Por Javier Martínez Abaigar
y Encarnación Núñez Olivera

Los briófitos: plantas diminutas al borde del masoquismo

Javier Martínez Abaigar

(Fig. 4) Musgo del género *Bryum*, con una parte verde basal de la que surgen las pequeñas cápsulas donde se producen las esporas.

El musgo, los musgos y los Briófitos

Toda la gente sabe reconocer el musgo, ese tapiz verde que se recolecta para decorar los nacimientos navideños. Pero pocas personas se habrán detenido a pensar que en realidad no hay un solo musgo, sino muchos: 300 especies en La Rioja, 1.000 en España y 15.000 en todo el mundo. Y todavía menos personas conocerán que los musgos son una línea evolutiva de un grupo de plantas llamado Briófitos, que engloba también a otros dos tipos de vegetales prácticamente desconocidos para el gran público: las hepáticas y los antocerotas. En conjunto, los Briófitos reúnen a 24.000 especies en el planeta, 1.300 en España y 400 en La Rioja, números muy destacados en términos comparativos, ya que las plantas con semilla suponen alrededor de 250.000 especies en todo el mundo, 10.000 en España y 2.000 en La Rioja. Además, recientemente se han encontrado fósiles que remontan el origen de los Briófitos al periodo Ordovícico, hace 475 millones de años, por lo que son más antiguos que las plantas con semilla.

¿Por qué, a pesar de esta envidiable carta de presentación, los Briófitos son tan desconocidos?. Fundamentalmente por su pequeño tamaño y porque para distinguir las especies es indispensable utilizar el microscopio. Pero su belleza serena resulta tremendamente evocadora. Al contemplar las rocas, los troncos, los arroyos cubiertos de musgo, parece como si el tiempo se detuviese, y esta imagen de paz y quietud ha sido trasladada al arte por poetas y compositores: Keats, Coleridge, Baudelaire, Rimbaud, Wagner, Smetana... Una rica tradición principalmente romántica, aunque el musgo aparece ya citado en "La Celestina", publicada en 1502: "piedra movediza nunca moho la cobija" (la palabra "moho" debe entenderse como "musgo", significado que tuvo hasta el siglo XVIII). Y todavía nos podríamos remontar más atrás, al Japón imperial del siglo VII, para encontrar referencias al musgo en poemas anónimos: "Eternas montañas verdes / y a su pie el musgo eterno e inmutable, / verde claro bajo la lluvia de primavera".

Cómo son y dónde viven los Briófitos

La parte más llamativa de los Briófitos es de color verde gracias a la clorofila, y se encarga de cumplir las funciones

vegetativas de la planta. Esta parte verde puede tener forma de cinta o pequeña lámina en los antocerotas y algunas hepáticas (Figura 1), mientras que otras hepáticas y todos los musgos poseen tallitos provistos de diminutas hojas. Las hojas de las hepáticas están dispuestas en un solo plano y nunca tienen nervio, mientras que las hojas de los musgos se disponen en espiral sobre el tallito y frecuentemente tienen nervio (Figura 2). En todo caso, las hojas sólo poseen una capa de células (Figura 3). Además de la parte verde vegetativa, los Briófitos producen unas capsulitas donde se desarrollan las esporas (Figura 4), que regeneran nuevamente la parte verde.

Los Briófitos toleran el frío y el calor extremos y pueden "resucitar" despúes de haber estado completamente secos durante años

Javier Martínez Abaigar

(Fig. 1) Briófitos propios de tobas, un tipo de rocas calizas muy porosas, en el arroyo de Peñueco en Viguera. A la izquierda, la hepática *Pellia endiviifolia*, cuya parte verde tiene forma de cinta o pequeña lámina. A la derecha, el musgo *Didymodon tophaceus*, con los ápices de las hojitas convertidos ya en mineral calizo.

Los Briófitos están presentes en la mayor parte de los ecosistemas terrestres y de agua dulce, pero no en el mar. A pesar de su amplia distribución, rara vez son dominantes debido a dos importantes limitaciones: pequeño tamaño (rara vez superan los 10 cm, y algunos son microscópicos) e incapacidad para evitar la pérdida de agua. En contrapartida, toleran sin problemas muchas adversidades ambientales: el frío (soportan la congelación en nitrógeno líquido a –196°C), el calor (sus tejidos pueden alcanzar 70°C de temperatura sin sufrir daño), la escasez y el exceso de luz, la carencia de nutrientes minerales, etc. Pero sobre todo, poseen una característica casi única entre las plantas: pueden sobrevivir incluso años en estado deshidratado, y al volver a humedecerse recuperan sus funciones vitales en tan solo unos minutos, algo parecido a la resurrección vegetal.

Las peculiares características de los Briófitos les permiten colonizar ambientes casi prohibidos para otros organismos: rocas desnudas, suelos de bosque donde apenas llega luz, profundidades de lagos (hasta 150 m), costras de suelos semidesérticos, cursos altos de ríos o cortezas de árboles. Se podría deducir que los Briófitos son en realidad plantas masoquistas que viven en el límite de lo soportable. Sin embargo, es en estos ambientes tan hostiles para el crecimiento vegetal donde sacan partido de su sencillez estructural y de su economía en el crecimiento. Bajo condiciones ambientales más favorables, los Briófitos son fácilmente desplazados por otros organismos que crecen más deprisa.

Los bosques húmedos tropicales son uno de los paraísos ecológicos para estas plantas, pero también podemos encontrar gran diversidad y abundancia de Briófitos en ciertos ambientes de latitudes templadas, como las turberas (humedales de carácter ácido) o las rocas, los suelos y los troncos de nuestros bosques (Figuras 5 y 6). Otro mundo pleno de Briófitos son los suelos desnudos, donde las lluvias primaverales hacen surgir de repente diminutas plantitas verdes que crecen rápidamente y mueren en unas pocas semanas al secarse el suelo, tras haber dejado asegurada la descendencia para la siguiente época lluviosa. También resultan muy curiosos los Briófitos de tobas, formaciones calcáreas rezumantes donde las plantas se convierten en piedra al irse depositando sobre ellas el carbonato cálcico contenido en el agua (Figu-ra 1).

Javier Martínez Abaigar

(Fig. 2) Hoja del musgo *Eurhynchium hians* vista al microscopio, con un largo nervio central y pequeños dientes en los márgenes.

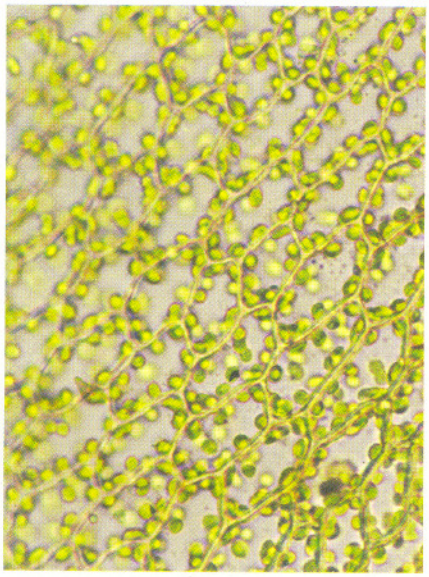
Utilidad para el hombre

En la Naturaleza, los Briófitos cumplen funciones ecológicas muy importantes: se encuentran en la base de las cadenas alimentarias allá donde viven; actúan como sumideros de CO_2; son los componentes principales de las turberas; almacenan gran cantidad de agua en los bosques; absorben nutrientes minerales del agua de lluvia evitando que se pierdan; frenan la erosión de suelos y rocas (además, son de las primeras plantas en crecer sobre los suelos tras un incendio); favorecen la germinación de semillas al humedecerlas sin ahogarlas en el interior del fieltro que forman sus tallitos entretejidos; sirven de alimento o refugio a numerosas especies animales, y otras muchas los utilizan para construir sus nidos o madrigueras.

Los usos que tienen los Briófitos para el hombre son limitados en comparación con otras plantas. Ninguna especie se cultiva, pero sí se extrae directamente turba de las turberas. La turba está formada por partes muertas de ciertos musgos llamados esfagnos, y puede utilizarse como sustrato para el crecimiento de plantas y como combustible (por ejemplo, en el secado de la malta usada en la elaboración del whisky escocés).

Los Briófitos no se utilizan en alimentación humana, por su textura fibrosa, escasa digestibilidad, pequeño valor calórico y sabor poco apetecible. No obstante, acompañan al hombre desde hace miles de años como material de construcción para rellenar huecos entre maderas o piedras (por su poder aislante), elementos decorativos, productos de higiene, en la fabricación de colchones y almohadas, etc.

A partir de 1970, se ha extendido el uso de Briófitos como bioindicadores de contaminación, especialmente por metales pesados, ya que son capaces de acumularlos específicamente por la peculiar composición de sus paredes celulares. También pueden acumular oro y plata, por lo que se les ha utilizado como detectores de minas de estos metales preciosos. Su uso en la bioindicación del aumento de radiación ultravioleta-B en la biosfera como consecuencia de la degradación de la capa de ozono es nuestro actual tema de investigación (Figura 7), y en este aspecto la hepática acuática *Jungermannia cordifolia* está produciendo resultados muy prometedores, ya que sintetiza ciertos flavonoides protectores en un proceso similar a la síntesis de melanina en la piel humana.



Javier Martínez Abaigar

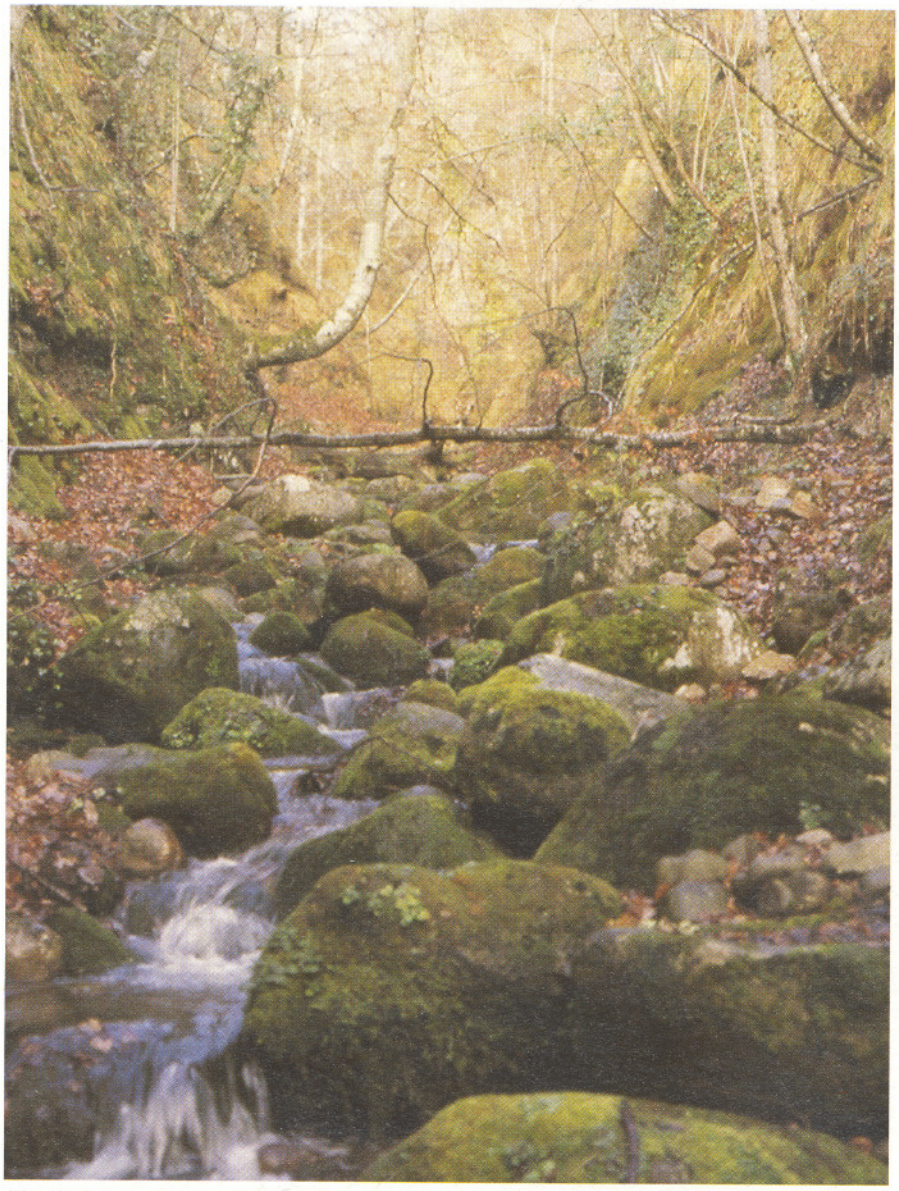
(Fig. 3) Células del musgo *Bryum pseudotriquetrum* en cuyo interior se observan los cloroplastos, orgánulos encargados de la fotosíntesis.

Los Briófitos más conocidos son los musgos, de los que existen 300 especies en La Rioja, 1.000 en España y 15.000 en el mundo

Los usos de los Briófitos en horticultura incluyen semilleros, sustratos para el cultivo de plantas ornamentales, confección de postes y tutores para plantas trepadoras, tapiz verde para cubrir la superficie de macetas y bonsáis, etc. La recolección con estos fines resulta un grave problema en los bosques de Oregon (Estados Unidos), donde se extraen anualmente 750.000 kg, de los cuales las dos terceras partes son ilegales.

En Japón es muy popular y tradicional la utilización de musgos en jardinería, tanto en jardines convencionales como en miniatura. En este último arte floral, se preparan pequeñas bandejas con Briófitos de distintos tamaños, formas de crecimiento y tonalidades de verde: unas especies semejan el césped, otras son como pequeños arbolitos, etc. También se pueden combinar bonsáis, piedras, arena, líquenes, flores secas, figuras animales y todo lo que pueda imaginarse.

En medicina, 40 especies de Briófitos se utilizan en China como remedios



Javier Martínez Abaigar

(Fig. 5) Diversos musgos y hepáticas colonizan la dura superficie de las rocas, donde no pueden penetrar las raíces de las plantas superiores (arroyo de Solbes, cerca de Panzares).

tradicionales, y durante la I Guerra Mundial se usaron esfagnos en lugar de algodón para el tratamiento de heridas. En la actualidad, se está experimentando con extractos de diversas especies como agentes antitumorales y antibióticos, ya que muchas sustancias producidas por los Briófitos tienen efectos biológicos. Algunas pueden ser nocivas para el ser humano, y se han descrito alergias y dermatitis provocadas por distintas especies, como las hepáticas del género Frullania que crecen sobre los olivos. Otros usos medicinales antiguos se basan en la doctrina del signo y carecen de respaldo científico; por ejemplo, el musgo *Fontinalis antipyretica* se usaba como febrífugo por el mero hecho de habitar en aguas frías.

Los extractos de musgo sirven para elaborar la base aromática de algunos perfumes (las "notas de musgo"). En realidad, los musgos suelen oler a humus, a tierra, a suelo de bosque. El término "notas de musgo" se utiliza también en la cata de vinos.

Como curiosidad, una leyenda cuenta que los cristianos de Béjar (Salamanca) se disfrazaron con musgo para reconquistar la ciudad que estaba en poder de los moros, y para conmemorar este hecho unos curiosos personajes llamados Hombres de Musgo desfilan cada año en la procesión del Corpus Christi (Figura 8).

Los Briófitos de La Rioja y su conservación

Las cinco primeras citas de Briófitos riojanos se remontan a 1802. Después de esto, hubo que esperar casi 100 años para el siguiente impulso, considerablemente más productivo, realizado por el Dr. Ildefonso Zubía. Su "Flora de La Rioja", elaborada en el último tercio del siglo XIX y publicada póstumamente en 1921, recoge citas de más de 100 especies. En los últimos 30 años, diversos investigadores han aportado nuevas citas hasta alcanzarse en la actualidad los 300 musgos, 100 hepáticas y 2 antocerotas, que representan aproximadamente una tercera parte de las especies conocidas en España, lo que resulta muy destacable dado que la superficie de La Rioja apenas supone una centésima parte de la española. La variedad geográfica y ecológica de nuestra región es la causante de esta notable biodiversidad.

Javier Martínez Abaigar

(Fig. 7) El musgo *Fontinalis antipyretica* expuesto a la radiación ultravioleta-B muestra un color verde pardusco (izquierda) frente al verde claro del musgo no expuesto (derecha). La radiación ultravioleta-B está aumentando peligrosamente como consecuencia de la degradación de la capa de ozono, y los Briófitos pueden servir como bioindicadores de este proceso.

Entre los 400 Briófitos riojanos no existe ninguna especie endémica, pero sí muchas sumamente interesantes. La mayoría de éstas han sido recolectadas en las Sierras de la Demanda, Urbión, Cebollera y Cameros, las zonas más tradicionalmente exploradas. En consecuencia, la importancia de estas especies radica en que la cita riojana representa la conexión biogeográfica de las grandes cadenas montañosas del norte de España con las del centro y sur. Algunas de estas especies son las siguientes:

- *Pohlia obtusifolia*, un pequeño musgo de rocas silíceas que sólo se conoce de los Pirineos, Picos de Urbión y Sierra Nevada.
- *Schistidium agassizii*, un musgo que crece sobre areniscas en arroyos y que sólo se ha citado tres veces en España (Pirineos, Sierra de Cameros y Sistema Central).
- *Radula aquilegia*, una rarísima hepática acuática conocida solo de los Pirineos, los Picos de Europa y Sierra Cebollera.
- *Zygodon forsteri*, un diminuto musgo que solo crece en las horquillas que forman las gruesas ramas de hayas y robles, donde se acumula humus. En La Rioja se encontró en un haya de la Sierra de Cameros.
- *Saelania glaucescens*, otro pequeño musgo de un inconfundible color azulado, que crece sobre suelos calizos. En España es muy raro y sólo se ha citado en los Pirineos y la Sierra de Cameros.

Otras especies interesantes que aparecen en La Rioja son características de zonas

Javier Martínez Abaigar

(Fig. 6) *Hylocomium splendens*, un musgo muy frecuente y abundante en los suelos de nuestros bosques, fácilmente reconocible por sus tallos rojos.

mucho más secas con clara influencia mediterránea, como *Weissia condensa* var. *armata*, un pequeño musgo encontrado por el Dr. Zubía en los alrededores de Logroño. En España no existe ninguna cita de este musgo al norte de La Rioja, y la más cercana hacia el sur se encuentra en Albacete. Este hecho significa que las zonas mediterráneas riojanas pueden guardar todavía importantes tesoros briológicos, y sería conveniente explorar estos territorios más detenidamente.

En los últimos años, los Briófitos se han incorporado en muchos países, incluida España, a los inventarios de conservación de especies. En 1992 aparecen por primera vez en las directivas de la Unión Europea y en 1994 se publica el primer "Libro Rojo de los Briófitos de la Península Ibérica". En éste se incluyen 400 especies, de las cuales 20 están presentes en La Rioja. En algunos países europeos y ciertas regiones españolas se han introducido ya medidas legislativas de protección, como la regulación de su recolección, la creación de microrreservas, la adecuación de procedimientos agrícolas o su inclusión en los procesos de evaluación de impactos ambientales.

Debemos evitar la recolección abusiva de musgo en Navidad, una actividad que pone en riesgo nuestro patrimonio natural

Las principales amenazas que sufren los Briófitos son consecuencia de las actividades humanas, que frecuentemente ocasionan la destrucción o alteración de sus hábitats típicos por contaminación, urbanización de espacios, construcción de infraestructuras, erosión, modificación de cursos de agua, deforestación, incendios, introducción de especies forestales exóticas, extracción de agua, drenaje de zonas húmedas, presión turística en áreas tradicionalmente libres de ella, apertura de pistas forestales en el monte, uso de herbicidas, etc. En el caso de La Rioja, resulta destacable el ejemplo de *Fontinalis hypnoides*, un musgo acuático que debía crecer profusamente en ríos, arroyos y acequias de todo el valle riojano a finales del siglo XIX, de acuerdo con las numerosas recolecciones del Dr. Zubía. Desde entonces, los cauces de agua han sido intensamente intervenidos y contaminados por el hombre, con lo cual dicha especie no se ha vuelto a encontrar en La Rioja. Otras especies no se han extinguido todavía, pero han reducido drásticamente su área de distribución. Por ejemplo, dentro de la ciudad de Logroño es difícil encontrar Briófitos, ya que la mayor parte de las especies resultan muy sensibles a la contaminación atmosférica. Y muchas especies de suelos mediterráneos se han visto relegadas a áreas marginales porque sus hábitats típicos, antes inmensos, están ocupados ahora por carreteras, autopistas, calles o viviendas. Capítulo aparte merece en España y otros países la amenaza global que supone para los Briófitos la recolección abusiva que se hace en la época navideña para adornar los nacimientos. Aunque generalmente se trata de especies comunes y abundantes, se retiran de la Naturaleza muchos kilos de musgo que tardarán décadas en ser repuestos. Gran cantidad de estos musgos acaban en la basura pasadas las fiestas, otro mayúsculo error puesto que los musgos conservan su color verde durante años y se pueden reciclar sin problema. Pensemos, por otra parte, que los caminos y montañas de Belén no estaban tapizados por esas espectaculares alfombras de grandes musgos. Todo lo contrario: tan solo diminutas especies prácticamente invisibles a nuestros ojos, típicas de las zonas semidesérticas de Oriente Próximo, salpicaban ralamente los arenales y las rocas. ¿Por qué no confeccionar nacimientos alternativos utilizando materiales que no pongan en riesgo a nuestros Briófitos? Seguro que con piedras, arena, serrín, tronquitos secos y materiales reciclables se recrearía mucho más fielmente el paisaje de Belén. Desde aquí lanzamos la idea de proteger a nuestros Briófitos a través tanto de campañas educativas como de medidas legislativas, de una manera similar a la realizada con el acebo allá por 1984. ■

Eloy Díaz Redondo y Ángel Elices

(Fig. 8) Dos Hombres de Musgo dispuestos para desfilar en la procesión del Corpus Christi de Béjar (Salamanca).

***Nota:** Este artículo es un resultado del Proyecto REN2002-03438/CLI, financiado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) dentro del Plan Nacional de I+D. El texto se encuentra también disponible en nuestra página web www.larioja.org/ma. Se puede obtener más información sobre Briófitos en la web de la Sociedad Española de Briología (http://www.uam.es/informacion/asociaciones/SEB/).

LOS AUTORES

Javier Martínez Abaigar y Encarnación Núñez Olivera son biólogos y profesores titulares de Botánica y Fisiología Vegetal en la Universidad de La Rioja. Investigan desde hace veinte años sobre ecología y ecofisiología de plantas, en especial de Briófitos, y han publicado decenas de artículos sobre estos temas en revistas nacionales e internacionales, así como varios libros.