

Introducció als líquens

Tot un món a vista de lupa

Xanthoria parietina.

TEXT I IMATGES : María José Chesa i Marro

Els líquens són microecosistemes formats per un fong (micobiont) i una o més algues unicel·lulars (fotobiont) que, col·laborant simbiòticament, originen un cos vegetatiu estable que constitueix el seu tal·lus. Aquests organismes aconseguen colonitzar tots els ambients terrestres, inclosos els més extrems; fins i tot s'ha demostrat que poden sobreviure en l'espai exterior (donant suport així a la teoria de la litopanspèrmia¹). No obstant, són molt sensibles a la contaminació atmosfèrica, per la qual cosa són excel·lents bioindicadors. També han estat usats etnobotànicament i actualment són objecte d'estudis farmacològics. Catalunya, per la seva diversitat d'hàbitats, posseeix una flora líquènica excepcional; coneguem-la.

Biologia

Els líquens són éssers complexos amb un cos vegetatiu (anomenat tal·lus) que és el resultat d'associacions simbiòtiques entre, almenys, un organisme heteròtrof, concretament un fong, i un organisme fotosintètic, unicel·lular o cenobial, encarregat de sintetitzar els sucres necessaris per al metabolisme (alliberant oxigen). Al component fúngic del líquen se'l coneix amb el nom de micobiont i el component fotosintètic és l'anomenat fotobiont. Els fotobionts poden ser algues verdes o bé cianobacteris, mentre que els micobionts més freqüents són fongs ascomicets². D'aquesta estreta interacció mutualista, s'origina un tal·lus líquènic estable (microsistema) que esdevé una entitat nova amb unes morfologia, anatomia, fisiologia i genètica específiques, donant lloc a una unitat ecològica (holobiont).

Malgrat la complexitat de les seves definició i biologia, quan s'observen amb la lupa resulta fàcil distingir-los d'altres organismes amb els quals es



Figura 1 (a i b). *Xalocoa ocellata* (o *Diploschistes ocellatus*)

És un líquen inclòs a la llista vermella dels líquens de Catalunya. El seu hàbitat són les roques de ciment calcari, i es pot trobar també en sòls i sobre guixos. Els autors que van publicar la descripció del nou gènere, amb només aquesta espècie, van fer un homenatge al Dr. Xavier Llimona, utilitzant el nom català del vent mediterrani que s'origina al desert del Sàhara, el *sirocco*. El nom *Xalocoa*, de *xaloc*, fa referència a la distribució del tàxon en zones de clima mediterrani, i van escollir el nom en català en reconeixement a la contribució del Dr. Llimona a l'estudi dels líquens mediterranis i del gènere *Diploschistes* [1].



Figura 2. Micobionts. Els fongs liquenitzats són majoritàriament ascolíquens (13.500 espècies), mentre que els basidiolíquens (50 espècies) i els deuterolíquens (200 espècies) representen un grup minoritari. Imatge d'*Anaptychia ciliaris*.

podrien confondre com ara els fongs, les moltes o altres briòfits. La formació d'un cos permanent estable, anomenat tal·lus, i la seva longevitat els distingeix dels fongs.

Els líquens presenten una gran diversitat de colors, entre els quals s'hi compten tonalitats grises, verdes, blanquinoses i ataronjades, la qual cosa els diferencia fàcilment dels briòfits, que són sempre d'una tonalitat verda més intensa. El terme líquen prové del grec (λειχήν, *leichén*) i significa "lepra", per la forma que prenen en colonitzar les roques i els tronc.

El nombre de líquens descrits al planeta supera les 19.000 espècies i a Catalunya se n'han citat al voltant de 2.000. Els líquens, a nivell taxonòmic, s'anomenen i es classifiquen d'acord amb el Codi Internacional de Nomenclatura d'algues, fongs i plantes, prenent com a referència el micobiont.

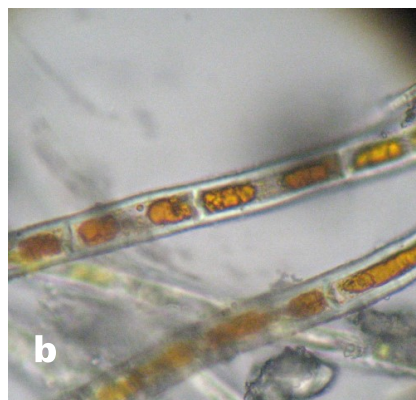


Figura 3 (a, b i c). Fotobionts. S'han descrit 40 gèneres de fotobionts (ficobionts i cianobacteris) que, en conjunt, contenen un centenar d'espècies. (a) Algues verdes, *Trebouxia* sp. (b) Algues verdes, *Trentepohlia* sp. (c) Cianobacteri, *Nostoc* sp.

Responsabilitat i precaució amb les plantes

De les 100.000 espècies de fongs descrites al món, un 20% correspon a fongs liquenitzats, un 20% a fongs paràsits, un 50% a fongs saprofítics, un 8% a micorrizes, i un 2% a altres tipus de fongs [2]. En els darrers anys s’han fet noves estimacions sobre la diversitat potencial de fongs que poden fer canviar aquests percentatges. Al 2017 la diversitat potencial de fongs es va calcular entre 2,2 a 3,8 milions d’espècies [3]. Si aquestes estimacions són vàlides, implicaria que només hem identificat entre un 2,6 a 4,5% de la biodiversitat potencial de fongs del planeta, percentatge que podria extrapolar-se al nombre d’espècies liquèniques que actualment coneixem.

Tal·lus liquènic

Es pot classificar el tal·lus liquènic en funció de la seva anatomia i de la seva forma biològica o biotip (també anomenada forma de creixement).

En relació amb l’anatomia, es distingeixen dos grans grups: els tal·lus homòmers i els heteròmers. Els primers, propis d’alguns cianolíquens, es caracteritzen perquè el micobiont i el fotobiont estan distribuïts uniformement en el tal·lus (vegeu fig. 4a). Els segons, en canvi, són els que s’observen en la majoria de líquens i es caracteritzen per presentar una organització estratificada, que permet

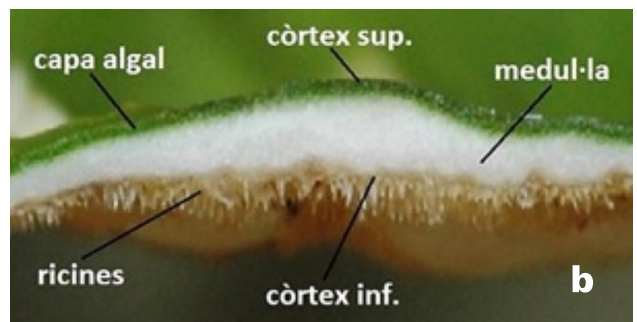
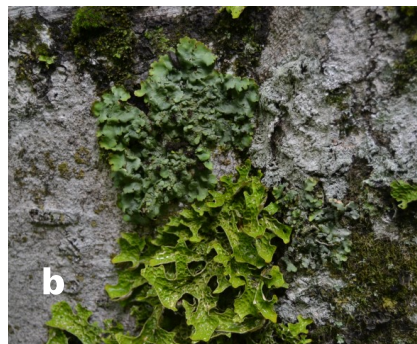


Figura 4 (a i b). Segons l’anatomia els tal·lus poden ser homòmers –micobiont i ficobiont uniformement repartits– (a) o heteròmers –micobiont i ficobiont presenten una organització estratificada– (b).



Crustaci



Folicaci



Fruticulós



Esquamulós



Umbilicat



Compost

Figura 5 (a-f). Diverses morfologies de tal·lus liquènics.

Responsabilitat i precaució amb les plantes





Isidis (propàguls que són emergències del tal·lus revestides pel còrtex) de *Pseudevernia furfuracea* var. *furfuracea*.



Soredis (propàguls formats per cèl·lules algals envoltades per hifes de fong) de *Ramalina farinacea*.

Figura 6 (a i b). La multiplicació vegetativa en determinats casos es produeix a través de propàguls més especialitzats: isidis (a) o soredis (b).

diferenciar les següents capes: còrtex superior³, capa dels fotobionts⁴, medul·la⁵ i còrtex inferior⁶ (vegeu fig.4b).

Els líquens tenen una gran diversitat morfològica, per la qual cosa és útil classificar-los segons les seves formes biològiques, també anomenades biotips o formes de creixement (Figura 5):

Crustaci: fortament adherit al substrat, no disposa de còrtex inferior i no es pot separar del substrat sense destruir-lo.

Foliaci: presenta tal·lus de forma laminar i s'uneix al substrat mitjançant rizines⁷. Disposa de còrtex inferior i es pot separar del substrat sense destruir-lo.

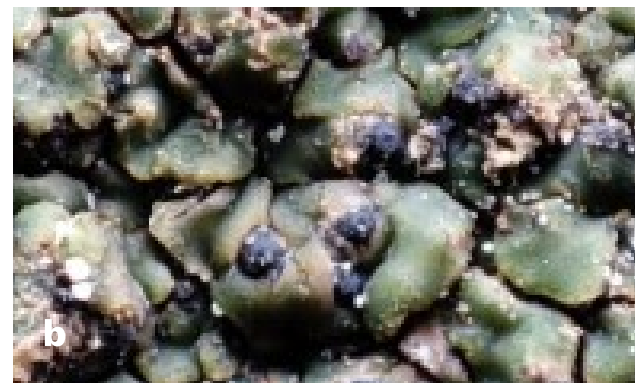
Fruticulós: només tenen un punt de fixació al substrat i presenten eixos més o menys ramificats en forma de petits arbustos. Poden ser laciniats o radiats, erectes o pènduls.

Altres morfologies:

– **esquamulós:** a mig camí entre els crustacis i els foliacis, tenen forma d'esquama i presenten certa tendència a separar-se del substrat en els marges. S'adhereixen al substrat per una part de l'esquàmula.



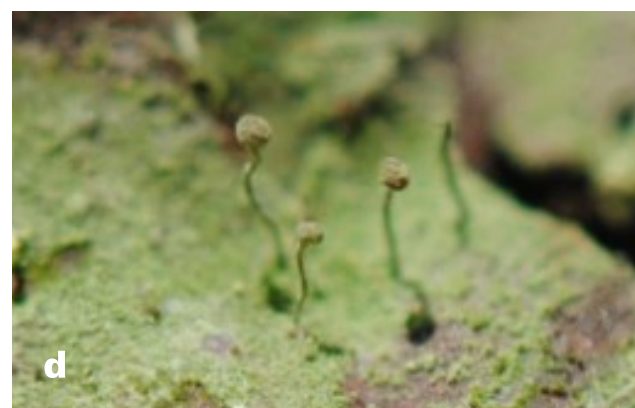
Apotecis. *Xanthoria parietina*.



Peritecis. *Verrucaria macrostoma* f. *macrostoma*.



Lirel·les. *Graphis scripta*.



Apotecis estipitats–Mazedis. *Chaenotheca furfuracea*.

Figura 7 (a-d). Diferents tipus de cossos fructífers formats per part del fong per reproducció sexual: apotecis (a), peritecis (b), lirel·les (c) i apotecis estipitats (d).

– umbilicat: tal·lus foliaci adherit al substrat en un punt central de la làmina.

– compost: típic d'algunes espècies del gènere *Cladonia*, en el qual hi ha un tal·lus basal crustaci i un tal·lus apical fruticulós.

Reproducció i creixement

La majoria dels líquens, tal com succeeix en els fongs, disposen de processos de reproducció sexual i asexual (reproducció vegetativa):

Reproducció asexual: aquests organismes es poden multiplicar asexualment per fragmentació del tal·lus (cos vegetatiu del líquen) o bé per mitjà de propàguls més especialitzats que poden ser molt diferents pel que fa a la seva estructura i ontogènia. Els més comuns són els soredis⁸, que solen organitzar-se en àrees especialitzades anomenades soralis, i els isidis⁹ (Figura 6). En la multiplicació asexual, els propàguls que finalment es disseminen, contenen els dos components líquènics (el micobiont –és a dir el fong–, i el fotobiont –l'alga–). Aquest tipus de reproducció és molt avantatjosa ja que garanteix que els propàguls disseminats, que donaran lloc a un nou líquen, continguin els dos components líquènics.

A més, el fong, en la seva fase no sexual, pot formar estructures productores de conidis¹⁰ (conidïomes), de les quals les més comunes són els picnidis. Els picnidis són receptacles (cavitats en el tal·lus líquènic) de forma més o menys globosa o urceolada que s'obren a l'exterior per un ostíol i les parets dels quals es troben recobertes d'unes hifes allargades especials (anomenades conidiòfors) que generen conidis, espores àgams que, en germinar, hauran de captar l'alga (que s'ha multiplicat asexualment) per interactuar-hi en simbiosi i desenvolupar així el nou líquen.

Reproducció sexual: dels dos components líquènics, només el fong (micobiont) es pot reproduir sexualment, mentre que l'alga es multiplica vegetativament.

Aproximadament en el 98% dels casos, el fong que forma part del líquen és un ascomicet i per tant es reproduceix sexualment com a tal. Aquest tipus de fongs produeixen uns òrgans reproductors, anomenats ascocarps o ascomes, dels quals existeixen de diverses classes: apotecis¹¹, lirel·les¹², peritecis¹³ o mazedis¹⁴ (Figura 7). Tots els cossos fructífers són replets d'ascos¹⁵ que acabaran alliberant espores (ascòspores) que, en germinar, hauran de captar

l'alga (que s'ha multiplicat asexualment) per a interactuar-hi en simbiosi i desenvolupar així el nou líquen.

En aproximadament el 2% restant de casos, el fong és un basidiomicet o un deuteromicet. Els deuteromicets només es reproduïen asexualment (la reproducció sexual pot haver-se perdut en el transcurs de l'evolució o, simplement, ser desconeguda). Pel que fa als basidiomicets, les espores d'origen sexual es formen sobre hifes apicals i s'anomenen basidiòspores. Aquestes en germinar també han de captar l'alga (multiplicada vegetativament) per a entrar-hi en simbiosi i desenvolupar així el nou líquen.

El creixement dels líquens és molt lent. Els líquens crustacis poden tenir creixements radials de 0,5-1 mm/any. Els foliacis poden tenir creixements de 2-10 mm/any. Aquest creixement lent dels líquens s'empra a les tècniques de líquenometria, que permeten la datació d'una superfície exposada a l'atmosfera mitjançant l'estudi dels seus líquens.

Ecologia

En funció de la naturalesa del substrat que colonitzen poder ser:

Saxícoles: que es desenvolupen sobre les roques.

Epífits: que viuen sobre altres plantes (foròfits¹⁶). Segons el substrat on viuen s'anomenen: corticícoles¹⁷, lignícoles¹⁸, muscícoles¹⁹ i foliícoles²⁰.

Terrícoles: que viuen sobre el terra. Poden ser acidòfils, neutròfils o basòfils, segons el pH del sòl; turbòfils, si viuen en sòls rics en matèria orgànica; o gipsícoles, si es tracta de líquens especialitzats a viure en sòls guixencs.

Identificació

La identificació dels líquens requereix, en molts casos, l'observació de les mostres al laboratori. Excepte els macrolíquens, els líquens molt singulars per la seva morfologia o per l'hàbitat que colonitzen, la majoria d'espècies necessiten tècniques de laboratori per a la seva correcta identificació. Les guies de flora líquènica o els recursos existents a Internet aporten les claus dicotòmiques per a la identificació dels líquens al camp i al laboratori.

Les mostres, cal assecat-les, congelar-les durant 48 hores per a la desparasitació i guardar-les en sobres de paper.



Saxícoles. *Rhizocarpon geographicum*.

Epífits. *Usnea florida*.

Terrícoles. *Psora decipiens*.

Figura 8 (a, b i c). Segons el substrat on viuen s'anomenen saxícoles (a), epífits (b) o terrícoles (c).

Identificació - lupa i microscopi òptic: amb aquests aparells d'augment òptic es pot observar l'aspecte del tal·lus i les seves característiques:

- Color.
- Biotip: crustaci, foliaci, fruticulós.
- Caracterització de les estructures reproductives.
- Fructificacions: apotecis, peritecis, etc.
- Multiplicació vegetativa: soredis i isidis.
- Fixacions al substrat: rizines, cilis.
- Superfície del tal·lus.
- Característiques de les espores.

Reaccions de color: per a la determinació de líquens és de gran ajuda disposar dels reactius següents, que, aplicats al tal·lus, posen de manifest la presència d'algunes substàncies líquèniques, per mitjà de la coloració obtinguda en la reacció.

- C–Hipoclorit de sodi.
- K–Hidròxid potàssic.
- P–Parafenilendiamina.

Estudi dels àcids líquènics:

– Aquestes substàncies proporcionen colors i propietats característiques que poden estudiar-se mitjançant fluorescència i cromatografies.

– S'han descrit més de 700 metabòlits secundaris en els líquens (entre ells s'hi inclouen àcids grassos alifàtics i àcids dèbils amb anells fenòlics).

Estudis moleculars:

– Els estudis genètics dels líquens aconseguixen desvetllar moltes incògnites que els estudis morfològics i químics no aclareixen.

Breu història de la liquenologia. Etnoliquenologia.

La liquenologia és una disciplina que estudia els líquens. Històricament s'ha considerat una branca de la botànica. La liquenologia integra coneixements de la micologia, la ficologia²¹ i la microbiologia.

Carl Linné, en la seva obra *Species Plantarum* (1753), descriu els líquens com a plantes dins del

gènere *Lichen*, adoptant la terminologia binomial per anomenar-los, com per exemple *Lichen parietinus* (= *Xanthoria parietina*); *Lichen furfuraceus* (= *Pseudevernia furfuracea*); *Lichen floridus* (= *Usnea florida*), etc.

El primer tractat sobre liquenologia, *Lichenographia Universalis* (1810), escrit pel botànic suec i deixeble de Linné, Erik Acharius, aporta les bases per a la taxonomia dels líquens, tot i que considera que els líquens són plantes criptògames. La dualitat micobi-ont-fotobiont va ser observada pel micòleg alemany Anton de Bary (1865) en líquens gelatinosos, qui va proposar que els líquens podien ser fongs parasitant algues. Simon Schwendener (1869) va generalitzar l'observació que havia fet de Bary a tots els tal·lus líquènics i va formular la naturalesa dual dels líquens.

L'etnoliquenologia estudia la relació entre els líquens i la humanitat. Al llarg de la història, diverses cultures han emprat els líquens per a diferents usos. L'ús principal ha estat com a tints, però també han estat utilitzats com a aliments, medicines, fixadors de perfums i conservadors d'aliments.



Figura 9. Liquenoteca de l'Institut Botànic de Barcelona. Crèdit: IBB (CSIC-Ajuntament de Barcelona), reproducció autoritzada. La col·lecció de líquens de la Universitat de Barcelona i la liquenoteca de l'Institut Botànic de Barcelona (IBB) són de les més importants de la península Ibèrica, tant pel nombre de tàxons com per l'extensió geogràfica que recullen. La liquenoteca de l'IBB aglutina diversos herbaris històrics de líquens, tant d'estudiosos catalans com d'arreu del món.



Figura 10. *Roccella phycopsis*. Líquen inclòs a la llista vermella de líquens de Catalunya. Es troba a zones costaneres, en roques verticals. És un líquen vulnerable per l'alteració del seu hàbitat. La contaminació atmosfèrica i la pressió antròpica al litoral han provocat que aquesta espècie, citada en un penya-segat de Montjuïc el 1903 per Manuel Llenas (indicant que hi havia estat abundant a principis del segle XX), redueixi la seva presència a les zones protegides o a àrees de difícil accés.

Les investigacions arqueològiques aporten dades sobre l'ús dels líquens en les antigues civilitzacions. En el Mediterrani es té constància que l'espècie *Pseudevernia furfuracea* s'utilitzava per a la momificació fa més de 3000 anys, i molt probablement aquests líquens s'importaven des de Grècia [4]. També es té constància que els fenicis (1500 aC) van conformar les bases de la seva economia amb el comerç del tint porpra obtingut de *Roccella phycopsis* [5] (Figura 10). El científic i filòsof persa Ibn Sina (Avicenna) en l'obra el Cànon de la Medicina (1020), inclou el terme "*Usnea*"²², com a fàrmac.

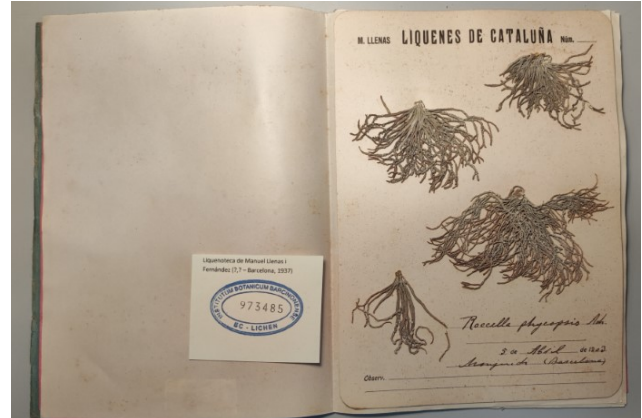


Figura 11. Lliquenoteca Llenas. L'exemplar de *Roccella phycopsis* va ser recol·lectat a Montjuïc (Barcelona) el 1903. Crèdit: IBB (CSIC-Ajuntament de Barcelona). Reproducció autoritzada.

En l'actualitat, molts dels usos tradicionals dels líquens no són possibles perquè no resulta viable una explotació sostenible d'aquest recurs. S'ha de tenir en compte, per una banda, el lent creixement dels líquens, i, per l'altra, que tant l'alteració dels hàbitats com la contaminació atmosfèrica provoquen la disminució de les poblacions de líquens.

Llista vermella de líquens de Catalunya

El grup biològic dels líquens no és aliè a la pèrdua de biodiversitat causada, entre d'altres factors, pel deteriorament dels hàbitats. En la resolució AAMM/732/2015 per la qual s'aprova la catalogació, descatalogació i canvi de categoria d'espècies i subespècies del catàleg de flora amenaçada de Ca-



Figura 12. *Lethariella intricata*, espècie inclosa a la llista vermella dels líquens de Catalunya. El projecte exTRICTe estudiarà les poblacions d'aquesta espècie a la península Ibèrica. A Catalunya només se n'han trobat poblacions a les muntanyes de Prades (Tarragona).



Responsabilitat i precaució amb les plantes

talunya, s'inclou una llista de líquens amb diferents graus d'amenaça, un total de 21 espècies, una de les quals, *Teloschistes lacunosus*, està catalogada en perill d'extinció i les altres vint estan catalogades com a vulnerables.

Diverses iniciatives, com el projecte exTRICTe PROJECT "Building Iberian conservation networks and the global Red List assessment of the regionally vulnerable lichen *Lethariella intricata*", persegueixen la millora de les estratègies de conservació (Figura 12). La coordinació científica del projecte esmentat és de l'IRBio UB (Institut de Recerca de la Biodiversitat), en què hi participen la [Universitat de València – Facultat de Biologia, Forestal Catalana – Generalitat de Catalunya, Applied-Lichenology](#), i compta amb la col·laboració de la [Societat Espanyola de Liquenologia](#). L'objectiu del projecte és enriquir el coneixement de l'espècie *Lethariella intricata*, inclosa a la llista vermella de líquens de Catalunya, amb la finalitat d'ampliar la informació sobre la distribució i millorar les estratègies de conservació. El projecte és finançat per la [IUCN – SSC Species Survival Commission](#) dins del [Lichen Specialist Group](#).

Líquens com a bioindicadors

Un "desert líquènic" [6] es refereix a un territori amb molta contaminació de l'aire que no hi permet l'existència de líquens. Un desert líquènic és una àrea

on l'índex de puresa atmosfèrica (IPA) és igual a zero. L'IPA es calcula a partir de dades numèriques, com el nombre d'espècies de líquens, la superfície que ocupen i la freqüència. La sensibilitat dels líquens a la contaminació atmosfèrica ve determinada per diversos motius:

- Manca d'epidermis que els protegeixi dels agents contaminants.

- Absència de substàncies impermeables, com la cel·lulosa o la lignina, que els aïllin dels contaminants, a diferència dels vegetals.

- Manca d'arrels o altres orgànuls per a l'absorció activa d'aigua i nutrients del substrat. La major part dels nutrients que fan servir els líquens per al seu creixement provenen de la deposició atmosfèrica.

- Manca de mecanismes d'eliminació de substàncies contaminants que s'acumulen al tal·lus, cosa que produeix la seva mort.

Bioprotecció versus biodeteriorament

Els líquens i altres microorganismes, que anomenem biodermes, colonitzen de manera inexorable els materials petris de construcció. El maneig tradicional en la conservació de monuments considera que són quelcom a evitar, perquè causen deteriorament, a banda de les connotacions estètiques o higienistes. En determinades condicions climàtiques i depenent dels materials, el biodeteriorament no es pot generalitzar en tots els casos, ja que els líquens a vegades



Figura 13. Els líquens són organismes bioindicadors. Existeix des del 2014 en l'àmbit europeu la norma EN 16413:2014, que estableix un mètode per a la monitorització de la qualitat de l'aire mitjançant l'avaluació de la diversitat de líquens epífits (CEN/TC 264, 2014) [7]. Ajuntaments com el de Barcelona han començat a treballar amb aquesta metodologia per a l'avaluació de la qualitat de l'aire amb el bioseguiment dels líquens epífits [8].



Figura 14. El Festival de l'Arquitectura Barcelona 2022 va comptar amb una activitat per difondre el coneixement dels briòfits i líquens que colonitzen els materials petris de les construccions, i posar en valor els efectes beneficiosos que les biodermes tenen com a protecció, així com el seu impacte beneficiós sobre el medi [11]. Imatge de l'esquerra: el Dr. Néstor Hladun explica amb l'ajuda d'una maqueta d'un tall d'un líquen, com la seva estructura fa possible els efectes de bioprotecció dels materials. La imatge de la dreta és una vista general de l'activitat realitzada al Monestir de Pedralbes, en la qual els participants observen amb lupa els briòfits i líquens.

tenen un efecte beneficiós sobre els materials petris que colonitzen, així com un efecte beneficiós sobre l'entorn. Els líquens protegeixen els materials a nivell físic de la radiació i els canvis de temperatura, constitueixen una atenuació davant la meteorització física produïda principalment pel termoclastisme²³. Els líquens també conformen una capa de protecció dels materials davant la meteorització química produïda per la pluja àcida o la deposició seca. Els diversos treballs realitzats amb col·laboració del grup de líquenologia de la Universitat de Barcelona i el Monestir de Pedralbes des de l'any 2006 ens encoratgen

a continuar avançant en aquestes línies d'investigació de líquenologia aplicada [9,10,11].

Les dues darreres edicions del Festival d'Arquitectura de Barcelona, un esdeveniment internacional per a la innovació i la reflexió sobre les edificacions i urbanitzacions, ha comptat amb activitats per posar en valor els efectes beneficiosos que els líquens tenen sobre les construccions i el medi (Figura14). En activitats de ciència comunitària, com la BioBlitz Tarragona 2016, duta a terme a l'entorn del Pont del Diable, també vam poder observar els líquens que colonitzen aquest monument.



Figura 15. Observant els líquens al Pont del Diable a Tarragona, a la BioBlitz organitzada per l'entitat Limonium al 2016.

Grazie al lichene non v'è luogo ove mi senta solo, visto che non è luogo per arido e desolato che non sia per me ricco di presenze: un vivaio che tripudia al caldo dei tropici come nel gelo polare e neanche sfrattato dall'uomo perisce, ma emigra e, poco discosto, riprende a prosperare.
Licheni, Camillo Sbarbaro (Liguria, 1888 - Savona, 1967)

Traducció: Gràcies als líquens no hi ha lloc on em senti sol, ja que no hi ha un lloc tan àrid i desolat que no sigui ric en presències per a mi: un viver que s'alegra amb la calor dels tròpics com en el fred polar i ni tan sols desallotjat per l'home mor, sinó que emigra i, no gaire lluny, torna a prosperar.

Líquens, Camillo Sbarbaro (Ligúria, 1888 - Savona, 1967)

Agraïments: Al grup de líquenologia de la Universitat de Barcelona, especialment al Dr. Antonio Gómez-Bolea, l'oportunitat que m'ha ofert per col·laborar en projectes de líquenologia aplicada. La meua admiració i agraïment per al Dr. Xavier Llimona, la Dra. Mercedes Barbero, el Dr. Néstor Hladun, la prof. Laura Force i el Dr. Esteve Llop. Estic molt agraïda al Joan Altimira i l'Armand Ballart per la seva col·laboració amb l'espai Vertíliquens. El meu agraïment a l'Institut Botànic de Barcelona i a la Dra. Neus Ibáñez per la seva amabilitat en la consulta de les col·leccions de líquens.

María José Chesa i Marro. Enginyera agrònoma especialista en líquens. Treballa en projectes de medi ambient. Col·labora des del 2006 amb el grup de líquenologia de la UB en líquenologia aplicada sobre conservació del patrimoni arquitectònic, bioseguiment de la qualitat de l'aire, i avaluació d'espècies amenaçades. Impulsa projectes de ciència comunitària i ha participat a les BioBlitz de líquens de Catalunya des de 2010. Pel que fa a blogs i xarxes socials, gestiona el web *Alichenology* <https://applied-lichenology.com/> i el blog *Vertíliquens* <https://sironagatta.blogspot.com/>

¹La teoria de la litopanspèrmia defensa que les formes bàsiques de la vida es distribueixen per tot l'univers a través de meteorits, fragments planetaris, etc.

²Només unes poques espècies líquèniques es constitueixen amb fongs basidiomicets o deuteromicets.

³El còrtex superior és la capa que recobreix la part superior del tal·lus. Es tracta d'una capa de naturalesa fúngica i gruix variable, que bàsicament té una funció protectora.

⁴La capa del fotobiont és la capa on predomina el fotobiont i en què s'estableixen els contactes físics entre els simbionts. Pot ser una capa contínua o interrompuda per la medul·la.

⁵La medul·la és la capa de naturalesa fúngica que sol ocupar la major part del tal·lus. Generalment està constituïda per un conjunt d'hifes laxament entreteixides, d'aspecte cotonós i amb espais que permeten l'aeració del tal·lus. Val a dir que la medul·la és hidròfoba, qualitat que li permet mantenir-se seca inclús en èpoques de pluja i permetre'n així la correcta l'aeració.

⁶Quan el líquen necessita elevar-se per sobre del substrat, es produeix el còrtex inferior, en el qual les hifes poden quedar enfosquides. D'aquesta capa en sorgeixen, perpendicularment, les rizines i es pensa que participa en la retenció capil·lar d'aigua extratal·lina.

⁷Les rizines són el grup d'hifes compactades, simples o ramificades, que es troben a la cara inferior del tal·lus i que actuen com a element de subjecció, mantenint el tal·lus fixat al substrat.

⁸S'anomenen soredis qualsevol dels petits cossos procedents de la fragmentació del tal·lus en petits propàguls constituïts per fotobiont i hifes.

⁹S'anomena isidi qualsevol de les petites excrescències erectes, d'aspecte coral·lí, a vegades ramificades, que apareixen sobre la superfície d'alguns líquens agrupant-se molt densament les unes amb les altres. La seva coloració és semblant a la del tal·lus. Tot i tenir la mateixa finalitat propagatòria que els soredis, es distingeixen d'aquests últims perquè els isidis estan revestits per la continuació del còrtex del tal·lus i els soredis no.

¹⁰Els conidis són espores àgams (no sexuals).

¹¹Els apotecis són cossos fructífers dels líquens, de forma discoidal (oberts), que produeixen els ascis (utricles en els quals es troben cert nombre d'espores d'origen sexual).

¹²Les lirel·les són apotecis, presents en certs líquens, de forma estreta i llarga, simple o ramosa.

¹³Els peritecis són cossos fructífers dels líquens, tancats, però finalment dehiscent per una petita obertura apical (ostiol), que es troben enfonsats en el tal·lus.

¹⁴Els mazedis són cossos fructífers en els quals les espores (ascòspores) són alliberades formant una massa pulverulenta.

¹⁵Asc és un utricle que conté un cert nombre d'espores d'origen sexual i que és propi dels fongs ascomicets.

¹⁶S'aplica el nom de foròfit a aquella planta que actua com a hoste d'un paràsit d'origen vegetal o com a suport d'una planta epífita.

¹⁷Adjectiu que s'aplica, en aquest cas, als líquens epífits que creixen sobre l'escorça d'arbres i arbustos.

¹⁸Adjectiu que s'aplica, en aquest cas, als líquens epífits que viuen sobre la fusta.

¹⁹Adjectiu que s'aplica als organismes que habiten entre o sobre les moltes.

²⁰Adjectiu que s'aplica als líquens, algues o fongs que prefereixen créixer sobre les fulles vives de plantes vasculars.

²¹La ficologia és la disciplina científica que es dedica a l'estudi de les algues. També s'anomena algologia.

²²*Usnea* és un gènere de líquens que pertany a la família *Parmeliaceae*.

²³El termoclastisme consisteix en la fragmentació de les roques, deguda a cicles repetitius de dilatacions i contractacions, per l'efecte de la variació de la temperatura sense intervenció del gel.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Kraichak, E., Parmen, S., Lücking, R. & Lumbsch, H. T. 2014. *Gintarasia* and *Xalocoa*, two new genera to accommodate temperate to subtropical species in the predominantly tropical Graphidaceae (Ostropales, Ascomycota). *Australian Systematic Botany*, 26(6): 466-474.
- [2] Lücking, R., Hodkinson, B. P. & Leavitt, S. D. 2016. The 2016 classification of lichenized fungi in the Ascomycota and Basidiomycota – Approaching one thousand genera *The Bryologist*, 119(4): 361-416.
- [3] Hawksworth, D. & Lücking, R. 2017. Fungal Diversity Revisited: 2.2 to 3.8 Million Species. *Microbiology Spectrum* 5(4): DOI: 10.1128/microbiolspec.FUNK-0052-2016.
- [4] Seaward, M. R. D. & Sipman, H. J. M., 2006. An updated checklist of lichenized and lichenicolous fungi for Egypt. – *Willdenowia* 36 (1) (Special Issue): 537-555, BGBM Berlin-Dahlem.



- [5] Casselman, K. L. 1994. Lichen Dyes: Ethical Aspects Relevant to Northeastern Taxa. *Maine Naturalist*, 2(2), 61–70. h
- [6] Hawksworth, D. & Rose, F. 1970. Qualitative Scale for estimating Sulphur Dioxide Air Pollution in England and Wales using Epiphytic Lichens. *Nature*, 227, 145-148
- [7] CEN/TC 264, 2014. UNE-EN 16413:2014 Calidad del aire. Bioseguimiento con líquenes. Evaluación de la diversidad de líquenes epifíticos. AENOR.
- [8] Gómez-Bolea, A., Force, L. & Chesa, M. J., 2021. Els líquens epífits per l'avaluació de la qualitat de l'aire a la ciutat de Barcelona. 2n Congrés Qualitat de l'Aire. Sabadell. Publicat on-line web.
- [9] Ferrer, C., Barbero, M., Chesa, M.J. & Gómez-Bolea, A. 2007. Los líquenes claustrales del Monasterio de Pedralbes, un elemento de la arquitectura. XV Simposio de Botánica Critpogámica, León. Publicat *on-line web*.
- [10] Barbero, M., Chesa, M.J., Ferrer, C. & Gómez-Bolea, A. 2007. Los líquenes en el tejado del Monasterio de Pedralbes, un elemento de la arquitectura. XV Simposio de Botánica Critpogámica, León. Publicat *on-line web*.
- [11] Gómez-Bolea, A., Force, L., Chesa, M.J., Jover, M., Álvaro, I. & Lhadun, N. 2022 Applied Lichenology, Briòfits i líquens, elements vius de l'arquitectura. Comunicació itinerari Monestir de Pedralbes. Barcelona. Publicat on-line *web*.

Recursos per al coneixement, apreciació i protecció dels líquens

(Tots els enllaços que es proporcionen han estat consultats en data 27/06/22).

Grups i associacions:

British Lichen Society, <https://britishlichensociety.org.uk/>

Grup de liquenologia de la Universitat de Barcelona.

<https://webgrec.ub.edu/cgi-bin/3DADREC/crfitgrup.cgi?PAR=CRIPTOGA>

Grup d'Estudi dels Briòfits i Líquens dels Països Catalans. En creació. Correu: <http://brioli-ppcc.blogspot.com/>

International Association for Lichenology, <http://www.lichenology.org/>

Societat Espanyola de Liquenologia, <https://www.ucm.es/seliquen/>

Bancs de dades, recursos per identificació, checklist

Banc de dades de la Biodiversitat de Catalunya, <http://biodiver.bio.ub.es/biocat/index.jsp>

Flora Ibérica Liquenològica, <https://www.ucm.es/seliquen/flora-liquenologica-iberica>

Index Fungorum, <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp>

Italic. Banc de dades dels líquens d'Itàlia, ITALIC 6.0 - the information system on Italian lichens (units.it)

Lichens Marins, <http://www.lichensmaritimes.org/index.php?task=lichens&lang=en>

Mycobank, <https://www.mycobank.org/>

Bioindicadors

Liquencity, <https://liquencity.org/>

Líquens de Barcelona, <https://liquensdebarcelona.net/>

Llista vermella

Espècies amenaçades a Catalunya, https://mediambient.gencat.cat/ca/05_ambits_dactuacio/patrimoni_natural/flora-autoctona-prottegida/llistat-especies/liquens/

EXTRICATE project, estratègies per a la protecció de *Lethariella intricata*, <https://applied-lichenology.com/iucn-project-lethariella-intricata/>

IUCN – Lichen Specialist Group, <https://www.iucn.org/commissions/ssc-groups/plants-fungi/fungi/lichen>

Libres

Cambrà, J., Rull, J., Gómez-Bolea, A. 1989. *Guia de les algues i els líquens dels Països Catalans*. Ed. Pòrtic, Barcelona.

Llimona, X., 1991. Fongs i líquens. 5. *Història Natural dels Països Catalans*. Fundació Enciclopèdia Catalana. Barcelona.

Llop, E. 2018. *Catàleg dels líquens de la Garrotxa*. Delegació de la Garrotxa de la ICHN, Olot. Accessible *on-line* <https://ichn-garrotxa.espais.iec.cat/files/2020/03/Els-l%C3%ADquens-de-la-Garrotxa-2019.pdf>

Wirth, V. et al. 2004. *Guia de campo de los líquenes, musgos y hepáticas*. Ed. Omega, Barcelona.