

GEA, FLORA ET FAUNA

Aportació a l'estudi de la diversitat líquènica dels Pirineus Orientals: els líquens de la Ribera del Catllar (Ripollès, Catalunya, Espanya)

Esteve Llop*

* Departament de Biologia Evolutiva, Ecologia i Ciències Ambientals – Botànica i Micologia, Facultat de Biologia. Universitat de Barcelona. Av. Diagonal, 643. Barcelona 08028. Spain. A/e: ellop@ub.edu

Rebut: 26.03.2020; Acceptat: 04.04.2020; Publicat: 30.06.2020

Resum

L'estudi de la diversitat líquènica de la Ribera del Catllar (Ripollès) ha permès identificar 193 tàxons, un dels quals és novetat per a la península Ibèrica (*Aspicilia spermatomanes*), i nou ho són per a Catalunya (*Candelariella efflorescens*, *Lecidea swartzioidea*, *Lepraria borealis*, *Rhizocarpon copelandii*, *R. simillimum*, *R. sublavatum*, *Rinodina malangica*, *Stereocaulon botryosum* i *Xylographa trunciseda*). Destaca la presència de *Nephroma parile*, espècie catalogada com a vulnerable al Catàleg de Flora Amenaçada de Catalunya.

La composició específica és força heterogènia entre les localitats estudiades, fins al punt que algunes localitats no comparteixen cap tàxon en comú. La diversitat de tàxons és més palesa a les localitats ubicades en hàbitats mixtes i prats que en hàbitats forestals. També s'observa més heterogeneïtat en la composició específica entre les localitats situades a l'estatge montà que al subalpí. Per altra banda, l'abundància de trets funcionals és força homogènia entre les localitats, malgrat presentar una composició de tàxons diferents. Les comunitats de líquens han desenvolupat unes adaptacions similars a les condicions ambientals, independentment de la ubicació de les localitats. Aquesta baixa variabilitat en l'abundància de trets funcionals no es veu afectada pel tipus d'hàbitat ni l'estatge altitudinal.

Paraules clau: distribució, trets funcionals, Península Ibèrica.

Abstract

Contribution to lichen diversity of Eastern Pyrenees: lichens from Ribera del Catllar (Ripollès, Catalonia, Spain)

The survey on the lichen diversity from Ribera del Catllar (Ripollès) has yield a catalogue of 193 taxa. Among them, one taxon is newly reported for the Iberian Peninsula (*Aspicilia spermatomanes*), and nine taxa are novel for Catalonia (*Candelariella efflorescens*, *Lecidea swartzioidea*, *Lepraria borealis*, *Rhizocarpon copelandii*, *R. simillimum*, *R. sublavatum*, *Rinodina malangica*, *Stereocaulon botryosum* and *Xylographa trunciseda*). To highlight the presence of *Nephroma parile*, a species listed as vulnerable in the Catalan catalog of menaced flora.

The specific composition from the examined sites is highly heterogeneous; indeed, some localities do not share any taxa at all. The variability in species composition is more notorious in sites located in mixed habitats and meadows, while those sites from forest habitats show less variability. The heterogeneity within species composition is higher in sites from the montane belt than localities placed in the subalpine belt. On the other hand, abundance of functional traits follows an opposite pattern, being more similar between localities. In addition, there are not significant differences when considering the sort of habitat or the location on altitudinal belts. Lichen communities, despite their heterogeneity in terms of species composition, have developed closer adaptations to environmental conditions indistinctly of their location.

Key words: distribution, functional traits, Iberian Peninsula.

Introducció

El coneixement de la diversitat líquènica dels Pirineus es pot considerar que s'inicia amb Spruce (1849). Aquest autor inclou un llistat de les espècies de líquens presents a diferents estats altitudinals com a complement a un catàleg de les moltes i hepàtiques estudiades. Per que fa als Pirineus Orientals, Nylander (1853) fa un primer recull de les cites del vessant francès de la serralada. Entre les publicacions referents al sector axial dels Pirineus que consten a Culberson *et al.* (2015), hi ha 98 obres que fan referència a estudis de

la diversitat dels líquens. Trobem certa igualtat en el nombre de referències de cada vessant, el vessant francès acumula el 54 % de les obres mentre que al vessant ibèric li corresponen el 46 % de les publicacions. Però si ens fixem en els diferents sectors que es divideix la serralada (Muñoz *et al.*, 2018), gairebé la meitat (42 %) d'aquestes obres corresponen al sector occidental, un 26 % abasta el sector central i el sector oriental un 32 %. S'observa un cert equilibri entre les publicacions dels diferents sectors i vessants, tret del sector oriental, on trobem 8 publicacions del vessant sud per 26 obres al vessant nord. De fet, si ens centrem en els Pirineus

catalans, les publicacions disponibles són escasses i molt focalitzades en tres àrees geogràfiques. De les tres, l'àrea més estudiada ha estat el Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici i àrees properes (Navarro-Rosinés & Hladun, 1992; Azuaga & Gómez-Bolea, 1996; Gómez-Bolea *et al.*, 2001; Barbero *et al.*, 2003; Llop *et al.*, 2010, 2018). Andorra també compta amb alguns treballs sobre la seva diversitat líquènica (Llimona, 1979; Azuaga & Gómez-Bolea, 2000; Azuaga *et al.*, 2001). La tercera àrea on consta un cert grau de coneixement de la seva biota líquènica correspon a la vall de Núria (Vayreda, 1882; Llenas, 1909; Sancho, 1989; Navarro-Rosinés & Hladun, 1990; Gaya & Navarro-Rosinés, 2008). A més, s'han publicat alguns treballs sobre la diversitat líquènica d'algunes serralades prepirinenques, com ara el Port del Compte (Longán *et al.*, 2004), o el Cadí-Moixeró (Llop & Aymerich, 2014, i referències allà citades). Però no hi ha cap estudi que s'hagi centrat en el sector més oriental del Ripollès ni l'Alt Empordà.

L'estudi de la diversitat líquènica de la Ribera del Catllar, situada al Ripollès, té l'interès especial d'abastar una zona del sector oriental dels Pirineus, com hem vist, amb molt poques referències. L'objectiu principal d'aquest estudi és examinar la biota líquènica present en els diferents hàbitats que ocupen la conca que drena la Ribera del Catllar, amb l'objectiu d'aportar un catàleg dels líquens presents a la zona i avaluar la seva diversitat.

Àrea d'estudi

La Ribera del Catllar, situada al municipi de Vilallonga de Ter (El Ripollès) (Fig. 1), és una conca hidrològica que abas-

ta cap a unes 1.000 ha, situada a la dreta del riu Ter, de qui és tributari. La zona d'estudi presenta un rang altitudinal que va des dels 1.170 m a la part baixa, a tocar del riu Ter, fins als 2.693 m del cim de les Borregues. El substrat litològic està format per material del cambroordivicià amb predomini de gresos i lutites, amb afloraments de dolomies i marbres, també del mateix període. Les comunitats vegetals es distribueixen seguint els estatges altitudinals. Fins a uns 1.600 m trobem boscos caducifolis, freixenedes i rouredes, barrejats amb pinedes de pi roig (*Pinus sylvestris* L.) al vessant sud. Al vessant nord hi dominen els bedolls (*Betula pendula* Roth.), que puguen fins a l'estatge subalpí juntament amb pinedes de pi negre (*P. mugo* Turra subsp. *uncinata* (Ramond ex DC.) Domin) algunes d'elles resultat de plantacions. A la part alta de la conca hi dominen els prats, amb presència d'alguns matollars de ginebró (*Juniperus communis* L.) o landes de brugerola (*Calluna vulgaris* (L.) Hull).

Metodologia

El mostreig s'ha planificat en base a una selecció dels hàbitats presents a la zona de l'estudi. Els mostresos s'han enfocat envers els diferents hàbitats presents, ja siguin forestals, tant boscos de coníferes i de planifolis, com formacions arbustives, com de prats, i als diferents substrats geològics presents. A partir d'aquesta informació, es van seleccionar 10 punts de mostreig (Taula 1, Fig. 1).

El material recol·lectat va ser identificat d'acord amb els estàndards especificats a Smith *et al.* (2009), basada en l'observació dels caràcters macroscòpics i microscòpics, així com dels caràcters químics. El material ha estat identificat

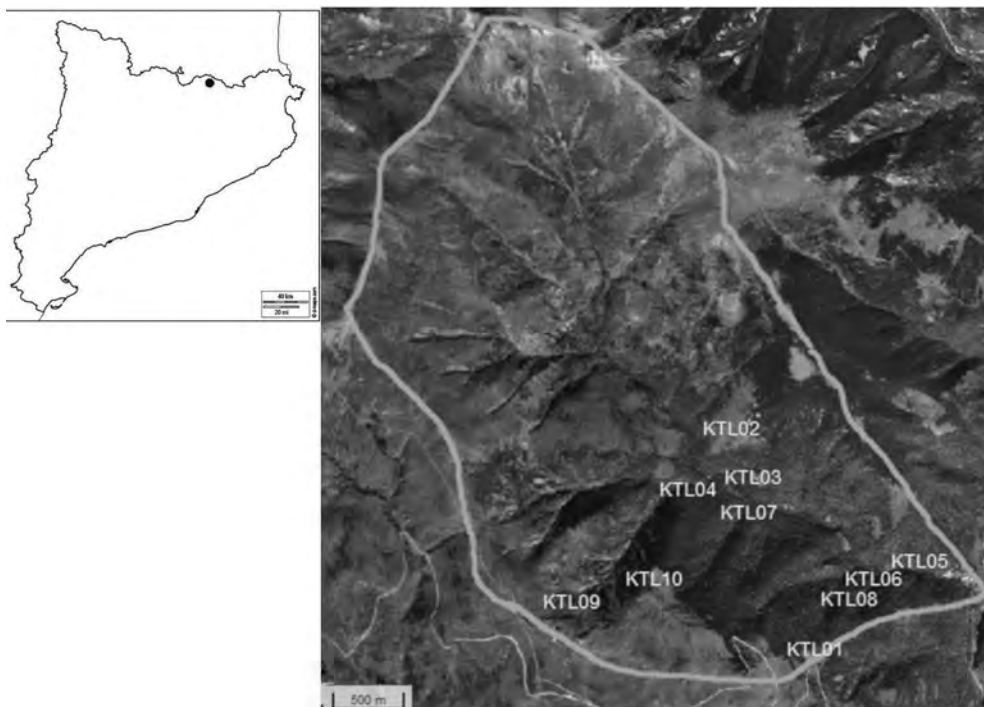


Figura 1. Ubicació de les localitats mostrejades a la Ribera del Catllar. La línia marca el límit de l'àrea d'estudi.

Taula 1. Localitats mostrejades a la Ribera del Catllar (Ripollès). S'indica el codi, nom, coordenades UTM en base al projecció ETRS 89 (Fus 31), l'altitud en metres, la inclinació en graus i l'hàbitat de cada localitat.

Codi		UTM X	UTM Y	Altitud	Inclinació	Habitat
KTL01	El Querroig	440478	4689395	1.560	28	pineda secundària de pi negre amb bedolls
KTL02	El Barrut	439885	4691007	1.650	24,1	prat obert amb arbusts i pineda de pi negre amb planifolis amb blocs grans exposats
KTL03	Cabanyes del Catllar	440060	4690684	1.445	32	talussos i tanques
KTL04	Torrent dels Emprius	439632	4690601	1.450	29,5	bosc de ribera mixt
KTL05	Els Cirerers	441273	4690044	1.300	50	roureda
KTL06	Ribera del Catllar	440938	4689993	1.265	6	freixeneda
KTL07	La Campassa	439997	4690403	1.425	38,7	bedollar esclarissat amb avellaners
KTL08	Les Fontetes	440745	4689760	1.475	30,8	parets verticals i talussos
KTL09	Castell dels Moros	438695	4689485	2.125	21,8	roques exposades i sòls damunt les roques amb vegetació esparsa i poc desenvolupada
KTL10	Pla de les Tres Fonts	439290	4689919	1.850	19,2	prats densos amb matollars de ginebrons

seguint principalment les claus de determinació dels treballs de Clauzade & Roux (2002), Smith *et al.* (2009) i Wirth *et al.* (2013). La identificació de substàncies líquèniques s'ha efectuat aplicant tècniques de cromatografia en capa fina (TLC) d'acord amb Elix (2014) i Orange *et al.* (2001). Sempre que ha estat necessari, s'han utilitzat treballs de revisió per a grups específics: *Cladonia* (Burgaz & Ahti, 2010), *Collema s. lat.* (Carvalho, 2012), *Lepraria* (Saag *et al.*, 2009), *Micarea* (Czarnota, 2007), *Peltigera* (Burgaz & Martínez, 2003), *Rinodina* (Giralt, 2010).

A partir de les característiques dels tàxons presents, s'han establerts els percentatges dels diferents trets funcionals per a cada localitat. Els trets funcionals fan referències a característiques morfològiques, fisiològiques o ecològiques dels tàxons. S'han considerat els trets referents a la morfologia del tal·lus, el tipus de fotobiont, tipus de reproducció, i als indicadors ecològics referents a la sensibilitat a l'eutrofització, els requeriments hídrics, la tolerància al pH del substrat, i la capacitat de resistir a pertorbacions d'origen antròpic de les diferents espècies. La informació referent als indicadors ecològics ha estat extreta de Nimis & Martellos (2017).

Les diferències en base a la composició específica entre les localitats estudiades ha estat comparada mitjançant l'índex de dissemblança de Bray-Curtis (Oksanen *et al.*, 2019). Un cop conegut l'índex de dissemblança entre les localitats, s'ha analitzat la variabilitat de la diversitat específica de les localitats en base als diferents tipus d'hàbitats i estatges altitudinals (Anderson, 2006; Anderson *et al.*, 2006). Els hàbitats de les localitats han estat agrupats en tres classes: forestal, mixt i obert, segons les dades observades al camp (Taula 1). Les diferències en l'abundància dels trets funcionals s'ha calculat aplicant l'índex de Shannon (Shannon & Weaver, 1949). Aquest índex ens mesura el grau de dispersió dels diferents trets funcionals, expressats com a percentatge per a cada localitat. També s'ha aplicat l'índex de dissemblança de Bray-Curtis per aquest components de la diversitat, i s'ha avaluat la seva variabilitat en base al tipus d'hàbitat i l'estatge altitudinal. Les possibles diferències en la composició funcional de les comunitats líquèniques degudes a l'hàbitat s'han analitzat en base a un test de Kruskal-Wallis. Els càlculs dels índexs de Bray-Curtis i de Shannon s'han dut a terme utilitzant el

paquet estadístic *vegan* (Oksanen *et al.*, 2019) implementat en el programa *R* (R Core Team, 2019). Aquests càlculs, així com els corresponents al test de Kruskal-Wallis i l'elaboració dels gràfics de barres corresponents s'han realitzat amb la versió 3.5.3 del programa *R*.

S'ha comparat la diversitat específica líquènica de la Ribera del Catllar amb la descrita de la vall de Núria (Navarro-Rosinés & Hladun, 1990) i de la Reserva Natural de Prats de Molló i La Presta (Roux *et al.*, 2011), ambdues zones ubicades als Pirineus Orientals, però en vessants diferents. Ambdues àrees ocupen més del doble de la superfície que ocupa la Ribera del Catllar. Per una banda, la Reserva Natural de Prats de Molló i la Presta presenta uns rangs altitudinals molt semblants als que observem a la Ribera del Catllar. En canvi, el rang altitudinal de la vall de Núria se situa uns 500 m per sobre de les altres dues àrees. La diversitat específica s'ha examinat utilitzant l'índex de semblança de Sørensen, un coeficient de similitud que es basa en el nombre d'espècie compartides per dues localitats o comunitats (Legendre & Legendre, 1998).

Resultats i discussió

L'estudi ha permès identificar 193 espècies de líquens en l'àrea de la Ribera del Catllar. A continuació es detalla el catàleg dels tàxons amb la indicació de la seva ecologia segons si viuen sobre escorça d'arbres (epífita), sobre fusta d'arbres morts (lignícola), com a paràsits d'altres líquens (paràsita), sobre roques (saxícola), sobre molses o damunt del sòl (terrícola-muscícola); o bé si s'ha trobat sobre diversos substrats (ubiquista); també s'indica les localitats on són presents. La nomenclatura dels tàxons segueix Nimis (2016).

Acarospora fuscata (Schrad.) Th. Fr.: saxícola; El Barrut.

Acarospora macrospora (Hepp) Bagl.: saxícola; Els Cirerers.

Acarospora sinopica (Wahlenb.) Körb.: saxícola; Les Fontetes.

Acarospora veronensis A. Massal.: saxícola; El Barrut, Castell dels Moros.

- Agonimia opuntiella* (Buschardt & Poelt) Vězda: epifítica; Els Cirerers.
- Agonimia tristicula* (Nyl.) Zahlbr.: terrícola-muscícola; Els Cirerers, Castell dels Moros.
- Alyxoria varia* (Pers.) Ertz & Tehler: epifítica; Ribera del Catllar.
- Amandinea punctata* (Hoffm.) Coppins & Scheid.: lignícola; El Barrut, Cabanyes del Catllar.
- Anaptychia ciliaris* (L.) Körb.: saxícola; Castell dels Moros.
- Arthonia atra* (Pers.) A. Schneid.: epifítica; Els Cirerers, Ribera del Catllar.
- Arthonia radiata* (Pers.) Ach.: epifítica; Ribera del Catllar.
- Aspicilia cinerea* (L.) Körb.: saxícola; Els Cirerers, Ribera del Catllar, Les Fontetes, Castell dels Moros.
- Aspicilia spermatomanes* (Nyl.) Maheu & Gillet: saxícola; Castell dels Moros.
- Aspicilia verruculosa* Kremp.: saxícola; Castell dels Moros.
- Athallia cerinella* (Nyl.) Arup, Frödén & Søchting: epifítica; El Barrut, Els Cirerers, Ribera del Catllar.
- Athallia holocarpa* (Hoffm.) Arup, Frödén & Søchting: saxícola; Castell dels Moros.
- Bacidia fraxinea* Lönnr.: epifítica; Ribera del Catllar.
- Bilimbia accedens* Arnold: terrícola-muscícola; Les Fontetes.
- Blastenia ferruginea* (Huds.) A. Massal.: epifítica; El Barrut, La Campassa, Castell dels Moros, Pla de les Tres Fonts.
- Blastenia hungarica* (H. Magn.) Arup, Søchting & Frödén: lignícola; El Querroig, Cabanyes del Catllar.
- Brodoa intestiniformis* (Vill.) Goward: saxícola; Castell dels Moros.
- Buellia aethalea* (Ach.) Th. Fr.: saxícola; El Barrut.
- Buellia griseovirens* (Sm.) Almb.: epifítica; El Querroig, El Barrut.
- Calogaya arnoldii* (Wedd.) Arup, Frödén & Søchting subsp. *oblitterata* (Pers.) nom. nud.: saxícola; Castell dels Moros.
- Caloplaca cerina* (Hedw.) Th. Fr.: epifítica; El Barrut, Torrent dels Emprius, Ribera del Catllar, Pla de les Tres Fonts.
- Caloplaca grimmiae* (Nyl.) H. Olivier: paràsita; Castell dels Moros.
- Caloplaca inconnexa* (Nyl.) Zahlbr.: paràsita; Els Cirerers, Castell dels Moros.
- Caloplaca lucifuga* G. Thor: epifítica; Pla de les Tres Fonts.
- Caloplaca necator* Poelt & Clauzade: paràsita; El Barrut.
- Candelaria concolor* (Dics.) Stein: epifítica; Torrent dels Emprius, Els Cirerers, Ribera del Catllar, La Campassa.
- Candelariella efflorescens* R.C. Harris & W.R. Buck: epifítica; El Querroig, La Campassa.
- Candelariella reflexa* (Nyl.) Lettau: epifítica; Torrent dels Emprius.
- Candelariella vitellina* (Hoffm.) Müll. Arg.: ubiqüista; El Barrut, Cabanyes del Catllar, Torrent dels Emprius, Els Cirerers, Ribera del Catllar, Castell dels Moros, Pla de les Tres Fonts.
- Catillaria nigroclavata* (Nyl.) Schuler: epifítica; El Querroig, El Barrut, Torrent dels Emprius, Els Cirerers, La Campassa, Castell dels Moros, Pla de les Tres Fonts.
- Chrysothrix candelaris* (L.) J.R. Laundon: epifítica; El Querroig, El Barrut.
- Circinaria caesiocinerea* (Malbr.) A. Nordin, Savić & Tibell: saxícola; El Barrut, Castell dels Moros.
- Cladonia chlorophaea* (Sommerf.) Spreng.: terrícola-muscícola; Ribera del Catllar.
- Cladonia coniocraea* (Flörke) Spreng.: lignícola; El Barrut.
- Cladonia fimbriata* (L.) Fr.: lignícola; El Barrut, Cabanyes del Catllar, Els Cirerers, Ribera del Catllar.
- Cladonia furcata* (Huds.) Schrad.: terrícola-muscícola; Pla de les Tres Fonts
- Cladonia pyxidata* (L.) Hoffm.: terrícola-muscícola; Ribera del Catllar, Castell dels Moros.
- Cliostomum griffithii* (Sm.) Coppins: epifítica; El Querroig.
- Collema flaccidum* (Ach.) Ach.: epifítica; Torrent dels Emprius.
- Collema furfuraceum* (Arnold) Du Rietz: epifítica; Torrent dels Emprius, Els Cirerers.
- Dermatocarpon miniatum* (L.) W. Mann.: saxícola; Els Cirerers.
- Diploschistes actinostomus* (Ach.) Zahlbr.: saxícola; El Barrut.
- Diploschistes muscorum* (Scop.) R. Sant.: terrícola-muscícola; El Barrut.
- Diploschistes scruposus* (Schreb.) Norman: saxícola; Ribera del Catllar.
- Enchylium ligerinum* (Hy.) Otálora, P.M. Jørg. & Wedin: epifítica; Els Cirerers.
- Endocarpon pusillum* Hedw.: terrícola-muscícola; Els Cirerers.
- Evernia prunastri* (L.) Ach.: epifítica; Torrent dels Emprius, Ribera del Catllar, La Campassa.
- Flavoparmelia caperata* (L.) Hale: epifítica; Torrent dels Emprius, Els Cirerers, Ribera del Catllar, La Campassa, Pla de les Tres Fonts.
- Flavoparmelia soledians* (Nyl.) Hale: epifítica; El Querroig, El Barrut.
- Fuscidea lightfootii* (Sm.) Coppins & P.James: epifítica; Ribera del Catllar.
- Fuscidea lygaea* (W. Mann.) V. Wirth & Vězda: saxícola; Les Fontetes.
- Glypholecia scabra* (Pers.) Müll. Arg.: saxícola; El Barrut.
- Graphis scripta* (L.) Ach.: epifítica; Els Cirerers, Ribera del Catllar.
- Hymenelia epulotica* (Ach.) Lutzoni: saxícola; Les Fontetes.
- Hyperphyscia adglutinata* (Flörke) H. Mayrhofer & Poelt: epifítica; Els Cirerers.
- Hypogymnia physodes* (L.) Nyl.: epifítica; El Querroig, El Barrut, La Campassa.
- Hypogymnia tubulosa* (Schaer.) Hav.: epifítica; El Barrut.

- Lathagrium auriforme* (With.) Otálora, P.M. Jørg. & Wedin: terrícola-muscícola; Els Cirerers, Ribera del Catllar, Castell dels Moros.
- Lecania cyrtella* (Ach.) Th. Fr.: epifítica; El Querroig, La Campassa.
- Lecania cyrtellina* (Nyl.) Sandst.: epifítica; Ribera del Catllar.
- Lecania naegelii* (Hepp) Diederich & van den Boom: epifítica; Torrent dels Emprius.
- Lecanora albellula* (Nyl.) Th. Fr.: lignícola; Cabanyes del Catllar.
- Lecanora carpinea* (L.) Vain.: epifítica; El Querroig, El Barrut, Torrent dels Emprius, Els Cirerers, Ribera del Catllar, La Campassa, Castell dels Moros.
- Lecanora cenisia* Ach.: saxícola; Castell dels Moros.
- Lecanora chlarotera* Nyl.: epifítica; El Querroig, Els Cirerers, Ribera del Catllar.
- Lecanora confusa* Almb.: epifítica; El Querroig, El Barrut.
- Lecanora horiza* (Ach.) Linds.: epifítica; Torrent dels Emprius, Ribera del Catllar.
- Lecanora intricata* (Ach.) Ach.: lignícola; Cabanyes del Catllar.
- Lecanora intumescens* (Rebent.) Rabenh.: epifítica; Els Cirerers, Ribera del Catllar.
- Lecanora leptyrodes* (Nyl.) Degel.: epifítica; Torrent dels Emprius, Els Cirerers.
- Lecanora polytropia* (Hoffm.) Rabenh.: saxícola; El Barrut, Ribera del Catllar, Castell dels Moros.
- Lecanora pulicaris* (Pers.) Ach.: epifítica; El Querroig, El Barrut, La Campassa, Castell dels Moros, Pla de les Tres Fonts.
- Lecanora rupicola* (L.) Zahlbr.: saxícola; El Barrut, Castell dels Moros.
- Lecanora saligna* (Schrad.) Zahlbr.: lignícola; El Querroig, Cabanyes del Catllar.
- Lecanora symmicta* (Ach.) Ach.: lignícola; El Barrut, Cabanyes del Catllar.
- Lecanora varia* (Hoffm.) Ach.: lignícola; Cabanyes del Catllar, Castell dels Moros.
- Lecidea swartzioidea* Nyl.: saxícola; Castell dels Moros.
- Lecidella carpathica* Körb.: saxícola; El Barrut.
- Lecidella elaeochroma* (Ach.) M. Choisy: epifítica; El Querroig, El Barrut, Torrent dels Emprius, Els Cirerers, Ribera del Catllar, La Campassa, Castell dels Moros, Pla de les Tres Fonts.
- Lecidella flavosorediata* (Vězda) Hertel & Leuckert: epifítica; El Barrut, La Campassa.
- Lecidella stigmatea* (Ach.) Hertel & Leuckert: saxícola; Castell dels Moros.
- Lepra albescens* (Huds.) Hafellner: epifítica; Torrent dels Emprius, La Campassa.
- Lepra amara* (Ach.) Hafellner: epifítica; Ribera del Catllar.
- Lepra aspergilla* (Ach.) Hafellner: saxícola; Les Fontetes.
- Lepra monogona* (Nyl.) Hafellner: saxícola; El Barrut.
- Lepraria borealis* Loht. & Tønberg: saxícola; Ribera del Catllar.
- Lepraria eburnea* J.R. Laundon: epifítica; Ribera del Catllar, La Campassa.
- Lepraria lobificans* Nyl.: epifítica; El Querroig, Els Cirerers.
- Lepraria rigidula* (B. de Lesd.) Tønberg: saxícola; Les Fontetes.
- Leproplaca cirrochroa* (Ach.) Arup, Frödén & Søchting: saxícola; Els Cirerers.
- Leptogium hildenbrandii* (Garov.) Nyl.: epifítica; Els Cirerers.
- Leptogium saturninum* (Dicks.) Nyl.: epifítica; Torrent dels Emprius, Els Cirerers, Ribera del Catllar.
- Megaspora verrucosa* (Ach.) Arcadia & A. Nordin: terrícola-muscícola; Castell dels Moros.
- Melanelixia glabratula* (Lamy) Sandler & Arup: epifítica; El Barrut, Torrent dels Emprius, Ribera del Catllar, La Campassa.
- Melanelixia subaurifera* (Nyl.) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch: epifítica; El Querroig, El Barrut, Ribera del Catllar, La Campassa.
- Melanohalea exasperata* (De Not.) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch: epifítica; El Barrut, Els Cirerers.
- Melanohalea exasperatula* (Nyl.) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch: epifítica; El Barrut, Castell dels Moros.
- Micarea misella* (Nyl.) Hedl.: lignícola; El Querroig.
- Micarea prasina* Fr.: lignícola; El Barrut.
- Myriolecis dispersa* (Pers.) Śliwa, Zhao Xin & Lumbsch: lignícola; Cabanyes del Catllar.
- Myriolecis hagenii* (Ach.) Śliwa, Zhao Xin & Lumbsch: epifítica; El Querroig, El Barrut, Castell dels Moros, Pla de les Tres Fonts.
- Myriospora smaragdula* (Ach.) Uloth: saxícola; Ribera del Catllar.
- Nephroma parile* (Ach.) Ach.: epifítica; Torrent dels Emprius.
- Normandina pulchella* (Borrer) Nyl.: terrícola-muscícola; Els Cirerers, Ribera del Catllar.
- Parmelia submontana* Hale: terrícola-muscícola; Cabanyes del Catllar.
- Parmelia sulcata* Taylor: epifítica; El Querroig, El Barrut, Torrent dels Emprius, Ribera del Catllar, La Campassa.
- Parmelina quercina* (Willd.) Hale: epifítica; El Barrut.
- Parmeliopsis ambigua* (Wulfen) Nyl.: lignícola; El Querroig, El Barrut.
- Parmotrema perlatum* (Huds.) M. Choisy: epifítica; El Querroig, Torrent dels Emprius, Els Cirerers, Ribera del Catllar, La Campassa.
- Peltigera didactyla* (With.) J.R. Laundon: terrícola-muscícola; Castell dels Moros.
- Peltigera elisabethae* Gyeln.: terrícola-muscícola; Ribera del Catllar, Les Fontetes.

- Peltigera leucophlebia* (Nyl.) Gyeln.: terrícola-muscícola; Les Fontetes.
- Peltigera praetextata* (Sommerf.) Zopf: terrícola-muscícola; Cabanyes del Catllar, Torrent dels Emprius, Els Cirerers, Ribera del Catllar.
- Peltigera rufescens* (Weiss) Humb.: terrícola-muscícola; Les Fontetes.
- Pertusaria leioplaca* DC.: epifítica; Castell dels Moros.
- Pertusaria pseudocorallina* (Lilj.) Arnold: saxícola; Les Fontetes.
- Phaeophyscia orbicularis* (Neck.) Moberg: epifítica; El Barrut, Torrent dels Emprius, Els Cirerers, Ribera del Catllar, La Campassa, Pla de les Tres Fonts.
- Phlyctis agelaea* (Ach.) Flot.: epifítica; Ribera del Catllar.
- Phlyctis argena* (Ach.) Flot.: epifítica; El Barrut, Torrent dels Emprius, Els Cirerers, Ribera del Catllar.
- Physcia adscendens* (Fr.) H. Olivier: epifítica; El Querroig, El Barrut, Torrent dels Emprius, Els Cirerers, Ribera del Catllar, La Campassa, Pla de les Tres Fonts.
- Physcia aipolia* (Humb.) Fűrnr.: epifítica; El Querroig, El Barrut, Els Cirerers, La Campassa.
- Physcia caesia* (Hoffm.) Fűrnr.: epifítica; Castell dels Moros, Pla de les Tres Fonts.
- Physcia dubia* (Hoffm.) Lettau: ubiqüista; El Barrut, Castell dels Moros.
- Physcia leptalea* (Ach.) DC.: epifítica; Torrent dels Emprius.
- Physcia magnussonii* Frey: saxícola; El Barrut.
- Physcia stellaris* (L.) Nyl.: epifítica; Torrent dels Emprius, Castell dels Moros, Pla de les Tres Fonts.
- Physcia tenella* (Scop.) DC.: epifítica; El Barrut.
- Physciella chloantha* (Ach.) Essl.: epifítica; Els Cirerers, Ribera del Catllar.
- Physconia distorta* (With.) J.R. Laundon: epifítica; El Barrut, Torrent dels Emprius, Els Cirerers.
- Physconia muscigena* (Ach.) Poelt: terrícola-muscícola; Castell dels Moros.
- Physconia venusta* (Ach.) Poelt: epifítica; Ribera del Catllar.
- Placopyrenium fuscillum* (Turner) Gueidan & Cl. Roux: saxícola; El Barrut.
- Placyntiella icmalea* (Ach.) Coppins & P. James: lignícola; El Barrut.
- Polysporina simplex* (Davies) Vězda: saxícola; Castell dels Moros.
- Porpidia crustulata* (Ach.) Hertel & Knoph: saxícola; Ribera del Catllar.
- Porpidia macrocarpa* (DC.) Hertel & A.J. Schwab: saxícola; Les Fontetes.
- Protoparmeliopsis muralis* (Schreb.) M. Choisy: saxícola; El Barrut, Els Cirerers, Castell dels Moros.
- Pseudevernia furfuracea* (L.) Zopf: epifítica; El Querroig, El Barrut, La Campassa, Pla de les Tres Fonts.
- Pseudoschismatomma rufescens* (Pers.) Ertz & Tehler: epifítica; Els Cirerers, Ribera del Catllar.
- Psilolechia lucida* (Ach.) M. Choisy: saxícola; Ribera del Catllar.
- Punctelia subrudecta* (Nyl.) Krog: epifítica; Els Cirerers, Ribera del Catllar.
- Ramalina capitata* (Ach.) Nyl.: saxícola; El Barrut, Castell dels Moros.
- Ramalina farinacea* (L.) Ach.: epifítica; El Barrut, Torrent dels Emprius, Els Cirerers, Ribera del Catllar, La Campassa.
- Ramalina obtusata* (Arnold) Bitter: epifítica; Ribera del Catllar.
- Rhizocarpon copelandii* (Körb.) Th. Fr.: saxícola; Castell dels Moros.
- Rhizocarpon geographicum* (L.) DC.: saxícola; El Barrut, Ribera del Catllar, Les Fontetes, Castell dels Moros.
- Rhizocarpon petraeum* (Wulfen) A. Massal.: saxícola; Ribera del Catllar.
- Rhizocarpon simillimum* (Anzi) Lettau: saxícola; Les Fontetes, Castell dels Moros.
- Rhizocarpon sublavatum* Fryday: saxícola; Les Fontetes.
- Rhizoplaca chrysoleuca* (Sm.) Zopf: saxícola; Castell dels Moros.
- Rinodina boleana* Giralt & H. Mayrhofer: epifítica; El Barrut, La Campassa.
- Rinodina malangica* (Norman) Arnold: epifítica; Castell dels Moros.
- Rinodina oleae* Bagl.: epifítica; Els Cirerers.
- Rinodina orculata* Poelt & M. Steiner: lignícola; Cabanyes del Catllar.
- Rinodina polysporoides* Giralt & H. Mayrhofer: epifítica; Ribera del Catllar.
- Rinodina septentrionalis* Malme: epifítica; El Barrut, Els Cirerers, Castell dels Moros, Pla de les Tres Fonts.
- Rinodina teichophila* (Nyl.) Arnold: saxícola; El Barrut.
- Rinodina vezdae* H. Mayrhofer: saxícola; Els Cirerers.
- Rusavskia elegans* (Link.) S.Y. Kondr. & Kärnefelt: saxícola; El Barrut.
- Sarcogyne lapponica* (Schaer.) K. Knudsen & Kocourk.: lignícola; Cabanyes del Catllar.
- Schaereria fuscocinerea* (Nyl.) Clauzade & Cl. Roux: saxícola; El Barrut, Castell dels Moros.
- Scoliciosporum sarothammi* (Vain.) Vězda: epifítica; El Querroig, El Barrut, La Campassa, Pla de les Tres Fonts.
- Scoliciosporum umbrinum* (Ach.) Arnold: ubiqüista; El Barrut, Ribera del Catllar, Les Fontetes, Castell dels Moros.
- Scytinium fragrans* (Sm.) Otálora, P.M. Jørg. & Wedin: epifítica; Els Cirerers.
- Scytinium parvum* (Degel.) Otálora, P.M. Jørg. & Wedin: saxícola; Els Cirerers.
- Scytinium teretiusculum* (Wallr.) Otálora, P.M. Jørg. & Wedin: terrícola-muscícola; Els Cirerers, Ribera del Catllar.
- Sporastatia testudinea* (Ach.) A. Massal.: saxícola; Castell dels Moros.
- Squamulea subsoluta* (Nyl.) Arup, Søchting & Frödén: saxícola; Ribera del Catllar.

- Stereocaulon botryosum* Ach.: saxícola; Les Fontetes.
Synalissa ramulosa (Bernh.) Fr.: saxícola; Els Cirerers.
Tephromela atra (Huds.) Hafellner: ubiqüista; Castell dels Moros.
Thelenella modesta (Nyl.) Nyl.: epifítica; El Barrut.
Thelenella muscorum (Fr.) Vain.: terrícola-muscícola; Castell dels Moros.
Trapeliopsis gelatinosa (Flörke) Coppins & P. James: terrícola-muscícola; Ribera del Catllar.
Tremolecia atrata (Ach.) Hertel: saxícola; Les Fontetes, Castell dels Moros.
Umbilicaria cylindrica (L.) Delise ex Duby: saxícola; Les Fontetes.
Umbilicaria polyphylla (L.) Baumg.: saxícola; Castell dels Moros.
Usnea hirta (L.) F.H. Wigg.: lignícola; El Querroig.
Usnea perplexans Stirt.: epifítica; El Barrut.
Varicellaria hemisphaerica (Flörke) I. Schmitt & Lumbsch: epifítica; El Querroig, El Barrut.
Varicellaria lactea (L.) I. Schmitt & Lumbsch: saxícola; Ribera del Catllar.
Xanthomendoza huculica (S.Y. Kondr.) Diederich: epifítica; El Querroig, Torrent dels Emprius.
Xanthoparmelia conspersa (Ach.) Hale: saxícola; Ribera del Catllar.
Xanthoparmelia pulla (Ach.) O. Blanco, A. Crespo, Elix, D. Hawksw. & Lumbsch: saxícola; El Barrut, Castell dels Moros.
Xanthoparmelia tinctina (Maheu & Gillet) Hale: saxícola; El Barrut.
Xanthoria parietina (L.) Th. Fr.: epifítica; El Barrut, Torrent dels Emprius, Els Cirerers, Ribera del Catllar, La Campassa, Pla de les Tres Fonts.
Xylographa parallela (Ach.) Fr.: lignícola; El Barrut.
Xylographa trunciseda (Th. Fr.) Redinger: lignícola; El Barrut.
Xylographa vitiligo (Ach.) J.R. Laundon: lignícola; El Querroig, El Barrut.

D'aquest catàleg cal destacar una espècie que és nova citació per a la península Ibèrica: *Aspicilia spermatomanes*. Aquesta espècie només es coneix de la seva localitat tipus al vessant francès dels Pirineus Orientals (Roux *et al.*, 2011) i dels Urals (Paukov *et al.*, 2017). A més, nou espècies són noves per a Catalunya: *Candelariella efflorescens*, *Lecidea swartzioidea*, *Lepraria borealis*, *Rhizocarpon copelandii*, *R. simillimum*, *R. sublavatum*, *Rinodina malangica*, *Stereocaulon botryosum* i *Xylographa trunciseda*. Destaca la presència de *C. efflorescens*, que té una distribució temperada àmplia, es troba tant a Europa com a Amèrica del Nord (Westberg, 2007), i aquesta correspon a la segona citació ibèrica del tàxon. Fins ara només es tenia constància de la seva presència a dues localitats de València segons consta al Banc de Dades de la Comunitat Valenciana. Per altra banda, 55 espècies identificades a la zona es poden considerar rares a Catalunya,

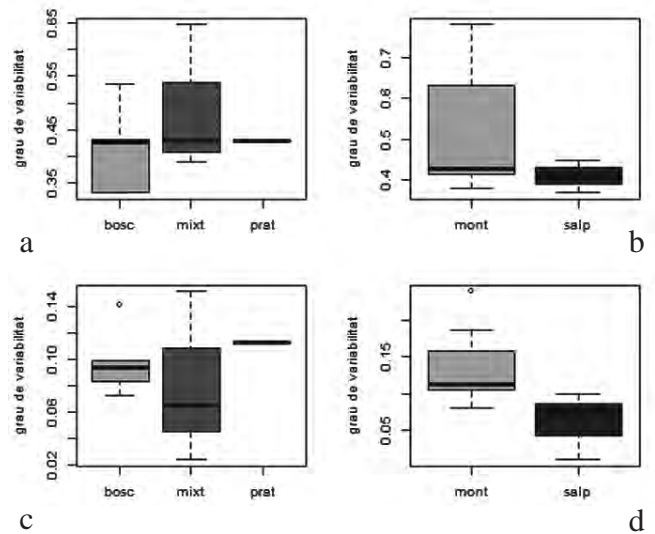


Figura 2. Variabilitat de l'índex de Bray-Curtis basada en: a) la composició específica de les localitats segons el tipus d'hàbitat; b) la composició específica de les localitats segons l'estatge altitudinal; c) l'abundància de trets funcionals de les localitats segons el tipus d'hàbitat; d) l'abundància de trets funcionals de les localitats segons l'estatge altitudinal. mont: estatge montà; salp: estatge subalpí. bosc: hàbitats forestals; mixt: hàbitats mixtes; prat: hàbitats oberts.

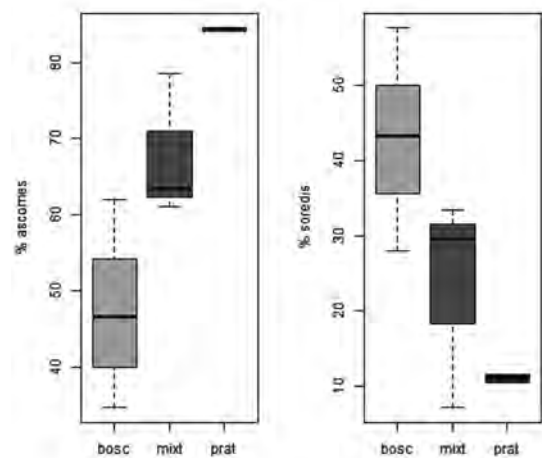


Figura 3. Proporció d'espècies amb ascomes i soredis, respectivament, entre els diferents hàbitats definits a la Ribera del Catllar; bosc: hàbitats forestals; mixt: hàbitats mixtes; prat: hàbitats oberts.

on només consta la seva presència en cinc o menys quadrats UTM de 10 × 10 km (Hladun, 2019). Destaca el fet que 11 d'aquests tàxons només estan citats en un quadrat, i 19 ho són en dos quadrats. Cal destacar la presència de *Nephroma parile*, una espècie inclosa en el catàleg de flora amenaçada de Catalunya (RESOLUCIÓ AAM/732/2015, de 9 d'abril), considerada com a vulnerable. La localitat on s'ha trobat se situa just al límit del Parc Natural de les Capçaleres del Ter i del Freser.

El total d'espècies observades a cada localitat de la Ribera del Catllar ha estat força variable, va de les 14 espècies a

Taula 2. Valor de l'índex de dissemblança de Bray-Curtis entre les diferents localitats d'estudi, expressat com a percentatge (%). Els codis de les localitats corresponen als indicats a la Taula 1.

	<i>KTL01</i>	<i>KTL02</i>	<i>KTL03</i>	<i>KTL04</i>	<i>KTL05</i>	<i>KTL06</i>	<i>KTL07</i>	<i>KTL08</i>	<i>KTL09</i>
<i>KTL02</i>	62,4								
<i>KTL03</i>	90,1	90,6							
<i>KTL04</i>	76,7	74,7	90,1						
<i>KTL05</i>	80,0	73,6	90,6	57,5					
<i>KTL06</i>	84,3	73,8	91,8	59,6	52,3				
<i>KTL07</i>	50,0	62,9	100,0	50,0	71,1	67,1			
<i>KTL08</i>	100,0	95,6	100,0	100,0	97,1	89,7	100,0		
<i>KTL09</i>	87,8	67,5	93,9	87,8	80,4	83,8	87,2	85,9	
<i>KTL10</i>	70,8	70,8	93,8	62,5	76,5	81,8	54,5	100,0	74,3

les Cabanyes del Catllar, a les 71 espècies identificades a la zona del Barrut. Això es reflecteix en una gran variabilitat en la composició específica de les localitats, tal i com indica l'índex de dissemblança de Bray-Curtis (Taula 2). El valor de l'índex oscil·la entre 100 i 50 %, amb un valor de la mitjana entre les localitats del 80 %. Aquest valor és força alt, indica que les localitats comparteixen poques espècies entre elles. En concret, les Fontetes no comparteix cap espècie amb cinc localitats: el Querroig, les Cabanyes del Catllar, el Torrent dels Emprius, la Campassa i el Pla de les Tres Fonts. I tampoc hi ha coincidències entre les Cabanyes del Catllar i la Campassa. Les localitats que comparteixen més espècies, fins al 50 % dels seus tàxons, són la Campassa amb el Querroig i amb el Torrent dels Emprius, respectivament. L'heterogeneïtat en la composició específica és molt notòria entre les localitats. Tot i així, aquesta heterogeneïtat és més marcada en les localitats situades en hàbitats mixtes i prats que entre les localitats situades en hàbitats forestals (Fig. 2a). Per altra banda, si atenem als estatges altitudinals, les localitats situades a l'estatge subalpí mostren menor variabilitat en la composició específica que les localitats situades a l'estatge montà, que també són molt més nombroses (Fig. 2b).

La variabilitat de les comunitats de líquens en les diferents localitats, basada en la proporció de trets funcionals presents, segueix un patró molt diferent del que ens mostra la composició específica. L'índex de Shannon dona valors molt semblants per a les 10 localitats, entre 2,80 i 3,07. L'índex de Bray-Curtis aplicat a l'abundància de trets funcionals també indica aquesta homogeneïtat de les localitats. La mitjana dels valors de l'índex pels trets funcionals és del 19 %, amb un rang de valors entre el 34 % i el 8 % de dissemblança. Les localitats de Les Fontetes i Les Cabanyes del Catllar són les que presenten major dissemblança amb la resta de localitats. Tot i presentar una composició específica molt diferent, les espècies presenten uns trets funcionals molt similars entre les localitats. L'homogeneïtat que s'observa en base a l'abundància de trets funcionals, també es manté si ens fixem en els tipus d'hàbitats o l'estatge altitudinal (Figs. 2c-d). Tot i així, s'observa que les localitats situades a l'estatge subalpí també mostren una major homogeneïtat en la composició de trets funcionals. La manca de diferències en la composició de

les comunitats líquèniques identificades es deuria a que les localitats estan sotmeses a unes condicions ambientals molt semblants i, per tant, les espècies responen amb unes característiques morfològiques i funcionals comunes. A les localitats examinades hi dominen les espècies de líquens amb tal·lus crustaci i algues clorococcoides com a fotobiont. Aquests trets van lligats sovint a condicions d'estrès (Abbassi-Maaf & Roux, 1986; McCunne & Antos, 1992; Dietrich & Scheidegger, 1997; Glenn *et al.*, 1998; Lüking, 1999). També cal destacar que altres trets més abundants estan relacionats amb una preferència per nivells moderats o alts d'eutròfia i tolerància a una aridesa moderada. Si es compara la composició en base als trets funcionals entre els diferents hàbitats, no s'observen diferències significatives per a la majoria de trets considerats. Només sis trets mostren diferències significatives, tot i que baixes ($p < 0,1$) en els tests de Kruskal-Wallis: crustacis, ascomes, soredis, hidròfils, mesoxeròfils i neutròfils. Si ens fixem en el tipus de reproducció, els hàbitats forestals presenten una major proporció de líquens amb una reproducció vegetativa mitjançant soredis, mentre que els ambients mixtes o oberts presenten una predominança de líquens amb reproducció mitjançant ascomes (Fig. 3). Els boscos permeten una continuïtat de les condicions ambientals que afavoreix la presència de líquens amb reproducció asexual, mentre que les espècies amb reproducció sexual presenten unes característiques vinculades a processos de colonització dels hàbitats (Ellis & Coppins, 2007). Aquest fet fa a les espècies amb reproducció asexual més sensibles a situacions d'estrès, com les que es poden donar als hàbitats més exposats. Aquest patró també el presenten els líquens higròfils, més abundants als hàbitats forestals. En canvi en ambients més estressants els líquens amb tal·lus crustaci i els líquens mesoxeròfils són més abundants. Un comportament diferent l'observem en els líquens neutròfils, amb una abundància molt menor als hàbitats mixtes.

La composició d'espècies de líquens de la Ribera del Catllar és molt diferent de la que s'ha observat a la vall de Núria i a la reserva de Prats de Molló i La Presta. La semblança de la biota líquènica del Catllar amb les altres dues àrees és molt baixa. La Ribera del Catllar i la vall de Núria només comparteixen un 10 % dels tàxons. Una de les causes es trobaria en el

substrat litològic, la vall de Núria presenta una abundància de roques carbonatades que són escasses a la Ribera del Catllar. I també per la manca de comunitats forestals de caducifolis a la vall de Núria. En canvi, la Ribera del Catllar i la reserva de Prats de Molló i La Presta comparteixen gairebé un 30% dels tàxons. En aquest cas les característiques litològiques de la reserva de Prats de Molló i La Presta són més similars a les de la Ribera del Catllar. El tret diferencial l'hem d'anar a buscar a la riquesa de tàxons, 419 tàxons a la reserva natural de Prats de Molló i La Presta pels 193 a la Ribera del Catllar. Quan la riquesa específica és molt diferent entre localitats, aleshores l'índex de Sørensen queda sobreestimat (Lennon *et al.*, 2001).

Conclusions

L'estudi d'un espai com la conca de la Ribera del Catllar ens ha permès assolir dos objectius. Per una banda, conèixer amb més detall la diversitat dels líquens del sector axial dels Pirineus Orientals. Per l'altra, s'ha incrementat el catàleg de líquens de Catalunya amb la incorporació de nou espècies, i en una espècie el catàleg de líquens de la península Ibèrica. A més s'ha ampliat la distribució coneguda de tàxons rars per a Catalunya.

La variabilitat en la diversitat de tàxons de la Ribera del Catllar respon a la heterogeneïtat dels hàbitats que ocupen la zona. En canvi, les adaptacions a unes condicions ambientals poc diferents a la zona d'estudi han provocat que les espècies presents manifestin uns trets funcionals comuns, amb una gran homogeneïtat tant pel que fa als diferents hàbitats com als estatges altitudinals presents.

L'estudi de la diversitat líquènica de la zona encara segueix. Actualment s'està acabant l'anàlisi de les parts culminals, això aportarà noves dades sobre aquest grup d'organismes. Tal i com han constatat en treballs anteriors (Llop *et al.*, 2013, Llop, 2018), és important el coneixement de la biota líquènica i omplir buits en el coneixement de la diversitat biològica per poder desenvolupar una gestió acurada del territori, sobretot quan aquest es troba formant part de figures de protecció del territori com són els Parcs Naturals.

Bibliografia

ABBASSI-MAAF, L. & ROUX, C. 1986. Les peplements lichéniques corticoles de la chêne verte: étude comparée de la Gardiole de Rians et l'île de Port-Cros (Var). *Bulléin de la Société linnéenne de Provence*, 38: 189-245.

ANDERSON, M. J. 2006. Distance-based tests for homogeneity of multivariate dispersions. *Biometrics*, 62: 245-253.

ANDERSON, M. J., ELLINGSEN, K. E. & McARDLE, B. H. 2006. Multivariate dispersion as a measure of beta diversity. *Ecology Letters*, 9: 683-693.

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*, 74: 433-446.

AZUAGA, T. & GÓMEZ-BOLEA, A. 1996. Lichens et Champignons lichénicoles récoltés dans la région du Val d'Aran (Pyrenées, Espagne). Epiphytes et terricoles. *Bulléin Informatif de la Association Française de Lichénologie*, 21: 36-47.

AZUAGA T. & GÓMEZ-BOLEA A. 2000. Líquens d'Andorra. Terrícoles, humícoles i muscícoles de l'estatge alpí. *Hàbitats*, 1: 30-39.

BARBERO, M., HLADUN, N. L., NAVARRO-ROSINÉS, P., MUÑOZ, L., ARIÑO, X. & GÓMEZ-BOLEA, A. 2003. Establiment d'una xarxa d'estacions de seguiment mitjançant indicadors líquènics. Bases per a valorar l'impacte humà i la qualitat de l'aire al Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici. *Acta Botànica Barcinonensis*, 49: 209-218.

BURGAZ, A. R. & AHTI, T. 2010. *Cladoniaceae. Flora Liquenològica Ibèrica IV*. Sociedad Española de Liquenologia, EFCA.SA, Murcia. 111 p.

BURGAZ, A. R. & MARTÍNEZ, I. 2003. *Peltigerales: Lobariaceae, Nephromataceae, Peltigeraceae. Flora Liquenològica Ibèrica I*. Sociedad Española de Liquenologia. Murcia. 61 p.

CARVALHO, P. 2012. *Collema. Flora Liquenològica Ibèrica X*. Sociedad Española de Liquenologia. Imprenta El Pueblo. Pontevedra. 52 p.

CLAUZADE, G. & ROUX, C. 2002. *Likenoj de Okcidenta Europo. Traduction des clés de détermination par P. Ravel*. Association Française de Lichénologie. Paris. 1250 p.

CULBERSON, W. L., EGAN, R. S., ESSLINGER, T. L. & HODKINSON, B. P. 2015. Recent literature on lichens. Disponible a: <http://nhm2.uio.no/lichens/rl.html>. [Data de consulta: 18/04/2019]

CZARNOTA, P. 2007. The Lichen Genus *Micarea* (Lecanorales, Ascomycota) in Poland. *Polish Botanical Studies* 23: 1-199.

DIETRICH, M. & SCHEIDEGGER, C. 1997. Frequency, diversity and ecological strategies of epiphytic lichens in the Swiss Central Plateau and the Pre-Alps. *The Lichenologist*, 29: 237-258.

ELIX, J.A. 2014. *A catalogue of standardized thin layer chromatographic data and biosynthetic relationships for lichen substances*. 3rd edn. John A. Elix, Canberra. 321 p.

ELLIS, C. & COPPINS, B. J. 2007. Reproductive strategy and the compositional dynamics of crustose lichen communities on aspen (*Populus tremula* L.) in Scotland. *The Lichenologist*, 39: 377-391.

GAYA, E. & NAVARRO-ROSINÉS, P. 2008. Sobre la presencia de *Polycoccumversisporum* (hongos líquenícolas, *Dacampiaceae*) en los Pirineos catalanes y la identificación de su hospedante. *Revista Catalana de Micologia*, 30: 71-78.

GIRALT, M. 2010. *Physciaceae I. Endohyalina, Rinodina y Rinodinella Flora Liquenològica Ibèrica V*. Sociedad Española de Liquenología, Impresors de Barcelona. Barcelona. 105 p.

GLENN, M. G., COLE, M. S., WEBB, S. L. & HALE, C. M. 1998. *Corticolous lichens and bryophytes: preliminary surveys of old growth and managed northern hardwoods stands in Minesota*. P. 407-422. In: Glenn, M. G.; Harris, R. C.; Dirig, R.; Cole, M. S. (eds.). *Lichenographia Thomsoniana: North American Lichenology in Honor of John W. Thomson*. Mycotaxon Ltd. Ithaca. New York. 445 p.

GÓMEZ-BOLEA, A., BARBERO, M., HLADUN, N. L., NAVARRO-ROSINÉS, P., GIRALT, M., LLIMONA, X., GAYA, E., & AZUAGA, T. 2001. Líquens i fongs líquenicoles de la reserva integral de Muntanyó de Llacs (Parc Nacional d'Aigüestortes i estany de Sant Maurici - Pirineus. Espanya). *La investigació al Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici. Jornades sobre la Recerca al Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici*, 5: 73-80.

- HLADUN, N. L. 2019. Mòdul LiqueCat. Banc de Dades de Biodiversitat de Catalunya. Disponible a: <http://biodiver.bio.ub.es/biocat/homepage.html> [Data de consulta: 24 maig 2019]
- LEGENDRE, P. & LEGENDRE, L. 1998. *Numerical Ecology* 2n Ed. Elsevier Science B.V., Amsterdam. 853 p.
- LENNON, J. J., KOLEFF, P., GREENWOOD, J. J. D. & GASTON, K. J. 2001. The geographical structure of British birds distributions: diversity, spatial turnover and scale. *Journal of Animal Ecology*, 70: 966-979.
- LLENAS, M. 1909. Ensaig d'una flora líquènica de Catalunya. *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, 6: 1-39.
- LLIMONA, X. 1979. *Líquens i fongs d'Andorra (Pirineus)*. P. 79, 81, 155, 161, 163, 190, 193, 195, 196, 214. In: Folch, R. (ed.). El patrimoni natural d'Andorra. Els sistemes naturals andorrans i llur utilització. Ed. Ketres. Barcelona. 446 p.
- LLOP, E. 2018. La diversitat líquènica del Tossal Gros (Arbeca, les Garrigues, Catalunya). Una aportació a la biota del territori sicòric. *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, 82: 113-116.
- LLOP, E. & AYMERICH, P. 2014. Aproximación a la diversidad líquènica del Parque Natural del Cadí-Moixeró. Líquenes de los bosques de coníferas. *Botanica Complutensis*, 38: 29-34.
- LLOP, E., BARBERO, M., CHESA, M. J., FERNANDEZ-BRIME, S., FIGUERAS, G., GÓMEZ-BOLEA, A., HLADUN, N. L., MUÑIZ, D. & NAVARRO-ROSINÉS, P. 2010. *Els líquens i els fongs líquenícies de les Planes de Son i la mata de València*. P. 189-227. In: J. Germain (ed.). Els sistemes naturals de les Planes de Son i la mata de València. Institució Catalana d'Història Natural. Barcelona. 806 p.
- LLOP, E., BARBERO, M., HLADUN, N. L., NAVARRO-ROSINÉS, P. & GÓMEZ-BOLEA, A. 2018. Diversity and ecology of lichens and lichenicolous fungi in "Aigüestortes i Estany de Sant Maurici" National Park (Pyrenees, Catalonia, Spain). *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, 82: 121-132.
- LLOP, E.; FERNÁNDEZ-BRIME, S.; FIGUERAS-BALAGUER, G.; MUÑIZ, D. & LLIMONA, X. 2013. Aproximació al coneixement de la flora líquènica i dels fongs líquenícies dels altiplans i conques centrals de Catalunya: el sector segàric. *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, 77: 39-69.
- LONGÁN, A., LLOP, E. & NAVARRO-ROSINÉS, P. 2004. *Aproximació a la flora líquènica de la vall d'Alinyà*. P. 197-222. In: J. Germain (ed.). Els sistemes naturals de la vall d'Alinyà. Institució Catalana d'Història Natural. Barcelona. 612 p.
- LÜCKING, R. 1999. Ecology of foliicolous lichens at the "Botarrama" trail (Costa Rica), a neotropical rainforest. IV. Species associations, their salient features and their dependence on environmental variables. *The Lichenologist*, 31: 269-289.
- MCCUNNE, B. & ANTOS, J. A. 1992. Epiphyte communities of the Swan Valley, Montana. *The Bryologist*, 85: 1-12.
- MUÑOZ, J. A.; MENCOS, J.; ROCA, E.; CARRERA, O.; FERRER, O. & FERNÁNDEZ, O. 2018. The structure of the South-Central Pyrenean fold and thrust belt as constrained by subsurface data. *Geologica Acta*, 16: 439-460.
- NAVARRO-ROSINÉS, P. & HLADUN, N. L. 1990. Flora líquènica de las rocas carbonatadas del Valle de Núria (Pirineos, Cataluña). *Monografías del Instituto Pirenaico de Ecología*, 5: 75-83.
- NAVARRO-ROSINÉS, P. & HLADUN, N. L. 1992. *Henrica ramulosa* B. de Lesd. (Verrucariaceae, Líquenes) en los Pirineos del Valle de Arán. *Cryptogamie, Bryologie-Lichénologie*, 12: 125-131.
- NIMIS, P.L., 2016. *The Lichens of Italy. A Second Annotated Catalogue*. EUT. Trieste. 739 p.
- NIMIS, P.L. & MARTELLOS, S. 2017. ITALIC - The Information System on Italian Lichens. Version 5.0. University of Trieste, Dept. of Biology. Disponible a <http://dryades.units.it/italic>. [Data de consulta: 24 maig 2019]
- NYLANDER, W. 1853. Collectanea lichenologica in Gallia meridionalis et Pyrenaeis. *Botaniska Notiser*, 1853: 151-165.
- ORANGE, A., JAMES, P. W. & WHITE, F. J. 2001. *Microchemical methods for the identification of lichens*. British Lichen Society. London. 101 p.
- OKSANEN, J., BLANCHET, F. G., FRIENDLY, M., KINDT, R., LEGENDRE, P., MCGLINN, D., MINCHIN, P. R., O'HARA, R. B., SIMPSON, G. L., SOLYMOS, P., STEVENS, M. H. H., SZOECES, E. & WAGNER, H. 2019. vegan: Community Ecology Package. R package version 2.5-4. Disponible a: <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>. [Data de consulta: 27 maig 2019]
- PAUKOV, A. G., GAGARINA, L. V. & FROLOV, I. V. 2017: New and interesting lichen records from the Ural Mountains, Russia. *Folia Cryptogamica Estonica*, 54: 25-30.
- R CORE TEAM. 2019. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL Disponible a: <https://www.R-project.org/>. [Data de consulta: 27 maig 2019]
- ROUX, C., NORDIN, A., TIBELL, L. & SOHRABI, M. 2011. Quelques espèces d'*Aspicilia* peu connues ou nouvelles des Pyrénées-Orientales (France). *Bulletin de la Société Linnéenne de Provence*, num. spéc. 14: 177-227.
- SAAG, L., SAAG A. & RANDLANE T. 2009. World survey of the genus *Lepraria* (Stereocaulaceae, lichenized Ascomycota). *The Lichenologist*, 41: 25-60.
- SANCHO, L. G. 1989. *Umblicaria microphylla* (Laur.) Massal. (Ascomycotina, Lichenes) en el Pirineo catalán (Gerona, España). *Lazaroa*, 11: 199-200.
- SHANNON, C. E. & WEAVER, W. 1949. *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press. Urbana. 117 p.
- SMITH, C. W., APTROOT, A., COPPINS, B. J., FLECHTER, A., GILBERT, O. L., JAMES, P. W. & WOLSELEY, P. A. 2009. *The Lichen Flora of Great Britain and Ireland*. Natural History Museum Publications & British Lichen Society. London. 700 p.
- SPRUCE, R. 1849. The Musci and Hepaticae of the Pyrenees. *The Annals and Magazine of Natural History (London)*, ser. 2 vol. 3 (14): 81-105.
- VAYREDA, E. 1882. *Catàlech de la Flora de la Vall de Núria*. Associació d'Excursions Catalana. Barcelona. 107 p.
- WETSBERG, M. 2007. *Candelariella* (Candelariaceae) in western United States and northern Mexico: the polysporous species. *The Bryologist*, 110: 375-390.
- WIRTH, V., HAUCK, M. & SCHULTZ, M. 2013. *Die Flechten Deutschlands*. Eugen Ulmer. Stuttgart. 1244 p.