

# CONTRIBUCIONES

*Bol. Soc. Esp. Briol.* 13: 1-11 (1998)

## CLAVE PRELIMINAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS ESFAGNOS DE ESPAÑA Y ANDORRA

Montserrat Brugués, Elena Ruiz & Anna Barrón

Botànica, Facultat de Ciències, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra.

Los esfagnos son musgos con un aspecto muy característico. Presentan un caulidio erecto en el que se disponen las ramas, unas divergentes y otras péndulas, agrupadas en fascículos de 2-7. En la zona apical del caulidio se diferencia una cabezuela formada por ramas cortas que constituyen el capítulo (fig. 1, A1).

En la sección transversal del caulidio se distinguen 3 zonas concéntricas (fig. 1, A5): la más interna formada por células parenquimatosas, isodiamétricas e incoloras queda rodeada por un cilindro de células coloreadas esclerenquimatosas más pequeñas y de paredes gruesas, por último la más externa, la *hialodermis*, está formada por 1-4 capas de células grandes e hialinas que pueden presentar poros y en algunos casos estar reforzadas por fibrillas.

La anatomía de las ramas es similar a la del caulidio pero sólo presentan una capa de células en la hialodermis (fig. 1, A6), ésta en la mayoría de las secciones está formada por dos tipos de células, unas pequeñas y sin poro y las otras protuberantes con un poro apical que se proyecta al exterior y ensanchadas en la base (forma de retorta) que se denominan *células lageniformes* (fig. 2, G17-18). Pero también se da el caso en que todas las células de la hialodermis son del mismo tipo, así en la sección *Sphagnum* todas son fibrillosas, porosas y no protuberantes (fig. 1, A7) y en la sección *Rigida* son todas grandes y con un poro distal (fig. 1, B4).

Los filidios están formados por una red de células lineales con función asimiladora, los *clorocistes* (su forma y posición, respecto a la cara ventral o dorsal del filidio en sección, tiene un gran valor taxonómico), y de células grandes, hialinas y romboidales, los *hialocistes*, que acumulan agua. En los filidios rameales los hialocistes tienen poros y están reforzados por fibrillas anulares (fig. 1, C3); en algunas especies se observa que el margen del filidio parece denticulado (fig. 2, G2), esto es debido a que se ha producido una *resorción* (destrucción o erosión de las paredes celulares) de la hilera más externa de células alargadas que forman el borde, en la sección transversal la célula más externa tiene forma de media luna (fig. 1, B3).

Aunque en algunas especies los filidios caulinares son muy similares a los rameales, lo más frecuente es que difieran en tamaño, forma y estructura. Es característico de muchos filidios caulinares la expansión del margen celular en la zona basal que hace que se diferencien dos zonas formadas por células prosenquimatosas (fig. 2, G4-5). Los hialocistes pueden estar divididos por uno o más septos (fig. 2, G12); la proporción de hialocistes con

fibrillas es mucho menor que en los filidios rameales y en algunos casos es nula. Los filidios caulinares pueden verse muy modificados por fenómenos de resorción, perdiéndose zonas marginales, zonas apicales o llegar incluso a quedar resorbida toda la superficie de una de las caras del filidio.

La cápsula, exerta, está sostenida por un pseudopodio, no presenta peristoma, el opérculo salta violentamente al aumentar la presión en el interior de la cápsula por constricción de las paredes.

## CLAVES

- 1 Hialodermis caulinar y rameal con fibrillas helicoidales (fig. 1, A7); filidios rameales anchos, no atenuados en el ápice, cuculados, con la superficie dorsal cercana al ápice escabrosa debido a la resorción de las paredes de los hialocistes; plantas robustas  
Sección **Sphagnum**
- 1 Hialodermis sin fibrillas helicoidales; filidios rameales generalmente estrechos terminados en un ápice fino y truncado, no cuculados ni escabrosos en el ápice (*S. compactum* tiene filidios con un ápice ancho y cuculado pero su superficie dorsal es lisa); plantas robustas o no **2**
- 2 Células de la hialodermis rameal uniformes (fig. 1, B4); filidios caulinares pequeños; margen de los filidios rameales con aspecto denticulado debido a la resorción celular (fig. 1, B3)  
Sección **Rigida**
- 2 Hialodermis rameal formada por dos tipos de células diferentes, unas no protuberantes normalmente sin poro y las otras lageniformes (fig. 2, G17); filidios caulinares, en general, no especialmente pequeños; margen de los filidios rameales liso (excepto *S. molle*) o sólo denticulado en el ápice **3**
- 3 Caulidio sin ramificar o con 1-2 pequeñas ramas por fascículo; capítulo muy poco desarrollado  
Sección **Hemitheca**
- 3 Caulidio ramificado, raramente con menos de 3 ramas por fascículo; capítulo bien desarrollado **4**
- 4 Sección de los clorocistes de los filidios rameales triangular o trapezoidal, con la base o base mayor en la cara ventral (fig. 2, G10)  
Sección **Acutifolia**
- 4 Sección de los clorocistes de los filidios rameales diferente **5**
- 5 Filidios caulinares anchos, ligulados, nunca fibrilosos y con el margen no ensanchado en la base; poros de los filidios rameales grandes, de 12-40 µm, numerosos y conspicuos; plantas sin coloraciones rojizas  
Sección **Squarrosa**

- 5 Filidios caulinares de diferentes formas, si son ligulados y sin fibrillas con márgenes anchos en la base; poros pequeños, generalmente de menos de 12  $\mu\text{m}$ ; plantas de colores diversos 6
- 6 Sección de los clorocistes rectangular o elíptica, libre por ambas caras (fig. 2, E5); hialocistes de los filidios rameales con numerosos pequeños poros a lo largo de las comisuras, ya sea en la cara dorsal o en ambas (fig. 2, E2) Sección **Subsecunda**
- 6 Sección de los clorocistes triangular o trapezoidal, con la base o base mayor en la cara dorsal (fig. 2, F10); sin numerosos poros a lo largo de las comisuras de los hialocistes de los filidios rameales Sección **Cuspidata**

## Sección **Sphagnum**

- 1 Pared interna de los clorocistes papilosa **S. papillosum** Lindb.  
 Hialocistes de los filidios caulinares septados. Plantas robustas de color ocre pardusco con ramas cortas y no atenuadas en la punta. Forman almohadillas relativamente densas en lugares descubiertos. Norte peninsular, Pirineos, Montseny, Sistema Central y Sistema Ibérico. Andorra. (fig. 1, A8)
- 1 Pared interna de los clorocistes lisa 2
- 2 Sección de los clorocistes de los filidios rameales elíptica, totalmente incluida en los hialocistes; plantas de color rojo o púrpura **S. magellanicum** Brid.  
 Hialocistes de los filidios caulinares no septados, sin fibrillas o solamente presentes en el ápice. En los ejemplares que han crecido en lugares sombreados predominan las coloraciones verdosas. Forma pulvínulos grandes y compactos en prados turbosos descubiertos de los Pirineos y León. (fig. 1, A10)
- 2 Sección de los clorocistes libre por una o por ambas caras; plantas de color verde, amarillento, marrón o anaranjado, nunca con coloraciones rojizas 3
- 3 Sección de los clorocistes elíptica, libre por ambas caras **S. centrale** C. Jens.  
 Hialocistes de los filidios caulinares no septados ni fibrillosos. Plantas de color verde o verde pardusco; capítulos bien diferenciados. Forma céspedes grandes en pinares o prados del piso subalpino de los Pirineos, muy rara. (fig. 1, A11)
- 3 Sección de los clorocistes triangular o trapezoidal, con la base o base mayor en la cara ventral 4
- 4 Sección de los clorocistes en forma de triángulo isósceles de paredes finas, la de la cara ventral del filidio más o menos convexa y las laterales rectas **S. palustre** L.  
 Hialocistes de los filidios caulinares fibrillosos, no septados. Plantas robustas de color verde claro o verde amarillento con ramas atenuadas. Forman céspedes poco compactos en lugares sombreados, sobretudo en pinares y abetales muy húmedos. Norte peninsular, Pirineos, Sistema Ibérico, Sistema Central y Montes de Toledo. Andorra. (fig. 1, A1-7)
- 4 Sección de los clorocistes elíptica, ovalada o trapezoidal, con paredes gruesas, especialmente en la cara ventral, las laterales convexas **S. papillosum** Lindb.

*S. papillosum* en su forma típica presenta papilas pero existen dos variedades, *laeve* y *sublaeve*, en las que las papilas son muy débiles o incluso llegan a estar ausentes. Su área de distribución no difiere de la de las formas papilosas. (fig. 1, A9)

## Sección Squarrosa

- 1 Plantas grandes y robustas de color verde o amarillo pálido, raramente abigarradas de marrón; filidios rameales de 2,3-3,3 mm, que se estrechan abruptamente en un acumen escuarroso **S. squarrosus** Crome

Brote o yema terminal del caulidio visible pero no conspicuo. Forma céspedes altos de color verde claro brillante en márgenes de arroyos, en abetales y pinares del Pirineo Central, Montes de León, Sierra de Neila y Andorra, también, pero a menor altitud, en bosques de ribera del País Vasco y la Cordillera Cantábrica. (fig. 1, C1-3)

- 1 Plantas de tamaño medio de color amarillo dorado o pálido, parduscas, raramente verdes; filidios rameales de 1,8-2,3 mm, gradualmente acuminados, imbricados, a veces escuarrosos **S. teres** (Schimp.) Angstr.

Brote o yema terminal del caulidio conspicuo. Forma pulvínulos o céspedes poco densos en prados turbosos, márgenes de lagunas y cursos de agua, no suele encontrarse en el sotobosque. Ampliamente distribuido en el Pirineo Central, Cordillera Cantábrica, Montes de León, Sistema Central y parte oriental del Sistema Ibérico, llega hasta Sierra Nevada donde se ha encontrado a 2500 m de altitud. Andorra. (fig. 1, C4-5)

## Figura 1.

**A, SECCIÓN SPHAGNUM. 1-7, *Sphagnum palustre*:** 1, Hábito; 2, filidio caulinar; 3, filidio rameal; 4, sección transversal de un filidio; 5, sección transversal del caulidio; 6, sección transversal de una rama; 7, córtex rameal. **8-9, *S. papillosum*:** 8, sección transversal de un filidio con papilas; 9, sección transversal de un filidio sin papilas. **10, *S. magellanicum*:** sección transversal de un filidio. **11, *S. centrale*:** sección transversal de un filidio.

**B, SECCIÓN RIGIDA. 1-4, *S. compactum*:** 1, filidio caulinar; 2, filidio rameal; 3, sección transversal de un filidio; 4, córtex rameal.

**C, SECCIÓN SQUARROSA. 1-3, *S. squarrosus*:** 1, filidio caulinar; 2, filidio rameal; 3, células de un filidio rameal. **4-5, *S. teres*:** 4, filidio rameal; 5, sección transversal de un filidio.

Hábito (x2,5). Filidios (x17,5). Caulidios y ramas (x110). Células y secciones filidio (x275).



## Sección Rígida

### **S. compactum** Lam. & DC.

Clorocistes completamente incluidos en los hialocistes; caulidio marrón muy oscuro. Ramas tan densas que el capítulo difícilmente se puede diferenciar; filidios rameales imbricados o extendidos pero raramente subescuarrosos. Plantas de color verde blanquecino o verde glauco, algunas veces parduzcas o con coloraciones ocres. Forman céspedes en los prados húmedos. Norte peninsular, Sistema Ibérico, Sistema Central y Montes de Toledo. Andorra. (fig. 1, B1-4)

## Sección Hemitheca

### **S. pylaesii** Brid.

Filidios caulinares más grandes que los rameales, ovales, cóncavos e imbricados, de punta roma; filidios rameales sin poros por ambas caras; clorocistes de sección rectangular o trapezoidal, con la base mayor en la cara ventral, y con el lumen oval. No tiene apariencia de *Sphagnum*, el capítulo prácticamente no está desarrollado y los fascículos, en el caso de que los presente, están repartidos de forma irregular a lo largo del caulidio, lo que le da aspecto de musgo pleurocárpico. Sólo se ha encontrado en Galicia y Asturias. Existen dos formas que difieren en aspecto y ecología, una tiene coloraciones rojizas o parduzcas, es alargada, poco ramificada y crece sobre rellanos de rocas graníticas, la otra corresponde a plantas más pequeñas de color oscuro que crecen en depresiones húmedas de prados y brezales turbosos. (fig. 2, D1-4)

## Sección Subsecunda

- 1 Hialodermis caulinar formada por una sola capa de células 2
- 1 Hialodermis caulinar formada por más de una capa de células 3
- 2 Filidios caulinares de 0,7-1,1 mm, poco fibrilosos o con células fibrilosas que ocupan como máximo un 25% del filidio desde su ápice **S. subsecundum** Nees

Plantas de tamaño medio; color variable: amarillo dorado o amarillo anaranjado, marrón pálido hasta marrón oscuro; caulidio marrón oscuro o casi negro; capítulos de ramas cortas y arqueadas, sobre todo las del centro de capítulo; poros de los filidios rameales de 2-5 µm. Crece en suelos muy húmedos, a menudo inundados. Norte peninsular, Pirineos, Sistema Central y Sistema Ibérico. Andorra. (fig. 2, E1-2)
- 2 Filidios caulinares de 1,2-2,7(-3) mm, con células fibrilosas en un 20-80% desde el ápice **S. denticulatum** Brid.

Generalmente robusto, aunque muy variable en tamaño, color, hábitat, etc. A menudo sumergido, muy común y frecuente en márgenes de arroyos y lagunas. Norte peninsular, Sistema Ibérico, Montes de Toledo, Sistema Central y Sierra de Algeciras. Andorra. (fig. 2, E3-5)

**NOTA:** **S. auriculatum** Schimp. es sinónimo de *S. denticulatum*. Quedan englobadas en esta especie: **S. inundatum** Russ., **S. turgidulum** Warnst., **S. obesum** (Wils.) Warnst. y **S. rufescens** (Nees & Hornsch.) Warnst.
- 3 Células de los filidios caulinares fibrilosas en un 10-35% desde el ápice; filidios caulinares de 0,8-1 mm **S. contortum** K. F. Schultz

Plantas medianas de color verde abigarrado de amarillo a marrón; fascículos formados por 6-7 ramas; ramas centrales del capítulo arqueadas como *S. subsecundum*, pero se diferencia de éste por tener los poros de la cara dorsal de los filidios rameales más pequeños (1-3 µm) y a menudo anillados y por las dos o tres capas de células que forman la hialodermis. Márgenes y rellanos de corrientes de agua en la Cordillera Cantábrica, Montes Vascos, Pirineos y Sistema Ibérico. (fig. 2, E6-7)

- 3 Células de los filidios caulinares fibrilosas en un 80-100% desde el ápice; filidios caulinares, de 1-2 mm **S. platyphyllum** (Braithw.) Warnst.

Plantas de color oscuro casi negro; capítulo verde poco diferenciado; fascículos raramente formados por más de 3 ramas; filidios rameales muy cóncavos, brote terminal grande, bien diferenciado y bien visible con algunas ramas alrededor. En prados inundados y taludes rezumantes, a menudo completamente sumergidas. Galicia, Navarra, Montes Vascos, Sistema Ibérico, Sistema Central y Pirineos. (fig. 2, E8)

## Sección Cuspidata

- 1 Hialocistes de los filidios rameales cerca del ápice cortos, de 20-40 µm de anchura, 1-4 veces más largos que anchos **S. tenellum** (Brid.) Perss. ex Brid.

Ramas pendientes y divergentes poco o nada diferenciadas; células lageniformes de las ramas con un cuello muy desarrollado; filidios rameales ovados y cóncavos, parecidos a los caulinares; sección transversal de los hialocistes muy convexa en la cara ventral, clorocistes en forma de triángulo equilátero o a veces trapezoidales. Plantas pequeñas y delicadas de color verde, amarillento o pardo, pálidas. Poco común, forma colonias laxas y sedosas en Galicia y montañas del Norte peninsular, enrareciendo su presencia a medida que nos aproximamos al este donde tiene su límite en el Pirineo Central. (fig. 2, F1-3)

- 1 Hialocistes de los filidios rameales cerca del ápice alargados, de menos de 20 µm de anchura **2**

- 2 Hialocistes de los filidios caulinares fibrilosos **3**

- 2 Hialocistes de los filidios caulinares no fibrilosos o con pocas fibrillas en el ápice **4**

- 3 Filidios rameales muy estrechos (0,3-0,7 mm); cara dorsal de los filidios rameales sin poros **S. cuspidatum** Ehrh. ex Hoffm.

Sección transversal de los clorocistes trapezoidal; hialodermis caulinar formada por 2-3 capas de células. Plantas finas de color verde pálido o amarillo pálido de aspecto plumoso ya que suelen estar sumergidas. Norte peninsular. (fig. 2, F4)

- 3 Filidios rameales más anchos (0,6-0,8 mm); cara dorsal de los filidios rameales con abundantes poros dispuestos en una hilera central o en dos hileras irregulares

**S. majus** (Russ.) C. Jens.

Sección transversal de los clorocistes trapezoidal, raramente triangular; hialodermis caulinar formada por 2-3 capas de células. Plantas en general robustas típicamente de colores pardos o marrones verdosos. Muy raro, sólo se conoce una cita actual de la Sierra Segundera en Zamora correspondiente a la subsp. **norvegicum** Flatberg. (fig. 2, F5)

- 4 Ápice del filidio caulinar mucronado; córtex caulinar moderadamente diferenciado **S. fallax** (Klinggr.) Klinggr.

En general filidios caulinares sin fibrillas aunque en ocasiones se observan algunas en la zona apical dorsal; fascículos formados por 4-5 ramas dimórficas; filidios rameales dispuestos en cinco hileras; clorocistes de sección triangular mayoritariamente; plantas de tamaño mediano. Norte peninsular y en los Pirineos. (**fig. 2, F6-7**)

- 4 Ápice del filidio caulinar obtuso, redondeado, erosionado; córtex caulinar no diferenciado **5**
- 5 Fascículos formados por 5 ramas poco dimórficas; clorocistes de sección trapezoidal; filidios caulinares la mayoría de más de 0,9 mm **S. flexuosum** Dozy & Molk.
- Plantas grandes o medianas; filidios caulinares de 0,9 a 1,3 mm, ápice erosionado irregularmente. Propia del sotobosque, en lugares inundados del Norte peninsular, Sistema Ibérico y Pirineo Central. (**fig. 2, F8-12**)
- 5 Fascículos formados por 2 ramas divergentes y 2 péndulas claramente dimórficas; clorocistes de sección ovado-triangular; filidios caulinares de 0,7-0,9(-1) mm **S. angustifolium** (Russ. ex Russ.) C. Jens.
- Cara dorsal de los hialocistes de los filidios de la ramas péndulas con un gran poro apical. Plantas delicadas. Se ha encontrado en la Cordillera Cantábrica y en los Pirineos. (**fig. 2, F13**)

## Figura 2.

**D, SECCIÓN HEMITHECA. 1-4, Sphagnum pylaesii:** 1, filidio caulinar; 2, filidio rameal; 3, sección transversal de un filidio; 4, células de un filidio rameal.

**E, SECCIÓN SUBSECUNDA. 1-2, S. subsecundum:** 1, filidio caulinar; 2, células de la cara dorsal de un filidio rameal. **3-5, S. denticulatum:** 3, filidio caulinar; 4, filidio rameal; 5, sección transversal de un filidio. **6-7, S. contortum:** 6, filidio caulinar; 7, células de la cara dorsal de un filidio rameal. **8, S. platyphyllum:** filidio caulinar.

**F, SECCIÓN CUSPIDATA. 1-3, S. tenellum:** 1, filidio caulinar; 2, filidio rameal; 3, células de la cara dorsal de un filidio rameal. **4, S. cuspidatum:** células de la cara dorsal de un filidio rameal. **5, S. majus:** células de la cara dorsal de un filidio rameal. **6-7, S. fallax:** 6, filidio caulinar; 7, sección transversal del caulidio. **8-12, S. flexuosum:** 8, filidio caulinar; 9, filidio rameal; 10, sección transversal de un filidio; 11, células de la cara dorsal de un filidio rameal; 12, sección transversal del caulidio. **13, S. angustifolium:** filidio caulinar.

**G, SECCIÓN ACUTIFOLIA. 1-2, S. molle:** 1, filidio caulinar; 2, margen de un filidio rameal. **3, S. fimbriatum:** filidio caulinar. **4-5, S. girgensohnii:** 4, filidio caulinar; 5, células basales de un filidio caulinar. **6, S. fuscum:** filidio caulinar. **7, S. quinquefarium:** filidio caulinar. **8-10, S. nemoreum:** 8, filidio caulinar; 9, filidio rameal; 10, sección transversal de un filidio. **11-12, S. subnitens:** 11, filidio caulinar; células apicales de un filidio caulinar. **13-15, S. russowii:** 13, filidio caulinar, 14, células apicales de la cara ventral de un filidio rameal; 15, córtex caulinar. **16-18, S. warsntorfii:** 16, células apicales de la cara dorsal de un filidio rameal; 17, córtex rameal; 18, sección de una rama. **19, S. rubellum:** filidio caulinar.

Filidios (x17,5). Caulidios y ramas: F7, F12 (x175); G15, G17, G18 (x110). Células: G2, G12 (x175); G5 (x45); resto (x110). Secciones filidio (x110).





## Sección Acutifolia

- 1 Margen de los filidios rameales resorbido, dándole un aspecto denticulado **S. molle** Sull.  
Filidios caulinares ovado-espatulados, grandes, 1,5-2,8 x 0,4-1,5 mm; en la sección de los filidios rameales se observa la forma de media luna que tiene la célula más marginal debido a la resorción celular. Suelen ser plantas cortas y con los fascículos dispuestos a corta distancia los unos de los otros (su aspecto recuerda a *S. compactum*). Oceánica, muy rara en la Península, sólo se ha localizado en Galicia y Asturias. (fig. 2, G1-2)
- 1 Margen de los filidios rameales no resorbido **2**
- 2 Filidios caulinares fimbriados; plantas de color verde o amarillo verdoso, nunca teñidas de rojo ni marrón **3**
- 2 Filidios caulinares no fimbriados o solamente un poco fimbriados en el ápice; plantas variegadas de rojo, violáceo o pardo **4**
- 3 Filidios caulinares cortamente espatulados, más anchos por encima de la base, marginados hasta o por debajo de la mitad, parte superior totalmente fimbriada  
**S. fimbriatum** Wils.  
Suelen ser plantas alargadas y finas, con el brote o yema terminal conspicuo y de un color más claro que el resto del capítulo, en ocasiones la zona basal del filidio caulinar se halla expandida. Taludes mojados. Norte peninsular, Sistema Ibérico y Montes de León. Andorra. (fig. 2, G3)
- 3 Filidios caulinares ligulados, más anchos en la base, marginados hasta cerca del ápice, que es fimbriado en mayor o menor grado  
**S. girgensohnii** Russ.  
Zona basal del filidio caulinar expandida, formada por hialocistes más grandes. Márgenes de arroyos, taludes y prados húmedos de Galicia y el Pirineo Central. (fig. 2, G4-5)
- 4 Plantas parduscas con el caulidio marrón oscuro **S. fuscum** (Schimp.) Klinggr.  
Filidios caulinares de ligulados a levemente espatulados, sin fibrillas pero con numerosos septos. Forma masas cónicas, compactas, alrededor de los troncos de pino negro en bosques claros. Una única localidad en el Pirineo Central. (fig. 2, G6)
- 4 Plantas con caulidios rojizos o verdes **5**
- 5 Filidios caulinares triangulares o triangular-espatulados, ápice agudo **6**
- 5 Filidios caulinares ligulados o ligulado-espatulados, ápice redondeado **8**
- 6 Algunos fascículos con 3 ramas divergentes; filidios rameales dispuestos en 5 hileras; filidios caulinares de margen amplio **S. quinquefarium** (Kindb. ex Braithw.) Warnst.  
Plantas altas con el caulidio verde. En prados, turberas, manantiales higroturbosos en bosques. Norte peninsular, Sistema Central y Pirineos. Andorra. (fig. 2, G7)
- 6 Fascículos raramente con más de 2 ramas divergentes; filidios rameales no dispuestos en 5 hileras; filidios caulinares de margen estrecho, solamente ancho en la base **7**

- 7 Filidios caulinares fibrilosos en mayor o menor grado; plantas a menudo rojizas, no brillantes en seco; los hialocistes de los filidios caulinares que están divididos no suelen presentar más de un septo **S. nemoreum** Scop.

Capítulo esférico con una concentración de pigmentos más pronunciada en la parte central; ramas largas y densas que dan a la planta un aspecto despeinado; filidios rameales no dispuestos en 5 hileras. Forma céspedes compactos en prados turbosos. Es abundante en el Norte peninsular, Sistema Ibérico y Sistema Central. Andorra. (fig. 2, G8-10)

**NOTA:** En la Sierra Segundera (Zamora) se ha citado **S. subtile** (Russ.) Warnst. con filidios caulinares de una longitud inferior a 1,2 mm y un margen en la zona basal muy ensanchado (ocupando un 65-85% del ancho total de la base del filidio) que lo diferenciaría de *S. nemoreum* y *S. rubellum* con filidios caulinares más largos y margen menos ensanchado en la parte basal. Varios autores consideran que *S. subtile* es sólo una variedad de *S. nemoreum*.

- 7 Filidios caulinares no fibrilosos; plantas de color verdoso, amarillo-pardusco manchadas de rojo o violeta, brillantes en seco; hialocistes de los filidios caulinares con 1-4 septos **S. subnitens** Russ. & Warnst.

Capítulo más pálido que el resto de la planta. Sobre suelos turbosos y márgenes de lagos y arroyos. Es abundante en las zonas montañosas del norte y centro de España, también se ha encontrado en Sierra Nevada. Andorra. (fig. 2, G11-12)

- 8 Células corticales del caulidio porosas (se necesita tinción, por ejemplo con azul de metileno, para observarlo); cara ventral de los filidios rameales con poros circulares en la parte apical; hialocistes de los filidios caulinares la mayoría sin septos **S. russowii** Warnst.

Plantas finas, verdes, generalmente abigarradas de rojo; filidios caulinares un poco erosionados en el ápice. En prados húmedos y márgenes de lagunas. Galicia, Cordillera Cantábrica, Sistema Central y Pirineos. Andorra. (fig. 2, G13-15)

- 8 Células corticales del caulidio no porosas; cara ventral de los filidios rameales sin poros circulares en la parte apical; hialocistes de los filidios caulinares con septos **9**

- 9 Poros de las células apicales de la cara dorsal de los filidios rameales rodeados por un anillo grueso, muy pequeños (5 µm incluyendo el anillo) **S. warnstorffii** Russ.

Filidios rameales, al menos en las ramitas jóvenes, en 5 hileras. Plantas finas que forman céspedes laxos de color marrón verdoso, rojo o purpúreo oscuro en lugares descubiertos en las márgenes de lagunas y prados húmedos de los Pirineos. Andorra. (fig. 2, G16-18)

- 9 Poros de los filidios rameales más grandes (6-12 µm) y sin anillo grueso **S. rubellum** Wils.

Casi todos los hialocistes de los filidios caulinares presentan septos. Plantas finas de color rojizo. Crece en prados húmedos y márgenes de lagunas. Norte peninsular, Sistema Ibérico y Sistema Central. Andorra. Se diferencia de *S. nemoreum* por el capítulo plano, la disposición menos densa de las ramas y los filidios rameales dispuestos en 5 hileras. (fig. 2, G19)



## EFFECT OF PH ON SHOOTS AND PROTONEMA OF *WARNSTORFIA FLUITANS* (HEDW.) LOESKE

Cristina Gimeno<sup>1</sup>, Felisa Puche<sup>1</sup> & Brian A. Whitton<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Biología Vegetal, Facultad de Ciencias Biológicas, Universitat de València. c/ Dr. Moliner 50 E-46100 Burjassot (Valencia) Spain

<sup>2</sup> Department of Biological Sciences, Durham University, South Road, Durham DH1 3LE United Kingdom

**SUMMARY:** The influence of pH was tested on moss protonema and shoots taken from a small stream with a relatively constant pH value of 2.6 and dominated by leafy shoots. The leafy shoots are *Warnstorfia fluitans* (Hedw.) Loeske (= *Drepanocladus fluitans* (Hedw.) Warnst.) and the protonema is probably (but not certainly) the same species. The moss was slightly less tolerant of low pH in the laboratory than in the field, in spite of the lower acidity of the culture medium than the stream water at pH 2.6. The most obvious effect was on the development of new protonema on leaves, where growth was much lower at pH 2.8 than 3.0.

### INTRODUCTION

Highly acidic streams occur in many parts of the world where sulphide-rich ores have been oxidized underground to sulphuric acid. Such sites may occur naturally, as in geothermal regions, or where minerals have become exposed due to mining activities. Among these are S-rich coals, which lead to serious problems of acid mine drainage in various countries. A number of studies have been reported on the ecology and physiology of organisms living in these streams, but those on phototrophs mostly deal with algae. However, bryophytes are also sometimes abundant, although the number of species is very restricted. For instance, a survey of a sites in various countries (not including Japan) listed only three bryophytes from sites at or below pH 3.0 (Whitton and Diaz, 1981).

Leafy shoots of *Warnstorfia fluitans* (Hedw.) Loeske are known to dominate two strikingly different acidic sites. One is a small stream draining a coal-field area of North-East England (Hargreaves, 1977) and the other is the bottom of a natural acidic lake in Aomori Province, Japan (Whitton & Satake, 1996), both records list this moss as *Drepanocladus fluitans*.

The aim of the study reported here was to investigate the influence on pH on shoots and protonema of the stream population experimentally in the laboratory.

## MATERIALS AND METHODS

Shoots of *Warnstorfia fluitans* (Hedw.) Loeske were taken from field material, while the protonema was taken from cultures already growing (at pH 3.0) in the laboratory. Both were from Brandon Pithouse Acid Stream, some 8 km from Durham city, N-E. England. The pH of the water at the site had been close to pH 2.6 for a number of years prior to the period of sampling. The shoot material was harvested on 8 May 1992. While it seems probable that the protonema belong to the same species, this has not been demonstrated unequivocally.

The shoots were processed on the same day as sampling. The apical 2 cm was cut and rinsed with abundant tap water and subsequently distilled water (six times, with shaking) in order to remove algae or other organisms. In total, 70 shoots were processed. The shoots were first incubated under standard conditions to minimize differences between them before conducting experimental studies.

The initial period involved incubation for 48 h in culture medium (Table 1) at 25° C and a light intensity of 40  $\mu\text{mol photon m}^{-2} \text{s}^{-1}$  in a tank of water with a shaking mechanism. Two flasks were used, each with 100 mL medium (ie 35 shoots per flask). The medium chosen is a highly modified version of the No. 10 medium of Chu (1942) and is routinely used for culture of moss protonema taken from this site (Table 1). The protonema had been subcultured routinely for several years under quite similar conditions; the culture was not free of algae or bacteria.

Salt	$\text{g l}^{-1}$	$\text{ml l}^{-1}$ of medium
$\text{KH}_2\text{PO}_4$	4.39	1.0
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	25.00	1.0
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$	40.00	1.0
$\text{NaNO}_3$	55.64	1.0
$\text{NaHCO}_3$	15.85	1.0
$\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	43.50	1.0
Fe EDTA stock	9.7	0.25
$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	9.7	0.25
Na EDTA	13.35	0.25
$\text{NH}_4\text{Cl}$	13.47	1.0
<b>AC Trace Metal stock</b>	<b>Salt <math>\text{mg l}^{-1}</math></b>	<b>0.25</b>
$\text{H}_3\text{BO}_3$	0.715	
$\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	0.453	
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.055	
$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0.007	
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0.019	
$\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.010	

**Table 1.** Composition of CHU 10F +  $\text{NH}_4^+$  medium.

The experimental study on shoots and protonema was conducted using a range of pH conditions from 2.3 to 4.0 (2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 3.0, 3.5, 4.0), but with the same basal medium, temperature and light conditions as previously. One flask was used in each case for shoots (7 per flask) and one for protonema; 50mL medium was used for each.

Observations on morphological characters (cell length, leaf shape and size, rhizoids and gametangia development) were made on days 1, 3, 5, 7, 10 and 15, with one shoot per pH value and a small portion of protonema. Measurements of cell length were made on ten cells from middle and basal portions of leaves for the shoots and on ten protonema filaments (third cell from the apex).

Statistical tests (one-way ANOVA) and LSD-test were performed to compare treatments, using significance level  $p < 0.05$ .

## RESULTS

The results for the protonema will be described first, because obvious effects were more rapid. Within 24 h, all protonema up and including pH 2.6 were dead, with the cells completely empty and containing bacteria. At higher pH values (2.7 and above), the protonema remained alive, though contamination with bacteria and algae was sometimes high. The length of the third filament cell was highly variable, possibly in part because of differences in relationship to branching; no statistically significant differences in cell length were found (Table 2). If division of the third cell led to initiation of a branch, the cell on the main axis ceased to grow in length. The protonema did not develop buds or rhizoids, but a few filaments started to differentiate into caulonema, with brown pigmented walls.

The effect of pH on morphology of the shoots was much slower. Even at pH values 2.3, 2.4 and 2.5, the shoots still appeared green or partially green on day 10, though some shoots had broken tips, which meant that they had lost the apical cell. The latter shoots must be considered as dead, as they have no alternative lateral growth. Fungal and bacterial contamination was high when shoots or some of the branches were dead.

t (days)	2.7	2.8	2.9	3.0	3.5	4.0
0	115±11	115±11	115±11	115±11	115±11	115±11
1	111±37	71±6	-	102±39	113±22	98±26
3	-	84±12	104±31	78±4	91±12	89±12
5	63±9	111±29	113±45	-	123±22	88±1
7	80±5	72±23	71±21	91±24	104±4	108±31
10	-	71±12	88±10	107±31	87±9	83±29
15	-	77±35	100±10	-	62±9	-

**Table 2.** Influence of pH on the length of the 3rd protonema cell (mm), mean and standard deviation (n=5).

Protonema were often formed, mainly on the edge of the leaves, but sometimes also on the stem or on the leaf axil. Incipient protonema had been noted even by the end of the 48-h preliminary incubation at pH 3.0. Subsequently, shoots in flasks at pH values 3.0, 3.5 and 4.0 formed protonema with fairly long filaments (570  $\mu\text{m}$  at pH 4.0 on day 5); at pH 2.8, short (80-120  $\mu\text{m}$ ) protonema were clearly evident on day 15, but there was no sign of protonema

at lower pH values. Any incipient ones on material used for the inocula had presumably aborted.

No significant changes were observed in cell length, leaf shape or leaf size (Tables 3 and 4). The number of lateral gemmae was also variable, but tended to be lower as the number of branches increased. No rhizoids or gametangia were observed. Growth of the shoots was quite slow, with the fastest rates being about 1 mm per day.

t (days)	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.5	4.0
0	62±9	62±9	62±9	62±9	62±9	62±9	62±9	62±9	62±9	62±9
1	86±10	77±8	84±3	74±10	60±7	91±8	73±11	78±2	68±4	78±6
3	73±7	80±5	72±7	84±4	84±10	93±5	78±5	80±7	79±7	81±4
5	81±4	90±4	78±15	87±5	79±7	73±8	88±6	93±5	93±2	86±8
7	108±5	101±10	108±17	107±4	90±4	76±3	87±9	85±4	83±9	90±7
10	110±11	83±16	102±14	84±2	82±5	80±9	-	88±12	94±9	96±19
15	-	-	-	-	83±6	93±6	92±8	-	93±10	84±1

**Table 3.** Influence of pH on the length of gametophore middle leaf cells leaf (mm), mean and standard deviation (n=5).

t (days)	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.5	4.0
0	52±13	52±13	52±13	52±13	52±13	52±13	52±13	52±13	52±13	52±13
1	54±3	38±4	43±5	38±6	48±5	46±7	28±5	34±4	41±3	39±6
3	34±8	30±5	43±5	17±3	33±2	28±4	29±2	39±3	28±4	26±5
5	32±5	33±3	28±2	28±3	27±2	31±3	35±7	31±3	27±7	33±4
7	29±3	38±5	35±2	28±3	23±2	31±3	33±3	29±4	29±2	35±6
10	28±2	33±6	29±3	28±1	28±3	39±5	-	28±5	30±5	30±2
15	-	-	-	-	30±5	36±4	32±5	-	28±3	31±4

**Table 4.** Influence of pH on the length of gametophore base leaf cells (mm), mean and standard deviation (n=5).

## DISCUSSION

The lower limit for growth of protonema under laboratory conditions was pH 2.7, while the limit for continued growth of shoots was pH 2.6. These may be compared with the typical growth conditions in the stream of pH 2.6. It is unclear why the moss could not grow at quite such a low pH value in the laboratory as it did in the field, nor why the shoots were apparently slightly more tolerant than the protonemal culture, because the laboratory medium was less buffered than the stream water (and therefore less acidic) and might therefore be expected to cause less stress to the moss than stream water. However, there was apparently an initial size increase in some leaf cells at lower pH values, so it is possible that the leaves



can withstand short periods at values below pH 2.6 even in the laboratory. The speed of increase in the growth of other organisms when the moss was unhealthy, especially bacteria and fungi, was noteworthy.

The most obvious morphological effect of pH (apart from cell death) was the extent to which new protonema developed on the leaves. Here pH seemed to have a more restrictive effect than on growth as a whole, because there was a marked difference between the development of leaf protonema at pH 2.8 and pH 3.0.

## REFERENCES

- HARGREAVES, J.W. (1977) *Ecology and Physiology of Photosynthetic Organisms in Highly Acid Stream*. Ph.D.Thesis, Department of Botany, University of Durham, England.
- WHITTON, B.A. & B.M. DÍAZ (1981) Influence of environmental factors on photosynthetic species composition in highly acidic waters. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 21: 1459-1465.
- WHITTON, B.A. & K. SATAKE (1996) Phototrophs in highly acidic waters: an overview. In: *Proceedings of the International Symposium on Acidic Deposition and its Impacts*. National Institute for Environmental Studies, Tsukuba, Japan, pp. 204-211.

## NUEVOS SOCIOS

Marco Aleffi. \*\*\*\*\*

José Miguel García de las Heras. Departamento de Botánica (Biología), Facultad de Farmacia, Universidad de Salamanca, avda. Campo Charro s/n. 37007 Salamanca.

Rosa Lo Giudice. Istituto de Biologia ed Ecologia Vegetale. \*\*\*\*\* E-mail: logbon@tin.it

## CURSOS

*Estudios taxonómicos en el género Grimmia Hedw. (Musgos) en la Península Ibérica*, 21-25 Septiembre 1999, Universidad de Murcia, Departamento de Biología Vegetal. Con la participación del Dr. Jesús Muñoz. Fecha de preinscripción 1-15 de Julio. Cuota de matrícula: 5000 Pts. Interesados contactar con Rosa María Ros (E-mail:rmros@fcu.um.es, Fax: 968-363963).

## XVII REUNIÓN DE BRIOLOGÍA

La próxima Reunión de Biología se celebrará en la Isla de Mallorca entre los días 12 y 17 de abril de 1999. El organizador del encuentro es Josep A. Roselló, de la Universidad de Valencia, que ha preparado una serie de interesantes excursiones por la isla que recorren

los ambientes más interesantes y que ha contactado con el Jardín Botánico de Sóller para resolver diversas cuestiones logísticas.

En principio, el alojamiento está previsto en algún hotel del Port de Sóller, en el corazón de la Sierra de la Tramuntana. El coste estimado del alojamiento, comidas y gastos de desplazamiento por la isla es de unas 37000 ptas por persona, aunque todavía no es posible asegurarlo, ya que se necesita saber el número de asistentes a la reunión. Por ello, y para la reserva del alojamiento y los transportes, es necesario que aquellas personas que piensen asistir lo comuniquen al Secretario de la S.E.B. antes del 15 de febrero de 1999.

## ADICIONES AL FONDO BIBLIOGRÁFICO DE LA SOCIEDAD

- Casas de Puig, C. 1954. Associations de bryophytes corticicoles de Catalogne. *Huitième Congrès International de Botanique, Rapports et Communications*: 103-105. Paris.
- Casas de Puig, C. 1954. Adiciones a la brioflora catalana. *Collectanea Botanica* 4: 231-234.
- Casas de Puig, C. 1956. Aportación a la flora briológica balear. Hepáticas de Mallorca. *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears* 2: 63-67.
- Casas de Puig, C. 1956. Contribución al estudio de la flora briológica balear. *Pharmacia Mediterranea* 1: 1-16.
- Casas de Puig, C. 1957. *Myurella julacea* (Vill.) Bryol. Eur. var. *scabrifolia* Lindb. en Cataluña. *Collectanea Botanica* 5: 417-418.
- Casas de Puig, C. 1958. *Exormotheca pustulosa* Mitt. en Port-Bou. *Revue Bryologique et Lichénologique* 27: 17-18.
- Casas de Puig, C. 1958. La flora briológica del Cap de Creus. *Pharmacia Mediterranea* 2: 440-459.
- Casas Sicart, C. 1959. Aportaciones a la flora briológica de Cataluña. Catálogo de las hepáticas y musgos del Montseny. *Anales del Instituto Botánico Antonio José Cavanilles de Madrid* 17: 21-174.
- Casas de Puig, C. 1960. Contribución al estudio de la flora briológica de los Pirineos Centrales. Musgos y hepáticas de Bielsa (Huesca). *Anales del Instituto Botánico Antonio José Cavanilles de Madrid* 18: 269-285.
- Casas de Puig, C. 1962. Nota preliminar sobre la presencia de esfagnos en Cataluña. Actas del III Congreso Internacional de Estudios Pirenaicos, Gerona 1958. *Instituto de Estudios Pirenaicos (CSIC)* 2: 179-184. Zaragoza.
- Casas de Puig, C. 1966. Nueva aportación a la flora briológica balear. Algunos musgos y hepáticas de las islas de Ibiza y Formentera. *Homenaje en memoria del profesor J.M. Albareda Herrera, 1966*: 19-24. Facultad de Farmacia de la Universidad de Barcelona. Barcelona.
- Casas, C. 1968. Algunes espècies de *Sphagnum* que es troben a la Vall Ferrera i a la Vall de Cardós. *Treballs de la Societat Catalana de Biologia. Arxius de la Secció de Ciències* 26: 79-86.
- Casas de Puig, C. 1970. *Oedipodiella australis* (Wag. et Dix.) Dix. var. *catalaunica* P. de la V. en Vall Ferrera. *Acta Phytotaxonomica Barcinonensia* 6: 13-15.
- Casas de Puig, C. 1970. Avance sobre el estudio de la flora briológica de Los Monegros (Valle medio del Ebro). *Acta Phytotaxonomica Barcinonensia* 6: 5-12.
- Casas de Puig, C. 1970. *Trichostomopsis umbrosa* (C. Müll.) H. Robinson en la ciudad de Barcelona. *Acta Phytotaxonomica Barcinonensia* 6: 16-22.
- Casas de Puig, C. 1972. Brioteca Hispánica 1969. *Acta Phytotaxonomica Barcinonensia* 10: 18-26.
- Casas de Puig, C. 1972. *Goniomitrium seroi* sp. nov. en la Sierra del Cabo de Gata. *Acta Phytotaxonomica Barcinonensia* 10: 10-15.

- Casas de Puig, C. 1973. Datos para la flora briológica española. Algunos musgos y hepáticas del sureste de España. *Revista da Faculdade de Ciências de Lisboa* 17: 603-616.
- Casas de Puig, C. 1974. *Eurhynchium striatum* (Hedw.) Schimp. ssp. *zetterstedtii* (Stoerm.) Podp. en los abetales del Pirineo Central. *Anales del Instituto Botánico Antonio José Cavanilles (CSIC)* 31: 49-53.
- Casas de Puig, C. 1974. Quelques Muscinées de la Sierra del Cabo de Gata et leur relation avec la flore bryologique africaine. *Bulletin de la Société Botanique de France, Collection Bryologie*, 121: 313-318.
- Casas de Puig, C. 1975. Aportación al estudio de la flora briológica española. Musgos y hepáticas de las provincias de Soria, Logroño, Burgos y Segovia. *Anales del Instituto Botánico Antonio José Cavanilles (CSIC)* 32: 731-762.
- Casas de Puig, C. 1975. Brioteca Hispánica 1970. *Acta Phytotaxonomica Barcinonensia* 15: 27-33.
- Casas de Puig, C. 1975. Brioteca Hispánica 1971. *Acta Phytotaxonomica Barcinonensia* 15: 34-38.
- Casas de Puig, C. 1975. Consideraciones sobre el área de distribución y ecología de *Tortula desertorum* Broth. en España. *Acta Phytotaxonomica Barcinonensia* 15: 3-13.
- Casas de Puig, C. 1976. Contribución al estudio de la flora briológica catalana. IV. Musgos y hepáticas de Montserrat. *Collectanea Botanica* 10: 147-180.
- Casas de Puig, C. 1977. Estado actual de las investigaciones sobre Briología en España. *Comunicaciones presentadas al Simposio Conmemorativo del Centenario de Lagasca, Sevilla 1976. Acta Phytotaxonomica Barcinonensia* 21: 5-13.
- Casas, C., Fuertes-Lasala, E., Ladero, M. & García-Gómez, R. 1977. Zur Moosflora von Navarra (Nord-Ost-Spanien). 7. Mitteilung: Sierra de Leyre. *Herzogia* 4: 323-344.
- Casas de Puig, C. 1978. La pretendida presencia de *Schistostega pennata* (Hedw.) Webb. et Mohr. en Cataluña. *Boletim da Sociedade Broteriana* 52: 287-293.
- Casas de Puig, C. 1979. *Funaria pallescens* (Jur.) Broth. var. *mitratus* (Cas. Gil) Wijk et Marg. en Menorca. *Revue Bryologique et Lichénologique* 45: 467-470.
- Casas Sicart, C. 1981. The mosses of Spain. An annotated check-list. *Treballs de l'Institut Botànic de Barcelona* 7: 1-57.
- Casas Sicart, C. 1982. Current research into bryophytes distribution in Spain. *Lejeunia* 107: 15-17.
- Casas de Puig, C. 1982. Valentine Allorge (1888-1977). Su contribución a la brioflora española. *Acta Botánica Malacitana* 7: 39-44.
- Casas de Puig, C. 1982. Algunos musgos y hepáticas de la Sierra de Cazorla. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 39: 31-38.
- Casas, C. 1985. El desenvolupament de la Briologia als Països Catalans. *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural* 50: 91-96.
- Casas, C. 1985. *Rhodobryum ontariense* (Kindb.) Kindb. a Catalunya. *Orsis* 1: 3-7.
- Casas i Sicart, C. & Belmonte i Soler, J. 1983. Ornamentació de les espores en les espècies espanyoles del gènere *Pleuridium* (Musci). *Actas del IV Simposio de Palinología, Barcelona 1982: 131-139. Universitat de Barcelona. Barcelona.*
- Casas, C. & Brugués, M. 1974. *Tortula ruralis* (Hedw.) Gaertn. var. *hirsuta* (Vent.) Par. (*Tortula papillosissima* (Copp.) Broth.) en Espagne. *Revue Bryologique et Lichénologique* 40: 263-266.
- Casas de Puig, C. & Brugués, M. 1978 (1980). Nova aportació al coneixement de la brioflora dels Monegros. *Anales del Instituto Botánico Antonio José Cavanilles (CSIC)* 35: 103-114.
- Casas, C. & Brugués, M. 1981. Estudio comparativo de la flora briológica de algunas sierras del Sistema Ibérico. Actas del III Congreso OPTIMA. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 37: 417-430.
- Casas, C. & Brugués, M. 1981. Contribució de Ramon de Bolòs (1852-1914) a la Briologia catalana. *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural* 46: 95-98.
- Casas, C. & Brugués, M. 1983. Addicions a la brioflora de les comarques tarragonines. *Collectanea Botanica* 14: 235-241.

- Casas, C. & Brugués, M. 1983. Contribució a la brioflora de l'illa de Menorca. *Collectanea Botanica* 14: 231-234.
- Casas, C., Brugués, M. & Cros, R.M. 1979. Referències bibliogràfiques sobre la flora briològica hispànica. *Treballs de l'Institut Botànic de Barcelona* 5: 1-52.
- Casas, C., Brugués, M. & Cros, R.M. 1981. Contribució al coneixement de l'àrea geogràfica d'alguns briòfits. *Treballs de la Institució Catalana d'Història Natural* 9: 169-178.
- Casas, C., Brugués, M. & Cros, R.M. 1984. Referències bibliogràfiques sobre la flora briològica hispànica. II. *Treballs de l'Institut Botànic de Barcelona* 9: 5-24.
- Casas, C., Brugués, M. & Cros, R.M. 1984. Briòfits. In: J. ROS et al. (eds) Els sistemes naturals de les illes Medes. *Institut d'Estudis Catalans. Arxius de la Secció de Ciències* 73: 129-130.
- Casas, C., Brugués, M. & Cros, R.M. 1988. Musgos del herbario JACA recolectados en el Pirineo por P. Montserrat y sus colaboradores. *Monografías del Instituto Pirenaico de Ecología, Homenaje a Pedro Montserrat*, 4: 131-141.
- Casas, C., Brugués, M. & Peñuelas, J. 1983. Briòfits de l'Alt Empordà. *Annals de l'Institut d'Estudis Empordanesos* 16: 13-32.
- Casas, C., Cros, R.M., Brugués, M., Sérgio, C. & Sim-Sim, M. 1984. Estudio de la flora briofítica de las comarcas alicantinas. *Anales de Biología* 2: 215-228.
- Casas de Puig, C., Fuertes, E., Simó, R.M. & Varo, J. 1977. Aportaciones al conocimiento de la flora briològica española. Nótula II: la Sierra de Albarracín. *Comunicaciones presentadas al Simposio Conmemorativo del Centenario de Lagasca, Sevilla 1976. Acta Phytotaxonomica Barcinonensia* 21: 19-41.
- Casas, C., Fuertes, E. & Varo, J. 1976. Aportaciones al conocimiento de la flora briològica española. Nótula III: musgos y hepáticas de los alrededores de Titaguas. *Anales del Instituto Botánico Antonio José Cavanilles (CSIC)* 33: 139-152.
- Casas, C., Fuertes, E. & Varo, J. 1984. Aportaciones al conocimiento de la flora briològica española. Nótula VI: musgos y hepáticas del macizo del Moncayo. *Anales de Biología* 2: 229-247.
- Casas, C. & Molinas, M.L. 1975. Estudio al microscopio electrónico de barrido del envés de las hojas de *Tortula desertorum* Broth., procedentes de diferentes localidades de España. *Acta Phytotaxonomica Barcinonensia* 15: 14-18.
- Casas, C. & Oliva, R. 1982. Aportación al estudio de la brioflora de las provincias de Córdoba y Sevilla. *Collectanea Botanica* 13: 153-161.
- Casas, C. & Oliva, R. 1982. Aportación al conocimiento de la brioflora de Andalucía noroccidental (Huelva, Sevilla y Córdoba). *Acta Botánica Malacitana* 7: 97-118.
- Casas, C. & Reinoso, J. 1983. *Lepidozia cupressina* (Sw.) Limdb., novedad para España. *Collectanea Botanica* 14: 243-246.
- Casas, C. & Reinoso, J. 1984. *Metzgeria temperata* Kuwah., novedad para la brioflora de Galicia. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 40: 321-323.
- Casas Sicart, C. & Sáiz-Jiménez, C. 1982. Los briòfitos de la catedral de Sevilla. *Collectanea Botanica* 13: 163-175.
- Casas de Puig, C., Seró, P., Ubach, M. & Vives, J. 1956. Flora briològica de las comarcas barcelonesas. *Collectanea Botanica* 5: 119-141.
- Casas de Puig, C. & Simó, R.M. 1972. *Pyramidula algeriensis* Chudeau et Douin en la Sierra del Cabo de Gata (Almería). *Acta Phytotaxonomica Barcinonensia* 10: 5-9.
- Casas, C., Simó, R.M. & Varo, J. 1981. Aportaciones al conocimiento de la flora briològica española. Nótula V: Avance sobre un estudio de la Sierra de la Demanda. *Actas del III Congreso OPTIMA. Anales del Jardín Botánico de Madrid* 37: 431-454.
- Casas, C. 1992. Nota briològica. Una nova localitat de *Conostomum tetragonum* (Hedw.) Lindb. als Pirineus. *Orsis* 7: 149-150.

- Casas i Sicart, C. 1983. *Alguns aspectes moderns de la Briologia*. Reial Acadèmia de Farmàcia de Barcelona. Universitat Autònoma de Barcelona. Bellaterra.
- Casas, C., Cros, R.M. & Brugués, M. 1995. Loscos y la Briología española. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 53: 163-169.
- Casas, C. 1994. Nota briològica. *Orthotrichum acuminatum* Philib., una novetat als Països Catalans. *Orsis* 9: 113-115.
- Casas, C. 1995. Els briòfits del Cap de Creus. In: J.M. Masdavall, A. Miquel & S. Musquera, La península del Cap de Creus i la serra de Verdera 1995: 89-92. *Actes IV Jornades de la Institució Catalana d'Història Natural. Institut d'Estudis Empordanesos. Figueres*.
- Casas, C. & Brugués, M. 1995. Nota briològica. Dues aportacions de J. Vives a la Briologia catalana. *Orsis* 10: 123-125.
- Casas, C., Brugués, M. & Cros, R.M. 1996. Bryological notes. *Brachythecium dieckii* Röhl in Spain. *Journal of Bryology* 19: 193.
- Casas i Sicart, C. 1993. Una antiga contribució a la brioflora catalana: recol.leccions de P. Font i Quer i els seus col.laboradors (1911-1919). *Institució Catalana d'Història Natural* 61: 33-39.
- Casas, C. 1993. Validation of *Goniomitrium seroi* Casas. *Orsis* 8: 151.
- Casas, C. 1995. In memoriam: Josep Vives i Codina (1931-1993). *Orsis* 10: 127-129.
- Casas i Sicart, C. 1995. La brioflora dels Països Catalans. Institut d'Estudis Catalans. *Arxius de la Secció de Ciències* 100: 159-181.
- Casas Sicart, C. 1958. Aportaciones a la flora briológica de Cataluña. Musgos y hepáticas del Montseny. *Anales del Instituto Botánico Antonio José Cavanilles de Madrid* 16: 121-226.
- Fuertes, E., Velázquez, R., Marcos, N. & Rubio, A. 1997. Revisión y corología de *Leucodon sciuroides* y la var. *morensis* (Bryophyta) en la Península Ibérica. *Stvdia Botanica* 16: 5-22.
- Fuertes, E. 1998. Notula Bryologica Hispaniae, i. *Boletín de la Sociedad Española de Briología* 12: 6-9.
- Ladero, M., Fuertes, E., Amor, A. & Lárez-Chiscano, J.L. 1997. Novedades y comentarios sobre la flora lusoextremadurese. *Stvdia Botanica* 16: 151-154.
- Publicaciones de Biología de la Universidad de Navarra, Serie Botánica 10. Pamplona 1997.

### **Nuevo intercambio**

La S.E.B. ha iniciado un intercambio de nuestro Boletín con *Novon*, editado por el Botanical Missouri Garden, St. Louis, Estados Unidos. Los número que lleguen irán a aumentar los fondos bibliográficos depositados en la Universidad Autònoma de Barcelona.