

ESPORAS DE BRIÓFITOS - I

Isabel Mateu* & Felisa Puche*

ABSTRACT

Bryophyte spores - I

This is the first one of a serie of papers which objective is to characterize bryophyte spore of more important and representative taxa of the Briological Iberican Flora. Some taxa of genus **Grimmia** Hedw. and **Orthotrichum** Hedw. are included at this paper: **Grimmia decipiens** (K.F. Schultz.) Lindb., **G. laevigata** (Brid.) Brid., **G. orbicularis** Bruch. ex Wils., **G. ovalis** (Hedw.) Sm., **G. pulvinata** (Hedw.) Sm. var. **africana** (Hedw.) Hook., **G. trichophylla** Grev., **Orthotrichum affine** Brid., **O. anomalum** Hedw., **O. cupulatum** Brid., **O. diaphanum** Brid., **O. pallens** Bruch. ex Brid., **O. pumilum** Sw., **O. rupestre** Schwaegr. var. **franzonianum** (De Not.) Vent. y **O. striatum** Hedw. For each one the spore dimensions are taken with optical microscope observations and are studied its shape and ornamentation with S.E.M.; size and ornamentation differences are signed.

RESUMEN

Con éste se pretende comenzar una serie de trabajos cuyo objetivo es caracterizar las esporas de los táxones más importantes y representativos de la Flora Briológica Ibérica. En la presente nota se incluyen algunos táxones de los géneros **Grimmia** Hedw. y **Orthotrichum** Hedw.: **Grimmia decipiens** (K.F. Schultz.) Lindb., **G. laevigata** (Brid.) Brid., **G. orbicularis** Bruch. ex Wils., **G. ovalis** (Hedw.) Sm., **G. pulvinata** (Hedw.) Sm., **G. pulvinata** (Hedw.) Sm. var. **africana** (Hedw.) Hook., **G. trichophylla** Grev., **Orthotrichum affine** Brid., **O. anomalum** Hedw., **O. cupulatum** Brid., **O. diaphanum** Brid., **O. pallens** Bruch. ex Brid., **O. pumilum** Sw., **O. rupestre** Schwaegr., var. **franzonianum** (De Not.) Vent. y **O. striatum** Hedw.

En cada caso se han tomado las dimensiones de las esporas al microscopio óptico y se han estudiado su forma y ornamentación al M.E.B., habiéndose encontrado diferencias tanto en el tamaño como en la ornamentación de diferentes táxones.

* Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias Biológicas. Valencia.

INTRODUCCION

Desde hace tiempo se han utilizado las esporas en la sistemática de los briófitos, si bien sólo se tomaban en cuenta las dimensiones y su margen de variación dentro de cada taxon (CLARKE, 1979), pues la limitación de los medios con que se contaba hacía muy difícil pasar de este punto. Sin embargo, es notable el esfuerzo realizado por algunos autores que contando solamente con la ayuda del microscopio óptico se han aportado datos muy valiosos sobre la forma, ornamentación, pared, etc. (BOROS & JARAI-KOMLODI, 1975; ERDTMAN & SORSA, 1971).

La introducción de la microscopía electrónica ha supuesto un gran avance en las posibilidades de realizar estudios morfológicos y estructurales de las esporas incrementando la información acerca no sólo de la forma sino también de la ornamentación, pues permite observar detalles que sólo con su ayuda son visibles. En este sentido son de destacar los estudios de autores que tratan de los caracteres esporales de diversos géneros (SORSA & al., 1973; HIROHAMA, 1977, 1978; TALLIS, 1962; DICKSON, 1969), comparando especies entre sí e incluso aportando datos para el establecimiento de hipótesis filogenéticas dentro de ellos (JOVET-AST, 1954). La importancia taxonómica de los caracteres esporales, vana según los casos, así mientras que en la mayoría de los casos constituye un dato más en la caracterización de los táxones, en ocasiones dichos caracteres pueden ser definitivos para separarlos (JOVET-AST & al., 1962; JOVET-AST, 1971-72).

En el presente trabajo se estudian la forma, tamaño y ornamentación de las esporas de diversos táxones de los géneros *Grimmia* Hedw. y *Orthotrichum* Hedw., alguno de los cuales fue ya estudiado por HIROHAMA (1977, 1978) en material de diversa procedencia.

MATERIAL Y METODOS

En todos los casos se ha estudiado material español de una sola población, cuya localidad y retículo de U.T.M. se detalla en cada caso.

De todas las muestras hay testigos en el Herbario de Briófitos de la Facultad de Ciencias Biológicas de Valencia (VAB-Briof.) sin número por estar en fase de organización.

A partir del material seco del Herbario se tomaron varias cápsulas, para realizar las medidas al microscopio óptico, previa hidratación de la muestra durante un mínimo de 15 minutos. Las medidas se tomaron con la ayuda de un microscopio OLYMPUS CH con objetivo de 100 x y ocular de 10 x provisto éste de micrómetro previamente calibrado. Para cada taxon se midieron 30 esporas. De los valores tomados se obtuvo la media (\bar{x}), la desviación típica (σ) y el rango de variación.

Para la observación al M.E.B. se montaron las esporas directamente sobre los pedestales previamente cubiertos con cinta metálica adhesiva y sujeta al pedestal con plata coloidal. Después de sometidas a punto crítico se metalizó la muestra con ayuda de un vaporizador durante 10 minutos, y las fotografías se obtuvieron con un microscopio ISI en el Laboratorio de Microscopía Electrónica del Jardín Botánico de Madrid, sobre película Kodak.

RESULTADOS

Grimmia decipiens (K.F. Schultz.) Lindb.

Localidad: Barranco del Espino, YK 26, Peñagolosa (Castellón).

Caracteres esporales:

1.—Tamaño:

a=15,7 pm. σ =1,02 rango: 13-17 pm.

b=12,8 pm. σ =1,23 rango: 10-15 pm.

2.—Forma: Subesférica, en vista distal vana de subcilíndrica a elipsoidal.

3.-Ornamentación: Irregularmente verrugosa, ya que las verrugas son de distinto tamaño, dispuestas apretadamente en la cara distal, mientras que en la proximal están más distanciadas. A su vez, estas verrugas pueden o no estar formadas por otras que también pueden variar de tamaño.

Grimmia laevigata (Brid.) Brid.

Localidad: Manzanar, YK 25, Peñagolosa (Castellón).

Caracteres esporales:

1.-Tamaño:

a=12,8 μm . $\sigma=1,7$ rango: 9-15 μm .

b=11,3 μm . $\sigma=1,8$ rango: 7-14 μm .

2.-Forma: Subesférica.

3.-Ornamentación: Baculada en la cara distal, con los elementos esculturales apretadamente dispuestos formando un retículo, mientras que en la cara proximal desaparecen, especialmente en el borde de la concavidad, quedando la setina prácticamente lisa o ligeramente rugosa.

Grimmia orbicularis Bruch ex Wils.

Localidad: Barranco del Espino, YK 26, Peñagolosa (Castellón).

Caracteres esporales:

1.-Tamaño:

a=11 μm . $\sigma=0,6$ rango: 10 -12 μm .

b= 8,6 μm . $\sigma=0,7$ rango: 7,5-10 μm .

2.-Forma: Subesférica.

3.-Ornamentación: Granulosa, con elementos esculturales de tamaño variado, densamente dispuestos en la cara distal y algo más espaciados en la concavidad, uniéndose varios elementos frecuentemente, llegando a dar el aspecto de un retículo.

Grimmia ovalis (Hedw.) Lindb.

Localidad: Manzanar, YK 25, Peñagolosa (Castellón).

Caracteres esporales:

1.-Tamaño:

a=11,26 μm . $\sigma=0,7$ rango: 10-13 μm .

b= 9,9 μm . $\sigma=0,7$ rango: 9-11 μm .

2.-Forma: Subesférica o ligeramente ovoidea.

3.-Ornamentación: Verrugosa, en que cada verruga está formada por la unión de varias, y son de diferentes tamaños; dispuestas apretadamente y con regularidad por toda la superficie de la espora.

Grimmia pulvinata (Hedw.) Sm.

Localidad: Barranco del Manzanar, YK 26, Peñagolosa (Castellón).

Caracteres esporales:

1.-Tamaño:

a=11,6 μm . $u=1$ rango: 10-13,5 μm .

b= 8,8 μm . $\sigma=0,6$ rango: 8-11 μm .

2.-Forma: Subesférica.

3.-Ornamentación: Apretadamente granulosa en la cara distal, mientras que en la proximal los granos aumentan de tamaño, tanto en la concavidad como en el borde de ésta.

Grimmia pulvinata (Hedw.) Sm. var. **africana** (Hedw.) Hook.

Localidad: Masía de les Mallaes, YK 25, Peñagolosa (Castellón).

Caracteres esporales:

1.-Tamaño:

a=11,8 μm . $\sigma=0,7$ rango: 11-14 μm .

b= 9,5 μm . $\sigma=0,6$ rango: 8-11 μm .

2.-Forma: Subesférica o más o menos ovoidea.

3.-Ornamentación: A igual que *G. pulvinata*, éste taxon presenta una ornamentación fina y apretadamente granulosa en la cara distal que aumenta notablemente de tamaño hacia la cara proximal.

Grimmia trichophylla Grev.

Localidad: Barranco del Manzanar, YK 26, Peñagolosa (Castellón).

Caracteres esporales:

1.-Tamaño:

a=10,7 pm. $\sigma=0,8$ rango: 9-12 pm.
b= 8,7 pm. $\sigma=0,7$ rango: 7-12 pm.

2.-Forma: Elipsoidal.

3.-Ornamentación: Verrugosa, con pequeños báculos a veces fusionados entre sí, más regularmente dispuestos en la cara distal que en la proximal, donde se encuentran más espaciados.

Orthotrichum affine Brid.

Localidad: Barranco del Espino, YK 26, Peñagolosa (Castellón).

Caracteres esporales:

1.-Tamaño:

a=19,7 pm. $\sigma=1,3$ rango: 18-24 pm.
b=17,8 pm. a=1,5 rango: 15-24 pm.

2.-Forma: Subtetraédrica, circular u ovoidea en vista polar. Con la pared delgada y frágil (ésto es común para todos los táxones del género estudiados).

3.-Ornamentación: Verrugosa por toda la superficie, con elementos esculturales de diferentes tamaños y siendo la superficie de éstos lisa.

Orthotrichum anomalum Hedw.

Localidad: Barranco del Avellanar, YK 25, Peñagolosa (Castellón).

Caracteres esporales:

1.-Tamaño:

a=13,3 pm. $\sigma=0,9$ rango: 12-16 pm.
b=11,4 pm. $\sigma=0,9$ rango: 10-13 pm.

2.-Forma: Subtetraédrica, más o menos circular o subtriangular en vista polar.

3.-Ornamentación: Baculada, con grandes elementos esculturales, aunque éstos pueden variar de tamaño; los báculos son de superficie rugosa.

Orthotrichum cupulatum Brid.

Localidad: Cuarto Pelado, YK 19, Sierra Palomita (Teruel).

Caracteres esporales:

1.-Tamaño:

a=15 pm. a=1 rango: 12,5-17 pm.
b=13,3 pm. $\sigma=1,3$ rango: 11 -15 pm.

2.-Forma: Subtetraédrica en vista proximal, mientras que en vista distal vana desde más o menos circular a subtriangular o elipsoidal.

3.-Ornamentación: Irregularmente verrugosa, con elementos esculturales de diferentes tamaños que con frecuencia se unen entre sí y a su vez tienen la superficie finamente granulosa. Puede ocurrir que las verrugas disminuyan en número en la cara proximal.

Orthotrichum diaphanum Brid.

Localidad: Barranco del Espino, YK 26, Peñagolosa (Castellón).

Caracteres esporales:

1.-Tamaño:

a=15,5 μm . $\sigma=0,7$ rango: 14,5-17 pm.
b=14 pm. $\sigma=0,9$ rango: 12,5-15 pm.

2.-Forma: Subesferoidal, con dos pequeños hundimientos proximales, en vista distal puede ser elipsoidal.

3.-Ornamentación: Verrugosa, con procesos de irregular tamaño que, a veces, se fusionan varios contiguos, y de superficie finamente rugosa.

Orthotrichum pallens Bruch. ex Brid.

Localidad: Muela Monchen, YK 19, Sierra Palomita (Teniel).

Caracteres esporales:

1.-Tamaño:

a=16 pm. $\sigma=0,7$ rango: 14-17 pm.
b=14 pm. $\sigma=0,8$ rango: 13-16 pm.

2.-Forma: Subesferoidal, en vista polar circular o subcircular, aunque a veces el contorno puede hacerse más o menos triangular o incluso rómbico.

3.-Ornamentación: Verrugosa o gemada, con elementos esculturales de superficie granulosa y de variado tamaño.

Orthotrichum pumilum Sw.

Localidad: Localidad: Carretera a Villaluengo, YK 09, Sierra Palomita (Teruel).

Caracteres esporales:

1.-Tamaño:

a=13,3 pm. $\sigma=0,8$ rango: 12-15 pm.

b=12,6 pm. $\sigma=0,7$ rango: 12-14,5 pm.

2.-Forma: Subesférica, distal subcircular que puede hacerse subtriangular o elipsoidal. Al M.E.B. se observa que la cara proximal tiene dos hundimientos separados por un borde más elevado, sin llegar a ser tetraédrico como en otras especies del género.

3.-Ornamentación: Irregularmente verrugosa, con los procesos de superficie lisa y diferentes tamaños, siendo generalmente menores en la cara proximal, frecuentemente se fusionan elementos contiguos.

Orthotrichum rupestre Schwaegr. var. **franzonianum** (De Not) Vent.

Localidad: Barranco del Manzanar, YK 26, Peñagolosa (Castellón).

Caracteres esporales:

1.-Tamaño:

a=16,7 m. =1,4 rango: 13,5-20 m.

b=15 m. =1,5 rango: 13 -17,5 m.

2.-Forma: Subesferoidal, si bien la zona proximal presenta dos concavidades de variable grado de hundimiento, y la distal es subcircular o aovada.

3.-Ornamentación: Verrugosa, con procesos de superficie rugosa o granulosa, que pueden disponerse más o menos apretadamente.

Orthotrichum striatum Hedw.

Localidad: Muela Monchen, YK 19, Sierra Palomita (Teruel).

Peñagolosa (Castellón).

1.-Tamaño:

a=16,7 pm. $\sigma=1,4$ rango: 13,5-20 pm.

b=15 pm. $\sigma=1,5$ rango: 13-17,5- μ m.

2.-Forma: Subtetraédrica, subcircular o elipsoidal en vista distal.

3.-Ornamentación: Verrugosa, con elementos esculturales de superficie granulosa que, con frecuencia, se fusionan entre sí.

DISCUSION

Tamaño: éste es el carácter más utilizado clásicamente en la sistemática de briófitos, y está directamente relacionado con su forma de dispersión (CLARKE, 1979).

Entre los táxones del género *Grimmia* Hedw. que hemos estudiado la variación de tamaños es inapreciable, y se presentan rangos que, a menudo, se superponen, si bien sería necesario el estudio de varias poblaciones para poder comprobar el margen completo de variación de cada uno de los táxones si bien, en este sentido, podemos decir que en vista nuestros datos coinciden plenamente con los de HIROHAMA (1978), a pesar de que este autor estudió poblaciones de localidades muy alejadas de las nuestras.

En cuanto a los táxones del género *Orthotrichum* que hemos estudiado, el margen de variación es más amplio y se puede establecer una gradación continua entre los rangos de las medias, si bien el único taxon que se separa de las restantes es *O. striatum* Hedw., con valores ligeramente superiores.

Asimismo, nuestros datos coinciden con los de HIROHAMA (1977), salvo para *O. cupulatum* Brid., para el que este autor, sobre material de Bohemia, da valores comprendidos entre 28-35 pm., notablemente superiores a los observados por nosotras, y *O. diaphanum* Brid., que sobre material de Suecia, da valores entre 16 y 25 pm., por tanto con un margen de variación superior al obtenido por nosotras.

Forma: es éste un carácter de importancia taxonómica, generalmente utilizado a niveles sistemáticos elevados (CLARKE, 1979), sin embargo tanto en el género *Grimmia* Hedw. como en *Orthotrichum* Hedw., hemos encontrado variación entre los táxones que estudiamos. Para el género *Grimmia* Hedw., hemos observado dos ti-

TABLA I

Resumen de los caracteres observados en los táxones estudiados

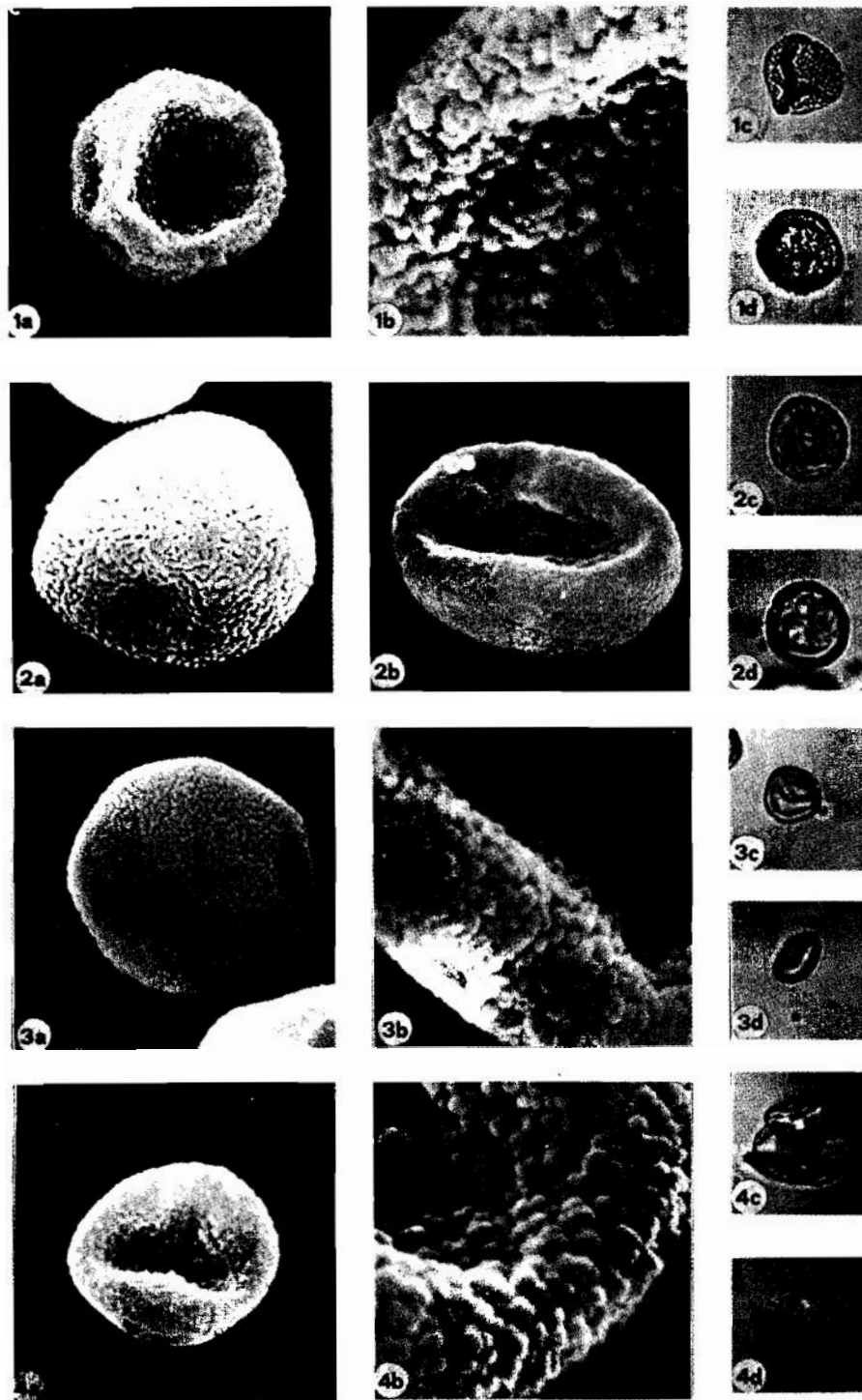
	<u>P</u>		<u>E</u>		<u>Forma</u>	<u>C.P.(*)</u>	<u>C.D.(**)</u>	<u>S.E.E.(***)</u>
<i>G. decipiens</i>	15,7	(13-17)			Subesferica	Verrugas	—	Rugosas
<i>G. laevigata</i>	12,8	(9-15)	11,3	(7-14)	Subesférica	Báculos	—	Lisos
<i>G. orbicularis</i>	11	(10-12)	8,6	(7,5-10)	Subesferica	Gránulos	—	Lisos
<i>G. ovalis</i>	11,2	(10-13)	10	(9-11)	Subesferica	Verrugas	—	Rugosas
<i>G. pulvinata</i>	11,6	(10-13,5)	8,8	(8-10)	Subesférica	Verrugas	Gránulos	Lisos
<i>G. p. v. africana</i>	11,8	(11-14)	9,5	(8-11)	Subesférica	Verrugas	Gránulos	Rugosas
<i>G. trichophylla</i>	10,7	(9-12)	8,7	(7-10)	Eli psoidal	Báculos	—	Rugosas
<i>O. affine</i>	19,5	(18-24)	17,5	(15-24)	Subtetraedrica	Verrugas	—	Lisas
<i>O. anomalum</i>	13,3	(12-16)	11,4	(10-13)	Subtetraedrica	Báculos	—	Rugosas
<i>O. cupulatum</i>	15	(12,5-17)	13,3	(11-15)	Subtetraedrica	Verrugas	—	Rugosas
<i>O. diaphanum</i>	15,5	(14,5-17)	14	(12,5-16)	Subesferoidal	Verrugas	—	Rugosas
<i>O. pallens</i>	16	(14-17)	14	(13-16)	Subesferoidal	Gemas	—	Rugosas
<i>O. pumilum</i>	13,3	(12-15)	12,6	(12-14,5)	Subesferoidal	Verrugas	—	Rugosas
<i>O. r. v. franzonianum</i>	16,7	(13,5-20)	15	(13-17,5)	Subesferoidal	Verrugas	—	Rugosas
<i>O. striatum</i>	22,8	(20-30)	19,5	(17-22)	Subtetraédrica	Verrugas	—	Rugosas

Los datos cuantitativos se expresan en μm .

(*) Tipo de elementos esculturales en la cara proximal

(**) Tipo de elementos esculturales en la cara distal.

(***) Superficie de los elementos esculturales.



LAMINA 1: Fig. 1 a,b,c,d, *Grimmia decipiens*. Fig. 2 a,b,c,d, *G. laevigata*. Fig. 3 a,b,c,d, *G. orbicularis*. Fig. 4 a,b,c,d, *G. ovalis*. 1 c,d; 2 c,d; 3 c,d; 4 c,d, x 1600. 1 a; 2 a,b; 4 a. 7000 x 4500. 3 a, x 3500. 1 b; 3 b; 4 b. x 10000.

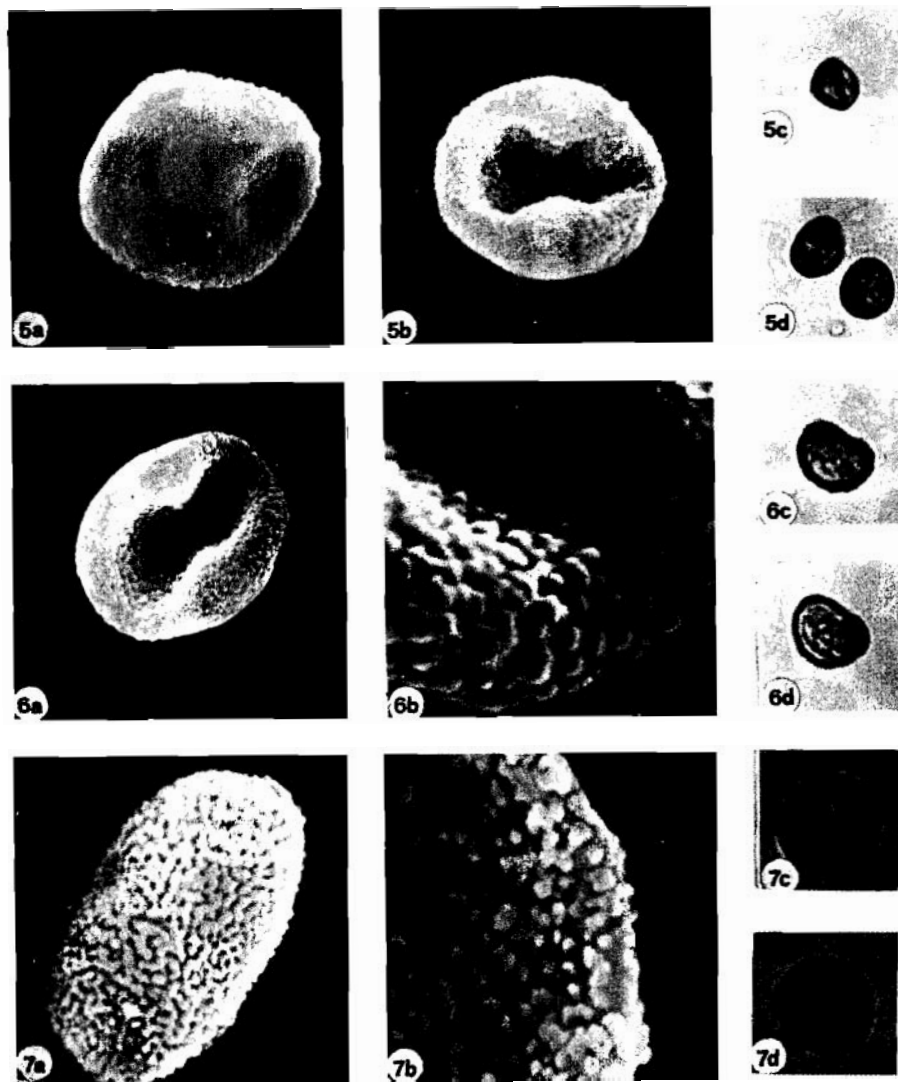


LÁMINA 2: Fig. 5 a,b,c,d, *G. pulvinata*. Fig. 6 a,b,c,d, *G. pulvinata* var. *africana*. Fig. 7 a,b,c,d, *G. trichophylla*. 5 c; 6 c,d; 7 c,d. x 1600. 5 a,b, x 3500. 6 a, 4.500: 7 a, x 2500. 6 b; 7 b, x 10000.

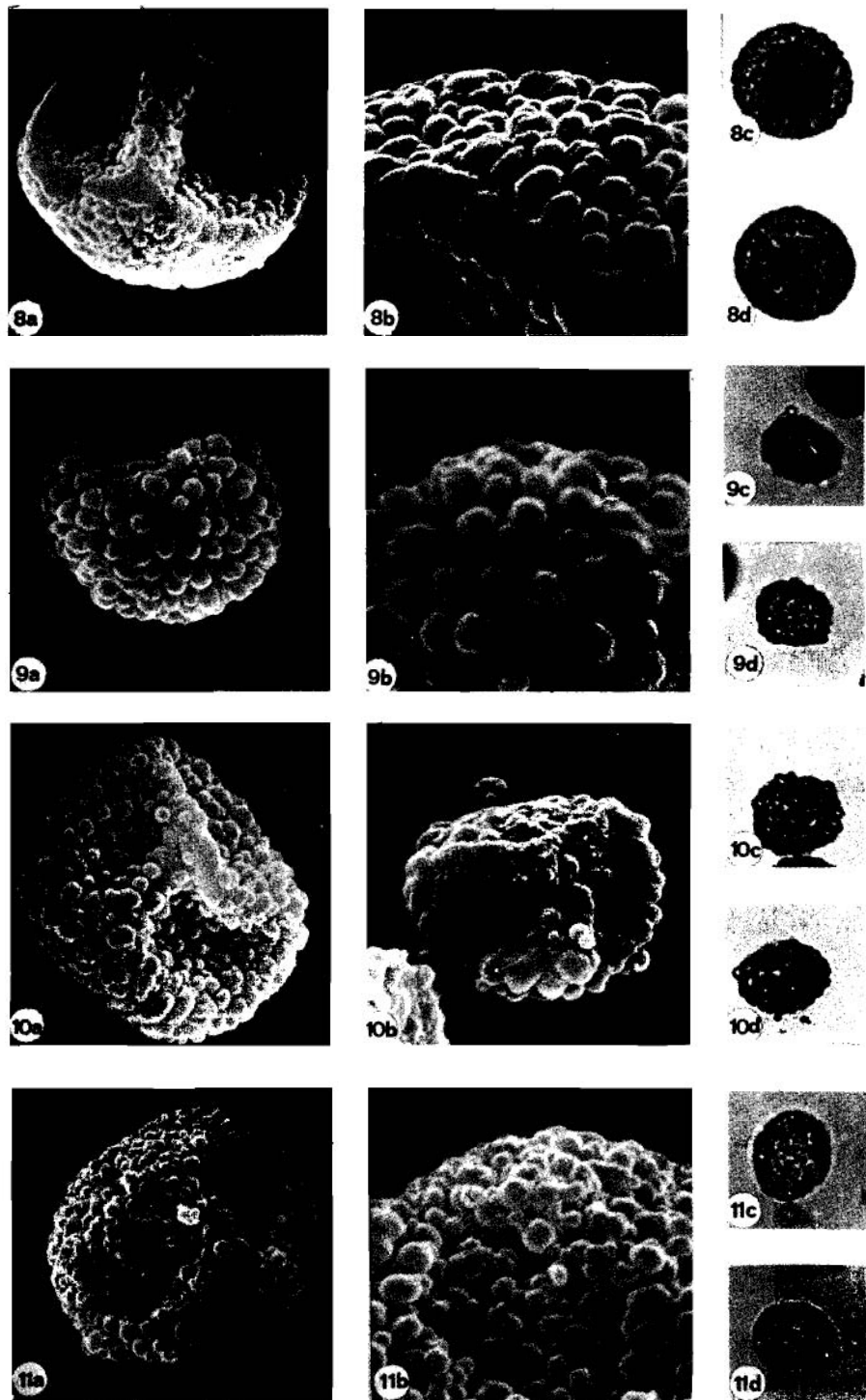
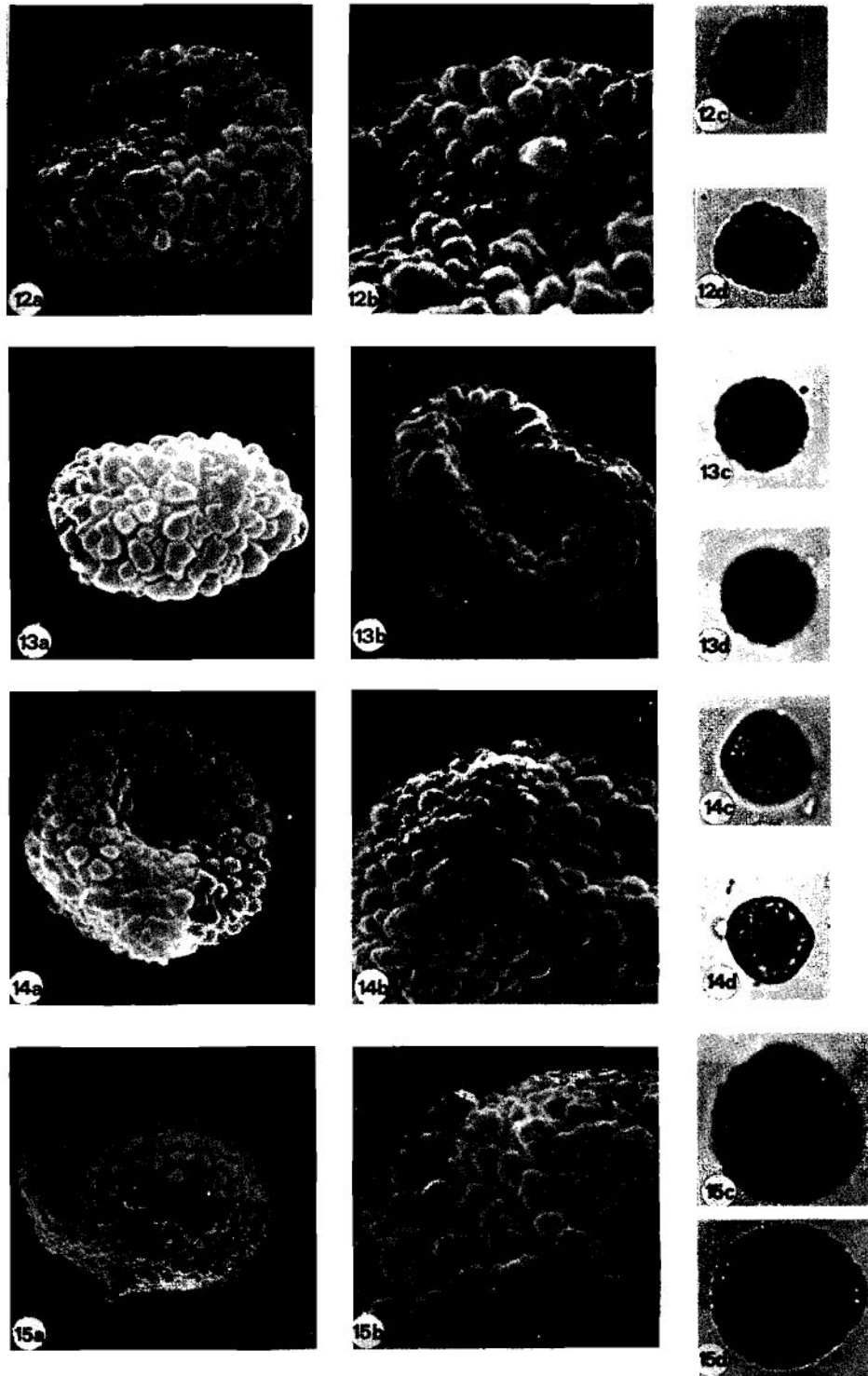


LÁMINA 3: Fig. 8 a,b,c,d, *Orthotrichum affine*. Fig. 9 a,b,c,d, *O. anomalum*. Fig. 10 a,b,c,d, *O. cupulatum*. Fig. 11 a,b,c,d, *O. diaphanum*. 8 c,d; 9 c,d; 10 c,d; 11 c,d, x 1600. 8 a, x 2000. 9 a; 10 a; 11 a, x 2500. 8 b; 9 b; 10 b; 11 b, x 5000.



LAMINA 4: Fig. 12 a,b,c,d, *O. pallens*. Fig. 13 a,b,c,d, *O. pumillum*. Fig. 14 a,b,c,d, *O. rupestre* var. *franzonianum*. Fig. 15 a,b,c,d, *O. striatum*. 12 c,d; 13 c,d; 14 c,d; 15 c,d, x 1600. 12 a; 13 a,b; 14 a, x 2500. 15 a, x 1500. 12 b; 14 b; 15 b, x 5000.

pos, entre los que la forma subesférica parece ser la más frecuente, pero también se dan las formas subtetraédrica, en *Grimmia decipiens* (Schultz.) Lindb. y elipsoidal únicamente en *G. trichophylla* Grev.

En cuanto al género *Orthotrichum* Hedw., encontramos dos tipos morfológicos: subtetraédrico y subesferoidal.

Ornamentación: este dato es muy importante en la caracterización de un taxon pues, si bien se ha visto que esporas desarrolladas en medios artificiales presentaban una ornamentación diferente a las recogidas en el campo (TAYLOR, 1972), esa variación no se ha demostrado entre esporas de plantas crecidas en el campo (CLARKE, 1979).

Entre los táxones del género *Grimmia* Hedw. hemos encontrado tres tipos de elementos esculturales: verrugas, gránulos y báculos que generalmente se distribuyen por toda la superficie más o menos regularmente, con la excepción de *Grimmia pulvinata* (Hedw.) Hook, en las que la ornamentación de las caras proximal y distal es diferente, con verrugas en la primera y con pequeños gránulos en la segunda.

Diferimos de la opinión de HIROHAMA (1978) que da una ornamentación lisa para los táxones comunes con nuestro estudio (*G. laevigata*, *G. ovalis*, *G. pulvinata* y *G. trichophylla*).

Entre los táxones del género *Orthotrichum* Hedw. encontramos verrugas en la mayoría de los casos y también aparecen báculos y gemas, pero siempre iguales en la cara proximal y distal.

En los táxones de los dos géneros que hemos estudiado se encuentran elementos esculturales con superficie lisa y otros con superficie rugosa.

CONCLUSIONES

1.-Las dimensiones de las esporas no pueden separar los diferentes táxones de los géneros estudiados salvo en *O. striatum* Hedw., cuyas esporas son mayores que en el resto.

2.-La forma presenta variación entre distintos táxones de los géneros estudiados y, por tanto, puede ser carácter taxonómico válido en algunos casos.

3.-Por último, la ornamentación presenta también diferencias entre los táxones de cada género. así como la superficie de cada elemento escultural.

Es especialmente destacable el caso de *Grimmia pulvinata* (Hedw.) Sm. y *G. pulvinata* (Hedw.) Sm. var. *africana* (Hedw.) Hook que, a diferencia de los restantes táxones del género que aquí se estudian, presenta diferente ornamentación en las caras proximal y distal, siendo éstos los únicos entre los estudiados en que se ha encontrado.

BIBLIOGRAFIA

- BOROS, A. & JARAI-KOMLODI. (1975). *An atlas of recent european moss spores*. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- CLARKE, G.C.S. & J.G. DUCKETT. (1979). *Bryophyte systematics*. Academic Press. London.
- ERDTMAN, G.L. & P. SORSA. (1971). *Pollen and spore morphology / Plant Taxonomy*. IV. Almqvist & Wiksells. Uppsala.
- HIROHAMA, T. (1977). Spore morphology of Bryophytes observed by Scanning Electron Microscope. III. Orthotrichaceae. *Bull. Natn. Sci. Mus. ser. B (Bot.)* 3(3):113-129.
- (1978). Spore Morphology of bryophytes observed by Scanning Electron Microscope. IV. *Grimmiaceae*. *Bull. Nat. Sci. Mus. ser. B (Bot.)* 4(1): 33-50.
- SORSA, P. & T. KOPONEN. (1973). Spore morphology of *Mniaceae* Mitt. (*Briophyta*) and its taxonomic significance. *Ann. Bot. Fennici* 10:187-200.