

ARTIGO / ARTÍCULO / ARTICLE

Revisión de las especies del grupo de *Folsomides angularis* (Axelson, 1905), con descripción de dos nuevas especies para la fauna europea y del norte de África (Collembola, Isotomidae).

Javier I. Arbea

c/ Rúa de Solía 3, ch. 39. E-39610 El Astillero (Cantabria, España). e-mail: jarbeapo@gmail.com

Resumen: Se describen dos nuevas especies, *Folsomides fjellbergi* sp. nov. y *Folsomides ellisi* sp. nov., pertenecientes al grupo de *F. angularis* (Axelson, 1905). Las nuevas especies se separan de otras especies del género por la quetotaxia del dens y la quetotaxia sensilar del cuerpo. Por medio de un análisis factorial de correspondencias se ha estudiado la validez de los caracteres utilizados para separar las especies próximas *F. ellisi* sp. nov., *F. fjellbergi* sp. nov., *F. portucalensis* (Gama, 1961) y *F. xerophilus* Fjellberg, 1993. Se incluye una clave de identificación de todas las especies del grupo de *F. angularis*.

Palabras clave: Collembola, nuevas especies, fauna Europea, análisis factorial de correspondencias, clave de identificación.

Abstract: Review of the species group of *Folsomides angularis* (Axelson, 1905), with the description of two new species for the European and North African fauna (Collembola, Isotomidae). Two new species, *Folsomides fjellbergi* sp. nov. and *F. ellisi* sp. nov., belonging to the *F. angularis* (Axelson, 1905) species-group are described. The new species can be distinguished from the other congeneric species by the chaetotaxy of dens and the sensilar chaetotaxy of body. The validity of the characters used to separate the related species *F. ellisi* sp. nov., *F. fjellbergi* sp. nov., *F. portucalensis* (Gama, 1961), and *F. xerophilus* Fjellberg, 1993 was studied in a correspondence analysis. A key of the world species of *F. angularis* species-group is provided.

Key words: Collembola, new species, European fauna, correspondence analysis, identification key.

Recibido: 27 de mayo de 2015

Aceptado: 6 de junio de 2015

Publicado on-line: 24 de junio de 2015

urn:lsid:zoobank.org:pub:DCAE8D9-7829-4F48-B9A0-CC7254434198

Introducción

Fjellberg (1993) redefinió el género *Folsomides* Stach, 1922 y estableció siete grupos de especies, de los cuales el más numeroso es el grupo de especies relacionadas con *F. angularis* (Axelson, 1905) que incluye 17 especies de las 38 especies paleárticas de *Folsomides* conocidas (Potapov, 2001; Arbea & Jordana, 2002; Potapov & Thibaud, 2003; Arbea & Kahrarian, 2015). Las identificaciones de especies del grupo de *F. angularis* realizadas con anterioridad a la revisión de Fjellberg (1993) son dudosas y tienen que ser verificadas siguiendo los criterios taxonómicos utilizados en la actualidad para este género. Así, por ejemplo, en la principal revisión sistemática del género *Folsomides* hecha por Poinso-Balaguer & Barra (1978 y 1982) se consideraba que *F. angularis* incluía a varias especies descritas con posterioridad, *F. decemocolata* (Mills, 1935), *F. marchicus* (Frenzel, 1941), *F. petiti* (Delamare, 1948), *F. portucalensis* (Gama, 1961) y *F. virungiensis* Martynova, 1978, ya que para estos autores resultaba muy difícil definir caracteres específicos debido a la gran plasticidad morfológica y fisiológica aceptada para este grupo de Isotomidae. No obstante, estos mismos autores reconocen que "pour une population donnée le nombre de soies, sur la face dorsale (du dens), varie autour d'un nombre moyen par exemple 2 ou 3, 4 ou 5 mais jamais de 2 à 5".

Al estudiar varias poblaciones de *Folsomides* del grupo *angularis* se ha vuelto a observar este hecho, lo cual ha llevado a realizar un análisis morfométrico de estas poblaciones y a describir dos nuevas especies.

Material y métodos

Los ejemplares examinados están montados en preparación microscópica utilizando el medio de Hoyer. En la descripción de las especies se ha seguido la terminología de Fjellberg (1993) utilizando las siguientes abreviaturas:

Abd—terguito abdominal, Ant—segmento antenal, ms—microsensila, OPA—órgano postantenal, SA, M y L—macroseta subapical, medial y lateral en los tergitos torácicos y abdominales, Tor—terguito torácico.

Depósito del material: JIAP—Colección privada de J.I. Arbea; MCNT—Museo de Ciencias Naturales de Tenerife; MZUN—Museo de Zoología de la Universidad de Navarra; NBCN—Naturalis Biodiversity Center en Leiden, The Netherlands.

Descripción de las especies

Folsomides fjellbergi sp. nov. (Figs. 2, 6, 8, 10, 22 y 23)

= *Folsomides angularis*: Arbea & Jordana, 1990a not Axelson, 1905

= *Folsomides portucalensis* p.p.: Fjellberg, 1993 not Gama, 1961

Localidad tipo.

Islas Canarias, Tenerife, Punta del Hidalgo, Los Dos Hermanos.

Material tipo.

Holotipo: hembra (montada en preparación nº 194/88): Islas Canarias, Tenerife, Punta del Hidalgo, Los Dos Hermanos, sobre roca seca de los acantilados, en suelo con *Plantago* y *Salsola*, 50 m de altitud, 5-III-1988, A. Fjellberg leg. **Paratipos:** una hembra y 7 juveniles (montados en preparaciones nº 194/88) pertenecientes a la misma muestra que el holotipo. Una hembra y tres machos de Tenerife, Anaga, Las Bodegas, musgos y gramíneas sobre rocas secas, 590 m de altitud, 15-X-1987, A. Fjellberg leg. (montados en preparación nº 155/87). Holotipo y 7 paratipos depositados en MCNT, 5 paratipos en JIAP.

Otro material examinado.

- Gran Canaria, pinar de Tamadaba, en musgos, *Cistus* y *Aliaceae* sobre rocas, 1310 m de altitud, 10-I-1988, A. Fjellberg leg., 6 ejemplares (preparaciones nº 44/88; como *F. portucalensis* en Fjellberg, 1993); La Gomera, Calvario en Alajero, 2-XII-1987, hojarasca de *Cistus* y *Euphorbia* entre rocas, 760 m de altitud, A. Fjellberg leg., 1 ejemplar (preparación nº 294/87; como *F. portucalensis* en Fjellberg, 1993); Marruecos, Alto Atlas de Marrakech, Col de Tizraz, 11-V-1984, bajo *Cytisus*, 2700 m, L. Deharveng leg., 6 ejemplares (preparaciones nº MAR35; como *F. portucalensis* en Fjellberg, 1993). Todos los ejemplares depositados en MCNT.
- Tudons, Menorca, Islas Baleares, musgo sobre rocas, 31-III-1982, A.H. Ariño leg., 1 hembra, 2 machos y 1 juvenil (como *F. angularis* en Arbea & Jordana, 1990a). Depositados en MZUN.

Descripción.

Longitud: hembras de 0.71-1.01 mm, machos de 0.67-0.80 mm. Pigmento azul disperso por todo el cuerpo, más concentrado en las manchas oculares. Cuerpo largo y delgado. Mesosetas dorsales lisas y puntiagudas. Macrosetas abdominales bien desarrolladas; la macroseta SA es 0.40-0.45 veces la longitud del terguito en Abd IV y 0.50-0.60 veces en Abd V (Fig. 6).

Antenas más cortas que la diagonal cefálica (10:12-13). Ant IV con unas 22 sensilas dorsales cilíndricas, una microsensila dorsoexterna en cúpula y otra microsensila subapical en una foseta. Órgano sensorial de Ant III formado por un par de pequeñas microsensilas redondeadas, protegidas por dos sensilas cortas, y una microsensila ventrolateral; este artejo lleva 22 sedas ordinarias. Ant II con una sensila ventral larga y subcilíndrica y 17 sedas ordinarias. Ant I con dos sensilas ventrales subcilíndricas y 10-12 sedas ordinarias.

Cabeza con 5+5 corneolas. OPA corto y ovalado (relación longitud:anchura = 3.7-4.3), poco menos de tres veces el diámetro de una corneola, con dos sedas posteriores (Fig. 10). Quetotaxia clípeo-labral 2/5,5,4 sedas. Palpo maxilar bifurcado, con tres sedas sublobales.

Quetotaxia dorsal representada en la Fig. 2. Quetotaxia sensilar de los terguitos torácicos y abdominales: 1,1/1,1,1 ms expuestas en la superficie del cuerpo y 3,3/2,2,2,2,4 sensilas finas y más cortas que las mesosedas circundantes. En Abd V las dos sensilas laterales son del mismo grosor que las dos sensilas mediales, pero más cortas, situadas por delante de la fila *p* de sedas (Fig. 6). Quetotaxia axial de Tor II-Abd V: 5,3/3,3,3,3-4,2 pares de mesosedas; además, el Abd V con una mesoseda impar posterior en la línea media. Macroquetotaxia: 1,1/1,2,2,3,3 (tipo 2 de Fjellberg, 1993); las macrosedas SA sólo están diferenciadas en Abd IV y V, las macrosedas M están diferenciadas en Abd II-V y las macrosedas L están diferenciadas en Th II-III y Abd I-V. A continuación se indica la longitud media (μm) de las macrosedas y las sedas ordinarias de la fila *p* (las macrosedas no diferenciadas se indican entre paréntesis).

	Macrosedas			Sedas ordinarias
	L	M	SA	
Tor II	37	-	-	18
Tor III	42	-	-	18
Abd I	31	(17)	(17)	17
Abd II	37	35	(17)	17
Abd III	31	38	(18)	17
Abd IV	37	37	39	20
Abd V	39	39	42	20

Tibiotarsos I-III con 20,20,22 sedas puntiagudas, respectivamente; sedas A1-A7, B1-B7, C1-C7 y x presentes en el tibiotarso III; tibiotarsos I y II con la seda impar B4/5. Uña sin diente interno. Apéndice empodial afilado, alcanza algo más de la mitad de la longitud del borde interno de la uña.

Cabeza con 3+3 sedas postlabiales. Tubo ventral con 3+3 sedas distales y 1+1 basales. Retináculo con 3+3 dientes y una seda en el corpus. Subcoxa furcal anterior con cinco o seis sedas, la posterior con cuatro o cinco sedas. Furca bien desarrollada. Quetotaxia manubrial con 7-8 pares de sedas posteriores y sin sedas anteriores. Dens con tres sedas posteriores y una seda anterior apical. Mucrón bidentado, con lamela lateral (Fig. 8).

Variabilidad.

La quetotaxia típica del dens es 3 sedas posteriores y una anterior (79% de los ejemplares de las poblaciones de Tenerife y Marruecos); raramente aparecen ejemplares con 2 sedas posteriores (13%, Fig. 22) o con 4 sedas posteriores (8%, Fig. 23). Los ejemplares de las poblaciones de Gran Canaria y La Gomera presentan 4 sedas posteriores en el dens, mientras que los de Tudons, Menorca, tienen 2 sedas posteriores.

Afinidades.

Siguiendo a Fjellberg (1993), *Folsomides fjellbergi* sp. nov. pertenece al grupo de especies de *F. angularis* por poseer 5+5 corneolas, tener mucrón en el dens y tener la sensila medial en Abd IV situada

entre las macrosedas SA y M. Dentro de este grupo, la nueva especie se aproxima a las que presentan una quetotaxia microsensilar completa (11/111 ms). La nueva especie se diferencia claramente de ellas por la quetotaxia del dens entre otros caracteres. En la Tabla I se resumen las principales características diagnósticas de estas especies. La especie más próxima es *F. portucalensis* (Figs. 1, 5, 7, 9, 24-26). Ambas especies tienen una quetotaxia dorsal similar, aunque en *F. portucalensis* las mesosedas ordinarias son más cortas (Tabla II); se diferencian principalmente por el número de sedas posteriores del dens y por tener un mucrodens más corto, mucrodens 2.6-2.9 veces más largo que el borde interno de la uña III en *F. fjellbergi* sp. nov., 3.3-3.6 veces más largo en *F. portucalensis* (ver el capítulo de Discusión). La diferencia más evidente es el número de sedas posteriores del dens, 5-6, de las que 3 son apicales, en *F. portucalensis*, mientras que *F. fjellbergi* sp. nov. tiene 3(2-4) sedas posteriores de las que sólo 1 (raramente 2) está en la región apical.

Etimología.

Especie cordialmente dedicada al Dr. Arne Fjellberg en homenaje a su importante contribución al conocimiento del género *Folsomides*.

Distribución.

F. fjellbergi sp. nov. es conocida de las Islas Canarias (Tenerife, Gran Canaria y La Gomera), de Marruecos y Menorca, Islas Baleares. También podrían pertenecer a esta especie los ejemplares de Devin, Bratislava, con 3/1 sedas en el dens (como *F. angularis* en Nosek, 1961) y los de Camargue con dens 2/1 (como *F. angularis* en Poinsoot-Balaguer & Barra, 1978, Fig. 2B y Poinsoot & Barra, 1982, Fig. 2K) y los de Estrasburgo con dens 3(4)/1 (como *F. angularis* en Poinsoot & Barra, 1978, pág. 365 y Fig. 2E)

La especie próxima *F. portucalensis* se conoce de Portugal (Lapa dos Esteios, Conimbriga, Poiaras; Gama, 1961; se han observado varios ejemplares de Conimbriga, musgo, 31-XII-1959, Gama leg. con dens 5-6/1), España (Monegros, Arbea & Blasco-Zumeta, 2001, con dens 5-6/1), Francia (Marseille, como *F. angularis*, Fig. 2A en Poinsoot & Barra, 1978 con dens 5/1), Serbia (Deliblato Sand, como *Subisotoma variabilis psammophila* con dens 5/1, en Loksa & Bogojevic, 1970), Hungría (Dányi & Traser, 2008), Tuva, S. Siberia (Potapov & Stebaeva, 1997, con dens 5-6/1). Además se ha citado de Italia y Middle Volga, Rusia (Potapov, 2001) y de Alemania, Cerdeña y Ucrania (Potapov, 2013). Las citas de Marruecos e Islas Canarias corresponden a la nueva especie *F. fjellbergi*.

Folsomides ellisi sp. nov. (Figs. 4, 12, 14, 16, 17-21)

= *Folsomides marchicus*: Ellis, 1974 not Frenzel, 1941

= *Folsomides xerophilus* p.p. Fjellberg, 1993

Localidad tipo.

Islas Baleares, Ibiza, Santa Eulalia.

Material tipo.

Holotipo: hembra: Islas Baleares, Ibiza, Santa Eulalia, 25-XII-1970, W. Ellis leg. (Ellis, 1974).

Paratipos: ocho machos, tres hembras y tres juveniles, encontrados en la misma muestra que el holotipo. Depositados en NBCN.

Otro material examinado.

- Marruecos, Cascadas de Ouzud, 9-X-1984, musgos sobre roca, L. Deharveng leg., 6 ejemplares (como *F. xerophilus* en Fjellberg, 1993). Depositados en MCNT.
- Mazarrón, Murcia, 2-10-1976, L.S. Subías leg. (un macho, una hembra y un juvenil); Despeñaperros, Jaén, 22-2-1974, L.S. Subías leg. (una hembra). Depositados en MZUN.
- Huesca, L. Deharveng leg. (una hembra en preparación nº EHU1). Depositado en JIAP.

Descripción.

Longitud: hembras de 0.70-0.84 mm, machos de 0.50-0.60 mm. Pigmento azul disperso por todo

el cuerpo, más concentrado en las manchas oculares. Cuerpo largo y delgado. Mesosedas dorsales lisas y puntiagudas. Macrosedas abdominales bien desarrolladas; la macroseda SA es 0.20-0.25 veces la longitud del terguito en Abd IV y 0.40-0.50 veces en Abd V (Fig. 7).

Antenas más cortas que la diagonal cefálica (10:12-13). Ant IV con unas 18 sensilas dorsales cilíndricas, una microsensila dorsoexterna en cúpula y otra microsensila subapical en una foseta. Órgano sensorial de Ant III formado por un par de pequeñas microsensilas redondeadas, protegidas por dos sensilas largas, y una microsensila ventrolateral; este artejo lleva 20-21 sedas ordinarias. Ant II con una sensila ventral larga y subcilíndrica y 17 sedas ordinarias. Ant I con dos sensilas ventrales subcilíndricas y 13 sedas ordinarias (Fig. 17).

Cabeza con 5+5 corneolas. OPA corto y ovalado (relación longitud:anchura = 2.8-3.2), menos de dos veces el diámetro de una corneola, con dos sedas posteriores (Fig. 16). Quetotaxia clípeo-labral 2/5,5,4 sedas. Palpo maxilar bifurcado, con tres sedas sublobales (Fig. 19).

Quetotaxia dorsal representada en la Fig. 4. Quetotaxia sensilar de los terguitos torácicos y abdominales: 1,1/1,1,1 ms expuestas en la superficie del cuerpo y 3,3/2,2,2,2,4 sensilas finas y más cortas que las mesosedas circundantes. En el terguito Abd V las dos sensilas laterales son del mismo grosor que las dos sensilas mediales, pero más cortas (Fig. 12). Quetotaxia axial de Tor II-Abd V: 5,3/3,3,3,4-5,2 pares de mesosedas; además, Abd V con una mesoseda impar posterior en la línea media, a veces también presente en Abd IV, de forma asimétrica. Macroquetotaxia: 1,1/1,1,1,3,3 (tipo 3 de Fjellberg, 1993); las macrosedas SA y M sólo están diferenciadas en Abd IV y V; las macrosedas L están diferenciadas en Th II-III y Abd I-V. A continuación se indica la longitud media (μm) de las macrosedas y las sedas ordinarias de la fila p (las macrosedas no diferenciadas se indican entre paréntesis).

	Macrosedas			Sedas ordinarias
	L	M	SA	
Tor II	24	-	-	13
Tor III	25	-	-	13
Abd I	22	(17)	(14)	14
Abd II	20	(14)	(12)	13
Abd III	27	(14)	(14)	14
Abd IV	25	25	27	14
Abd V	28	29	28	17

Tibiotarsos I-III con 20,20,22 sedas puntiagudas, respectivamente; sedas A1-A7, B1-B7, C1-C7 y x presentes en el tibiotarso III; tibiotarsos I y II con la seda impar B4/5 (Fig. 18). Uña sin diente interno. Apéndice empodial afilado, alcanza algo más de la mitad de la longitud del borde interno de la uña.

Cabeza con 3+3 sedas postlabiales. Tubo ventral con 3+3 sedas distales y 1+1 basales. Retináculo con 3+3 dientes y una seda en el corpus. Subcoxa furcal anterior con seis o siete sedas, la posterior con cuatro sedas. Furca bien desarrollada. Quetotaxia manubrial con 8-9 pares de sedas posteriores y sin sedas anteriores. Dens con tres sedas posteriores y sin seda anterior. Mucrón bidentado, sin lamela lateral (Figs. 14, 20, 21).

Variabilidad.

El dens tiene típicamente 3 sedas posteriores (71% de los ejemplares examinados). Raramente presenta sólo 2 sedas posteriores, normalmente de forma asimétrica (27%, Fig. 20), ó 4 sedas posteriores (2%).

Afinidades.

Como la especie anterior, *Folsomides ellisi* sp. nov. pertenece al grupo de especies de *F.*

angularis sensu Fjellberg (1993) que presentan una quetotaxia microsensilar completa (11/111 ms) (Tabla I). La especie más próxima es *F. xerophilus* (Figs. 3, 11, 13, 15). Ambas especies tienen una quetotaxia dorsal similar (Tabla II); se diferencian principalmente por el número de sedas posteriores del dens y el tamaño del mucrodens, 2.0-2.3 veces más largo que el borde interno de la uña III en *F. ellisi* sp. nov. y 3.0-3.5 veces más largo en *F. xerophilus* (ver el capítulo de Discusión). La diferencia más evidente es el número de sedas posteriores del dens, (4)5, de las que 3 son apicales, en *F. xerophilus*, mientras que *F. ellisi* sp. nov. tiene 3(4) sedas posteriores de las que sólo 1 está en la región apical.

Etimología.

Especie cordialmente dedicada al Dr. Willem Ellis, gran estudioso de los colémbolos de la región mediterránea y colector de esta nueva especie.

Distribución.

F. ellisi sp. nov. se conoce de Ibiza, Marruecos y varias localidades de España (Huesca, Jaén, Murcia). También podrían corresponder a esta especie los ejemplares de Livorno, Italia con 3/0 y 2/0 sedas en los dentes (como *F. marchicus* en Dallai, 1967) y los ejemplares de Devin, Bratislava con dentes 3/0 (como *F. marchicus* en Nosek, 1961) y los de Estrasburgo con dentes 3(2)/0 (como *F. angularis* en Poinso & Barra, 1978, pág. 365).

La especie próxima *F. xerophilus* está presente en las Islas Canarias (Fjellberg, 1993; se ha observado el holotipo y 10 paratipos de Tenerife, Abona, 8-XI-1987, hierba sobre arena cerca de la playa, A. Fjellberg leg. y 8 ejemplares de Tenerife, Los Cristianos, 5-XII-1987, en Chenopodiaceae sobre la arena, a 30 m de altitud, A. Fjellberg leg., muestra nº 344/87), sur de Portugal (Algarve, Península de Sagres, Gama et al., 1997; numerosos ejemplares estudiados de las muestras A1L, A1S y A8L, hierbas sobre acantilados a 40-70 m de altitud, Gama leg.), Marruecos (Marrakech, Art Ourir, 2-V-1984, hojarasca de *Opuntia*, L. Deharveng leg., 4 ejemplares en preparaciones nº MAR81), Grecia (Poros, arena litoral, 31-X-1990, J. Arbea leg., 1 hembra); también se ha citado del SE de Francia (Potapov, 2001).

Discusión

Con el fin de determinar los caracteres específicos que contribuyen a diferenciar las nuevas especies, se han estudiado 78 ejemplares distribuidos del siguiente modo:

- F. xerophilus*: Islas Canarias, Tenerife, holotipo y 15 paratipos (3 machos, 12 hembras y 1 juvenil).
- F. xerophilus*: Marruecos, Marrakech, 4 ejemplares (3 hembras y 1 juvenil).
- F. ellisi* sp. nov.: Islas Baleares, Ibiza, holotipo y 14 paratipos (8 machos, 4 hembras y 3 juveniles).
- F. ellisi* sp. nov.: Marruecos, Cascades de Ouzud, 6 ejemplares (3 machos, 2 hembras y 1 juvenil).
- F. portucalensis*: España, Zaragoza, Monegros, 11 ejemplares (hembras).
- F. fjellbergi* sp. nov.: Islas Canarias, Tenerife, holotipo y 12 paratipos (3 machos, 3 hembras y 7 juveniles); Gran Canaria, 6 ejemplares (3 machos, 2 hembras y 1 juvenil); La Gomera, 1 ejemplar (hembra).
- F. fjellbergi* sp. nov.: Marruecos, Alto Atlas de Marrakech, 6 ejemplares (4 machos y 2 hembras).

En cada individuo se midieron 6 caracteres (variables), tal como se definen a continuación:

LON—Longitud del cuerpo, sin antenas, en mm.

OPA—Relación entre la longitud y la anchura del OPA.

SA4—Relación entre la longitud de la macroseda SA y la anchura (en la línea media) de Abd IV.

M/U—Relación entre la longitud del mucrodens y del borde interno de la uña III.

SDP—Número de sedas posteriores del dens.

SDA—Número de sedas anteriores del dens.

Los valores medios, máximo y mínimo, la desviación estándar y el error estándar de la media, para cada una de las cuatro especies estudiadas, se indican en la Tabla III. En la Fig. 27 se representa gráficamente la media, el valor máximo y mínimo y el intervalo de confianza de la media al 99%, para cada especie.

Siguiendo el método expuesto por Arpin *et al.* (1984) y Arbea & Jordana (1990b), todas las variables se han transformado de modo que su media sea 10 y su varianza 1. A cada una de estas variables transformadas (denotadas con el signo +) se le hace corresponder otra variable, $x' = 20-x$, que varía en sentido opuesto (denotadas con el signo -). Las variables transformadas de este modo se sometieron a un análisis factorial de correspondencias.

Los resultados del análisis factorial de correspondencias se representan en la Fig. 28. Se puede observar la formación de cuatro conjuntos de individuos, que corresponden a cada una de las cuatro especies.

El eje 1 explica el 54.6% del total de la varianza y el eje 2 el 27.9%, mientras que el eje 3 sólo explica el 8.7%. Por lo tanto, la representación según los dos primeros ejes es suficiente ya que refleja un elevado porcentaje de la información contenida en los datos (82.5% de varianza explicada). El eje 1 separa dos grandes grupos de individuos. El primer grupo (valores más positivos) incluye los individuos de las especies *F. portucalensis* y *F. fjellbergi sp. nov.* El segundo grupo (valores más negativos) está formado por individuos de *F. xerophilus* y de *F. ellisi sp. nov.* El eje 2 nos permite diferenciar cada una de las especies.

Paralelamente a la formación de estos grupos de individuos, se pueden diferenciar dos grupos de variables según su capacidad discriminante:

- 1) OPA, SDA y SA4 separan los individuos con 1 seda anterior en el dens, OPA alargado y macrosedas SA de Abd IV más largas (*F. portucalensis* y *F. fjellbergi sp. nov.*) de los que carecen de seda anterior en el dens, tienen un OPA más ovalado y las macrosedas SA de Abd IV más cortas (*F. xerophilus* y *F. ellisi sp. nov.*).
- 2) SDP, LON y M/U separan las especies dentro de cada uno de estos dos grandes grupos: por un lado, *F. xerophilus* en los valores más elevados de estas variables (SDP+ = 4+5/5+5, LON+ = 0.7-0.8, M/U+ = 2.8-3.1) y *F. ellisi sp. nov.* en los valores inferiores (SDP- = 2+3/3+3, LON- = 0.6-0.7, M/U- = 2.0-2.3), y por el otro lado, *F. portucalensis* en los valores más elevados de estas variables (SDP+ = 4+5/5+6, LON+ = 0.8-1.0, M/U+ = 3.3-3.6) y *F. fjellbergi sp. nov.* en los valores inferiores (SDP- = 3+3/3+4, LON- = 0.7-0.8, M/U- = 2.6-2.9).

Clave de identificación de las especies del grupo de *Folsomides angularis* (*)

1.	Tor III sin ms lateral	2
-	Tor III con una ms lateral	15
2.	Abd III sin ms lateral. Fórmula de ms 10/000	3
-	Abd III con ms lateral. Fórmula de ms 10/001	5
3.	Dens sin seda anterior. Retináculo sin seda	<i>F. petiti</i> (Delamare, 1951) Francia, Portugal, I. Canarias
-	Dens con una seda anterior. Retináculo con una seda	4
4.	Mucrón con lamela lateral. Dens con (3)4 sedas posteriores. Retináculo con 4+4 dientes. Cuerpo con pigmento. Palpo maxilar bifurcado. Sensilas laterales de Abd IV engrosadas	<i>F. aridoviator</i> Potapov & Stebaeva, 1997 p.p. S. Siberia

-	Mucrón sin lamela lateral. Dens con 2 sedas posteriores. Retináculo con 3+3 dientes. Cuerpo sin pigmento. Palpo maxilar simple. Sensilas laterales de Abd IV no engrosadas	<i>F. pocosensillatus</i> Fjellberg, 1993 Islas Canarias, Portugal
5.	Dens sin seda anterior	6
-	Dens con una seda anterior	10
6.	Fórmula de macrosedas 33/33333	<i>F. insularis</i> Thibaud & Weiner, 1997 Nueva Caledonia
-	Con menos macrosedas. Tor II-III con 1 sola macroseca lateral.	7
7.	Abd I-III con 1 sola macroseca lateral. Fórmula de macrosedas 11/11133	<i>F. marchicus</i> (Frenzel, 1941) Europa, Irán
-	Abd I-III con más macrosedas	8
8.	Fórmula de macrosedas 11/22333	<i>F. halshinicus</i> Arbea & Kahrarian, 2005 Irán
-	Fórmula de macrosedas 11/12233	9
9.	Pigmento ausente. Palpo maxilar simple. Sensilas laterales de Abd IV en la fila p de sedas. Dens generalmente con 3 sedas posteriores (a veces 2). Tibiotarsos I-III con 19,19,21 sedas	<i>F. californicus</i> Palacios & Villarreal, 2013 Baja California S
-	Con pigmento. Palpo maxilar bifurcado. Sensilas laterales de Abd IV por delante de la fila p de sedas. Dens con 2 sedas posteriores. Tibiotarsos I-III con 20,20,22 sedas	<i>F. chichinautzini</i> Kováč & Palacios, 1996 México
10.	Abd I-III con una sola macroseca L. Fórmula de macrosedas 11/11133	11
-	Abd I-III con más macrosedas	13
11.	Retináculo con 3+3 dientes. Sensilas laterales de Abd IV subiguales a las sensilas mediales	<i>F. vinosus</i> Fjellberg, 1993 Islas Canarias
-	Retináculo con 4+4 dientes. Sensilas laterales de Abd IV más cortas que las sensilas mediales	12
12.	Pigmento ausente. Dens generalmente con 3 sedas posteriores (a veces 2)	<i>F. angularis</i> (Axelson, 1905) Holártica
-	Con pigmento. Dens generalmente con 4 sedas posteriores (a veces 3)	<i>F. aridoviator</i> Potapov & Stebaeva, 1997 p.p. S. Siberia
13.	Fórmula de macrosedas 11/22333	<i>F. subvinosus</i> Arbea & Kahrarian, 2015 Irán
-	Fórmula de macrosedas 11/12233	14
14.	Dens con 2 sedas posteriores. Sensilas laterales de Abd IV situadas por delante de la fila p de sedas. Relación SA/Abd IV = 0.25	<i>F. pseudangularis</i> Chen, 1985 China
-	Dens con 3 sedas posteriores. Sensilas laterales de Abd IV situadas en la fila p de sedas. Relación SA/Abd IV = 0.40	<i>F. urumqiensis</i> Hao & Huang, 1995 China
15.	Abd I-III sin ms. Fórmula de ms 11/000	16
-	Abd I-III con alguna ms	17
16.	Dens con 2 sedas posteriores y sin sedas anteriores. Muclón sin lamela lateral. Palpo maxilar simple. Relación SA/Abd IV = 0.20...	<i>F. terrus</i> Fjellberg, 1993 Islas Canarias

-	Dens con 5 sedas posteriores y una seda anterior. Mucrón con lamela lateral. Palpo maxilar bifurcado. Relación SA/Abd IV = 0.40.....	<i>F. mediterraneus</i> Arbea & Jordana, 2002 España mediterránea
17.	Abd I-III con ms lateral. Fórmula de ms 11/111.....	18
-	Sólo Abd I con ms lateral. Fórmula de ms 11/100.....	23
18.	Abd I-III con ms espiniforme e insertada en una foseta.....	<i>F. arnoldi</i> Suhardjono & Greenslade, 1994 Australia
-	Abd I-III con ms fina y expuesta en la superficie del cuerpo.....	19
19.	Dens con 2 sedas posteriores. Sensilas abdominales subiguales a las sedas ordinarias. Sensilas laterales de Abd IV engrosadas ...	<i>F. cumbrosus</i> Fjellberg, 1993 Islas Canarias
-	Dens generalmente con más sedas posteriores. Sensilas abdominales más cortas que las sedas ordinarias. Sensilas laterales de Abd IV no engrosadas.....	20
20.	Dens sin sedas anteriores. Fórmula de macroseñas 11/11133.....	21
-	Dens con una seda anterior. Fórmula de macroseñas 11/12233	22
21.	Dens con 5 sedas posteriores (raramente 4). Mucrodens más de 2.5 veces la longitud del borde interno de la uña III.....	<i>F. xerophilus</i> Fjellberg, 1993 Mediterránea
-	Dens con 3 sedas posteriores (raramente 2 o 4). Mucrodens menos de 2.5 veces la longitud del borde interno de la uña III...	<i>F. ellisi</i> sp. nov. Mediterránea
22.	Dens con 5-6 sedas posteriores (raramente 4). Mucrodens más de 3 veces la longitud del borde interno de la uña III.....	<i>F. portucalensis</i> (Gama, 1961) S. Europa, Rusia, Siberia
-	Dens con 3 sedas posteriores (raramente 2 o 4). Mucrodens menos de 3 veces la longitud del borde interno de la uña III.....	<i>F. fjellbergi</i> sp. nov. Islas Canarias y Baleares
23.	Mucrón con un solo diente. Dens con 3 sedas posteriores y sin seda anterior. Retináculo sin seda. Palpo maxilar simple. Sensilas laterales de Abd IV no engrosadas. Tibiotarsos I-III con 19,19,21 sedas.....	<i>F. croci</i> Potapov & Thibaud, 2003 Marruecos
-	Mucrón con 2 dientes. Dens con 2 sedas posteriores y sin seda anterior. Retináculo con una seda. Palpo maxilar bifurcado. Sensilas laterales de Abd IV engrosadas. Tibiotarsos I-III con 20,20,22 sedas.....	<i>F. unicus</i> Fjellberg, 1993 Islas Canarias

(*) No se incluyen en la clave *F. decemoculatus* (Scherbakov, 1899), *F. virungiensis* Martynova, 1978 ni *F. millsii* Paclt, 1945 (= *F. decemoculatus* Mills, 1935 not Scherbakov, 1899) debido a lo incompleto de sus descripciones.

Agradecimientos

Han sido varias las personas que me han facilitado el préstamo de muchos de los ejemplares que han sido utilizados en este trabajo. A todas ellas mi más sincero agradecimiento. Willem Ellis y W. Hogenes del Zoological Museum Amsterdam, Entomology y Ben Brugge del Naturalis Biodiversity Center en Leiden (The Netherlands), Arne Fjellberg, Tjome (Norway), Louis Deharveng del Muséum national d'Histoire naturelle, Paris (France), Rafael Jordana del Museo de Zoología de la Universidad de Navarra (España), Maria Manuela da Gama del Museu Zoológico da Universidade de Coimbra (Portugal) y Gloria Ortega del Museo de Ciencias Naturales de Tenerife (I. Canarias, España).

Referencias

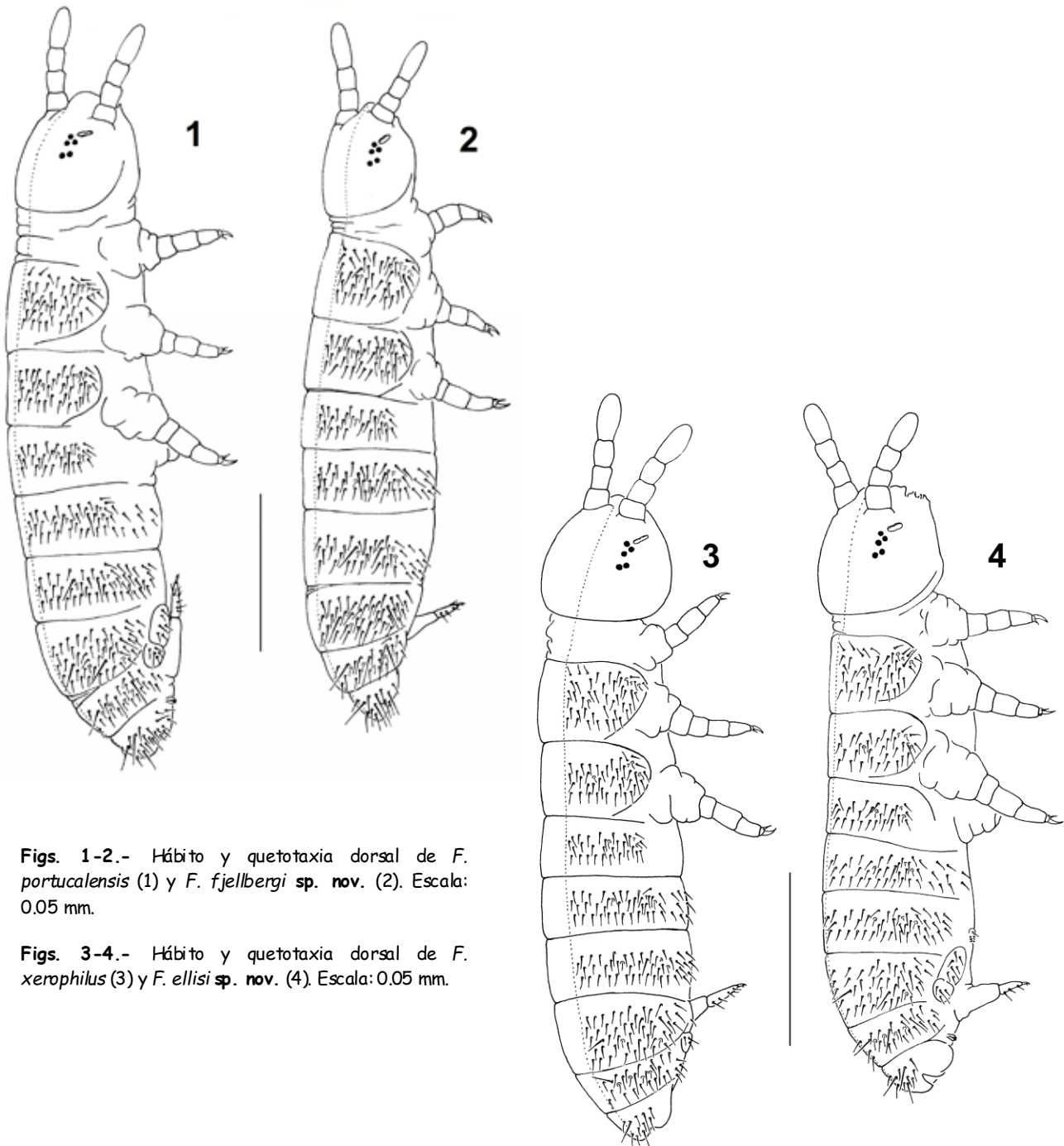
- Arbea, J.I. & Blasco-Zumeta, J. 2001. Ecología de los Colémbolos (Hexapoda, Collembola) en Los Monegros (Zaragoza, España). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, **28**: 35-48.
- Arbea, J.I. & Jordana, R. 1990a. Colémbolos de las Islas Baleares (Insecta, Collembola). *Redia*, **73**(1): 187-200.
- Arbea, J.I. & Jordana, R. 1990b. *Orogastrura octoseta* n. sp. de los Pirineos atlánticos (Collembola: Hypogastruridae). *Boletín de la Asociación española de Entomología*, **14**: 17-27.
- Arbea, J.I. & Jordana, R. 2002. The Genus *Folsomides* Stach of the Ibero-balearic fauna, with description of a new species (Collembola, Isotomidae). *Zootaxa*, **55**: 1-8.
- Arbea, J.I. & Kahrarian, M. 2015. The genus *Folsomides* Stach (Collembola, Isotomidae) in Kermanshah province (W Iran) with the description of two new species. *Zootaxa*, **3925**(2): 281-290.
- Arpin, P.; Samsoen, L.; Ponge, J.F. & Kham, S.H. 1984. Ecology and systematics of the Mononchid nematodes from wood- and grassland areas in wet temperate climate. II. The genus *Prionchulus* Cobb, 1916. *Revue Nématologie*, **7**(3): 215-225.
- Dallai, R. 1967. Ricerche sui Collemboli. II. Collemboli della Riviera Livornese. *Estratto dall' "Archivio Botanico e Biogeografico Italiano"*, 43, 4ª Serie, **12**(4): 425-449.
- Dányi, L. & Traser, G. 2008. An annotated checklist of the springtails fauna of Hungary (Hexapoda: Collembola). *Opuscula Zoologica Budapest*, **38**: 3-82.
- Ellis, W.N. 1974. Some Collembola from Ibiza with descriptions of three new species, and a note on *Hypogastrura serrata* (AGREN, 1904). *Bulletin Zoological Museum University Amsterdam*, **3**(18): 125-141.
- Fjellberg, A. 1993. Revision of European and North African *Folsomides* Stach with special emphasis on the Canarian fauna (Collembola: Isotomidae). *Entomologica scandinavica*, **23**: 453-473.
- Gama, M.M. 1961. Nouvelle contribution pour l'étude des Collemboles du Portugal Continental. *Memórias e Estudos do Museu Zoológico da Universidade de Coimbra*, **269**: 1-43.
- Gama, M.M.; Sousa, J.P.; Ferreira, C. & Barrocas, H. 1997. Endemic and rare Collembola distribution in High Endemism Areas of South Portugal: A case study. *European Journal of Soil Biology*, **33**(3): 129-140
- Loksa, I. & Bogojevic, J. 1970. Einige interessante Collembolen-Arten aus der Sandwüste von Deliblat, Jugoslawien. *Opuscula Zoologica Budapest*, **10**(1): 125-142.
- Nosek, J. 1961. Apterygota Z Československých Pud The Apterygotes from Czech. Soils II. Collem: Isotomidae. *Cislo 2 Zoologicke Listy Folia Zoologica*, **10**(24): 147-177.
- Poinsot-Balaguer, N. & Barra, J.A. 1978. Apport de l'écophysiologie à la systématique de certaines espèces du genre *Folsomides*. *Revue d'Écologie et de Biologie du Sol*, **15**(3): 363-372.
- Poinsot-Balaguer, N. & Barra, J.A. 1982. Révision systématique du genre *Folsomides* et apport de l'écophysiologie à la taxonomie de certaines espèces du genre (Insectes, Collemboles) 2^e note. *Revue d'Écologie et de Biologie du Sol*, **19**(2): 259-275.

Potapov, M.B. 2001. *Isotomidae*. In: *Synopses on Palaearctic Collembola*, Volume 3 (W. Dunger, Ed.). *Abhandlungen und Berichte des Naturkundemuseums Görlitz*, **73**(2): 1-603.

Potapov, M.B. 2013. *Fauna Europaea: Genus Folsomides*. In: Deharveng, L. & Fjellberg, A. (2013). *Fauna Europaea: Collembola*. *Fauna Europaea version 2.6.2.*, <http://www.faunaeur.org>.

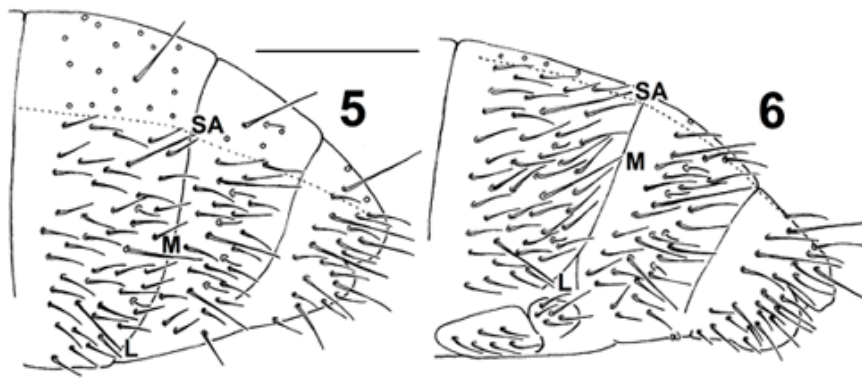
Potapov, M.B. & Stebaeva, S.K. 1997. Four new species of families Onychiuridae and Isotomidae (Hexapoda, Collembola) from Ubsunur Hollow (Tuva, Russia). *Miscelania Zoologica*, **20**: 119-131.

Potapov, M.B. & Thibaud, J.M. 2003. Collemboles interstitiaux des sables littoraux et continentaux du Maroc (Collembola). *Revue française d'Entomologie*, **25**: 117-122.

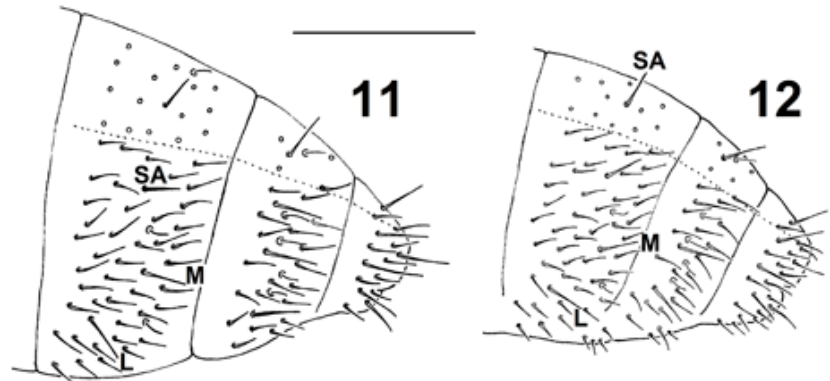
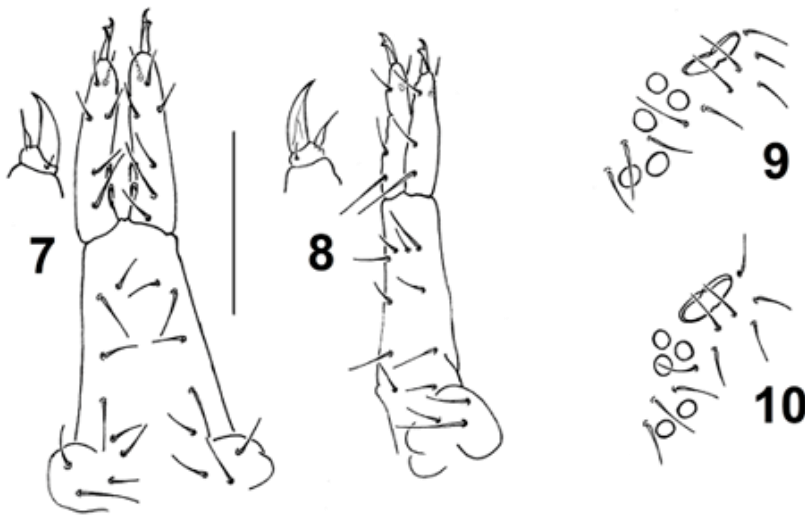


Figs. 1-2.- Hábito y quetotaxia dorsal de *F. portucalensis* (1) y *F. fjellbergi* sp. nov. (2). Escala: 0.05 mm.

Figs. 3-4.- Hábito y quetotaxia dorsal de *F. xerophilus* (3) y *F. ellisi* sp. nov. (4). Escala: 0.05 mm.

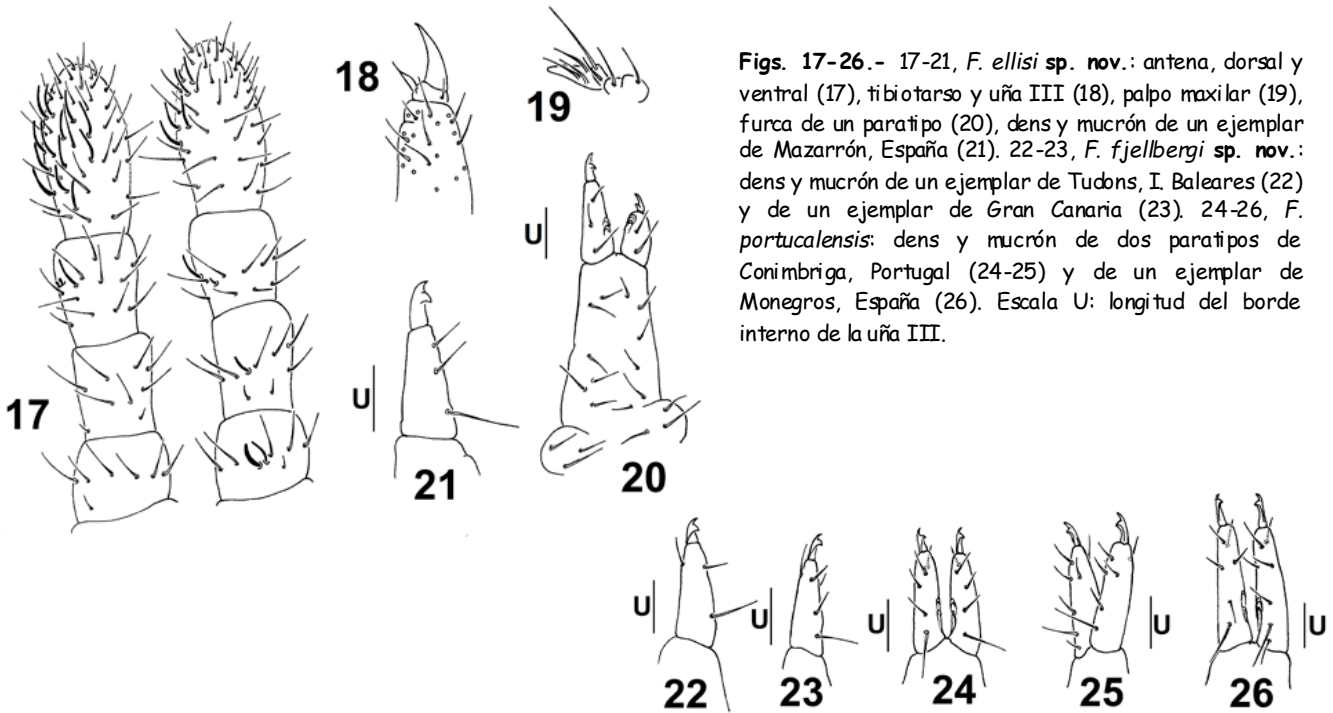


Figs. 5-10. - Quetotaxia dorsal de Abd IV-VI (5-6), furca y uña III (7-8) y ojos y OPA (9-10), de *F. portucalensis* (5, 7, 9) y *F. fjellbergi* sp. nov. (6, 8, 10). Escala 5-6: 0.1 mm. Escala 7-10: 0.05 mm.



Figs. 11-16. - Quetotaxia dorsal de Abd IV-VI (11-12), furca y uña III (13-14) y ojos y OPA (15-16), de *F. xerophilus* (11, 13, 15) y *F. ellisi* sp. nov. (12, 14, 16). Escala 11-12: 0.1 mm. Escala 13-16: 0.05 mm.





Figs. 17-26.- 17-21, *F. ellisi* sp. nov.: antena, dorsal y ventral (17), tibiotarso y uña III (18), palpo maxilar (19), furca de un paratipo (20), dens y mucrón de un ejemplar de Mazarrón, España (21). 22-23, *F. fjellbergi* sp. nov.: dens y mucrón de un ejemplar de Tudons, I. Balears (22) y de un ejemplar de Gran Canaria (23). 24-25, *F. portucalensis*: dens y mucrón de dos paratipos de Conimbriga, Portugal (24-25) y de un ejemplar de Monegros, España (26). Escala U: longitud del borde interno de la uña III.

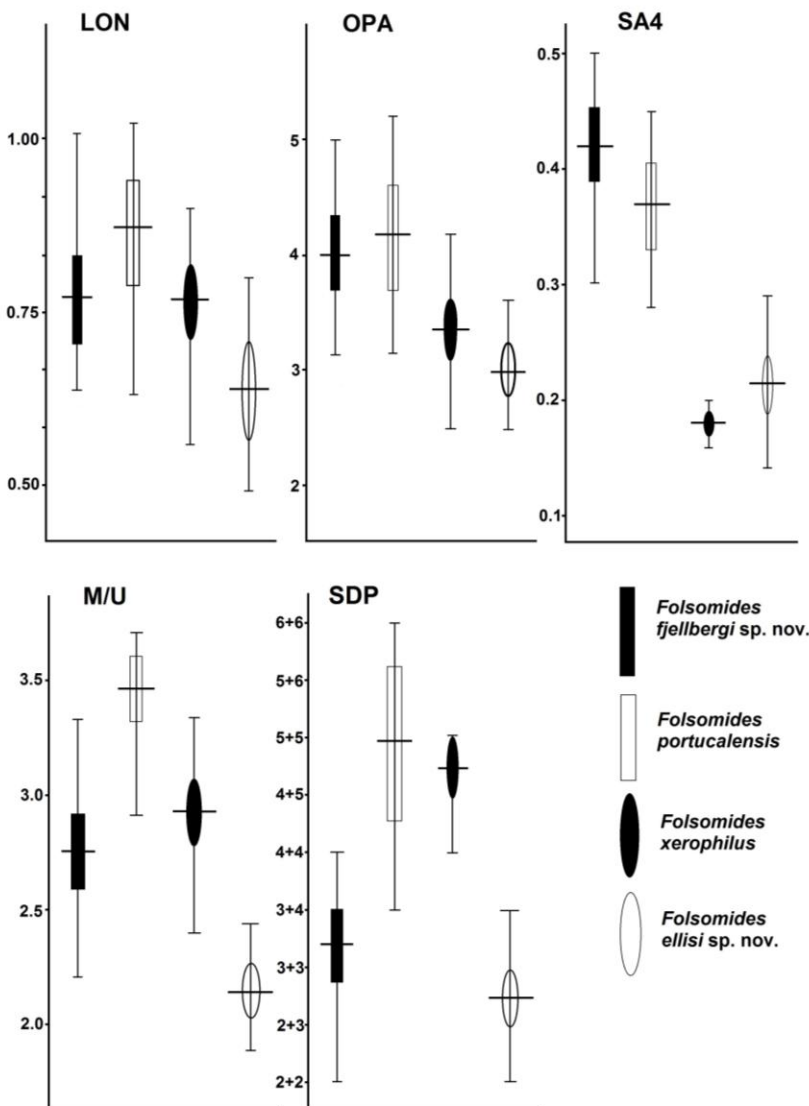


Fig. 27.- Representación gráfica de la media, máximo, mínimo e intervalo de confianza de cada una de las variables medidas en las cuatro especies de *Folsomides* estudiadas. (Para las abreviaturas de las variables ver el apartado Discusión).

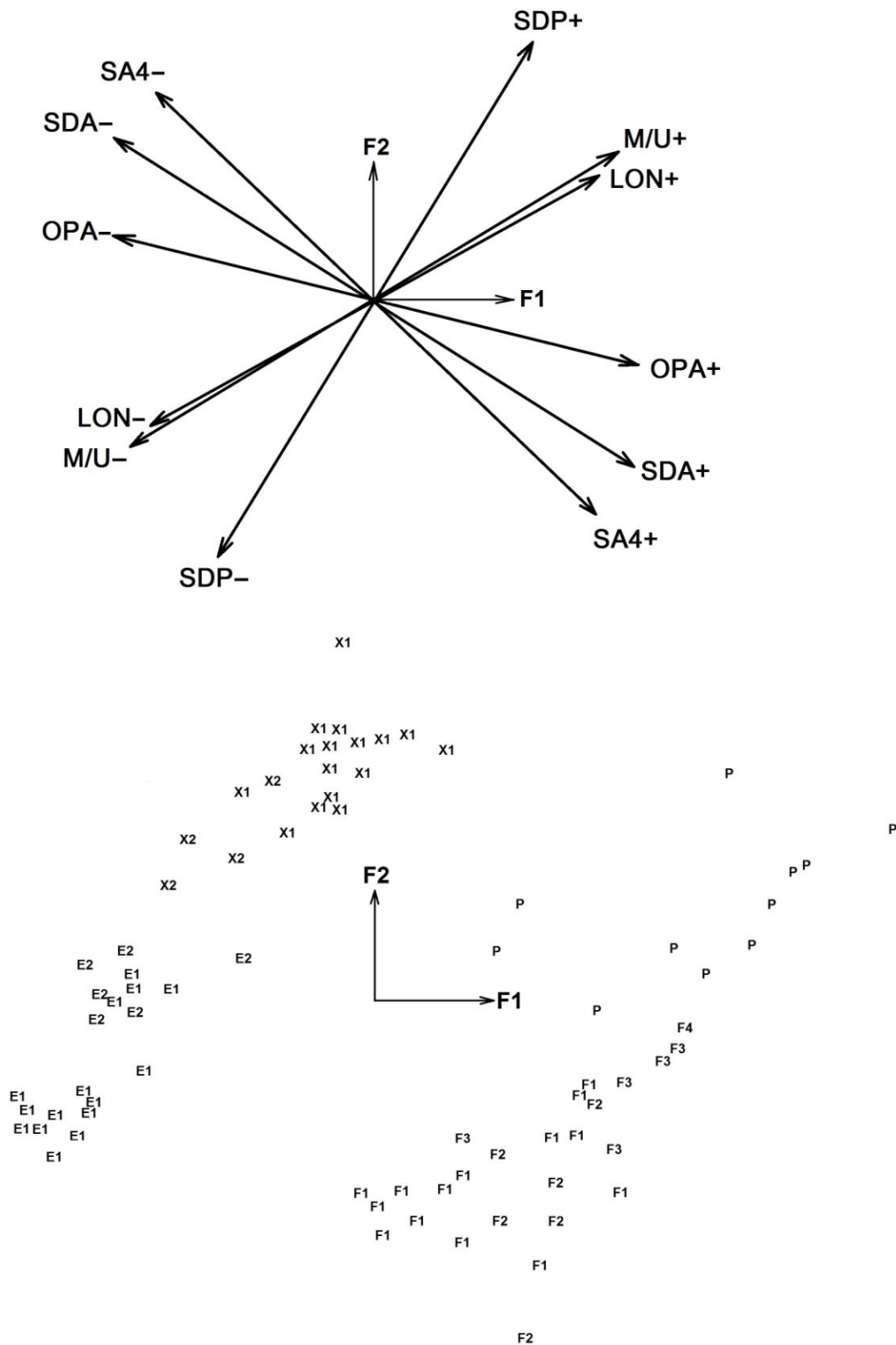


Fig. 28.- Análisis factorial de correspondencias. Proyección de los grupos de ejemplares de las cuatro especies (abajo) y las variables (arriba) en el plano definido por los dos primeros ejes. Especies: *F. xerophilus* de Tenerife, tipos (X1) y de Marrakech (X2), *F. ellisi* sp. nov. de Ibiza, tipos (E1) y de Ouzud, Marruecos (E2), *F. portucalensis* de Monegros (P), *F. fjellbergi* sp. nov. de Tenerife, tipos (F1), de Marruecos (F2), de Gran Canaria (F3) y de La Gomera (F4). (Para las abreviaturas de las variables ver el apartado Discusión).

Tabla I. - Comparación de las dos nuevas especies de *Folsomides* con las especies del grupo de *F. angularis* con quetotaxia microsensilar completa (11/111 ms en Tor II-Abd III). (1) Lamela lateral del mucrón/nº de dientes. (2) Dens: nº de sedas posteriores/anteriores. (3) Macrosetas de Tor II-Abd V: 1-33/33333, 2-11/12233, 3-11/11133. (4) longitud de las sensilas abdominales respecto a las sedas ordinarias: <-más cortas, =-subiguales. (5) SA4: Relación SA/longitud Abd IV por la línea medio-dorsal. (6) Abd IV: Sensilas laterales E-iguales, L-más largas o S-más cortas que las sensilas mediales, T-engrosadas o N-no engrosadas respecto a las sensilas mediales, situadas por delante de la fila p de sedas-m o en la línea p de sedas-p.

	Mucrón (1)	Dens (2)	Pigmento cuerpo	Macro (3)	s Abd (4)	SA4 (5)	s Abd IV (6)	Longitud máxima	Distribución
<i>F. arnoldi</i> (*) Suhardjono & Greenslade 1994	+/2	3(4)/1	-	2,1	<,-	<0.2	E-T-p	0.70	Australia
<i>F. cumbrosus</i> Fjellberg 1993	-/1-2	2/0(1)	+	2,3	=	0.2- 0.3	S-T-m	0.80	I. Canarias
<i>F. portucalensis</i> (Gama 1961)	+/2	5-6/1	+	2	<	0.3- 0.45	S-N-m	1.00	S. Europa, Rusia, Siberia
<i>F. xerophilus</i> Fjellberg 1993	-/2	(4)5/0	-	3	<	0.15 -0.2	S-N-m	0.80	Mediterránea
<i>F. ellisi</i> sp. nov.	-/2	(2)3(4)/0	+	3	<	0.2- 0.25	S-N-m	0.70	I. Baleares, Marruecos, España peninsular
<i>F. fjellbergi</i> sp. nov.	+/2	(2)3(4)/1	+	2	<	0.4- 0.5	S-N-m	0.85	I. Canarias, Marruecos, I. Baleares

(*) microsensilas ms espiniformes, en una foseta (finas y expuestas sobre la superficie del cuerpo en las otras especies).

Tabla II. - Longitud media (µm) de las macrosetas y las sedas ordinarias de la fila p en *F. portucalensis* y *F. xerophilus* (las macrosetas no diferenciadas se indican entre paréntesis).

	<i>F. portucalensis</i>				<i>F. xerophilus</i>			
	Macrosetas			Sedas	Macrosetas			Sedas
	L	M	SA	ordinarias	L	M	SA	ordinarias
Tor II	28	-	-	14	27	-	-	13
Tor III	31	-	-	15	29	-	-	14
Abd I	31	(17)	(17)	15	18	(14)	(14)	13
Abd II	31	25	(17)	15	18	(14)	(14)	14
Abd III	34	31	(17)	17	22	(17)	(16)	14
Abd IV	30	39	37	17	27	25	24	14
Abd V	34	37	35	15	27	28	27	14

Tabla III. - Resumen de los valores medios, intervalo de variación (Mínimo-Máximo), desviación estándar y error de la media de las seis variables estudiadas en cada una de las cuatro especies de *Folsomides*. (Para las abreviaturas de las variables ver el apartado Discusión).

<i>Folsomides portucalensis</i>						
	LON	OPA	SA4	M/U	SDP	SDA
MEDIA	0.88	4.19	0.37	3.45	9.92	1+1
MÍNIMO	0.64	3.17	0.28	2.92	3+4	1+1
MÁXIMO	1.03	5.20	0.45	3.71	6+6	1+1
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	0.10	0.60	0.05	0.23	1.78	0
ERROR DE LA MEDIA	0.01	0-17	0.01	0.07	0.51	0
<i>Folsomides xerophilus</i>						
	LON	OPA	SA4	M/U	SDP	SDA
MEDIA	0.77	3.32	0.18	2.96	9.40	0
MÍNIMO	0.56	2.50	0.15	2.44	4+4	0
MÁXIMO	0.91	4.20	0.20	3.33	5+5	0
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	0.08	0.40	0.01	0.29	0.88	0
ERROR DE LA MEDIA	0.02	0.09	0.00	0.07	0.21	0
<i>Folsomides ellisi sp. nov.</i>						
	LON	OPA	SA4	M/U	SDP	SDA
MEDIA	0.64	2.99	0.22	2.17	5.43	0
MÍNIMO	0.50	2.50	0.14	1.88	2+2	0
MÁXIMO	0.84	3.60	0.29	2.47	3+4	0
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	0.11	0.27	0.04	0.15	0.75	0
ERROR DE LA MEDIA	0.03	0.07	0.01	0.04	0.18	0
<i>Folsomides fjellbergi sp. nov.</i>						
	LON	OPA	SA4	M/U	SDP	SDA
MEDIA	0.78	4.02	0.42	2.76	6.44	1+1
MÍNIMO	0.64	3.17	0.30	2.24	2+2	1+1
MÁXIMO	1.01	5.00	0.50	3.35	4+4	1+1
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	0.11	0.54	0.05	0.27	1.19	0
ERROR DE LA MEDIA	0.02	0.11	0.01	0.05	0.24	0