella tergilobata* (5).
41. *Xerocomus rubellus* (Krombh.) Quél. Montblanc. La Conca de Barberà. 12/11/1995. *Ceratophysella tergilobata* (142), *Lepidocyrtus lanuginosus* (1).

En total, se han recolectado nueve especies de colémbolos, de entre las cuales *Ceratophysella tergilobata* es la que se presenta con una mayor abundancia y en una mayor cantidad de aparatos fructíferos y de especies distintas de hongo. Las demás especies se presentan de forma muy esporádica en las especies examinadas (Tabla 1). Como máximo, se han encontrado dos especies de colémbolo simultáneamente en un mismo aparato fructífero; pero en casi todos los casos en que esto ocurre, *Ceratophysella tergilobata* es mayoritaria, mientras que de la otra especie sólo aparecen uno o dos ejemplares.

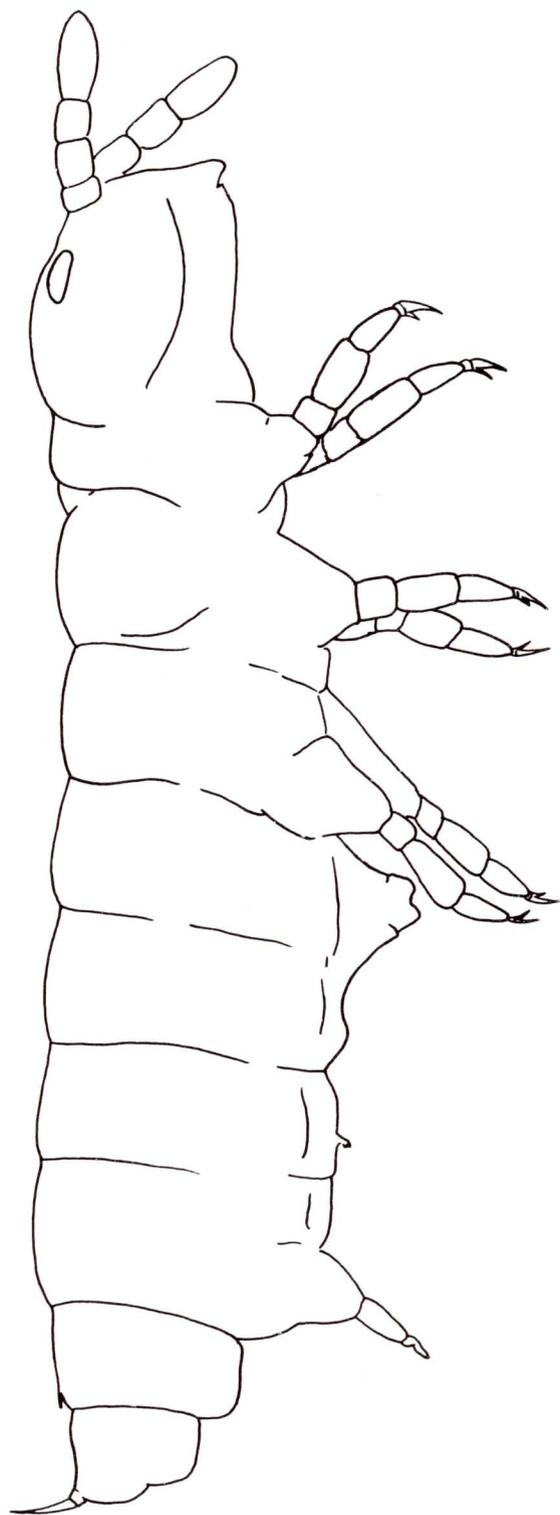
Excepto *Brachystomella parvula*, que no posee mandíbulas, pero sí unas maxilas gruesas y cuadrangulares, las otras ocho especies poseen mandíbulas con placa molar bien desarrollada. Tanto las mandíbulas en unas, como las maxilas en *Brachystomella parvula*, les sirven para romper las esporas de las que se alimentan.

Los ejemplares encontrados de *Entomobrya* sp., *Sinella* sp. y *Dicyrtoma* sp. (un ejemplar de cada especie) son juveniles, por lo que no se ha podido realizar la determinación específica.

Dentro del género *Ceratophysella*, *C. tergilobata* (Figura 1) se diferencia de las demás especies por la longitud de sus espinas anales, por la quietotaxia de los terguitos torácicos y abdominales, así como por la forma y desarrollo de un tubérculo dorsal impar, situado en el margen posterior del quinto segmento abdominal (ver ARDANAZ & JORDANA 1983 para una discusión de los caracteres diagnósticos de la especie).

Son pequeños artrópodos (de 0,8 a 1,2 mm de longitud los ejemplares adultos), muy activos y saltadores una vez expulsados del himenio, de cutícula de color gris perla a gris ceniza, muy resistente a dejarse sumergir en agua (hidrófuga) o en el líquido conservador (alcohol de 70°). Hemos comprobado que los recolectores de setas (datos recogidos en St. Martí de Tous, Anoia) conocen su presencia y les denominan "pugó" (un vocablo catalán que se aplica a los insectos ápteros y diminutos, especialmente a los pulgones) y no se preocupan demasiado por su presencia a la hora del consumo de las setas comestibles.

*Ceratophysella tergilobata* es una especie europea, muy extendida por la Península Ibérica, e introducida en Java (YOSHII & SUHARDJONO 1989). Es especialmente frecuente en suelos forestales de ambiente mediterráneo, y habita normalmente en los niveles superiores del suelo. Su densidad de población en suelo no es muy elevada; así, por ejemplo, en un encinar de la Serra de



Prades (Conca de Barberà), se ha estimado una densidad del orden de 75 a 120 individuos/m<sup>2</sup> (MATEOS 1992). De éstos, el 56% habita en los horizontes orgánicos del perfil del suelo, el 33,5% en los cinco primeros centímetros de suelo mineral y el 10,5% restante entre los cinco y diez centímetros de profundidad en el suelo mineral. Su presencia en aparatos fructíferos de hongos no está documentada.

*Ceratophysella denticulata* y *C. gibbosa* son especies cosmopolitas, hemiedáficas y troglófilas, bastante indiferentes a las condiciones microclimáticas del sustrato, por lo que pueden encontrarse en muy diversos hábitats (ARBEA & JORDANA 1991; GAMA 1964). PALACIOS-VARGAS & GÓMEZ (1991) la citan sobre carpóforos de diversas especies de hongos, en varios Estados mexicanos.

*Xerylla brevisimilis mediterranea* se distribuye por Europa y norte de África, preferentemente en la región mediterránea (ELLIS 1974). En Cataluña, ha sido encontrada en suelos de encinar montano del macizo del Montseny (MATEOS 1988). Habita en musgos, líquenes, corteza de árboles y, sobre todo, en suelos de distintos tipos de bosque. Su presencia en setas no está documentada.

*Brachystomella parvula* es una especie cosmopolita. Vive fundamentalmente en zonas abiertas del bosque (PONGE 1980) y tiene la capacidad de pasar las épocas secas en fase adulta de anhidrobiosis, revertiendo en forma activa al poco tiempo de la rehidratación del medio (POINSOT 1976). PALACIOS-VARGAS & GÓMEZ (1991) la encuentran sobre setas, en diversos Estados mexicanos.

*Lepidocyrtus lanuginosus* es una especie cosmopolita, muy extendida por toda la Península Ibérica. Es muy común en los suelos forestales, en donde habita preferentemente en los horizontes orgánicos. Su presencia en setas no está documentada. Las mayores densidades de colémbolos se han obtenido sobre *Agaricus nivescens* y *Tricholoma fracticum* (números de orden 1 y 39), con 1.500 ejemplares de *C. tergilobata* sobre cada una de las recolecciones. La densidad de población de esta especie de colémbolo en las setas prospectadas es muy variable, oscilando entre 1 y 1.500 ejemplares.

La estructura del himenóforo no parece influir sobre la densidad de población de colémbolos. La mayoría de los carpóforos analizados tienen el himenio laminar. *Suillus collinitus* y *Xerocomus rubellus* lo tienen en forma de poros y presentan 250 y 143 colémbolos respectivamente, aunque los colémbolos no pueden penetrar en los poros. *Hydnum repandum* tiene el himenio en forma de agujas y sobre ella se han encontrado 2 ejemplares. Los hongos con himenóforo hidnoide o liso, suelen ser muy pobres en colémbolos.

Se ha analizado el contenido intestinal de una parte de los ejemplares de *C. tergilobata* encontrados. Los individuos examinados presentan en el tubo digestivo esporas de la especie de hongo sobre la que han sido recogidos. En algunos ejemplares, recolectados sobre *Entoloma sericeum*, se ha detectado la presencia de esporas de este mismo hongo junto con las de alguna especie del género *Inocybe*, lo que indica que estos colémbolos pasan de unas setas a otras con relativa rapidez (antes de vaciar el intestino), alimentándose de las esporas que se producen en el himenio.

## DISCUSIÓN.

La población colembológica de las setas prospectadas se caracteriza por una clara dominancia de *Ceratophysella tergilobata* y una escasa diversidad específica, tanto en cada una de las setas (dos especies como máximo en una misma seta), como a nivel general (nueve especies de colémbolos en el total de especies examinadas). En función de nuestros resultados, *C. tergilobata* puede considerarse como un habitante habitual de las setas de las comarcas de la Cataluña mediterránea. En

cuanto a las demás especies de colémbolos encontradas, aparecen en un número tan reducido, que no es posible obtener conclusiones sobre su presencia en las setas examinadas.

De forma general, los colémbolos son habitantes del suelo. Su presencia sobre las setas es temporal y se debe a la utilización de un recurso trófico abundante en un determinado momento del año. Dentro del suelo, los colémbolos presentan movimientos verticales que están determinados, básicamente, por la humedad del substrato. En el clima mediterráneo se producen dos situaciones contrastadas en cuanto a la humedad del substrato. Por un lado está el periodo estival, durante el cual la humedad es mínima. Por otro lado están los periodos de primavera y otoño-invierno, durante los cuales la humedad es elevada o, por lo menos, no limitante. Durante el periodo estival, los colémbolos edáficos se sitúan básicamente en horizontes profundos del suelo o bien están en fase inactiva, en forma de huevos resistentes o en anhidrobiosis. Durante los otros dos periodos, con un mayor grado de humedad en las capas superficiales del suelo, los colémbolos ascienden a niveles superficiales y es cuando presentan densidades de población más elevadas.

En la época en que los hongos producen los carpóforos (otoño-invierno), la humedad del substrato es elevada y los colémbolos presentan sus máximos de densidad de población en las capas superficiales del suelo. En estas condiciones pueden desplazarse libremente por encima de la hojarasca de los suelos forestales y subir al himenio de las setas que se encuentren cerca. PALACIOS-VARGAS & GÓMEZ (1991) observaron densas formaciones de colémbolos dirigiéndose hacia las setas y subiendo por los pies hasta llegar al himenio. Igualmente, observaron que el número de colémbolos presentes en las setas es independiente de la longitud de su pie.

Los colémbolos suelen encontrarse, bien protegidos, entre las láminas del himenóforo. Lo están menos sobre el himenóforo porado, a pesar de lo cual los hemos encontrado en dos ocasiones (sobre *Suillus* y *Xerocomus*). En cambio, raramente se encuentran sobre himenóforos aciculados (hidnoides) o lisos (p. ej., en carpóforos resupinados, clavarioides, ramarioides, etc.). Más importante, a nuestro juicio, son las condiciones de humedad relativa del aire o, mejor, de evapotranspiración, pues en los días de niebla, nublados o lluviosos, con viento suave o calma, los colémbolos son especialmente abundantes en los basidiocarpos, mientras que en los días de viento, sol, con humedad relativa baja, pueden llegar a faltar del todo en el himenio. El grado de humedad en los carpóforos, excluyendo los inmaduros, no parece tener demasiada influencia.

Colémbolos	número indiv.	Carpóforos
<i>Ceratophysella tergilobata</i> Cassagnau, 1954	5563	55
<i>Ceratophysella denticulata</i> (Bagnall, 1941)	2	1
<i>Ceratophysella gibbosa</i> (Bagnall, 1940)	3	3
<i>Xenylla brevisimilis mediterranea</i> Gama, 1964	1	1
<i>Brachystomella parvula</i> (Schäffer, 1896)	1	1
<i>Entomobrya</i> sp.	1	1
<i>Sinella</i> sp.	1	1
<i>Lepidocyrtus lanuginosus</i> (Gmelin, 1788)	2	2
<i>Dicyrtoma</i> sp.	1	1

**Tabla 1.-** Especies de colémbolos encontrados en las setas prospectadas, con indicación del número total de individuos de cada especie (columna "número indiv.") y el número de setas en las que cada especie ha aparecido (columna "Carpóforos").

En cuanto a la explotación de recursos tróficos, los colémbolos pueden mostrar una estrategia de tipo generalista, consumiendo una amplia diversidad de alimentos, o una estrategia de tipo especialista, consumiendo un número reducido de alimentos (HASEGAWA & TAKEDA 1995). Las setas, como productoras de esporas, representan un recurso trófico abundante, aunque de forma puntual en el tiempo. En general, duran unos cuantos días y después se colapsan, de ordinario por la acción de las larvas de dípteros (*Drosophila cameraria*, *Suillia variegata* y otros). Para los animales fungívoros, como es el caso de los colémbolos, es más beneficioso no poseer un elevado grado de especificidad con respecto a la especie de hongo que pueden consumir (KUKOR & MARTIN 1987), ya que de esta forma pueden aprovechar los recursos puntuales, como los hongos y sus esporas. *Ceratophysella tergilobata* es un claro ejemplo de colémbolo con estrategia de tipo generalista. Ha sido encontrada sobre 43 especies de hongo y se alimenta de las esporas de todas ellas.

Con los datos obtenidos puede intentarse una estima del consumo potencial de esporas que realiza *C. tergilobata* sobre las setas. Para ello son necesarias las siguientes asunciones:

a) Aunque, como ya se ha comentado, la dieta de los colémbolos puede ser variada, si se encuentran sobre setas es porque se están alimentando de las esporas que estas producen, ya que es el único recurso disponible (aparte del propio "tejido" de la seta), y es lo único que se ha detectado en el tubo digestivo de los ejemplares examinados. Por lo tanto, podemos considerar que la dieta de estos colémbolos es de esporas en un 100%.

b) Según ANDERSON & HEALEY (1972), debido a los fenómenos de muda, los colémbolos pasan del orden de un 40% de su vida adulta en fase inactiva, durante la cual no comen; por lo tanto, podemos considerar que un 40% de los colémbolos presentes sobre una seta no se están alimentando. Dado que el número máximo de colémbolos encontrados sobre una seta en el presente trabajo es de 1500 ejemplares de *C. tergilobata*, aplicando el 40%, obtenemos que 900 ejemplares son los que están comiendo esporas simultáneamente sobre una seta.

c) Asumiendo una longitud corporal media de 1 mm para *C. tergilobata*, según HUHTA & KOSKENNIEMI (1975) cada ejemplar tiene un peso fresco de 31,5 µg; aplicando la relación peso fresco/peso seco = 0,32 (PETERSEN & LUXTON 1982), se obtiene un peso seco individual de 10,08 µg. Según KILBERTUS & VANNIER (1979) los colémbolos consumen diariamente el 20% de su peso seco, lo que representa un consumo individual de 2,16 µg de esporas al día.

Con todos estos datos obtenemos que los ejemplares de *C. tergilobata*, presentes sobre una determinada seta, puede realizar un consumo potencial de 1,9 mg de esporas al día.

El hecho de que los colémbolos, consumidores habituales de hifas de hongos, consuman esporas en los momentos en que éstas son producidas, debe responder a que con ello obtienen alguna ventaja. La pared de las esporas tiene la misma composición que la de las hifas (aunque puede ser más gruesa y puede contener melanina y lípidos), por lo que no se requiere ningún dispositivo enzimático ni mecánico específico para su consumo. Con respecto a las hifas, en el interior de las esporas hay una menor proporción de agua y un mayor contenido energético, debido a la presencia de gran cantidad de lípidos, glucógeno y trehalosa (DEACON 1988). Por lo tanto, pese a una probable menor digestibilidad, el consumo de esporas es energéticamente ventajoso frente al consumo de hifas, lo que puede explicar el que los colémbolos se aventuren a subir a las setas para consumirlas.

## BIBLIOGRAFÍA.

- ANDERSON, J.M. & HEALEY, I.N. 1972. Seasonal and interspecific variation in major components of the gut contents of some woodland Collembola. *J. Anim. Ecol.*, 41: 359-368.
- ARBEA, J.I. & JORDANA, R. 1991. Colémbolos de Navarra (Norte de la Península Ibérica). I. Orden Poduromorpha (Collembola). *Public. de Biología de la Univ. de Navarra, Serie Zoológica*, 22: 1-149.

- ARDANAZ, A. & JORDANA, R. 1983. Contribución al conocimiento de caracteres taxonómicos de *Hypogastrura (Ceratophysella) tergilobata* Cassagnau, 1954 e *Hypogastrura (Ceratophysella) denticulata* (Bagnall, 1941). (Collembola). Actas I Congreso Ibérico de Entomología: 21-30.
- CHRISTEN, A.A. 1975. Some fungi associated with Collembola. Rev. Ecol. Biol. Sol, 12: 723-728.
- DEACON, J.W. 1988. Introducción a la micología moderna. Ed. Limusa, 120 pp.
- ELLIS, W. 1974. Some Collembola from Ibiza with description of three new species, and a note on *Hypogastrura serrana* (Agren 1904). Bull. Zool. Mus. Univ. Amsterdam., 3(18): 125-141.
- GAMA, M.M.DA. 1964. Colembolos de Portugal Continental. Mem. Est. Mus. zool. Univ. Coimbra, 292: 1-252.
- HASEGAWA, M. & TAKEDA, H. 1995. Changes in feeding attributes of four collembolan populations during the decomposition process of pine needles. Pedobiologia 39(2): 155-169.
- HIOL, H.F.; DIXON, R.K. & CURL, E.A. 1994. The feeding preference of mycophagous Collembola varies with the ectomycorrhizal symbiont. Mycorrhiza 5(2): 99-103.
- HUHTA, V. & KOSKONNIEMI, A. 1975. Numbers, biomass and community respiration of soil invertebrates in spruce forests at two latitudes in Finland. Ann. Zool. Fennici, 12: 164-182.
- KILBERTUS, G. & VANNIER, G. 1979. Microbial analysis and weight estimation of feces produced by four sympatric Collembola species in forest litter. Rev. Ecol. Bio. sol, 16(2): 169-180.
- KUKOR, J.J. & MARTIN, M.M. 1987. Nutritional ecology of fungus-feeding Arthropods. in: Nutritional ecology of insects, mites, spiders and related invertebrates. Edited by Slansky, F. & Rodriguez, J.G., Wiley-Interscience Publication.: 791-814.
- LUPETTI, P.; MALATESTA, E. & DALLAI, R. 1989. Observations on soil fauna activity and on midgut content of collembola. 3rd Int. Sem. Apterygota. Siena, R. Dallai Ed.: 307-315.
- LLIMONA, X.; VILA, J.; HOYO, P.; AGUASCA, M.; ANGEL, F.; GRÀCIA, E.; LLISTOSELLA, J.; MARTÍN, M.P.; MAYORAL, A.; ROCABRUNA, A.; SIERRA, D. & TABARÉS, M. 1995. El programa biodiversitat micològica de les Terres de Ponent. Notícia i primers resultats. Rev. Catalana Micol., 18: 103-136.
- MATEOS, E. 1988. Ecología de los colémbolos (Collembola, Insecta) edáficos del encinar montano del Montseny (España). Mis. Zool., 12: 97-107.
- MATEOS, E. 1992. Colémbolos (Collembola, Insecta) edáficos de encinares de la Serra de l'Obac y la Serra de Prades (Sierra Prelitoral Catalana). Efectos de los incendios forestales sobre estos artrópodos. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona.
- PALACIOS-VARGAS, J.G. & GÓMEZ, J.A. 1991. Los colémbolos y su relación con los hongos. Memorias del I Simposio Nacional sobre la Interacción Insecto-Hongo. Soc. Mex. Entomol.: 99-114.
- PETERSEN, H. & LUXTON, M. 1982. A comparative analysis of soil fauna populations and their role in decomposition processes. Oikos, 39(3): 288-388.
- PIELOU, D.P. & VERMA, A.N. 1968. The arthropod fauna associated with the birch bracket fungus, *Polyporus betulinus*, in Eastern Canada. Can. Ent., 100: 1179-1199.
- POINSOT, N. 1976. Dynamique des communautés des Collemboles en milieu xérique méditerranéen. Pedobiologia, 16: 1-17.
- PONGE, J.F. 1980. Les biocenoses de Collemboles en Forêt de Sénart. in: Actualités Ecol. Forest., ed. Gauthier-Villars, Paris: 151-176.
- YOSHII, R. & SUHARDJONO, Y.R. 1989. Notes on the collembolan fauna of Indonesia and its vicinities I. Miscellaneous notes, with special references to Seirini and Lepidocyrtini. Azao 1: 23-90.