

Els briòfits:

una mirada als petits desconeguts de la nostra flora

TEXT I FOTOGRAFIA: Miquel Jover

Els briòfits són el segon grup de plantes terrestres quant al seu nombre d'espècies. Malgrat aquesta diversificació i ocupar gairebé tots els ecosistemes terrestres, són unes plantes que popularment han passat força desapercebudes, i el seu coneixement no va més enllà d'uns pocs tòpics, molt sovint incorrectes. En aquest article, mirem de desmentir alguns d'aquests tòpics, i donar una visió general de la diversitat que trobem a Catalunya, de les seves funcions ecològiques o de la seva utilitat per a nosaltres.

Malgrat que els briòfits són plantes, tenen un cos vegetatiu amb uns caràcters més primitius que les plantes vasculares, s'han adaptat a viure en una àmplia varietat d'hàbitats, des dels boscos humits pirinencs fins als prats mediterranis. Les seves funcions ecològiques també són força àmplies, des de la protecció del sòl contra l'erosió, fins a ser aliment o material de construcció per als nius de molts ocells. D'altra banda, també els podem utilitzar com a bioindicadors. Fins i tot, algunes espècies són objecte d'estudi per tal de produir substàncies d'interès farmacològic.

De ben segur que passejant per diferents espais naturals, molts de nosaltres haurem vist roques, talussos o arbres coberts de molses. També ens n'haurem adonat que gairebé sempre són plantes petites que no s'aixequen gaires centímetres del sòl. I potser els més observadors hauran vist que n'hi ha de diverses formes i mides, i que aquestes són diferents en funció de l'hàbitat. Ara bé, ens hem preguntat mai quantes espècies diferents de molses hi ha, si compleixen alguna funció ecològica o si ens poden ser d'alguna utilitat?

Des d'un punt de vista botànic, les molses s'inclouen en un grup més ampli conegut com a briòfits, amb més de 20.000 espècies a tot el món i que integren, a més de les molses, les hepàtiques i les antocerotes. Aquests tres grups es diferencien entre ells pels seus caràcters morfològics i reproductius. Les antocerotes i algunes hepàtiques tenen un cos vegetatiu amb una forma laminar, que recorda als líquens. En canvi, altres hepàtiques i les molses tenen una forma molt diferent, en la que podem diferenciar una mena de petites fulletes, anomenades fil·lids. Segons els coneixements actuals es conside-



Figura 1. Els tres grans grups de briòfits. A l'esquerra, la molsa *Hypnum cupressiforme*, molt comuna en boscos i matollars de bona part del país; al centre, l'hepàtica *Radula complanata*, freqüent sobre arbres i roques; a la dreta, l'antocerota *Anthoceros punctatus*, present en alguns punts del Montseny, el massís de les Gavarres i l'Alt Empordà.

ra que els briòfits no són un grup natural, sinó parafiletic, tot i que cadascun dels tres grups si que és monofilètic [1,2]. Malgrat això, per raons pràctiques se segueixen tractant els briòfits com un sol grup.

Els briòfits ja estaven presents fa aproximadament 475 milions d'anys, durant el període Ordovicià [3]. Per tant, són més antics que la resta de plantes terrestres. Ara bé, malgrat aquest avantatge temporal, els briòfits rara vegada dominen el paisatge, ja que les plantes vasculares es troben millor

adaptades a la vida terrestre. Una de les principals diferències amb aquestes últimes és el fet que la part més visible i persistent dels briòfits correspon al gametòfit, mentre que en els vegetals amb vasos conductors aquesta generació és esporòfítica.

Una estructura més simple que la de les plantes vasculares. La seva organització és relativament simple i amb caràcters encara poc evolucionats, doncs no tenen fulles, tiges o arrels veritables. Les

MONOFILÈTIC I PARAFILÈTIC

Per tal de classificar als éssers vius de manera que responguin als criteris de similitud forjats per l'evolució, els científics construeixen uns esquemes anomenats arbres filogenètics. Aquests arbres mostren les relacions evolutives entre diverses espècies agrupant-les d'acord amb els avantpassats comuns que comparteixen. Així, a un grup que acumula un conjunt d'espècies amb un mateix avantpassat evolutiu comú, se l'anomena monofilètic. No obstant, hi ha grups en què igualment totes les seves espècies tenen un avantpassat comú, però alguns descendents d'aquest ancestre ja no formen part del grup en qüestió. És el que es coneix com a grup parafiletic. Els briòfits serien un clar exemple d'aquest segon cas, ja que tots ells provenen d'un sol avantpassat, però també les plantes vasculares (no incloses dins dels briòfits) descendeixen d'aquest ancestre comú.





Figura 2. Càpsules de *Tortula subulata* en un talús del massís de les Gavarres. Dins les càpsules es produeixen les espores per meïosi.



Figura 3. L'hepàtica tal·losa *Lunularia cruciata* amb conceptacles en forma de mitja lluna. Dins dels conceptacles s'hi observen les gemmes de reproducció vegetativa.

estructures anàlogues s'anomenen fil·lidis, caulidis i rizoides. Els fil·lidis són els encarregats de fer la fotosíntesi i captar l'aigua i els nutrients per difusió a través de la paret cel·lular; tenen només una o dues capes de cèl·lules (rarament més) i estan mancats d'epidermis, estomes o vasos conductors. Els caulidis fan la funció de sostenir els fil·lidis i les estructures de reproducció sexual, i la seva estructura és molt més simple que una tija veritable, doncs no hi trobem ni escorça, ni creixement secundari, ni xilema o floema. Ara bé, malgrat que tradicionalment s'han classificat els briòfits com a "no vasculars", el cert és que molts gèneres tenen cèl·lules amb una certa capacitat conductora, si bé una diferència bàsica amb les plantes pròpiament vasculars és la manca de lignina, esclerènquima o traqueïdes[4]. Pel que fa als rizoides, la seva funció és la de fixar la

planta al substrat, però són estructures filamentoses, sense cap funció d'absorbir aigua o nutrients. Una diferència entre els tres grans grups de briòfits és el fet que en les molles els rizoides són pluricel·lulars, mentre que en les hepàtiques i antocerotes són unicel·lulars [5].

Els briòfits tampoc tenen flors i no fan ni fruits ni llavors. En comptes d'això, compten amb unes estructures anomenades càpsules o esporòfits que és on es produeixen les espores encarregades de la reproducció sexual, les quals seran dispersades pel vent. En arribar a un lloc favorable, i amb temps humit, germinaran i donaran lloc a un nou gametòfit. Com a curiositat, en les molles del gènere *Splachnum* la dispersió es fa per mosques o altres insectes copròfags, ja que són espècies que s'han especialitzat a viure sobre excrements. En altres

GAMETÒFIT I ESPORÒFIT

El cicle de vida de les plantes terrestres passa per dues fases clarament diferenciades (es coneix amb el nom d'alternança de generacions):

+ Fase haploide (o generació gametofítica): representada per un cos vegetal anomenat gametòfit que es caracteritza per disposar d'una còpia simple dels cromosomes en les seves cèl·lules. El gametòfit és capaç de generar les cèl·lules sexuals (gàmets) que permeten la reproducció sexual del vegetal. El gàmeta masculí fecunda el femení, donant lloc a la fase diploide.

+ Fase diploide (o generació esporofítica): representada per un cos vegetal anomenat esporòfit que disposa d'una dotació cromosòmica doble a les seves cèl·lules. L'esporòfit genera espores i aquestes permeten la reproducció sexual de l'espècie. Aquestes espores, en les condicions d'humiditat i temperatura adient, generen un nou gametòfit, tancant així el cicle biològic.

De les plantes amb llavors (gimnospermes i angiospermes) la part més visible per a nosaltres és l'esporòfit, que correspondria a la totalitat de la planta que percebem visualment. Mentre que els gametòfits masculí i el femení, en aquestes plantes, romanen pràcticament ocults.

Els briòfits, en canvi, encara presenten les dues fases perceptibles a simple vista. En ells la part més visible és el gametòfit. Sobre d'ell, com a resultat de la fecundació dels gàmets, creixerà l'esporòfit que sol tenir la forma d'una càpsula a la part més alta d'un "fil" erecte vegetal (anomenat seta). En aquesta càpsula s'hi generen les espores per meïosi, que seran disseminades i possibilitaran la dispersió de l'espècie.

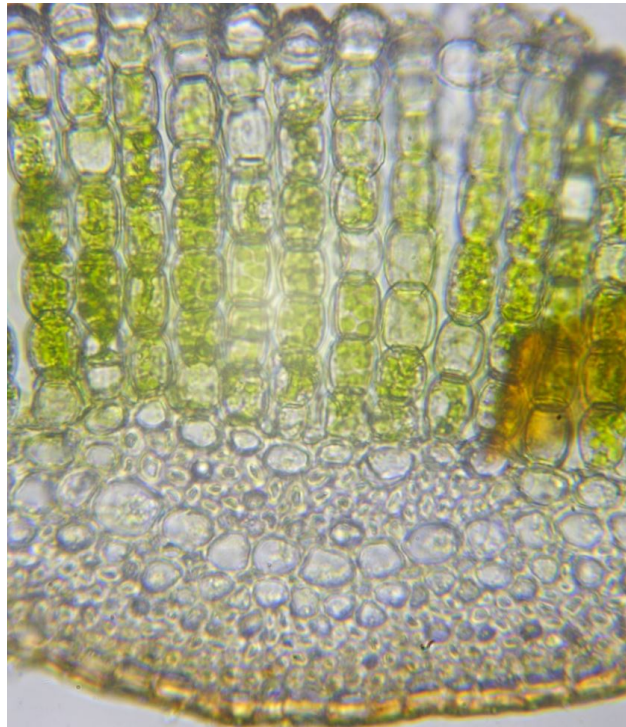


Figura 4. Secció transversal d'un fil·lidi de *Pogonatum urginerum*, una molsa comuna als Pirineus i que arriba fins al Montseny. A la part inferior, les cèl·lules del nervi, del qual surten lamel·les amb cèl·lules clorofil·liques, i per tant verdes.

espècies, com les hepàtiques del gènere *Riccia*, les càpsules es troben dins del tal·lus i mai arriben a obrir-se, i per tant romanen al sòl fins la propera estació de pluges. A més, molts briòfits tenen estructures de reproducció vegetativa com gemmes o bulbils, que tant poden aparèixer, depenent de l'espècie, sobre els fil·lidis, els caulidis, els rizoides o fins i tot en estructures especials anomenades conceptacles.

Però és precisament aquesta simplicitat la que permet als briòfits créixer en condicions en què les plantes vasculares no ho poden fer. El fet de no tenir arrels i absorbir l'aigua i nutrients directament pels fil·lidis, i per tant no necessitar cap mena de sòl, els permet créixer directament sobre l'escorça dels arbres o la roca nua; aquesta habilitat la podem veure en murs de pedra seca o a les pedres dels torrents de muntanya. També la capacitat de dessecar-se i tornar-se a hidratar en qüestió de pocs minuts els confereix un avantatge en ambients on la humitat és molt fluctuant i breu, com les roques assolellades o les parets de pedra seca. A més, per la seva mida poden colonitzar petits ambients amb unes condicions molt específiques, com petits talussos dins del bosc o les petites acumulacions de terra en els murs de pedra.

Estratègies per sobreviure en un medi sovint hostil. La seva poca resistència a la dessecació fa que els briòfits hagin hagut de desenvolupar tot un seguit d'estratègies per viure al medi terrestre. A l'extrem dels fil·lidis d'algunes molses hi ha pèls hialins (és a dir, sense clorofil·la, que recullen l'aigua de les boires i de la rosada i per capil·laritat la re-

UNA PINZELLADA DE MORFOLOGIA I ANATOMIA VEGETAL

Epidermis: teixit extern que envolta el cos de les plantes i que té com a finalitat aïllar el vegetal de l'exterior per tal d'evitar la pèrdua d'aigua. L'aïllament no impedeix l'intercanvi de gasos doncs està proveït d'estomes.

Estomes: estructura que es troba a l'epidermis de les plantes que es pot obrir i tancar permetent l'intercanvi de gasos (entre interior i exterior vegetal) i la transpiració de les parts verdes de la planta.

Vasos conductors: són conductes, formats per cèl·lules especialitzades, que possibiliten la circulació de la saba per tota la planta. Els briòfits, concretament, es distingeixen de les plantes vasculares per no disposar de vasos conductors.

Lignina: substància que forma part de la paret cel·lular de moltes cèl·lules vegetals conferint-los duresa, resistència i impermeabilització. Al procés d'enduriment de les cèl·lules vegetals per acumulació de lignina es coneix amb el nom de lignificació.

Esclerènquima: és un dels teixits vegetals de sosteniment. Presenta elasticitat ja que conté complexos de cèl·lules, de paret normalment lignificada, que atorguen a la planta resistència a estiraments, pesos i pressions.

Traqueides: són cèl·lules allargades, de parets no massa gruixudes però lignificades. A la maduresa, el seu contingut citoplasmàtic mor deixant la zona interior cel·lular apta per a la conducció. Aquest tipus de cèl·lules compleixen funcions de conducció i sosteniment.

Gemmes: propàguls formats per una o diverses cèl·lules, que depenent de l'espècie apareixen en ubicacions diverses: en molses, sobre els rizoides (p.ex., *Bryum* sp.), sobre els fil·lidis (p.ex., *Orthotrichum* sp.), o bé sobre el tal·lus o els fil·lidis d'algunes hepàtiques (p.ex., *Lunularia cruciata*, *Scapania* sp.).

Bulbils: propàguls amb aspecte de petits bulbils que es formen a l'axil·la dels fil·lidis i a partir dels quals es pot desenvolupar un altra molsa. Juntament amb les gemmes constitueixen un dels tipus de multiplicació vegetativa en els briòfits.

Conceptacle: estructura en forma de copa o de mitja lluna que apareix sobre el cos vegetatiu d'alguns gèneres d'hepàtiques (*Lunularia* i *Marchantia*), dins del qual s'hi formen les gemmes.

Lamel·la: òrgan en forma de làmina petita i prima.

conduïxen cap al fil·lidi, on és absorbida. A més, quan la molsa es deshidrata aquests pèls formen una capa que ajuda a reflectir l'excés d'insolació, protegint així les cèl·lules vives de la radiació UV. De vegades, hi ha lamel·les o filaments a la cara superior dels fil·lids, que ajuden a una conducció i absorció de l'aigua encara més eficient.

Per tal de reduir la pèrdua d'aigua moltes espècies tenen engruïments de la paret cel·lular anomenats papil·les. És significatiu que moltes espècies d'hàbitats estacionalment àrids tenen cèl·lules amb papil·les, mentre que en ambients forestals o més humits aquesta adaptació és força menys freqüent. Els fil·lids de moltes espècies també acostumen a cargolar-se a mesura que es van dessecant, reduint així la pèrdua d'aigua. Moltes altres espècies, en comptes de resistir l'aridesa, han optat per evitar-la, desenvolupant el seu cicle vital durant els mesos en què hi ha humitat al sòl, i passant l'estiu en forma d'espòra: són espècies anuals i de mida molt petita, freqüents en prats mediterranis i basses temporànies. El nom d'un dels gèneres que han optat per aquesta estratègia, *Ephemerum sp.*, ja ens indica aquest caràcter efímer.

Des de les torberes del Pirineu fins als erms de la plana de Lleida. Els briòfits es poden trobar a la majoria d'hàbitats terrestres i també d'aigua dolça, si bé cap espècie viu al mar. Malgrat que un dels tòpics més repetits sobre els briòfits és que només poden créixer en llocs humits, el cert és que es poden trobar en un amplíssim espectre d'ecosistemes, des dels deserts fins a les selves tropicals o els boscos boreals [6,7,8]. A Catalunya en tenim una diver-

sitat notable, fruit de la varietat en les condicions climàtiques i edàfiques al llarg del país; s'hi fan més de 860 tàxons entre espècies, subespècies i varietats. El grup majoritari és el de les molses, amb més de 660 tàxons, seguit de les hepàtiques amb gairebé 200. Les antocerotes serien el grup amb una menor riquesa, amb tan sols 4 tàxons. Moltes espècies es fan en hàbitats humits com avetoses, fagedes, fonts o torberes, però moltes altres són pròpies d'ambients secs, o millor dit, estacionalment secs, com per exemple els llistonars (prats dominats per llistó, *Brachypodium retusum*) i erms de teròfits de les planes del Segrià, les Garrigues o la Noguera, o les basses temporànies del cap de Creus i el massís de l'Albera.

Precisament, un ambient molt interessant per als briòfits són els prats mediterranis, una categoria que en realitat engloba hàbitats molt diversos, des dels llistonars calcícoles de la serra de Montsià fins als pradells de teròfits silicícoles del cap de Creus. En aquests ambients el sòl esdevé extremadament àrid a l'estiu, limitant el desenvolupament de moltes plantes vasculares. En canvi, durant l'hivern i la primavera aquests pradells són un hàbitat d'interès per a moltes espècies de briòfits de petita mida i poc comunes a Catalunya, juntament amb molts teròfits i geòfits [9]. Un altre ambient molt interessant són els boscos vells, amb fusta morta abundant i una bona capacitat de retenir aigua. Aquesta capacitat fa que sigui un substrat apte per a comunitats formades per espècies de molses i hepàtiques especialitzades en aquest substrat. Malauradament, moltes d'aquestes espècies (algunes amb algun grau de protecció) han esdevingut rares en els dar-



Figura 5. Brolles i llistonars calcícoles als Tossals de Montmaneu (Segrià). Aquestes comunitats resulten molt interessants doncs són l'hàbitat de moltes espècies de briòfits efímeres i de mida petita.

PINZELADES D'ECOLOGIA I CICLES VITALS

Bioindicador: organisme que podem utilitzar per monitoritzar els canvis o problemes ambientals, tals com contaminació, canvi climàtic, alteració dels boscos o augment de la radiació ultraviolada.

Cianobacteri: bacteris que contenen clorofil·la i tenen la capacitat de fotosintetitzar oxigen.

Epífit: planta que viu sobre d'una altra sense alimentar-se'n, només li fa de suport.

Geòfit: planta que, a l'època climàticament adversa, asseca la seva part aèria mantenint la part subterrània viva en forma de bulbs, tubercles, rizomes o arrels amb reserves.

Teròfit: planta amb cicle de vida anual. Són plantes que, a l'època desfavorable, moren i només en perduren les llavors que germinaran quan les condicions climàtiques són adients.

Virosta: residus vegetals poc descompostos que s'acumulen a la superfície del sòl, especialment en els boscos.

ers anys a causa de l'explotació forestal o l'expansió d'algunes pistes d'esquí, que han ocupat l'espai d'aquests boscos vells [10].

Les surgències i degotalls d'aigua rica en carbonat càlcic acullen una comunitat de moltes i hepàtiques amb poques espècies, però molt limitades a les condicions d'aquest hàbitat, com *Southbya tophacea*, *Hymenostylium recurvirostrum* o *Eucladium verticillatum*. L'aigua, en contacte amb l'atmosfera allibera el carbonat càlcic que porta dissolt, en un procés afavorit per els mateixos briòfits, que a l'alentir l'aigua i augmentar la superfície de contacte, ajuden a la formació de la roca, anomenada tova calcària. Les mateixes parts mortes de les moltes i hepàtiques acaben formant part de la roca.

Les torberes són un altre dels ambients rics en briòfits, amb algunes espècies de gran interès i molt poc freqüents a nivell català, ja que moltes tenen l'àrea de distribució principal en països del centre i nord d'Europa, on les condicions d'humitat els són més favorables. En aquests ambients hi trobem les moltes conegudes com a esfagnes (*Sphagnum* sp.), amb una morfologia característica. Si mirem una

d'aquestes plantes sota el microscopi, podrem veure que la major part de les cèl·lules estan mortes i inflades. Al seu interior s'hi poden acumular grans quantitats d'aigua, que ajuden a mantenir humida la planta en moments de sequera temporal. L'acumulació de grans quantitats d'esfagnes i altres plantes, que no s'arriben a descompondre per falta d'oxigen, dóna lloc a la torba, un material molt emprat en jardineria i que és el punt de partida per a la formació del carbó.

Els boscos mediterranis de planifolis, com els alzinars o les suredes ben conservades, també són l'hàbitat per nombroses espècies epífites o que viuen en petits talussos del sòl, lliures de virosta. Aquestes espècies es beneficien de l'ambient ombrerat que hi ha al sotabosc, amb una temperatura i humitat de l'aire força constants al llarg de l'any. Hi són freqüents les moltes dels gèneres *Hypnum*, *Brachythecium*, *Eurhynchium* o *Fissidens*, juntament amb hepàtiques com *Lophocolea bidentata*, *Metzgeria furcata*, *Radula complanata* i *Frullania dilatata*. A tall d'exemple, en un estudi recent en alguns alzinars de la Garrotxa [11], hem arribat a trobar, en un sol arbre, fins a 16 espècies de briòfits epífits. Algunes d'aquestes espècies van resultar ser sensibles a la contaminació de l'aire, com *Cryphaea heteromalla* [12].

Un altre ambient interessant són els torrents i rierols de terra baixa i la muntanya mitjana, no tant per la seva riquesa taxonòmica sinó per l'exclusivitat de les espècies que hi viuen. Aquí hi trobem un gradient d'humitat que va des de roques sempre submergides fins a talussos i pedres només esquitxats i ocasionalment inundats, que acullen espècies com *Fontinalis antipyretica*, *F. duriaei*, *Rhynchostegium riparioides* o *Brachythecium rivulare*, totes elles molt lligades al medi aquàtic. Un bon lloc per veure aquestes espècies són els torrents de massis-



Figura 6. Catifes de *Campylopus introflexus* en una brolla d'estepes i brucs vora Caldes de Malavella. Es pot veure el gruix i continuïtat que assoleixen.

sos com el Montseny, les Guillerries o les Gavarres, doncs acullen un bon grapat d'espècies reòfiles, que és com es coneix als briòfits que viuen dins el corrent.

Uns importants aliats contra l'erosió i a favor de la biodiversitat. El paper ecològic dels briòfits sovint s'ha menystingut, possiblement pel fet de ser plantes petites i difícils de diferenciar entre elles a ull nu. Ara bé, els briòfits fan tot un seguit de funcions al medi natural, la més coneguda de les quals és la fixació del sòl [13]. Aquesta funció és especialment important en zones de clima mediterrani on bona part de les precipitacions són en forma torrencial i amb un elevat poder erosiu. A més, una capa contínua de briòfits ajuda a la infiltració de l'aigua i alenteix la dessecació del sòl, ajudant així la resta de vegetació en els mesos més secs. Sovint els briòfits no estan sols, sinó que es troben barrejats amb un conjunt de líquens, algues i cianobacteris, formant el que es coneix com a crostes criptogàmiques [14]. Els briòfits no només ajuden a la conservació del sòl, sinó que també contribueixen a la seva formació. Al ser plantes pioneres poden créixer directament sobre la roca nua, estabilitzant la temperatura i facilitant el creixement d'altres organismes com algues o cianobacteris. Amb el pas del temps es va formant una capa de sòl incipient formada per la resta de briòfits i pel polsim que han ajudat a capturar, que permet l'establiment de les primeres plantes vasculares.

En alguns ambients poden arribar a ser el component principal quant a biomassa, com per exemple en alguns talussos, les torberes o les roques sempre humides de les fonts [15]. També constitueixen un hàbitat important per a molts invertebrats (anèl·lids, pseudoescorpins, miriàpodes, col·lèmbols, etc.), algues unicel·lulars com les diatomees (en briòfits lligats a medis aquàtics) o fins i tot alguns amfibis, que cerquen aquí protecció en les hores més càlides i seques del dia; de fet, la protecció que aporten permet a alguns amfibis sobreviure en les seves migracions [16]. Per als ocells els briòfits són importants, ja que els utilitzen com a material

de construcció per als seus nius [17]. Certes aus i també alguns mamífers els utilitzen com a font d'aliment en zones àrtiques i boreals [18].

Molts briòfits són més sensibles que les plantes vasculares als canvis en les condicions ambientals, amb la qual cosa els podem utilitzar com a bioindicadors. Per exemple, algunes espècies canvien de color quan són exposades a la radiació UV-B [19]. A més, hi ha espècies que viuen en ambients sensibles o vulnerables als canvis ambientals com per exemple les torberes, i la seva desaparició o rarefacció ens pot donar pistes sobre l'inici de la degradació de l'hàbitat abans que aquesta estigui massa avançada.

Actualment s'està experimentant amb extractes d'algunes espècies com a agents antitumorals i antibacterians [20], ja que moltes substàncies produïdes pels briòfits tenen efectes biològics. D'altra banda alguns d'aquests efectes són coneguts de fa anys, ja que durant la primera guerra mundial (1914-1918) les molses del gènere *Sphagnum* es van utilitzar àmpliament per tractar les ferides produïdes al camp de batalla [21].

Finalment, també hi ha algunes espècies de briòfits que es poden comportar com a invasores. Per exemple, en terrenys silícis de les comarques de Girona i Barcelona, sobretot en brolles silicícules, hem detectat *Campylopus introflexus*, una molsa procedent de l'hemisferi sud i que en unes poques dècades ha colonitzat ja bona part d'Europa, amb efectes adversos sobre la fauna i flora [22,23,24,25].

A Catalunya, aquesta molsa redueix la taxa de germinació d'algunes espècies arbustives com els caps d'ase (*Lavandula stoechas*) o els brucs (*Erica arborea* i *E. scoparia*). També provoca un canvi en la composició taxonòmica de les comunitats d'artròpodes, i desplaça les comunitats de líquens de les brolles silicícules quan aquestes són alterades, sobretot per senglars [26].

Miquel Jover és Llicenciat en Biologia i Doctor en Ciències Ambientals per la Universitat de Girona, i s'ha especialitzat en l'estudi de l'ecologia i la distribució dels briòfits.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- [1] Troitsky, A.V., Ignatov, M.S., Bobrova V.K. & Milyutina, I.A. 2007. *Contribution of Genosystematics to Current Concepts of Phylogeny and Classification of Bryophytes*. *Biochemistry* 72: 1368-1376.
- [2] Knoop, V. 2010. *Looking for sense in the nonsense: a short review of non-coding organellar DNA elucidating the phylogeny of bryophytes*. *Tropical Bryology* 31: 51-60.

- [3] Gray, J. 1985. *The microfossil record of early land plants: Advances in understanding of early terrestrialization, 1970-1984*. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B. Biological Sciences 309: 167-195.
- [4] Hébant, C. 1970. *A new look at the conducting tissues of mosses (Bryopsida): Their structure, distribution and significance*. Phytomorphology 20: 390-410.
- [5] Casas, C., Brugués, M. & Cros, R.M. 2003. *Flora dels briòfits dels Països Catalans. Vol. I. Molses*. Institut d'Estudis Catalans, Barcelona.
- [6] McCleary, J. 1959. *The Bryophytes of a Desert Region in Arizona*. The Bryologist 62(1): 58-62.
- [7] Gustafsson, L. & Hallingbäck, T. 1988. *Bryophyte flora and vegetation of managed and virgin coniferous forest in south-west Sweden*. Biological Conservation 44: 283-300.
- [8] Gradstein, R. & Culmsee, H. 2010. *Bryophyte diversity on tree trunks in montane forests of Central Sulawesi, Indonesia*. Tropical Bryology 31: 95-105.
- [9] Corominas, M. 2003. *Estudi tipològic dels prats secs mediterranis calcícoles de l'ordre Thero-Brachypodietalia a les comarques gironines i primers assajos sobre el banc de llavors*. Tesina (inèdita). Universitat de Girona.
- [10] Casas, C. & Barrón, A. 2003. *Els briòfits saprobiològicols de la Vall d'Aran*. Acta Botanica Barcinonensia 49: 167-172.
- [11][26] Jover, M. 2015. *The alien moss Campylopus introflexus in the NE region of the Iberian Peninsula: population dynamics and impacts on vascular plants and arthropod communities*. Tesi doctoral (inèdita). Universitat de Girona.
- [12] Dierssen, K. 2001. *Distribution, Ecological Amplitude and Phytosociological Characterization of European Bryophytes*. J. Cramer, Berlin.
- [13] Seitz, S., Nebel, S., Goebes, P., Käppeler, K., Schmidt, K., Shi, X., Song, Z., Webber, C., Weber, B. & Scholten, T. 2017. *Bryophyte-dominated biological soil crusts mitigate soil erosion in an early successional Chinese subtropical forest*. Biogeosciences 14: 5775-5788.
- [14] Rosentreter, R., Bowker, M. & Belnap, J. 2007. *A Field Guide to Biological Soil Crusts of Western U.S. Drylands*. U.S. Government Printing Office, Denver.
- [15] Corbera, J., Fernández-Martínez, M., Jover, M., Torner, G., Calpe, M., Ciurana, O. & Sabater, F. 2015. *Els briòfits de les fonts de la Serralada Litoral Central: composició específica i efecte dels paràmetres ambientals en la seva distribució*. L'Atzavara 25: 105-116.
- [16] Baldwin, R.F., Calhoun, A.J.K. & Demaynadier, P.G. 2006. *Conservation planning for amphibian species with complex habitat requirements: A case study using movements and habitat selection of the Wood Frog Rana sylvatica*. Journal of Herpetology 40: 442-453.
- [17] Furuki, T. & Onuma, R. 1996. *The bird's nest composed of bryophytes*. Proceedings of Bryological Society of Japan 6(10): 202-203.
- [18] Longton, R.E. 1992. *The role of bryophytes and lichens in terrestrial ecosystems*. En: Bates, J.W. & Farmer, A.M. (Eds.). *Bryophytes and Lichens in a Changing Environment*. Clarendon Press, Oxford:32-76.
- [19] Martínez-Abaigar, J., Núñez-Oliveira, E., Arróniz-Crespo, M., Tomás, R., Beaucourt, N. & Otero, S. 2006. *Effects of ultraviolet radiation on aquatic bryophytes*. Limnetica 25(1-2): 81-94.
- [20] Frahm, J.P. 2004. *New frontiers in bryology and lichenology: Recent developments of commercial products from bryophytes*. Bryologist 107: 277-283.
- [21] Ayres, P. 2013. *Wound dressing in World War I - the kindly Sphagnum moss*. Field Bryology 110: 27-34.
- [22] Equihua, M. & Usher, M.B. 1993. *Impact of carpets of the invasive moss Campylopus introflexus on Calluna vulgaris regeneration*. Journal of Ecology 81: 359-365.
- [23] Hasse, T. 2007. *Campylopus introflexus invasion in a dune grassland: Succession, disturbance and relevance of existing plant invader concepts*. Herzogia 20: 305-315.
- [24] Klinck, J. 2009. *The alien invasive species Campylopus introflexus in the Danish coastal dune system*. Tesi doctoral (inèdita). Copenhagen University.
- [25] Schirmel, J. & Buchholz, S. 2013. *Invasive alien moss alters patterns both in life-history traits and functional diversity of ground-dwelling arthropods (Araneae and Carabidae)*. Biological Invasions 15: 1089-1100.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

Gloutney, M.L., Alisauskas, R.T., Afton, A.D. & Slattery, S.M. 2001. *Foraging time and dietary intake by breeding Ross's and Lesser Snow Geese*. Oecologia 127: 78-86.