

GEA, FLORA ET FAUNA

Contribució al coneixement de la diversitat líquènica de la vall de Núria: líquens de comunitats forestals i arbustives

Esteve Llop* & Yenifert Sirley Lipa Yaresi*

* Departament de Biologia Evolutiva, Ecologia i Ciències Ambientals. Universitat de Barcelona. Av. Diagonal, 643. 08028 Barcelona.

Autor per a la correspondència: E. Llop. A/e: ellop@ub.edu

Rebut: 06.07.2023; Acceptat: 19.09.2023; Publicat: 30.12.2023

Resum

L'estudi de les comunitats forestals i arbustives representatives de la vall de Núria ha permès identificar 85 espècies de líquens epífits, lignícoles i terrícola-muscícoles, 59 de les quals són novetats per a la vall. D'aquestes, tres espècies: *Cladonia galindezii*, *Micarea elachista* i *Rinodina isidioides*, són noves per a la biota líquènica de Catalunya. La composició específica de les comunitats líquèniques mostra diferències significatives entre els matollars i els boscos de pi negre. En canvi, les abundàncies dels grups funcionals i dels indicadors ecològics no presenten diferències entre les diverses comunitats vegetals estudiades. S'observa una certa tendència a una major abundància d'espècies sensibles a perturbacions ambientals als boscos de pins, tot i que aquesta no és significativa.

Paraules clau: epífits, indicadors ecològics, lignícoles, trets funcionals, terrícoles-muscícoles.

Abstract

Contribution to the lichen diversity in vall de Núria: lichens in forests and shrublands

The study on the most representative woodlands and shrublands from vall de Núria has yield a list of 85 species of epiphytic, lignicolous, and terricolous-muscicolous lichens, among them 59 species are newly cited from the valley. In addition, three species: *Cladonia galindezii*, *Micarea elachista* i *Rinodina isidioides*, are new for the lichen biota of Catalunya.

Species composition of lichen communities show significant differences between shrubs and pine woods. On the other hand, the abundance of functional traits and ecological indicators do not follow the same pattern, there are no clear dissimilarities between shrub communities and pine woods. Pine forests hold a higher proportion of species sensitive to environmental disturbances, despite these differences are not significant.

Key words: epiphytes, ecological indicators, functional traits, lignicolous, terricolous-muscicolous.

Introducció

L'estudi de la diversitat líquènica de la vall de Núria s'inicia amb el treball de Vayreda (1882), en el qual aquest autor cita 64 espècies de líquens que es troben sobre diferents substrats. Algunes localitats d'aquest treball estan situades fora de l'àmbit estricte de la vall. L'altre fet important per al coneixement dels líquens de la vall és la publicació de Navarro-Rosinés & Hladun (1990), en la qual aquests autors aporten 142 tàxons saxícoles. En l'actualitat, el catàleg de les espècies de líquens de la vall conté al voltant de 215 tàxons, d'acord amb el Banc de Dades de Biodiversitat de Catalunya (Hladun, 2023). Dues tercers parts de les espècies d'aquest catàleg són saxícoles.

El contingut de líquens epífits (lignícoles inclosos) i terrícoles de la vall de Núria es trobava poc representat en el catàleg, i la poca informació que se'n tenia estava molt disseminada. Per aquest motiu, es va plantejar fer un estudi de les comunitats de líquens epífits presents a les diferents

comunitats arbustives i forestals de la vall. En aquest treball, s'explica la diversitat present i les diferències que hi ha entre les diferents comunitats vegetals llenyoses pel que fa als seus líquens. En les prospeccions, es van incloure les espècies de líquens terrícoles i muscícoles que es van observar a les diferents comunitats mostrejades, perquè també havien estat poc estudiades al territori.

Material i mètodes

Les principals comunitats vegetals llenyoses de la vall de Núria són els balegars (matollars de *Genista balansae*), el neretars (matollars de *Rhododendron ferrugineum*), els matollars baixos de ginebró (*Juniperus nana*) i les pinedes de pi negre (*Pinus uncinata*), les quals generalment tenen neret (*R. ferrugineum*) (Carreras & Ferré, 2014). S'han examinat sis localitats (Fig. 1), de les quals s'indica la localització en base a les seves coordenades geogràfiques (UTM ETRS89

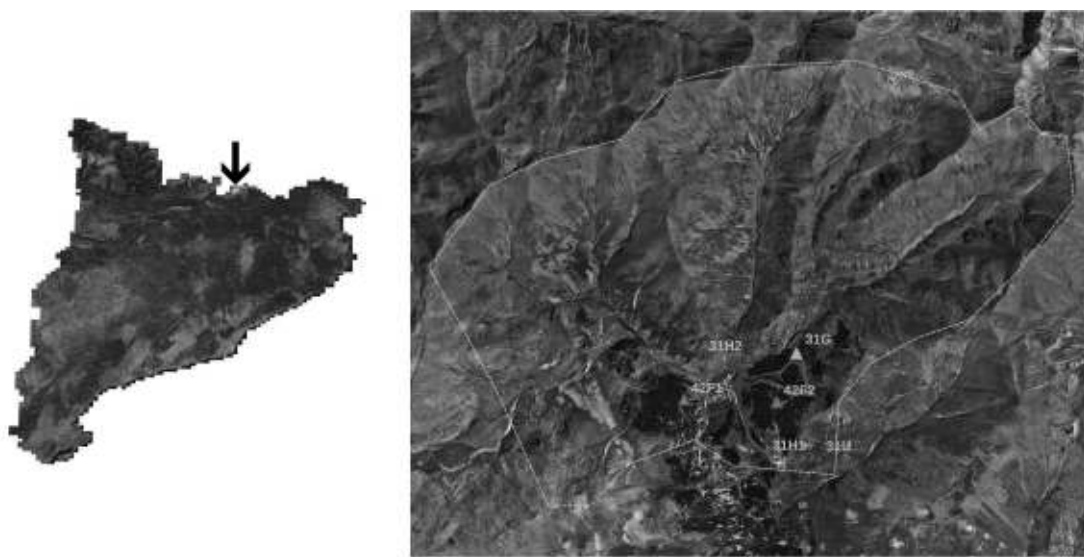


Figura 1. Localització de la vall de Núria (fletxa) i ubicació de les localitats estudiades. La línia groga indica el límit de la vall. 31G: neretar; 31H: matollars de ginebró; 31U: balegar; 42F: pinedes de pi negre amb neret.

31N), l'altitud i la comunitat vegetal present: 31G- 431022 4694577, 2095 m, neretar; 31H1- 431159 4693683, 2155 m, matollar de ginebró; 31H2- 430613 4694536, 2015 m, matollar de ginebró; 31U- 431216 4693675, 2170 m, balegar; 42F- 430058 4694175, 2045 m, pineda de pi negre amb neret; 42F2- 430854 4694154, 2155 m, pineda de pi negre amb neret. Tres d'aquestes localitats es troben dins de l'àmbit del Parc Natural de les Capçaleres del Ter i el Freser: 31U, 31H1 i 42F1, i les altres tres en queden fora. A cada localitat amb comunitats arbustives es va mostrejar una superfície de 100 m², aproximadament, i a les localitats amb pinedes de pi negre es van mostrejar superfícies de 250 m². Es van examinar tots els foròfits presents i també els sòls, per tal de recopilar la màxima diversitat dels líquens presents.

La identificació de les mostres es va dur a terme seguint la metodologia proposada per Smith *et al.* (2009). La metodologia es fonamenta en l'observació dels caràcters morfològics dels líquens, tant macroscòpics com microscòpics. A banda dels caràcters morfològics, també és important la identificació de les substàncies procedents del metabolisme secundari. Aquesta identificació es realitza aplicant els següents reactius: hidròxid potàssic en solució aquosa al 10 % (K), hipoclorit sòdic en solució comercial (C), solució alcohòlica de parafenilendiamina (P) i àcid nítric en solució aquosa al 33% (N). Per determinar algunes espècies, no n'hi ha prou amb les reaccions químiques, i és necessari identificar-ne les substàncies líquèniques amb tècniques de cromatografia en capa fina (TLC) d'acord amb Elix (2014) i Orange *et al.* (2001).

El material ha estat identificat seguint principalment les claus de determinació dels treballs de Clauzade & Roux (2002), Smith *et al.* (2009) i Wirth *et al.* (2013). Sempre que ha estat necessari, s'han utilitzat treballs de revisió específics per a gèneres concrets: *Cladonia* (Burgaz & Ahti, 2010), *Lepraria* (Saag *et al.*, 2009), *Rinodina* (Giralt, 2010). La nomenclatura dels tàxons segueix Nimis (2023). El material es troba dipositat a l'herbari del primer autor.

Les comunitats de líquens epífits de les diferents comunitats vegetals examinades han estat comparades en base a la seva composició en espècies i a l'abundància de trets funcionals i d'indicadors ecològics. Les abundàncies de trets funcionals i indicadors ecològics s'han calculat per a cada localitat com el percentatge de les espècies de líquens que presenten el tret funcional o indicador ecològic corresponent. Els trets funcionals que s'han aplicat són el tipus de tal·lus: crustaci, foliaci ample, foliaci estret, fruticulós, esquamulós i leprarioide; i el tipus de reproducció: sexual (majoritàriament mitjançant apotecis), asexual per soredis o asexual per isidis. Els indicadors ecològics aplicats fan referència a la tolerància a elements estressants com l'eutrofització, l'aridesa, o la radiació solar, al requeriment de pH del substrat, i a la tolerància a la pertorbació d'origen antròpic. Els valors assignats pels diferents indicadors ecològics s'han extret de Nimis (2023). S'ha aplicat un índex de dissimilaritat de Sørensen per veure les diferències en termes de la composició específica dels líquens entre les comunitats vegetals examinades, ja que les dades només fan referència a la seva presència o absència. Les diferències degudes a les abundàncies de trets funcionals i indicadors ecològics entre les localitats s'han analitzat amb l'índex de dissimilaritat de Bray-Curtis, atès que aquest índex permet comparar dades quantitatives. Les diferències en termes de trets funcionals i indicadors ecològics entre boscos i matollars s'han examinat aplicant un test de Kruskal-Wallis, amb una correcció de Bonferroni pel que fa a les comparacions múltiples. Les anàlisis estadístiques s'han dut a terme amb el llenguatge estadístic R (R Core Team, 2023).

Resultats i discussió

L'estudi ha permès identificar 85 espècies. La llista de les espècies s'ha ordenat alfabèticament. En ella, de cada espècie se n'indica la localitat o localitats on és present, tenint en

compte que els tres primers dígets fan referència al tipus de comunitat (31G: neretar; 31H1 i 31H2: matollars de ginebró; 31U: balegar; 42F1 i 42F2: pinedes de pi negre); el foròfit en el cas dels tàxons epífits o lignícoles; o bé si es tracta d'una espècie terrícola-muscícola. S'han destacat amb asterisc les espècies que són primera citació per a Catalunya.

- Amandinea punctata* (Hoffm.) Coppins & Scheid.: 31H1, 31H2, 31U, 42F1; *Genista balansae*, *Juniperus nana*, *Rhododendron ferrugineum*, *Pinus uncinata*, fusta de *Pinus uncinata*.
- Arthonia patellulata* Nyl.: 42F1; *Pinus uncinata*.
- Biatora vernalis* (L.) Fr.: 42F1; terrícola-muscícola.
- Bilimbia lobulata* (Sommerf.) Hafellner & Coppins: 42F1; terrícola-muscícola.
- Blastenia hungarica* (H. Magn.) Arup, Søchting & Frödén: 31H1, 31H2, 42F1, 42F2; *Juniperus nana*, *Pinus uncinata*, fusta de *Pinus uncinata*.
- Bryoria fuscescens* (Gyeln.) Brodo & D. Hawksw.: 31G; *Rhododendron ferrugineum*.
- Buellia disciformis* (Fr.) Mudd: 42F1; *Pinus uncinata*.
- Buellia griseovirens* (Sm.) Almb.: 31G, 31U, 42F1, 42F2; *Genista balansae*, *Rhododendron ferrugineum*, *Pinus uncinata*, fusta de *Pinus uncinata*.
- Caloplaca cerina* (Hedw.) Th. Fr.: 42F1; *Rhododendron ferrugineum*.
- Candelariella efflorescens* R.C. Harris & W.R. Buck: 31H2; *Juniperus nana*.
- Candelariella vitellina* (Hoffm.) Müll. Arg.: 31G, 31H1, 31H2, 31U, 42F1; *Genista balansae*, *Juniperus nana*, *Rhododendron ferrugineum*, *Pinus uncinata*, fusta de *Pinus uncinata*.
- Cetraria pinastri* (Scop.) Gray: 42F1; *Pinus uncinata*, fusta de *Pinus uncinata*.
- Cladonia chlorophaea* (Sommerf.) Spreng.: 42F1; terrícola-muscícola.
- Cladonia coniocraea* (Flörke) Spreng.: 42F1; *Rhododendron ferrugineum*, terrícola-muscícola.
- Cladonia cryptochlorophaea* Asahina: 42F1; terrícola-muscícola.
- Cladonia fimbriata* (L.) Fr.: 42F1; terrícola-muscícola.
- Cladonia furcata* (Huds.) Schrad.: 42F1; terrícola-muscícola.
- **Cladonia galindezii* Øvstedal: 42F1; terrícola-muscícola.
- Cladonia monomorpha* Aprot, Sipman & Van Herk: 42F1; terrícola-muscícola.
- Cladonia pyxidata* (L.) Hoffm.: 42F1; terrícola-muscícola.
- Enchylium tenax* (Sw.) Gray: 42F1; terrícola-muscícola.
- Gyalecta jenensis* (Batsch) Zahlbr.: 42F1; terrícola-muscícola.
- Hypogymnia farinacea* Zopf: 42F1; *Pinus uncinata*.
- Hypogymnia tubulosa* (Schaer.) Hav.: 42F1; *Pinus uncinata*.
- Lecania cyrtella* (Ach.) Th. Fr.: 31H1, 31U, 42F1; *Juniperus nana*, *Genista balansae*, *Rhododendron ferrugineum*.
- Lecanora epibryon* (Ach.) Ach.: 42F1; terrícola-muscícola.
- Lecanora glabrata* (Ach.) Nyl.: 31H1; 31H2; *Juniperus nana*.
- Lecanora hypoptoides* (Nyl.) Nyl.: 31H2; *Juniperus nana*.
- Lecanora leptyodes* (Nyl.) Degel.: 31H1; *Juniperus nana*.
- Lecanora mughicola* Nyl.: 42F1; fusta de *Pinus uncinata*.
- Lecanora pulicaris* (Pers.) Ach.: 31H1, 42F1, 42F2; *Juniperus nana*, *Pinus uncinata*, fusta de *Pinus uncinata*.
- Lecanora saligna* (Schrad.) Zahlbr.: 42F1, 42F2; *Pinus uncinata*, fusta de *Pinus uncinata*, terrícola-muscícola.
- Lecanora symmicta* (Ach.) Ach.: 42F2; *Pinus uncinata*.
- Lecanora varia* (Hoffm.) Ach.: 42F2; *Pinus uncinata*.
- Lecidella elaeochroma* (Ach.) M. Choisy: 31G, 31H1, 31H2, 31U, 42F1; *Genista balansae*, *Juniperus nana*, *Rhododendron ferrugineum*.
- Lecidella flavosorediata* (Vězda) Hertel & Leuckert: 31H1, 42F2; *Juniperus nana*, *Pinus uncinata*.
- Lepraria eburnea* J.R. Laundon: 42F1; *Rhododendron ferrugineum*, terrícola-muscícola.
- Lepraria neglecta* (Nyl.) Erichsen: 42F2; *Pinus uncinata*.
- Lepraria rigidula* (B. de Lesd.) Tønsberg: 42F1; terrícola-muscícola.
- Massalongia carnosae* (Dicks.) Körb.: 42F1; terrícola-muscícola.
- Melanelixia glabrata* (Lamy) Sandler & Arup: 42F1; *Pinus uncinata*.
- Melanelixia subaurifera* (Nyl.) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl. D. Hawksw. & Lumbsch: 31U; *Genista balansae*.
- Melanohalea exasperatula* (Nyl.) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl. D. Hawksw. & Lumbsch: 31H1, 31H2, 42F1, 42F2; *Juniperus nana*, *Pinus uncinata*, fusta de *Pinus uncinata*.
- **Micarea elachista* (Körb.) Coppins & R. Sant.: 42F1; fusta de *Pinus uncinata*.
- Micarea misella* (Nyl.) Hedl.: 42F1; fusta de *Pinus uncinata*.
- Micarea prasina* Fr.: 42F1, 42F2; *Pinus uncinata*.
- Myriolecis hagenii* (Ach.) Šliwa, Zhao Xin & Lumbsch: 31H1, 31H2, 31U; *Genista balansae*, *Juniperus nana*.
- Myriolecis sambuci* (Pers.) Clem.: 42F1; *Pinus uncinata*.
- Parmelia saxatilis* (L.) Ach.: 42F1; terrícola-muscícola.
- Parmelia sulcata* Taylor: 42F1; *Pinus uncinata*.
- Parmeliella testacea* P.M. Jørg.: 42F1; terrícola-muscícola.
- Parmeliopsis ambigua* (Hoffm.) Nyl.: 31H2, 42F1, 42F2; *Juniperus nana*, *Pinus uncinata*, fusta de *Pinus uncinata*.
- Parvoplaca tirolensis* (Zahlbr.) Arup, Søchting & Frödén: 42F1; terrícola-muscícola.
- Peltigera elisabethae* Gyeln.: 42F1; terrícola-muscícola.
- Peltigera praetextata* (Sommerf.) Zopf: 42F1; terrícola-muscícola.
- Peltigera rufescens* (Weiss) Humb.: 42F1; *Pinus uncinata*, terrícola-muscícola.
- Physcia adscendens* H. Olivier: 31H1, 31H2, 31U; *Genista balansae*, *Juniperus nana*.
- Physcia aipolia* (Humb.) Fürnr.: 31H1, 31H2; *Juniperus nana*.
- Physcia caesia* (Hoffm.) Fürnr.: 31H2; *Juniperus nana*.
- Physcia dubia* (Hoffm.) Lettau: 31H1, 31H2, 42F1; *Juniperus nana*, *Rhododendron ferrugineum*.
- Placidium rufescens* (Ach.) A. Massal.: 42F1; terrícola-muscícola.
- Placynthiella uliginosa* (Schrad.) Coppins & P. James: 42F1; fusta de *Pinus uncinata*.

- Polycaulonia candelaria* (L.) Frödén, Arup & Søchting: 31H1; *Juniperus nana*.
- Polycaulonia polycarpa* (Hoffm.) Frödén, Arup & Søchting: 31H1; *Juniperus nana*.
- Polychidium muscicola* (Sw.) Gray: 42F1; terrícola-muscícola.
- Pseudevernia furfuracea* (L.) Zopf: 31H1, 42F1, 42F2; *Juniperus nana*, *Pinus uncinata*.
- Psora decipiens* (Hedw.) Hoffm.: 42F1; terrícola-muscícola.
- Psoroma hypnorum* (Vahl) Gray: 42F1; terrícola-muscícola.
- Rinodina ficta* (Stizenb.) Zahlb.: 31H2; *Juniperus nana*.
- Rinodina freyi* H. Magn.: 31H1, 31H2, 31U, 42F1; *Genista balansae*, *Juniperus nana*, *Rhododendron ferrugineum*, fusta de *Pinus uncinata*.
- **Rinodina isidioides* (Borrer) H. Olivier: 42F1; fusta de *Pinus uncinata*.
- Rinodina orculata* Poelt & M. Steiner: 31H1, 31H2; *Juniperus nana*.
- Rinodina pyrina* (Ach.) Arnold: 31H1, 31H2, 31U, 42F1; *Genista balansae*, *Juniperus nana*, *Rhododendron ferrugineum*.
- Solorina saccata* (L.) Ach.: 42F1; terrícola-muscícola.
- Solorina spongiosa* (Ach.) Anzi: 42F1; terrícola-muscícola.
- Strangospora moriformis* (Ach.) Stein: 42F1; *Pinus uncinata*.
- Toniniopsis bagliettonana* (A. Massal. & De Not.) Kistenich & Timdal: 42F1; terrícola-muscícola.
- Toniniopsis separabilis* (Nyl.) Gerasimova & A. Beck: 42F1; *Rhododendron ferrugineum*.
- Trapeliopsis granulosa* (Hoffm.) Lumbsch: 42F1, 42F2; *Pinus uncinata*, fusta de *Pinus uncinata*, terrícola-muscícola.
- Usnea hirta* (L.) F.H. Wigg.: 42F1, 42F2; *Pinus uncinata*.
- Varicellaria hemisphaerica* (Flörke) I. Schmitt & Lumbsch: 42F2; *Pinus uncinata*.
- Xanthomendoza fallax* (Hepp) Søchting, Kärnefelt & S.Y. Kondr.: 31H1; *Juniperus nana*.
- Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr.: 31H1, 31H2; *Juniperus nana*.
- Xylographa trunciseda* (Th. Fr.) Redinger: 42F1; fusta de *Pinus uncinata*.
- Xylographa vitiligo* (Ach.) J.R. Laundon: 42F1, 42F2; fusta de *Pinus uncinata*.

L'estudi de la diversitat líquènica dels matollars i pinedes de pi negre de la vall de Núria ha permès incrementar en 59 noves espècies el catàleg de líquens, tres de les quals, *Cladonia galindezii*, *Micarea elachista* i *Rinodina isidioides*, són primeres citacions per a Catalunya. *C. galindezii* va ser descrita de l'Antàrtida, d'on es creia endèmica. Té la primera citació europea a Andorra (Azuaga *et al.*, 2001), i fins a la publicació del present treball no s'havia citat en cap altre indret de la península Ibèrica. *M. elachista* és una espècie típicament lignícola, i només es coneix de Navarra i Àlava (GBIF Secretariat, 2022). *R. isidioides* és una espècie oceànica que es troba a les regions atlàntica i cantàbrica de la península (Giralt, 2010). Cal destacar que, per a tres espècies del catàleg, *Lecanora epibryon*, *Massalongia carnosa* i *Polychidium muscicola*, la del present treball és la segona citació per a Catalunya (Hladun, 2023).

La diversitat ecològica inclou 54 espècies epífites, 18 espècies lignícoles i 31 espècies terrícola-muscícoles, que tenen totes una distribució molt heterogènia segons les localitats. Hi ha dues espècies que s'han observat tant epífites, com lignícoles, com terrícola-muscícoles. Cinc espècies creixien epífites i també sobre moltes o restes vegetals, i 11 espècies es trobaven sobre troncs i branques vius i també sobre fusta.

La riquesa d'espècies és molt variable segons la comunitat vegetal estudiada. Al neretar, només en vam identificar quatre. Aquesta comunitat té moltes menys espècies que els altres tipus de matollar. Els balegars tampoc són gaire rics en líquens (hi vam identificar 10 espècies). Els matollars amb una major riquesa específica de líquens són els de ginebró, on vam observar 27 espècies, 18 en una de les localitats examinades i 22 a l'altra. Aquest nombre d'espècies és semblant al d'un matollar de ginebró del Parc Natural del Cadí-Moixeró on se'n van observar 29. Els boscos de pi negre de la vall de Núria presenten una riquesa específica més gran. Hi vam identificar 69 espècies, 16 en una de les localitats examinades i 64 a l'altra. D'aquestes 69 espècies, 29 són muscícoles, i només les vam observar en una de les pinedes de pi negre mostrejades. A les pinedes de pi negre estudiades del Parc Natural del Cadí-Moixeró, els valors del nombre d'espècies epífites observades es troben entre 12 i 47, i són molt semblants als obtinguts en el present treball (Llop, 2015; Llop & Aymerich, 2014). La presència de valors de riquesa específica més gran a les pinedes de pi negre va lligat a una major heterogeneïtat en la disponibilitat d'hàbitats (sobretot de microhàbitats) que afavoreixin la presència d'espècies més especialistes (Boch *et al.*, 2016; Kaufmann *et al.*, 2021), com són els líquens lignícoles lligats a la presència de fusta i els líquens terrícoles-muscícoles associats a les moltes de les soques. Aquests tipus de líquens són rars o absents a les comunitats de matollars.

Les comunitats líquèniques observades estan dominades per espècies amb taflus crustaci (Taula 1), les quals tenen valors d'abundància que estan entre el 50 % i el 80 % del total de líquens observats. Les espècies amb taflus foliaci formen el segon grup més nombrós, però són absents al neretar. A la resta de comunitats llenyoses estudiades, representen entre el 12 % i el 38 % del total d'espècies de líquens. La major part de les espècies amb taflus foliaci tenen lòbuls estrets. Les espècies amb taflus fruticulós són més abundants a les pinedes líquens terrícola-muscícoles. L'estratègia reproductora dominant és la formació d'apotecis. La proporció d'espècies que tenen aquestes estructures sexuals varia segons la localitat i es troba entre el 40 % i el 73 % (Taula 1). Les espècies que es reproduïxen asexualment mitjançant la formació de soredis representen generalment entre el 23 % i el 30 % del total, però als neretars i en una pineda de pi negre són el 50 % i el 44 %, respectivament. La reproducció mitjançant isidis és poc freqüent, i no es dona als neretars i als balegars estudiats. Per altra banda, a les restants localitats les espècies que la tenen representen entre el 5,5 % i el 12,5 % del total. El component fotosintetitzador dominant correspon a algues verdes trebouxioïdes (Taula 1). Presenten exclusivament aquestes algues totes les localitats menys la de pineda de pi

Taula 1. Composició de les comunitats líquèniques de les diferents localitats estudiades en base als trets funcionals tal·lus, reproducció i fotobiont. Per a cada tret funcional s'indica l'abundància expressada com a percentatge. 31G: neretar; 31H1 i 31H2: matollars de ginebró; 31U: balegar; 42F1 i 42F2: pinedes de pi negre.

		31G	31H1	31H2	31U	42F1	42F2
tal·lus	crustaci	75,00	59,09	61,11	80,00	50,00	68,75
	foliaci lòbuls amples	0,00	9,09	11,11	10,00	17,19	6,25
	foliaci lòbuls estrets	0,00	27,27	27,78	10,00	6,25	6,25
	fruticulós	25,00	4,55	0,00	0,00	17,19	12,50
	leprarioide	0,00	0,00	0,00	0,00	3,13	6,25
	esquamulós	0,00	0,00	0,00	0,00	6,25	0,00
reproducció	apotecis	50,00	68,18	66,67	70,00	65,63	43,75
	soredis	50,00	22,73	27,78	30,00	25,00	43,75
	isidis	0,00	9,09	5,56	0,00	9,38	12,50
fotobiont	trebouxioide	100,00	100,00	100,00	100,00	85,94	100,00
	trentepohlia	0,00	0,00	0,00	0,00	3,13	0,00
	cianobacteri	0,00	0,00	0,00	0,00	10,94	0,00

negre 42F1. En aquesta pineda apareixen alguns líquens (un 3 % del total) que contenen algues verdes del gènere *Trentepohlia*. Al mateix bosc hi ha gairebé un 11 % de líquens amb cianobacteris com a fotobiont. Això es deu a la presència de diverses espècies terricoles-muscicoles pertanyents a gèneres de l'ordre peltigerals, com *Massalongia*, *Peltigera*, *Polychidium* o *Solorina*, i també d'espècies de gèneres pertanyents a altres ordres, com el gènere *Enchylum*.

La composició de líquens epífits mostra diferències substancials segons la comunitat vegetal estudiada. El valor mitjà de l'índex de dissimilaritat de Sørensen del conjunt de comunitats és del 69 %, i hi ha una clara diferència entre el neretar, la localitat més pobre, i la resta de comunitats. Per altra banda, s'observa una clara diferència entre les comunitats arbustives i les pinedes de pi negre (Fig. 2).

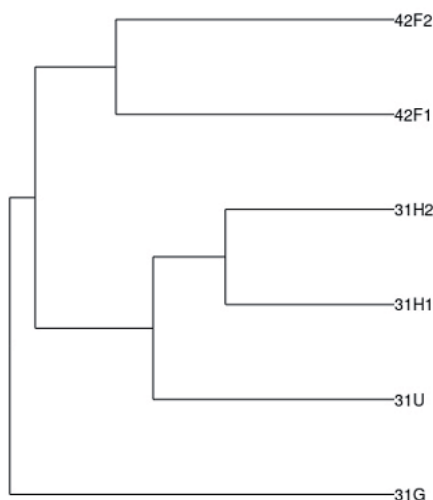


Figura 2. Ordenació de les localitats estudiades segons l'índex de dissimilaritat de Sørensen en base a la composició específica de les comunitats de líquens epífits. 31G: neretar; 31H: matollars de ginebró; 31U: balegar; 42F: pinedes de pi negre amb neret.

La resposta als factors ambientals de les comunitats de líquens dels matollars i els boscos de pi negre de la vall de Núria és poc homogènia. Aquest fet l'evidencia l'existència d'una dissimilaritat moderada pel que fa a l'abundància de trets funcionals i indicadors ecològics. La mitjana dels valors de dissimilaritat és del 25 %. S'observa de nou una diferència clara entre les comunitats arbustives i les forestals (Fig. 2). Totes les localitats de matollars queden agrupades conjuntament. Destaca la localitat del neretar com a més diferent respecte de les restants localitats amb matollars. La localitat amb neretar és la més pobre en espècies de líquens i té una flora líquènica en què predominen les espècies tolerants a les pertorbacions ambientals. Tot i que la composició específica dels líquens entre les comunitats vegetals estudiades és força diferent, la resposta de les espècies és molt similar al trobar-

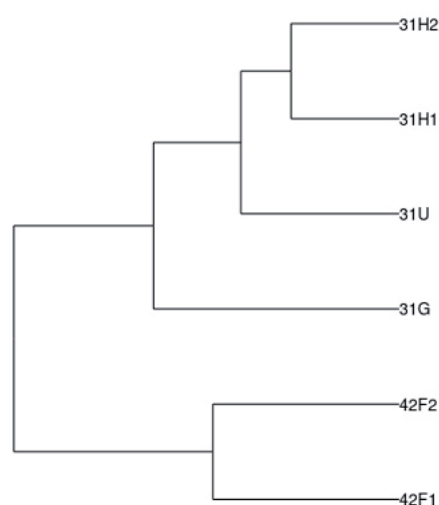


Figura 3. Ordenació de les localitats estudiades segons l'índex de dissimilaritat de Bray-Curtis en base a l'abundància de trets funcionals i indicadors ecològics de les comunitats de líquens epífits. 31G: neretar; 31H: matollars de ginebró; 31U: balegar; 42F: pinedes de pi negre amb neret.

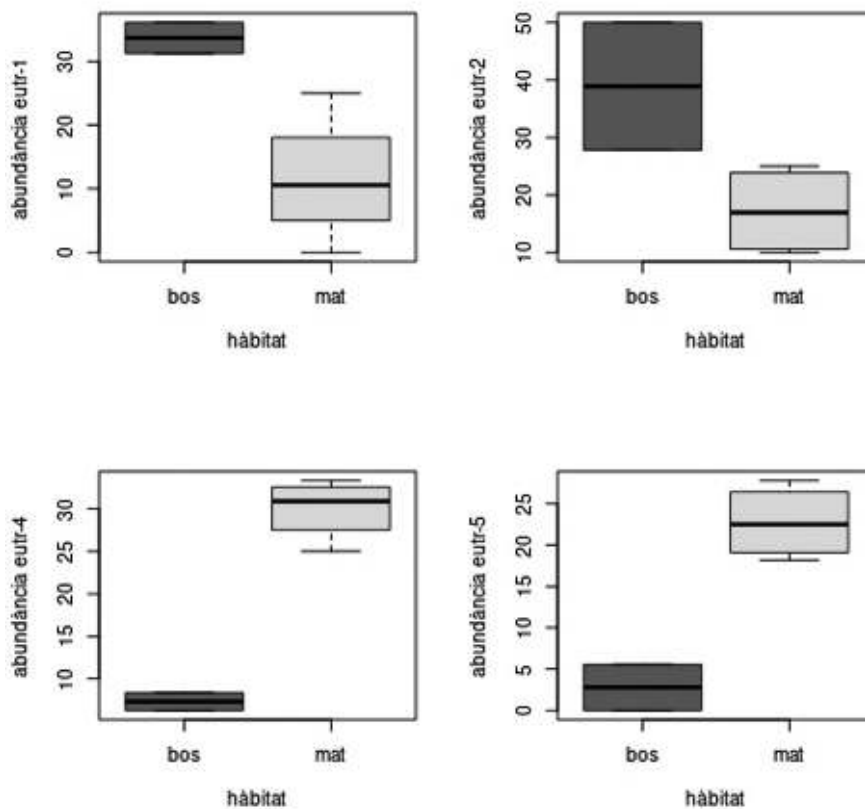


Figura 4. Distribució de les abundàncies corresponents als diferents nivells de tolerància a l'eutrofització presents als matollars (mat) i boscos de pi negre (bos) estudiats: eutr-1 correspon a espècies que no toleren eutrofització, eutr-2 correspon a espècies que toleren nivells molt baixos d'eutrofització, eutr-4 correspon a espècies que toleren nivells alt d'eutrofització, i eutr-5 correspon a espècies tolerants a nivells molt alts d'eutrofització.

se amb unes condicions ambientals semblants. Aquesta manca de diferències és molt clara pel que fa al tipus de tal·lus i al de reproducció. Pel que respecta als indicadors ecològics, s'observen algunes diferències entre els matollars i els boscos de pi negre. S'estableix un patró de diferència entre els dos tipus de comunitats, tot i que no és gaire significatiu. Als boscos, s'aprecia una major abundància d'espècies poc o gens tolerants a l'eutrofització i una baixa freqüència d'espècies que la toleren. Als matollars, per contra, hi abunden les espècies que toleren nivells alts d'eutrofització, i són baixes les abundàncies dels líquens que la toleren poc o gens (Fig. 4). Les espècies tolerants a nivells alts d'eutrofització també són espècies que toleren nivells elevats de perturbacions ambientals. Les masses forestals afavoreixen la presència d'espècies de líquens més sensibles, perquè mitiguen les condicions ambientals més o menys extremes pròpies dels hàbitats subalpins i alpins que caracteritzen la zona estudiada (Nascimbene, 2013).

Conclusions

L'aportació d'un total de 59 espècies al catàleg de la vall de Núria representa un increment considerable en el coneixement de la seva biota líquènica. S'ha augmentat en un 21,5 % el nombre d'espècies conegudes a la zona.

Les comunitats de líquens epífits de les pinedes de pi negre i els matollars estudiats a la vall de Núria presenten uns valors de riquesa d'espècies semblants als observats a zones semblants des del punt de vista climàtic, com és el Parc Natural del Cadí-Moixeró. Si bé aquestes comunitats presenten diferències significatives en la composició específica, no succeeix el mateix amb l'abundància de trets funcionals i la d'indicadors ecològics, les quals tenen valors similars en matollars i pinedes de pi negre, com a resposta a unes condicions ambientals genèriques.

L'estudi d'una àrea prou coneguda i concorreguda com és la vall de Núria ha aportat un increment en el coneixement de la seva diversitat biològica. Tot i que una part d'aquesta vall es troba fora del límit del Parc Natural de les Capçaleres del Ter i el Freser, considerem que el fet que el present treball aportés noves dades al coneixement de la biota d'aquest parc l'han de tenir present els seus òrgans gestors per poder gestionar-lo correctament. Ressaltem el fet que hem trobat espècies que no havien estat observades amb anterioritat en una zona molt visitada i dintre d'un grup d'organismes força estudiat a Catalunya com és el dels líquens epífits. Cal fer un treball de prospecció al país per poder assolir un coneixement detallat de la seva diversitat líquènica, que a hores d'ara encara no és gaire coneguda, com tampoc no ho és la diversitat d'altres grups d'organismes. El coneixement de la diversitat biològica permetrà establir uns criteris de gestió acurats i enfocats a preservar-la.

Bibliografia

- Azuaga, T., Barbero, M. & Gómez-Bolea, A. 2001. Additions to the knowledge of the genus *Cladonia* (Cladoniaceae, lichenized Ascomycotina) in the alpine belt of the Pyrenees in Andorra. *Mycotaxon*, 79: 433-446.
- Boch, S., Prati, D., Schöning, I. & Fischer, M. 2016. Lichen species richness is highest in non-intensively used grasslands promoting suitable microhabitats and low vascular plant competition. *Biodiversity Conservation*, 25: 225-238.
- Burgaz, A. R. & Ahti, T. 2010. *Cladoniaceae. Flora Liquenológica Ibérica IV*. Sociedad Española de Liquenología, EFCA. SA, Murcia. 111 p.
- Carreras, J. & Ferré, A. 2014. *Cartografia dels hàbitats a Catalunya, versió 2. Manual d'interpretació*. Grup de Geobotànica i Cartografia de la Vegetació - Centre Especial de Biodiversitat Vegetal (CERBIV, Universitat de Barcelona), Barcelona. 360 p.
- Clauzade, G. & Roux, C. 2002. *Likenoj de Okcidenta Europo. Traduction des clés de détermination par P. Ravel*. Association Française de Lichénologie, Paris. 894 p.
- Elix, J. A. 2014. *A catalogue of standardized thin layer chromatographic data and biosynthetic relationships for lichen substances*. 3rd edn. John A. Elix, Canberra. 323 p.
- GBIF Secretariat 2022. GBIF Backbone Taxonomy. Checklist dataset. Disponible a: <https://doi.org/10.15468/39omei> [Data de consulta: 24 juny 2023].
- Giralt, M. 2010. *Physciaceae I. Endohyalina, Rinodina y Rinodinella Flora Liquenológica Ibérica V*. Sociedad Española de Liquenología, Impressors de Barcelona, Barcelona. 105 p.
- Hladun, N. 2023. Mòdul LiqueCat. Banc de Dades de Biodiversitat de Catalunya. Generalitat de Catalunya i Universitat de Barcelona. Disponible a: <http://biodiver.bio.ub.es/biocat/homepage.html> [Data de consulta: 19 juny 2023].
- Llop, E. 2015. *Contribució a l'inventari dels líquens del Parc Natural del Cadí-Moixeró. Líquens dels boscos de coníferes*. Informe tècnic.
- Llop, E. & Aymerich, P. 2014. Aproximación a la diversidad líquenica del Parque Natural del Cadí-Moixeró. Líquenes de los bosques de coníferas. *Botanica Complutensis*, 38: 29-34.
- Kaufmann, S., Funck, S.-K., Paintner, F., Asbeck, T. & Hauck, M. 2021. The efficiency of retention measures in continuous-cover forestry for conserving epiphytic cryptogams: A case study on *Abies alba*. *Forest Ecology and Management*, 502: 119698.
- Nascimbene, J. 2013. The epiphytic lichen flora of the forest monitoring plot "Großer Zirnboden", Latemar, South Tyrol. *Gredleriana*, 13: 5-14.
- Nimis, P.L. 2023. ITALIC - The Information System on Italian Lichens. Version 7.0. University of Trieste, Dept. of Biology. Disponible a: <https://dryades.units.it/italic> [Data de consulta: 05 juny 2023].
- Orange, A., James, P. W. & White, F.J. 2001. *Microchemical methods for the identification of lichens*. British Lichen Society, London. 101 p.
- R Core Team 2023. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponible a: <https://www.r-project.org/> [Data de consulta: 20 juny 2023].
- Saag, L., Saag A. & Randlane T. 2009. World survey of the genus *Lepraria* (Stereocaulaceae, lichenized Ascomycota). *The Lichenologist*, 41: 25-60.
- Smith, C.W., Aptroot, A., Coppins, B.J., Fletcher, A., Gilbert, O.L., James, P.W. & Wolseley, P.A. 2009. *The Lichens of Great Britain and Ireland*. British Lichen Society, London. 1046 p.
- Vayreda, E. 1882. *Catàlech de la Flora de la Vall de Núria*. Associació Excursionista de Catalunya, Barcelona. P. 90-91.
- Wirth, V., Hauck, M. & Schultz, M. 2013. *Die Flechten Deutschlands*. Eugen Ulmer, Stuttgart. 1244 p.