

Colémbolos asociados con cultivos de pastos en tres zonas de vida de Holdridge en Antioquia (Colombia)*

Springtails associated with grass crops in three Holdridge life zones located in the Antioquia department (Colombia)*

Claudia Marcela Ospina S.¹; Francisco Javier Serna C.²; Martha Rocío Peñaranda P.³ y Sandra Luz Serna G.⁴

Resumen: Los colémbolos son artrópodos muy pequeños, sin alas, similares a los insectos y extremadamente abundantes en gran cantidad de hábitat, siendo uno de los grupos de hexápodos mejor representados en el mundo. Son muy importantes por su influencia sobre la estructura de algunos suelos, no pocos viven en el dosel de las selvas tropicales y algunos actúan como dispersores de esporas dentro de los troncos en descomposición. En Colombia existen muy pocos estudios de reconocimiento de colémbolos. En la literatura se registran 12 especies en dos localidades cerca de Buenaventura, agrupadas en 5 familias; así mismo, han sido reconocidas en diferentes estudios otras 7 especies que actúan como plagas en Musáceas y en flores cultivadas. Con el fin de contribuir al conocimiento de las familias de Collembola asociadas con suelos de pastos cultivados en el departamento de Antioquia se hicieron muestreos en tres zonas de vida de Holdridge (bh-P, bh-MB y bs-T) en pastos Guinea (*Panicum maximum*), Ángleton (*Dichanthium aristatum*), Estrella (*Cynodon nlemfluensis*), Brachiaria (*Brachiaria decumbens*), kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y Raigrás anual (*Lolium multiflorum*). Se usaron diferentes metodologías en los muestreos de Collembola en cada estrato: en superficie se usaron trampas de caída; en vegetación se hicieron pases dobles de jama, y para el muestreo en suelo se utilizó el método de extracción Berlese-Tullgren. Como resultado se encontraron de 14 familias: Hypogastruridae, Odontellidae, Brachystomellidae, Neanuridae, Onychiuridae, Isotomidae, Entomobryidae, Paronellidae, Cyphoderidae, Sminthurididae, Katiannidae, Dicyrtomidae, Bourletiellidae, Sminthuridae; entre éstas Odontellidae, Brachystomellidae, Cyphoderidae, Katiannidae, Dicyrtomidae y Bourletie...

Abstract: Collembola are very small, insect-like, wingless arthropods which are very common in a wide range of different habitats. They are one of the better represented hexapod groups on earth. They are very important due to their influence on the structure of some soils. Many species live in the canopy of tropical forests, some dispersing spores within decaying organic material in tree-trunks. Very few Collembola recognition studies have been carried out in Colombia. Only 12 species from two localities near Buenaventura (Valle) have been registered; these species were grouped into 5 families. Different studies have registered another 7 species as pests in the Musaceae family and in cultivated flowers. Guinea (*Panicum maximum*), Angleton (*Dichanthium aristatum*), Star (*Cynodon nlemfluensis*), Brachiaria (*Brachiaria decumbens*), kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) and annual ryegrass (*Lolium multiflorum*) grasses were sampled in three of Holdridge's life zones (bh-P, bh-MB y bs-T) from the Antioquia department to contribute towards knowledge regarding recognising Collembola families associated with cultivated grass soils. Different sampling methods were used in three distinct habitats. Fall traps were used on the surface, a net was used in double sweeps for collecting grass in vegetation and the Berlese-Tullgren extraction method was used for ground sampling. Four families of Collembola were found which had not been previously reported in Colombia. The species found belonged to the following 14 families: Hypogastruridae, Brachystomellidae, Entomobryidae, Cyphoderidae, Isotomidae, Sminthuridae, Dicyrtomidae, Onychiuridae, Neanuridae, Sminthurididae, ...

Fecha de recepción: 09 de octubre de 2003.

Aceptado para publicación: 28 de noviembre de 2003.

* Grupo Sistemática de Insectos, Agronomía. Museo Entomológico Facultad de Agronomía (UNAB). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá: www.virtual.unal.edu.co/museos/entom_unab/index.html

1 Estudiante de Ingeniería Agronómica, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. e-mail: diamar1280@yahoo.com

2 Profesor Asociado, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. e-mail: fjsernac@unal.edu.co

3 Bióloga, estudiante de Maestría en Ciencias Agrarias, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. e-mail: martarociopenaranda@yahoo.es

4 Estudiante de Ingeniería Agronómica, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. e-mail: sandraserna497@hotmail.com

llidae se registran por primera vez en Colombia a partir de este trabajo. Las proporciones de especies y familias varían de acuerdo con la zona de vida.

Palabras clave: Collembola, pastos, Antioquia (Colombia), taxonomía.

Bourletiellidae, Katiannidae, Odontellidae and Paronellidae. Species and families varied according to Holdridge's three life zones.

Key words: Collembola, grass, Antioquia (Colombia), taxonomy.

Introducción

Colémbolos

LOS COLÉMBOLOS son artrópodos diminutos, sin alas y bastante similares a los insectos (Insecta: Collembola). Presentan las siguientes características sobresalientes: miden entre 250 μm y 10 mm de longitud; sus piezas bucales son del tipo entognata, es decir, sus apéndices mandibulares y maxilares se encuentran incluidos dentro de una cavidad formada por el labro, el labio y proyecciones de las genas llamadas "plica oralis"; presentan un mancha ocelar con un máximo de 8 corneolas a cada lado de la cabeza (8+8) o carecen totalmente de órganos de la visión; poseen antenas de 4 artejos musculados, a veces subarticulados; tienen órganos postantennales compuestos de una o varias vesículas sensoriales. El tórax está compuesto por el protórax, el mesotórax y el metatórax; el protórax puede estar reducido; las patas tienen 4 artejos; el abdomen cuenta con 6 somitos en los cuales se encuentran apéndices ventrales especializados: en el somito I está el *colóforo*, una estructura vesicular cilíndrica para adherirse a superficies e interviene en el balance hídrico; en el somito III se presenta el *retináculo*, un apéndice bifurcado, muy corto comparado con el anterior, para asegurar la *fúrcula* (órgano saltador) cuando esta última, que se localiza en el somito IV, se encuentra en reposo. La *fúrcula* se presenta en casi todos los Collembola y es un apéndice bifurcado y rígido, generalmente más largo que los anteriores, el cual, desde su base hacia el ápice se divide en tres partes: *manubrio*, *dentes* y *mucrones*. La apertura genital de los colémbolos se presenta en el somito V. Las anteriores estructuras varían en forma y tamaño al interior de las familias, los géneros y las especies de colémbolos. Los instares de desarrollo son graduales, y por ello se dice que su desarrollo es ametábolo y epimórfico (Greenlade, 1991).

Para el estudio taxonómico de estos organismos es necesario fijarlos en láminas con líquido de Hoyer, para que puedan ser examinados en el microscopio de contraste de

fases. Por su pequeño tamaño y las complicadas estructuras que se usan para su identificación, este grupo ha sido poco estudiado en el país y en Suramérica. Este trabajo es el primero que se realiza sobre colémbolos asociados con cultivos en Colombia y las láminas hacen parte de la colección de referencia de Collembola que se conserva en el Museo Entomológico UNAB de la Universidad Nacional, siendo la única existente en Colombia. Hasta el momento, el proyecto "Colémbolos (colas de resorte) (Hexapoda: Collembola) de Colombia", del cual hace parte este trabajo, registra 42 géneros en 16 familias.

Pastos

Los pastos y forrajes desempeñan un papel importante en la agricultura tropical, ya que existen probablemente 4.000 millones de hectáreas de tierras a las que tienen acceso los animales en pastoreo, encontrando en ellas su principal fuente de sustento. La importancia de los cultivos de pastos en su conjunto, estriba en que sostienen la mitad de los animales domésticos del mundo, producen una tercera parte de la carne y la quinta parte de los productos lácteos (McIlroy, 1984). Según estadísticas de FEDEGAN, en el año 2003 había en el mundo 1.368.054.950 cabezas de ganado, de las cuales anualmente se sacrifican 58.741.931; en Colombia, los cultivos de pastos sostienen 23.650.000 cabezas de ganado; anualmente se sacrifican 3.354.611 cabezas para el consumo de carne interno y se producen 5.921 millones de litros de leche (FEDEGAN, 2004).

Como familia, los pastos son extremadamente resistentes y desempeñan un rol importante en casi todas las comunidades vegetales; su forma varía, desde las plantas rastreras y efímeras, hasta las leñosas perennes alta, mientras que habitan desde las zonas semidesérticas, hasta las llanuras inundadas y los terrenos pantanosos. Poseen sistemas radiculares fibrosos que tienen un papel importante en la construcción de la estructura del suelo. La ubicación del punto de crecimiento cerca de la base de las plantas permite un rápido crecimiento después de

la recolección, mientras el hábito de ramificación proporciona una cubierta rápida en las primeras etapas de crecimiento. Estas características están muy relacionadas con las condiciones del hábitat en lo que se refiere a la humedad, los nutrientes disponibles, las condiciones del suelo, la luz y la temperatura (Jackson, 1984).

En Colombia, en términos generales, son pocas las especies de artrópodos que se registran asociadas con cultivos de pastos. Es importante conocer los principales organismos que se encuentran en el sustrato del cultivo y su influencia en la disponibilidad de nutrientes y la calidad del cultivo. Los colémbolos (Hexapoda: Collembola) representan un papel importante en el suelo pues participan en los procesos de descomposición de la materia orgánica; así mismo, contribuyen a mejorar su estructura y la disponibilidad de nutrientes (Palacios-Vargas *et al.*, 2000); también pueden dispersar esporas de hongos fitopatógenos. Sin embargo, son componentes importantes de las redes tróficas, estimulan la actividad de los microorganismos (hongos y bacterias), de tal manera que aceleran los procesos de humificación y mineralización de la materia orgánica (Butcher *et al.*, 1971). Los colémbolos, junto con los ácaros, constituyen la mayor parte de la mesofauna del suelo, la misma que puede alterarse por actividades antropogénicas como la transformación de ecosistemas naturales en agroecosistemas (Andreno y Lagerlof, 1983).

El objetivo en el presente estudio fue determinar la composición de la colembofauna presente en diferentes cultivos de pastos en tres zonas de vida (bh-MB, bh-P, bs-T) del departamento de Antioquia (Colombia), identificando las principales familias de colémbolos asociadas con dichos cultivos. Asimismo, se indagó la composición y la abundancia (número de individuos por morfoespecie) de las familias de colémbolos presentes en las zonas de vida mencionadas. Este trabajo sobre diversidad de Collembola en diferentes cultivos de pastos de Antioquia, además de ofrecer información que hasta hoy no existe en Colombia sobre los colémbolos, abre un importante camino hacia el conocimiento de la artropofauna asociada con cultivos de importancia económica.

Materiales y métodos

Zonas de vida, sitios de muestreo y cultivos asociados. Holdridge (1974) propuso un sistema de clasificación basado en tres factores: precipitación, biotemperatura y evapotranspiración potencial; en este sistema, las unidades de mayor categoría son las formaciones vegetales o ‘zonas

de vida’ y para cada una de ellas existe una asociación típica con el suelo y los climas zonales (Becerra, 1981).

Bosque Húmedo Montano Bajo (bh-MB). En general, esta formación tiene como límites climáticos una biotemperatura media aproximada entre 12 y 18° C, con un promedio anual de lluvias de 1.000 a 2.000 mm. Ocupa una faja altimétrica entre 2.000 y 3.000 m.s.n.m., con variaciones de acuerdo con las condiciones locales (Espinal, 1992). En esta zona de vida se encuentra la finca Santa Elena, primera localidad de muestreo, ubicada entre 1.800 y 2.000 m.s.n.m.; así mismo, se hicieron muestreos en la finca Paysandú, en dos praderas de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y Rye-grass anual (*Lolium multiflorum*).

Bosque Húmedo Premontano (bh-P). Esta formación se halla a una altitud entre 900 y 2.000 m.s.n.m., con precipitaciones promedio entre 1.000 y 2.000 mm anuales. La biotemperatura tiene como límites 18 y 24° C (Espinal, 1992). El segundo muestreo se llevó a cabo en esta zona de vida, en la sede de la Universidad Nacional de Colombia en Medellín –situada a 1.540 m.s.n.m.–, en dos praderas, una de pasto Estrella (*Cynodon nlemfluensis*) y otra de Braquiaria o pasto alambre (*Brachiaria decumbens*).

Bosque Seco Tropical (bs-T). Esta formación vegetal tiene como límites climáticos generales una biotemperatura superior a 24°C, lluvia promedio anual entre 1.000 a 2.000 mm y se presenta en zonas cuya elevación puede estar entre 0 y 1.000 m.s.n.m. (Espinal, 1992). El muestreo tuvo lugar en el municipio de Santa Fé de Antioquia, ubicado a 500 metros de altura en la finca Cotové, en dos praderas, una de pasto Angleton (*Dichanthium aristatum*) y otra de pasto Guinea (*Panicum maximum*).

Metodología

Para la toma de muestras, en cada sitio elegido se trazaron dos transectos lineales de 90 metros. Se hicieron muestreos en tres estratos: suelo, superficie y vegetación cada 30 metros (estaciones 0, 30, 60 y 90 m); en cada transecto se tomaron cuatro muestras de colémbolos en el suelo y superficie; asimismo, a lo largo de los transectos, se tomaron muestras con jama en la vegetación. Se llevó a cabo un segundo muestreo total a los dos meses del primero. Para las muestras de superficie se utilizaron trampas de caída o *pitfall*, consistentes en pequeños vasos desechables enterrados a ras de suelo que se llenaron con alcohol hasta una tercera parte de su volumen. Estas trampas permanecían instaladas durante 24 horas.

Para el muestreo en suelo, en cada estación se recogió la muestra bajo la superficie con la ayuda de una pala pequeña; en una caja de cartón pequeña se midió un volumen de 27 cm³ de suelo sin compactarlo; las ocho muestras se traspasaron a bolsas plásticas separadas, se transportaron al Laboratorio de Entomología de la Universidad Nacional sede Medellín y allí se procesaron utilizando armarios de madera elaborados para tal fin, en los cuales se instalaron 24 embudos de Berlese-Tullgren (Palacios-Vargas *et al.*, 2000); éstos constan de pequeños viales con alcohol al 70% que soportaban pequeños embudos plásticos dentro de los cuales se colocaban las muestras; durante 48 horas éstas se dejaban sin iluminación para que el suelo se secase lentamente, luego sobre las muestras se colocaba iluminación directa durante 48 horas. El fototropismo negativo de los artrópodos minúsculos que se encontraban en la muestra de suelo, hizo que éstos huyeran de la luz y cayeran a los diferentes frascos viales con alcohol.

Para el muestreo en vegetación se realizaron tres pases dobles de jama a lo largo de cada transecto; los artrópodos atrapados se introdujeron en una cámara letal de cianuro de potasio para su sacrificio y luego los especímenes de Collembola se separaron en el laboratorio, envasándolos en frascos con alcohol al 70%.

Se obtuvo un total de 192 muestras de diferentes estratos; después de separar todas las muestras en frascos viales con alcohol al 70%, éstas fueron trasladadas a la Universidad Nacional, sede Bogotá, Museo Entomológico de la Facultad de Agronomía (UNAB), para su clasificación taxonómica. Se continuó con el proceso de separación de las muestras de superficie y vegetación y los especímenes se conservaban en alcohol al 70%.

Aclarado, montaje e identificación

El proceso de identificación de estos diminutos artrópodos requiere un cuidadoso proceso de aclarado, montaje en láminas y luego observación en microscopio de contraste de fases. El aclarado de los especímenes se hizo con potasa al 10%; luego se trasvasaron a solución de lactofenol y después se pasaron por varias concentraciones de alcohol (70, 80 y 90%). Después fueron cuidadosamente secados y finalmente montados en láminas utilizando líquido de Hoyer. Las láminas con montaje se secaron en la estufa durante 4 días a 40-45° C, luego se sellaron con barniz y se rotularon con los respectivos datos de colección: país, departamento, municipio, localidad, altitud, método de colección, sustrato, fecha de colección y colector. Los especímenes se

identificaron a nivel de familia, con la ayuda de las claves y descripciones de Palacios-Vargas (1990, 2000), Greenslade (1991), Janssens (2003) y Christiansen y Bellinger (1980a, b, c, 1981). Para la identificación taxonómica de las familias halladas se elaboró una clave pictórica (Anexo 1: Clave para familias de Collembola de Antioquia).

Resultados y discusión

Los 1.217 ejemplares de Collembola colectados en Antioquia fueron montados en láminas. Esta colección ‘voucher’ se encuentra depositada en el Museo Entomológico de la Facultad de Agronomía –UNAB–, de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, haciendo parte de la colección de Collembola de Colombia y constituye hasta ahora la única colección representativa de Collembola de este departamento.

Las siguientes 14 familias fueron halladas para los cultivos de pastos seleccionados en las tres zonas de vida mencionadas en Antioquia: Hypogastruridae, Odontellidae, Brachystomellidae, Neanuridae, Onychiuridae, Isotomidae, Entomobryidae, Paronellidae, Cyphoderidae, Sminthurididae, Katiannidae, Dicyrtomidae, Bourletiellidae, Sminthuridae. Para la identificación taxonómica de las familias se elaboró una clave pictórica (Anexo 1, páginas 132 a 135).

En la zona de vida bh-MB (Santa Elena), se encontraron 14 familias en total, siendo la más abundante la familia Isotomidae (363 individuos) seguida por Entomobryidae y Onychiuridae. De manera exclusiva, en esta zona de vida se encontraron las familias Onychiuridae y Odontellidae. En la zona del bh-P (Medellín) se encontraron 11 familias, siendo la más abundante Isotomidae, seguida por Entomobryidae e Hypogastruridae; finalmente, en la zona de vida bs-T (Santa Fe de Antioquia) se encontraron nueve familias, la más abundante Isotomidae, seguida por Paronellidae y Bourletiellidae (Tabla 1).

Dentro del proceso de identificación de los colémbolos se hizo una separación por morfoespecies (Msp.); dentro de las familias se presentó una gran diversidad y se identificaron algunas diferencias en la composición de éstas dentro de cada zona de vida, las cuales se muestran en la Tabla 2. Por su parte, las Figuras 1, 2, 3 muestran los resultados según el sitio donde fue tomada la muestra, las familias encontradas por cada zona de vida y el porcentaje dentro de la zona. Para las diagnósticos de las familias se hizo una división en tres grupos morfológicos:

Tabla 1. Familias encontradas para cada zona de vida, número de láminas montadas, morfoespecies (Msp.) para cada zona y porcentaje total dentro de la muestra.

Familia	bh-MB (Santa Elena)		bh-P (U. Nal. Medellín)		bs-T (Santafé de Antioquia)		Total		Porcentaje%
	No. láminas	No. Msp.	No. láminas	No. Msp.	No. láminas	No. Msp.	Total de Msp.	No. láminas	
Hypogastruridae	54	2	42	2	4	1	2	100	8.3
Onychiuridae	58	1					1	58	4.8
Neanuridae	10	3	9	1	3	1	3	22	1.8
Brachystomellidae	25	1	18	1			2	43	3.5
Odontellidae	3	1					1	3	0.2
Paronellidae	9	1	2	1	21	2	2	32	2.6
Entomobryidea	68	5	139	5	7	1	5	203	16.7
Cyphoderidae	2	1	1	1	1	1	1	4	0.3
Isotomidae	363	6	247	4	32	4	6	642	52.8
Sminthuridea	29	4	4	1			4	33	2.7
Dicyrtomidae	3	1	3	1			1	6	0.5
Katiannidae	7	1			2	1	1	9	0.7
Bourletiellidae	3	1	2	1	14	1	1	19	1.6
Sminthurididae	33	3	7	1	3	1	1	43	3.5
	667	31	474	19	87	13	31	1217	100
Familias por zona de vida	14		11		9				

bh-MB: bosque húmedo montano bajo; bh-P: bosque húmedo premontano; bs-T: bosque seco tropical.

Tabla 2. Morfoespecies (Msp.) para cada zona vida, de acuerdo con el sitio donde fueron colectadas.

FAMILIA	bh-MB		bh-P		bs-T			
	suelo	superficie	suelo	superficie	jama	suelo	superficie	jama
Hypogastruridae Msp. 1	X	X	X	X			X	
Hypogastruridae Msp. 2	X	X						
Hypogastruridae Msp. 3	X	X						
Onychiuridae	X	X						
Neanuridae	X	X	X	X		X		
Brachystomellidae		X	X	X				
Odontellidae		X						
Paronellidae		X		X			X	X
Entomobryidae Msp. 1		X	X	X	X			X
Entomobryidae Msp. 2		X		X	X		X	
Entomobryidae Msp. 3		X	X	X		X	X	
Entomobryidae Msp. 4	X	X	X	X				
Cyphoderidae		X	X				X	
Isotomidae Msp. 1	X	X	X	X		X	X	
Isotomidae Msp.2	X	X	X	X		X	X	
Isotomidae Msp.3	X	X	X	X		X	X	
Isotomidae Msp.4	X	X	X	X			X	
Isotomidae Msp.5	X	X		X		X		
Isotomidae Msp. 6	X	X		X		X	X	
Sminthuridae		X		X				
Dicyrtomidae		X		X				
Katiannidae		X				X		
Bourletiellidae		X		X		X	X	
Sminthurididae		X		X			X	

bh-MB: bosque húmedo montano bajo; bh-P: bosque húmedo premontano; bs-T: bosque seco tropical.

Grupo 1. Los integrantes de este grupo se caracterizan por presentar el protórax tan desarrollado como el mesotórax y el metatórax y los segmentos abdominales son definidos y de longitud similar. Entre éstos se encontraron las familias Hypogastruridae, Onychiuridae, Neanuridae, Brachystomellidae y Odontellidae. La familia Hypogastruridae se caracteriza por la presencia de manchas oclares, fúrcula pequeña, ausencia de pseudocelos; órgano sensorial de la antena 3 sólo con sensilias (Palacios-Vargas, 1990). Representantes de esta familia se encontraron en suelo y superficie (8,2%); también han sido registrados en troncos, cultivos comerciales de champiñones, filtros de drenaje y playas (Palacios-Vargas *et al.*, 2000). Dentro de esta familia se encontraron tres morfoespecies (Msp. 1, Msp. 2 y Msp. 3); la Msp. 1 se caracterizó por su OPA simple; la Msp. 2 por la ausencia de OPA, 5 corneolas por lado y 2 ‘*tenent hair*’ en cada pata, caracteres que coinciden con el género; la Msp. 3 tiene un OPA con 4 vesículas, mucrón en forma de cuchara o mitón, caracteres propios del género *Ceratophysella* (Palacios y Gómez, 1983); los representantes de la familia Onychiuridae son blancos, presentan pseudocelos en la base de las antenas y en varios segmentos del cuerpo, corneolas ausentes, fúrcula poco desarrollada, órgano sensorial del artejo antenal 3 con sensilias y conos cuticulares (Palacios-Vargas, 1990, 1992). Se hallaron en suelo y en superficie (4,8%); también se encuentran en cultivos de lombrices y hojarasca (Palacios-Vargas *et al.*, 2000).

Los colémbolos de la familia Neanuridae presentan mandíbulas y maxilas: mandíbulas con 2 o más dientes y maxilas estiletiformes adaptadas para chupar. Se encontraron en suelo y superficie (1,8%); además se les ha registrado en troncos, bajo piedras y hojarasca, y alimentándose de hongos (Palacios-Vargas *et al.*, 2000). Los colémbolos de la familia Brachystomellidae poseen mandíbulas ausentes, maxilas cuadrangulares y generalmente tienen dientes, con órgano posantenal formado por varias vesículas (Palacios-Vargas, 1990). Se encontraron en suelo y en superficie (3,5%); se les ha hallado en suelos húmedos, asociados con hongos y musgos (Palacios-Vargas *et al.*, 2000). Los miembros de la familia Odontellidae sólo presentan una mandíbula y un órgano posantenal formado por una vesícula de forma diversa (Palacios-Vargas, 1990); las antenas y piezas bucales presentan forma claramente cónica. Fueron hallados en superficie (0,2%).

Grupo 2. Los colémbolos de este grupo presentan el protórax reducido y algunos segmentos abdominales alar-

gados. De este grupo se encontraron las familias Entomobryidae, Paronellidae, Cyphoderidae e Isotomidae. La familia Entomobryidae presenta el segmento abdominal IV alargado, espinas y dientes ausentes en la fúrcula, dientes crenulados, mucrón corto con uno o dos dientes en forma de anzuelo. Se encontraron en suelo, superficie y sobre la vegetación (16,7%). Puede hallarse en un amplio conjunto de hábitat, pero la mayoría de las especies vive en la hojarasca, sobre la superficie del suelo, sobre y bajo los troncos de los árboles, en el dosel de la selva o en cuevas (Palacios-Vargas *et al.*, 2000). Esta familia fue la segunda en diversidad, encontrándose 4 morfoespecies: la Msp. 1 se caracteriza por la presencia de escamas en el cuerpo, mucrón con dos dientes y 8+8 corneolas, caracteres del género *Lepidocyrtus*; la Msp. 2 tiene el cuerpo con escamas y el mucrón falcado, caracteres del género *Seira* (Palacios y Gómez, 1983); la Msp. 3 es ciega; en la Msp. 4 las escamas del cuerpo están ausentes.

La familia Paronellidae presenta el segmento abdominal IV alargado, fúrcula con dientes espinosos o dentados y mucrón cuadrangular. Fue la familia con mayor representación sobre la vegetación (32 individuos, 2,6%); también se encontró en la superficie (2,6%). Son particularmente diversos en las selvas tropicales húmedas; la mayoría vive en árboles, arbustos, epífitas, pastos o sobre la capa superficial de la hojarasca (Palacios-Vargas *et al.*, 2000). La familia Cyphoderidae presenta forma elongada con el segmento abdominal IV alargado, dientes lisos, mucrón con número variable de dientes y con forma diferente de anzuelo (Palacios-Vargas, 1990). Se encontró en superficie (0,3%). Los miembros de esta familia son comensales facultativos u obligados de insectos sociales (Vásquez y Palacios-Vargas, 1990). Su distribución está limitada por la propia distribución de sus comensales, himenópteros y termitas (Palacios-Vargas *et al.*, 2000).

La familia Isotomidae fue la más abundante en todo el muestreo (642 individuos, 52,8%). Se caracteriza por la ausencia de escamas en el cuerpo, segmento abdominal IV de similar longitud del III y es el único del grupo que presenta un órgano posantenal simple. Se encontró en el suelo y la superficie. Los isotómidos ocupan gran variedad de hábitat y es posible encontrarlos en los medios litorales, las arenas de las playas, distintos tipos de hojarasca de bosques y huertos frutales, en suelos áridos y húmedos. Los isotómidos son también comunes en los remansos de agua (Vásquez y Palacios-Vargas, 1990). Algunas especies son criptobióticas y se considera que ello ha favorecido su amplia distribución. Existen espe-

cies particularmente abundantes en biotopos con cierto grado de degradación, como la madera en descomposición, el guano e incluso algunos suelos de uso agrícola (Palacios-Vargas *et al.*, 2000). Esta familia fue la que exhibió mayor diversidad con seis morfoespecies: la Msp. 1 tiene el cuerpo cubierto de setas, presencia de OPA, 8+8 corneolas, mucrón con dos dientes; la Msp. 2 no presenta corneolas, fúrcula larga, mucrón con dos dientes; la Msp. 3 con OPA presente, sin corneolas, dientes crenulados, mucrón falcado; la Msp. 4 muestra dientes crenulados y mucrón bidentado; la Msp. 5, sin corneolas, mucrodens con dos dientes; la Msp. 6 tiene corneolas de 4+4 a 8+8 y mucrón con 2 ó 3 dientes.

Grupo 3. Los integrantes de este grupo tienen el cuerpo de forma globosa y, cuando menos, los primeros cuatro segmentos abdominales fusionados formando lo que se conoce como el ‘gran abdomen’; fúrcula bien desarrollada; antenas tan grandes o más que la cabeza. En este grupo se encontraron las familias Dicyrtomidae, Sminthuridae, Sminthurididae, Katiannidae y Bourletiellidae. La familia Dicyrtomidae se caracteriza por presentar antenas acodadas entre los artejos 2 y 3, el 4 artejo es mucho más corto que el 3, tubo ventral con frecuencia muy largo (Palacios-Vargas, 1990, 1992). Se hallaron en superficie (0,5%). La familia Minthurididae posee segmentos abdominales V y VI fusionados y son los únicos que presentan dimorfismo sexual, pues los machos tienen antenas prensiles y las hembras sin apéndices anales (Palacios-Vargas, 1990, 1992); se encontraron en la superficie (3,5%) y también se registran en la capa superficial de la hojarasca, sobre la vegetación baja, en la superficie de los cuerpos de agua y son abundantes en los árboles, principalmente en el dosel de las selvas tropicales húmedas (Palacios-Vargas *et al.*, 2000). En la familia Katiannidae todas las especies son muy pequeñas (menos de 1,5 mm de largo) y poseen un órgano trocantal en las patas posteriores. Sus representantes fueron hallados en suelo y en la superficie (0,7%). Respecto de la familia Bourletiellidae, sus representantes tienen el mucrón de forma espatulada, tricobotrias del gran abdomen colocadas en línea

recta, tibiotarsos I y II con tres ‘tenent hairs’, el III con dos (Palacios-Vargas, 1990); se encontraron en suelo y superficie 1,6%. Muchas de estas especies viven sobre la vegetación y aún en el dosel de la selva. Algunos han sido reportados como dañinos de los cultivos de alfalfa y tomate de huerta (Palacios-Vargas *et al.*, 2000). La familia Sminthuridae tiene el mucrón crenulado simétrico o asimétrico, tricobotrias del gran abdomen formando un triángulo o reducidas en número; generalmente sin ‘tenent hairs’ (Palacios-Vargas, 1990); de esta familia se encontraron en la superficie 2,7%.

La ocurrencia de colémbolos en las tres zona de vida de Holdridge escogidas en el departamentro de Antioquia fue la siguiente: En la zona bh-MB se encuentra de manera más abundante la familia Isotomidae, en la superficie y en el suelo; los Onychiuridae son abundantes en el suelo, mientras que la familia Entomobryidae se presenta en la superficie e Hypogastruridae se hallan en suelo y superficie; el resto de familias sólo se presentan en el suelo a excepción de Neanuridae (Figura 1).

En la zona bh-P la familia más abundante en la superficie fue Isotomidae, con menor porcentaje en el suelo. La familia Entomobryidae se encontró en los tres estratos, siendo más abundante sobre la superficie, mientras el resto de las familias (Cyphoderidae, Neanuridae, Brachysto-

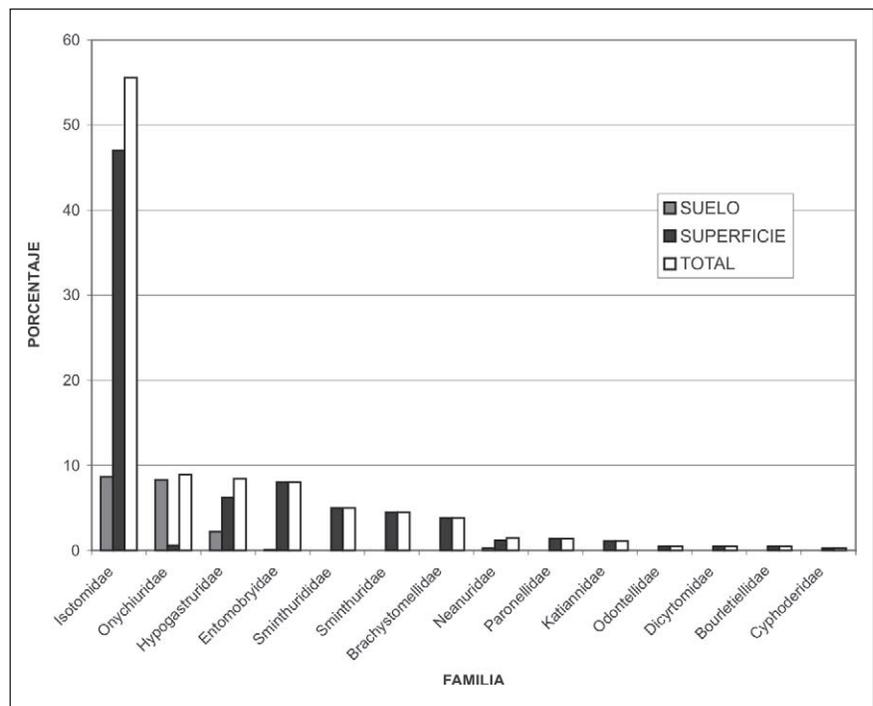


Figura 1. Familias de colémbolos presentes en Santa Helena bh-MB; porcentaje para cada sitio de muestreo.

mellidae e Hypogastruridae) estuvieron representadas en la superficie sólo con una población pequeña (Figura 2).

En la zona bs-T hay mayor abundancia de Isotómidos en el suelo, presentándose también en la superficie;

en segundo lugar está la familia Paronellidae, especialmente representados en el muestreo hecho en la vegetación. Entomobryidae se encontró en los tres estratos. Las familias Cyphoderidae, Sminthuridae e Hypogastruridae se encontraron sólo en la superficie y las familias Katiannidae y Neanuridae sólo en el suelo. Aunque ésta fue la zona con menor número de familias de colémbolos, es allí donde se encuentran mejor distribuidas en cantidad, ya que en las zonas de bh-MB y bh-P se presentó la familia Isotomidae en 56% y 51% de las muestras, respectivamente, mientras que en bs-T sólo en el 37% (Figura 3).

La mayor abundancia de individuos y especies de Isotomidae en cada una de las tres zonas de vida, podría indicar el amplio rango de adaptación que despliegan las especies de esta familia. También esto podría señalar que la familia está bien adaptada a los cultivos de pastos objeto de este estudio.

Los datos registrados para estas familias permiten considerarlas como habitantes de ecosistemas que participan activamente en las redes tróficas coevolucionadas y no se encontraron datos importantes sobre su actividad fitófaga en estos cultivos. Según Palacios-Vargas (2000), Collembola son organismos que contribuyen al reciclaje de nutrientes en los pastos.

Conclusiones

- Se encontraron 14 familias de colémbolos en la zona bh-MB; la más representativa fue la familia Isotomidae, seguida por la familia Onychiuridae.

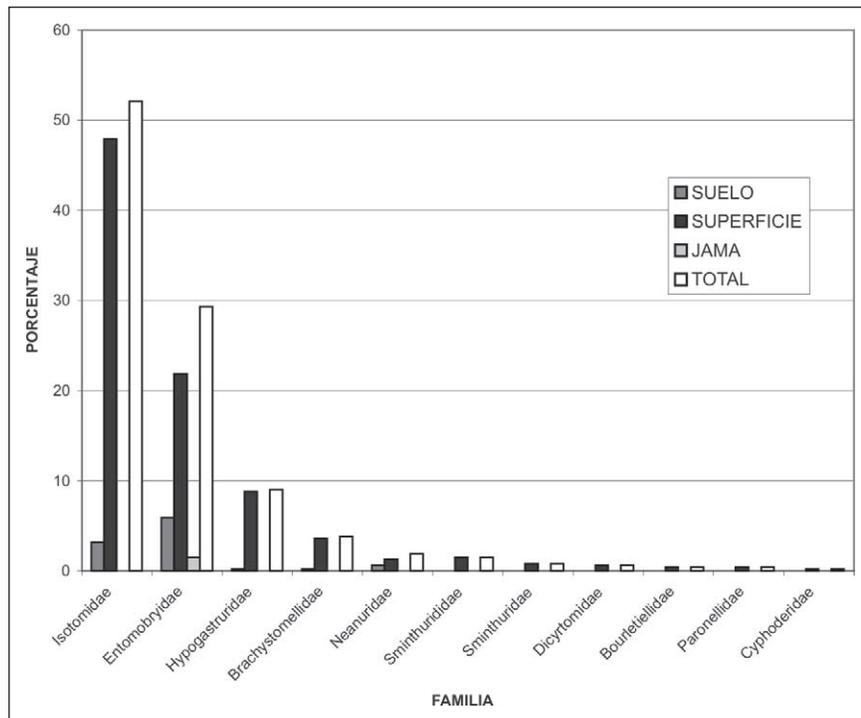


Figura 2. Familias de colémbolos presentes en Medellín bh-P; porcentaje para cada sitio de muestra.

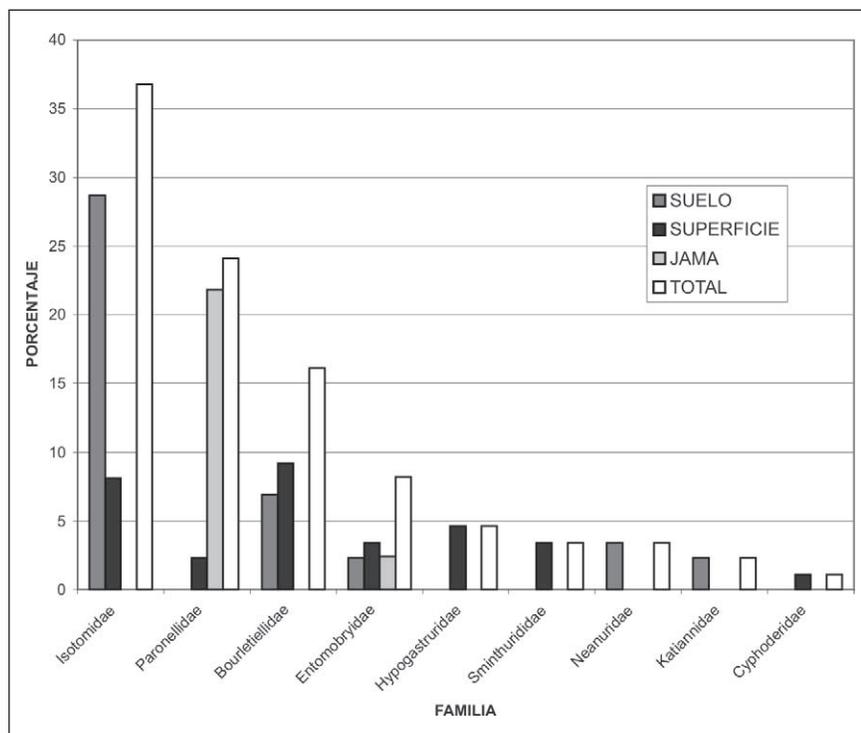


Figura 3. Familias de colémbolos presentes en Santa Fe de Antioquia bs-T; porcentaje en cada sitio de muestreo.

- En la zona bh-P se reportan 11 familias de colémbolos, la más abundante es la Isotomidae, seguida de la Entomobryidae.
- En el bs-T se encontraron 9 familias: Isotomidae y Paronellidae fueron las más abundantes.
- La familia Onychiuridae se encontró sólo en la zona bh-MB, la mayoría en el suelo.
- La familia Hypogastruridae fue más abundante en los bosque húmedos (8%), que en el bs-T (4%).
- La familia Paronellidae hace presencia de manera importante en la zona de bs-T con un 24%, y en especial sobre la vegetación.
- Aunque los isotómidos fueron el grupo más abundante en las tres zonas de vida, las morfoespecies varían significativamente en cada una de ellas.
- Se muestra una fuerte relación entre la familia Isotomidae y los cultivos de pastos, presentándose, en su mayoría, en la superficie.
- Isotomidae fue la familia más abundante en todo el muestreo, siendo también la más abundante en cada una de las tres zonas de vida evaluadas. En los bosques húmedos fue más abundante en la superficie y en el bs-T fue, así mismo, la más abundante en el suelo.

Agradecimientos

A la División de Investigaciones de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá (DIB). Al Dr. José G. Palacios-Vargas de la Facultad de Agronomía de la UNAM (México D.F.) por la revisión del artículo. A Juan Carlos Pinzón del Museo UNAB de la Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, por la adecuación de imágenes a partir de los dibujos originales. A Rubén Cruz del Laboratorio de Biotecnología, Facultad de Agronomía, sede Bogotá y a la Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.

Bibliografía

Andren, O. y J. Lagerlof. 1983. Soil fauna (microarthropods, enchytraids, nematodes) in swedish agricultural cropping system. *Acta Agriculturae Scandinavica* 33, 32-33.

Butcher, J.; W. Snider y R.J. Snider. 1971. Biology of edaphic Collembola and Acarina. Department of Entomology, Michigan State University. pp. 249-288.

Becerra, J. 1981. Notas de ecología forestal. Facultad de Ingeniería Forestal, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá. pp. 65-69.

FEDEGAN. 2004. Estadísticas Contexto Carne. Inventario Bovino Mundial: 1996 a 2003. En: http://www.fedegan.org.co/todo_esta.html.

Christiansen, K.A. y P.F. Bellinger. 1980a. Part 1. Families Poduridae and Hypogastruridae. En: *The Collembola of North America, North of the Rio Grande*. Grinnell College, Iowa, pp. 1-386.

Christiansen, K.A. y P.F. Bellinger. 1980b. Part 2. Families Onychiuridae and Isotomidae. En: *The Collembola of North America, North of the Rio Grande*. Grinnell College, Iowa, pp. 387-784.

Christiansen, K.A. y P.F. Bellinger. 1980c. Part 3. Family Entomobryidae. En: *The Collembola of North America, North of the Rio Grande*. Grinnell College, Iowa, pp. 785-1042.

Christiansen, K.A. y P.F. Bellinger. 1981. Part 4. Families Neelidae and Sminthuridae. En: *The Collembola of North America, North of the Rio Grande*. Grinnell College, Iowa. pp. 1043-1322.

Espinal, L. 1992. Geografía ecológica de Antioquia: Zonas de vida. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. 146 p.

Greenslade, P. 1991. Collembola (Springtails). *The Insects of Australia: A textbook for students research workers*. 2nd ed. Division of Entomology, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. Cornell University Press, Ithaca, Nueva York, volume II, Chap 11. pp. 252-264.

Jackson, G. 1984. Bases ecológicas para el cultivo de pastos. Apéndice A: Introducción al cultivo de los pastos tropicales. México. Ed. Limusa. pp. 133-136.

Janssens, F. 2003. Checklist of the Collembola: Families. Department of Biology, University of Antwerp (RUCA), Antwerp, Belgium. En: <http://www.collembola.org/taxa/collembola.htm>.

Mari Mutt, J.A. 1987. Collembola from two localities near Buenaventura, Colombia. *Journal of the Kansas Entomological Society* 60(3), 364-379.

McIlroy, R.J. 1984. Introducción al cultivo de los pastos tropicales. México. Ed Limusa. 160 p.

Palacios-Vargas, J.G. 1990. Diagnósis y clave para determinar las familias de los Collembola de la región neotropical. Manuales y guías para el estudio de microartrópodos, vol. I. pp. 1-15.

Palacios-Vargas, J.G. 1992. Guide to the Sprintsails of Panamá and Costa Rica (Collembola). En: Quintero, D. y A. Aiello (eds.). Insects of Panamá and Mesoamérica. Selected Studies. Oxford University Press, Londres, 652 p.

Palacios-Vargas, J.G. y A. Gómez. 1993. Collembola de Chamela, México. Folia Entomologica Mexicana 78, 1-33.

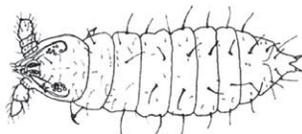
Palacios-Vargas, J.G.; G. Castaño y B.E. Mejía. 2000. Capítulo 12. III Grupos de Hexapoda. Collembola. pp.249-273. En: Llorente, J. E.; E. González y N. Papavero (eds.). Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento. Volumen II. México DF. 676 p.

Vásquez, M. y J.G. Palacios. 1990. Nuevos registros y aspectos biogeográficos de los colémbolos de la Sierra de la Laguna, B.C.S., México. Folia Entomológica Mexicana 78, 5-22.

ANEXO 1
CLAVE PARA FAMILIAS DE COLLEMBOLA DE ANTIOQUIA

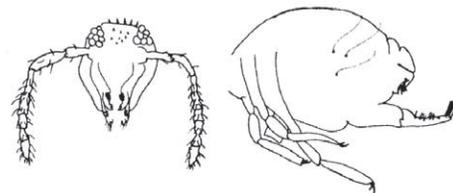
1 Cuerpo alargado, nunca globoso; segmentos del tórax y primeros cuatro abdominales no fusionados; fúrcula en ocasiones reducida o ausente; antenas de tamaño variable (orden Arthopyleona)..... 2

1' Cuerpo globoso, cuando menos los primeros cuatro segmentos abdominales fusionados; fúrcula bien desarrollada (orden Symphypleona); antenas tan grandes o más que la cabeza (Eusymphypleona, Sminthuroidea) 10



Grupo 1

Grupo 2



Grupo 3

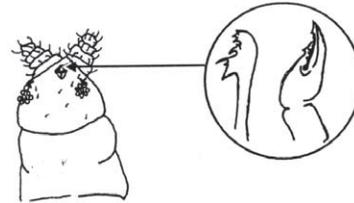
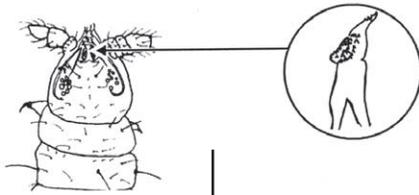
GRUPO 1

2 Protórax bien desarrollado, con sedas dorsales (suborden Poduromorpha); prognatos; dientes sin anillación, cortos, con frecuencia reducidos o ausentes; segmentos del cuerpo de similar longitud..... 3



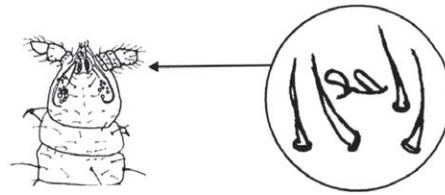
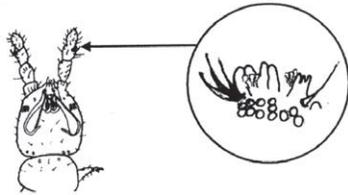
3 Piezas bucales adaptadas para masticar, mandíbulas con superficies molares (superfamilia Hypogastruroidea)..... 4

3' Piezas bucales adaptadas para picar y/o chupar, proyectándose en cono, cuando existen mandíbulas carecen de superficies molares (superfamilia Neanuroidea)..... 5

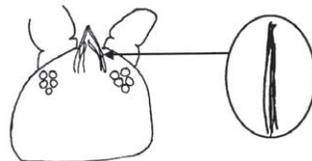


4 Pseudocelos presentes en la base de las antenas y en varios segmentos del cuerpo; blancos; sin corneolas ni fúrcula bien desarrollada; órgano sensorial del antenito III con sensilias y conos cuticulares ONYCHIURIDAE

4' Pseudocelos ausentes; generalmente con corneolas y fúrcula; con o sin pigmento; órgano sensorial del antenito III sólo con sensiliasHYPOGASTRURIDAE



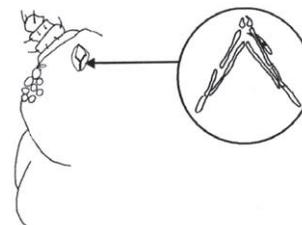
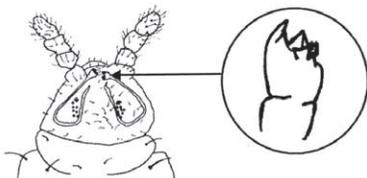
5 Mandíbulas y maxilas presentes, mandíbulas con 2 o más dientes; maxilas estileti-formes..... NEANURIDAE



5' Una o ambas mandíbulas ausentes.....6

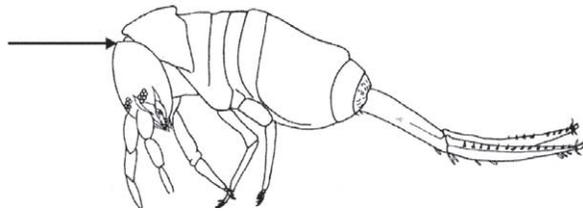
6 Ambas mandíbulas ausentes, maxilas cuadrangulares y generalmente con dientes; órgano posantenal formado por varias vesículas; antenas cilíndricasBRACHYSTOMELLIDAE

6' Sólo una mandíbula presente; órgano posantenal formado por una vesícula de forma diversa; antenas cónicasODONTELLIDAE



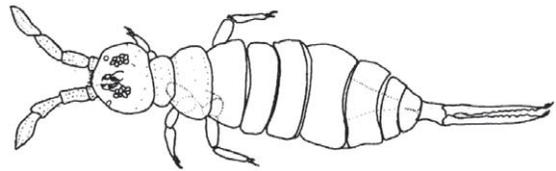
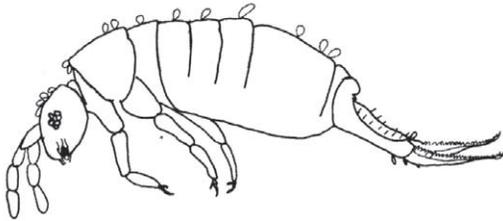
GRUPO 2

2' Protórax reducido, sin sedas dorsales (suborden Entomobryomorpha); más o menos prognatos; dentes con o sin anillación, largos; el cuarto segmento abdominal con frecuencia alargado..... 7



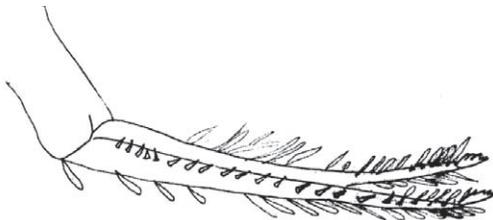
7 Escamas del cuerpo presentes o ausentes; segmento abdominal IV más de dos veces la longitud del III; mucrón glabro o cuando mucho con dos pares de sedas; órgano posantennal ausente..... 8

7' Escamas del cuerpo siempre ausente; segmento abdominal IV de similar longitud del III; órgano posantennal simple ISOTOMIDAE



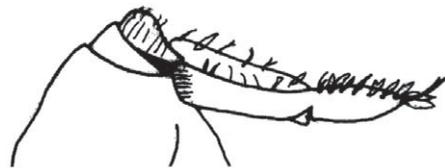
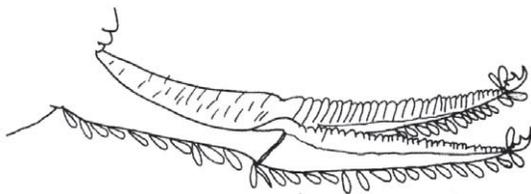
8 Dentes espinosos o dentados; mucrón cuadrangular, mucho menor tamaño que los dentes..... PARONELLIDAE

8' Fúrcula sin espinas ni dientes 9



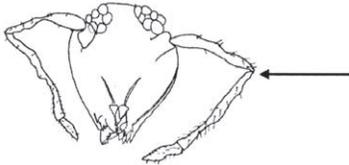
9 Dentes crenulados; mucrón corto con uno o dos dientes en forma de anzuelo..... ENTOMOBRYIDAE

9' Dentes lisos; mucrón con número variable de dientes, en forma diferente de anzuelo..... CYPHODERIDAE

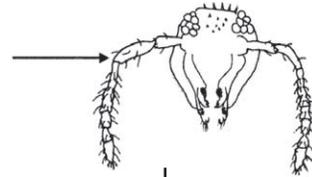


GRUPO 3

10 Antenas acodadas entre los antenitos II y III, el antenito IV mucho más corto que el III; tubo ventral con frecuencia muy largoDYCIRTOMIDAE



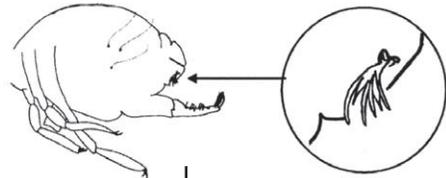
10' Antenas acodadas entre los antenitos III y IV, el último de mayor tamaño, con frecuencia anillado a subdividido; tubo ventral relativamente corto..... 11



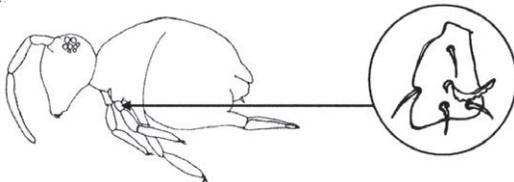
11 Segmentos abdominales V y VI fusionados; machos con antenas prensiles; hembras sin apéndices anales.....SMINTHURIDIDAE



11' Segmentos abdominales V y VI no fusionados; machos con antenas simples; hembras con apéndices anales 12

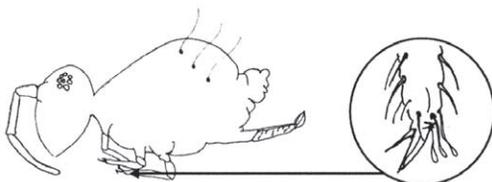


12 Trocánteres metatorácicos con órgano trocanteral..... KATIANNIDAE



12' Trocánteres metatorácicos sin órgano trocanteral 13

13 Mucrón espatulado; tricobotrias del cuerpo colocadas en línea recta; tibiotarsos I y II con tres "tenent hairs" el tibiotarso III con dos BOURLETIELLIDAE



13' Mucrón crenulado simétrico o asimétrico; tricobotrias formando un triángulo o reducidas en número; generalmente sin "tenent hairs" SMINTHURIDAE

