

ESTUDIO DEL CICLO REPRODUCTIVO DE ALGUNAS ESPECIES DE MUSGOS

F. Lloret" & R. Pérez"

SUMMARY

Reproductive cycle of some mosses.

The reproductive cycle of the mosses **Polytrichum formosum** Hedw., **Bartramia pomiformis** Hedw., **Grimmia laevigata** (Brid.) Brid. and **Hedwigia ciliata** (Hedw.) P. Beauv. has been investigated by scoring specimens from Montseny Mountains (Barcelona. Spain) (UTM: DG 46 26). Gametangial formation, fertilization, growth of the sporophytes and spore dispersal are correlated with seasonal variation of the environmental factors.

RESUMEN

Se ha estudiado el ciclo reproductivo de las especies de musgos **Polytrichum formosum** Hedw., **Bartramia pomiformis** Hedw., **Grimmia laevigata** (Brid.) Brid., y **Hedwigia ciliata** (Hedw.) P. Beauv., en una localidad situada en el Macizo del Montseny (Barcelona) (UTM: DG 46 26). Se relacionan los acontecimientos reproductivos (aparición de gametangios, fecundación, crecimiento y maduración del esporófito, y dispersión de las esporas) con las condiciones ambientales que se dan en las distintas estaciones del año.

RESUM

Estudi del cicle reproductiu d'algunes especies de molses.

Hom ha estudiat el cicle reproductiu de les especies de molses **Polytrichum formosum** Hedw., **Bartramia pomiformis** Hedw., **Grimmia laevigata** (Brid.) Brid. y **Hedwigia ciliata** (Hedw.) P. Beauv. en una localitat situada al Montseny (Barcelona) (UTM: DG 46 26). Es relacionen els diferents esdeveniments reproductius (aparició de gametangis, fecundació, creixement i maduració de l'esporofit, i dispersió de les espores) amb les condicions ambientals que es donen en les diferents estacions de l'any.

* Departament de Botànica. Facultat de Ciències. Universitat Autònoma. Barcelona.

INTRODUCCION

En los últimos años ha aumentado el interés por conocer el comportamiento reproductivo en los briófitos. No se trata únicamente de decir si las especies halladas en una localidad se encuentran en estado fértil o estéril, sino del estudio detallado de todo el proceso sexual (GREENE (1960); FORMAN (1965); LONGTON (1979); ZEHR (1979); RAFFAELLI & GIANNERINI (1978)).

Se pretende, en este tipo de trabajos describir el proceso de formación y maduración de los gametangios desde su aparición hasta la fecundación, y el desarrollo del esporófito hasta la dispersión de las esporas. A partir de esta información se intenta relacionar estos acontecimientos con las condiciones ambientales, y explicar de esta forma el mayor o menor éxito de la estrategia reproductiva.

Con estos objetivos estudiamos el ciclo reproductivo de las especies de musgos *Polytrichum formosum* Hedw., *Bartramia pomiformis* Hedw., *Hedwigia ciliafa* (Hedw.) P. Beauv. y *Grimmia laevigata* (Brid.) Brid. Las cuatro especies son abundantes y fructifican frecuentemente en Catalunya. Por esta razón fueron escogidas para el presente trabajo. *H. ciliafa* y *G. laevigata* crecen sobre rocas silíceas expuestas. *P. formosum* lo hace a menudo en taludes de los bosques húmedos, y *B. pomiformis* suele vivir en las grietas de las rocas, allí donde se acumula una pequeña capa de tierra y materia orgánica.

METODO DE TRABAJO

Para cada especie estudiada se escogieron varias parcelas cuyas poblaciones presentaban gran vitalidad y abundancia de esporófitos de años anteriores. El lugar elegido fue una localidad del Macizo del Montseny (Barcelona), en la Cordillera Pre-Litoral Catalana (UTM: DG 46 26). El tipo de vegetación corresponde a un encinar de montaña (*Quercetum mediterraneo-montanum* Br.-Bl.) en fase de regeneración. El clima es mediterráneo-montano con inviernos fríos y húmedos debido a la gran incidencia de nieblas. Estas poblacio-

nes de musgos se visitaron periódicamente a lo largo de un año, observando el porcentaje de los diferentes estadios de maduración de los esporófitos. También se cogieron muestras, con el objeto de estudiar más detenidamente en el laboratorio el desarrollo de los gametangios. Para la tipificación de los estadios de maduración de gametangios y esporófitos seguimos básicamente la metodología empleada por GREENE (1960) y FORMAN (1965).

DESCRIPCION DE CICLO SEXUAL

Los anteridios, en una forma joven indiferenciada, aparecen principalmente durante el otoño. En la primavera todavía inician su crecimiento algunos, que difícilmente llegarán a madurar. Excepcionalmente se ha observado que en *H. ciliafa* esta aparición tiene lugar durante todo el año, aunque únicamente consiguen madurar los que se forman en el otoño-invierno. El tiempo que necesitan hasta llegar a la fase de expulsión de los gametos oscila entre los 7-8 y los 9-10 meses, (Fig. 1).

Los arquegonios presentan un comportamiento más variable, con 3 épocas de aparición según las especies: de agosto a febrero en *G. laevigata*; de enero a junio en *P. formosum* y *B. pomiformis*; y de marzo a junio en *H. ciliafa*.

Sin embargo el tiempo empleado en formarse es menor que en los anteridios: 5 a 7 meses (únicamente en *G. laevigata* el periodo de tiempo es similar en ambos casos). Este hecho es debido al mayor grado de diferenciación de los anteridios, que producen un elevado número de gametas móviles.

La fecundación tiene lugar desde finales del invierno a principios del verano, existiendo alguna diferencia según las especies (*G. laevigata* lo hace en los meses de marzo-abril, y las otras al final de la primavera). Coincide, pues, con una época en la que se dan las condiciones de humedad necesarias para el desplazamiento de los espermatozoides.

Para asegurar el éxito reproductivo es necesario que anteridios y arquegonios sincronicen el momento de su madurez. Se ha

TABLA 1

Fechas de los acontecimientos reproductivos más importantes en especies de musgos estudiadas en Europa

	APARICION ANTERIDIOS	APARICION ARQUEGON	FECUNDA- CION	MEIOSIS	DISPERSION ESPORAS
<i>Polytrichum formosum</i> (Montseny. España)	noviembre	enero	junio	mayo	agost.-sept.
<i>Barrtramia pomiformis</i> (Montseny. España)	diciembre	enero	julio	mar.-may.	agosto
<i>Hedwigia ciliata</i> (Montseny. España)	octubre	marzo	junio	feb.-mar.	jun.-jul.
<i>Grimmia laevigata</i> (Montseny. España)	septiembre	agost.-sept.	marzo	enero-feb.	jun.-agost.
<i>Bryum capillare</i> var. <i>torquescens</i> (Italia)(1)	Otoño	Otoño	mayo	feb.-jun.	Prim.-Ver
<i>Hypnum cupressiforme</i> (Italia)(1)	octubre	octubre	febrero	sept.-oct.	dic.-marzo
<i>Rhyncostegium confertum</i> (Italia)(1)	diciembre	enero	mas.-jun.	Otoño-Inv.	Invierno
<i>Campylium hispidulum</i> var. <i>sommerfeltii</i> (Italia)(1)	enero	febrero	may.-agost.	Otoño-Inv.	may.-oct
<i>Funaria calcarea</i> var. <i>mediterranea</i> (Italia)(1)	septiembre	septiembre	sept.-oct.	feb.-abril	abr.-jun.
<i>Mnium hornum</i> (G. Bretaña)(2)	mar.-abril	mar.-abril	abr.-jul.	febrero	abr.-may
<i>Brachythecium rutabulum</i> (G. Bretaña)(2)	dic.-feb.	febrero	jun.-jul.	septiembre	dic.-feb.
<i>Pohlia nutans</i> (G. Bretaña)(3)	sept.-feb.	oct.-feb.	abr.-jun.	abril	julio
<i>Pohlia cruda</i> (G. Bretaña)(3)	agost.-mar.	agost.-mar.	abr.-jul.	abril	julio
<i>Pleurozium schreberi</i> (G. Bretaña)(4)	agost.-mar.	oct.-mar.	abr.-mayo	septiembre	en.-abr.

(1) RAFFAELLI, M. & GIANNERINI, P. (1978).- (2) GREENE, S.W. (1960).- (3) CLARKE, C.G.S. & GREENE, S.W. (1970).- (4) LONGTON, R.E. & GREENE, S.W. (1969).

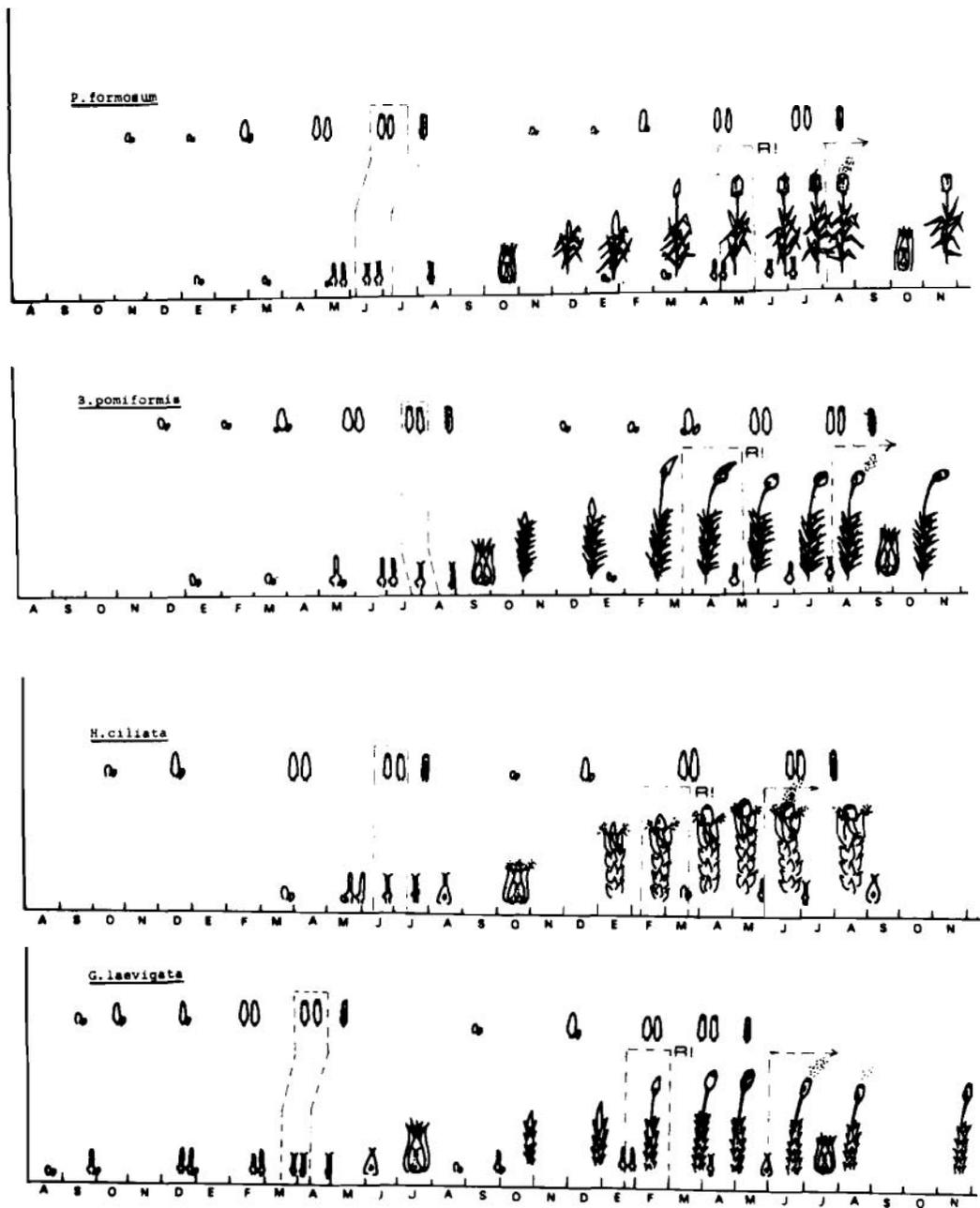


FIGURA 1: Esquema del ciclo de maduración de gametangios y esporófitos a lo largo del año. De arriba a abajo: *Polytrichum formosum*, *Bartramia pomiformis*, *Hedwigia ciliata* y *Grimmia laevigata*.

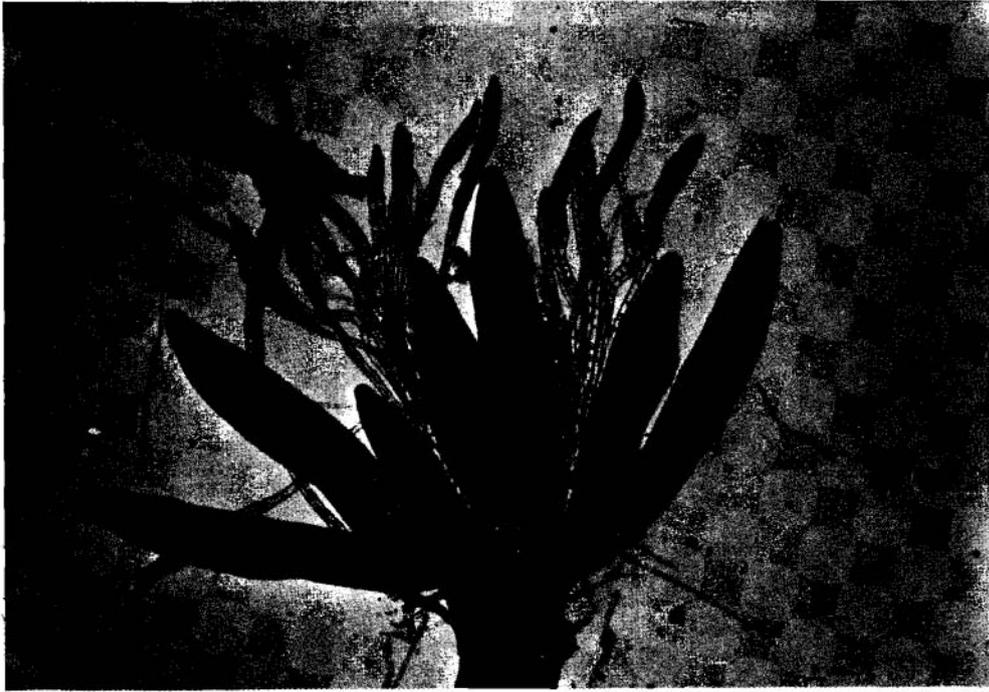


FIGURA 2: Inflorescencia masculina de *Polytrichum formosum*, con anteridios en distintas fases de maduración.

comprobado que este ajuste es mejor en las especies monoicas (*H. ciliata* y *B. pomiformis*) que en las dioicas (*G. laevigata* y *P. formosum*).

Igualmente se ha observado que el porcentaje de periquecios con algún arqueogonio fecundado es mayor en las especies monoicas (> 90%) que en las dioicas. Y en éstas, el porcentaje disminuye conforme aumenta la distancia entre las poblaciones de pies masculinos y femeninos (*G. laevigata*: 50-70%; *P. formosum*: < 5%).

Las primeras fases del desarrollo del esporófito tienen lugar aisladas del medio exterior por dos cubiertas protectoras: las paredes del arqueogonio, y las hojas periqueciales. Ello permite que crezca durante una época adversa como es el verano. Hemos comprobado que durante los meses de agosto y septiembre, y a pesar de la sequía, el desarrollo del embrión continúa, aunque a un ritmo lento. Este periodo puede verse prolongado hacia la primavera o el otoño, según las especies.

La meiosis se produce en el momento del engrosamiento de la urna, cuando ésta aún conserva el color verde. Tiene lugar desde mediados del invierno al final de la primavera. Es una época climatológicamente propicia para la actividad celular que se desarrolla en esta fase.

El tiempo transcurrido desde la fecundación hasta la maduración del esporófito oscila alrededor de los 12 meses. La liberación de la masa esporógena es generalmente simultánea para toda la población. Sin embargo, en *G. laevigata* las primeras urnas se abren en abril, y las últimas conservan las esporas hasta septiembre.

En la dispersión de las esporas hemos distinguido dos fases: una primera muy corta en la que son expulsadas la mayor parte de la masa esporógena, y otra más prolongada, en la que una pequeña cantidad que quedó dentro de la urna se va liberando poco a poco.



FIGURA 3: Arquegonios juveniles e imaduros de *Hedwigia ciliata*



FIGURA 4: Inflorescencia femenina de *Barramia pomiformis*, con un arqueonio fecundado

Comparando nuestras observaciones con los ciclos de otras especies estudiadas en Europa (Tabla 1), se comprueban que existen unas pautas generales de comportamiento:

- El desarrollo de los gametangios es en otoño-invierno.
- La fecundación tiene lugar en la **primavera-verano**.
- Existe un período de lento crecimiento del **esporófito** durante el verano (excepto en *Funaria calcarea* var. *mediterranea*, cuyo ciclo sólo dura 9 meses).
- Pasado el verano tiene lugar la meiosis, ya sea en otoño, **invierno** o primavera.
- De 3 a 5 meses después (tiempo de maduración de las esporas) comienza la dispersión (en primavera-verano).

El verano es una época poco propicia tanto para la meiosis como para la **aparición** de los gametangios. Consecuentemente, tampoco es frecuente que durante el otoño tengan lugar ni la fecundación ni la liberación de las esporas (al ser fenómenos ligados a los anteriores).

En el área mediterránea es **fácil** ligar este hecho a unos veranos secos y caluro-

sos, poco propicios para que tengan lugar determinados procesos delicados. Son algo más difícil de interpretar los datos de Inglaterra, aunque hemos de tener en cuenta que el número de especies allí estudiadas es por ahora pequeño.

BIBLIOGRAFIA

- CASAS, C. (1959). Aportaciones a la flora bryológica de Cataluña. Catálogo de las hepáticas y musgos del Montseny. *A. I. Bot. A. J. Cavanilles*. Madrid 17(1): 21-174.
- CLARKE, C.G.S. & GREENE, S.W. (1970). Reproductive performance of two species of *Pohlia* at widely separated station. *Trans. Brit. Bryol. Soc.* 6: 114-128.
- FORMAN, Richard T.T. (1965). A system for studying moss phenology. *Bryologist* 68: 289-300.
- GREENE, S.W. (1960). The maturation cycle, or the stages of development of Gametangia and Capsules in Mosses. *Trans. Brit. Bryol. Soc.* 3: 736-745.
- LONGTON, R.E. & GREENE, S.W. (1969). The growth and reproductive cycle of *Pleurozium schereberii*. *Ann. Bot.* 33: 83-105, London.
- LONGTON, R.E. (1979). Studies on Growth, reproduction and population Ecology in Relation to Microclimate in the Bipolar Moss *Polytrichum alpestre*. *The Bryologist* 82 (3): 325-367.
- RAFFAELLI, M. & GIANNERINI, P. (1978). Gametangial and sporophyte development in some moss species. *Webbia* 32: 355-368.
- ZHER, D.R. (1979). Phenology of Selected Bryophytes in Southern Illinois. *The Bryologist* 82(1): 29-36.