

GEA, FLORA ET FAUNA

La diversitat dels líquens saxícoles de l'avantpaís meridional dels Pirineus orientals

Esteve Llop*, Diana Muñoz**, Pere Navarro-Rosinés*, Claude Roux*** & Xavier Llimona*

* Departament de Biologia Evolutiva, Ecologia i Ciències Ambientals - Botànica i Micologia. Facultat de Biologia. Universitat de Barcelona. Avda. Diagonal 643. 08028 Barcelona.

** Nubilum per a Institut Botànic de Barcelona (IBB-CSIC-Ajuntament de Barcelona). Passeig del Migdia, s/n. 08038 Barcelona.

*** Chemin des Vignes vieilles. FR - 84120 Mirabeau.

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

Rebut: 07.07.2020; Acceptat: 27.09.2020; Publicat: 30.12.2020

Resum

L'estudi de la biota líquènica saxícola de l'avantpaís meridional dels Pirineus orientals ha aportat un total de 312 tàxons, 14 dels quals corresponen a primeres citacions per a Catalunya: *Alyxoria variiformis*, *Caloplaca emilii*, *Clauzadea chondrodes*, *Encephalographa elisae*, *Hymenelia coerulea*, *Lathagrium dichotomum*, *Lecidea swartzioidea*, *Lemmopsis arnoldiana*, *Lepraria umbricola*, *Myriolecis prominens*, *Placidium adami-borosi*, *Staurothele nantiana*, *Thalloidima opuntioides*, *Toninia tristis* subsp. *asiae-centralis* i *Zahlbrucknerella calcarea*. A més, *C. emilii* és nova per a la biota líquènica de la península Ibèrica. L'anàlisi del catàleg s'ha fet en base als diferents substrats geològics i els tipus d'hàbitats examinats. La riquesa específica varia significativament entre els tipus d'hàbitats, però no entre els substrats geològics, tret de les calcàries del cretaci i les dolomies que presenten valors lleugerament superiors. La composició específica és molt variable entre les localitats, independentment del tipus d'hàbitat o el substrat geològic, amb uns valors mitjans dels índexs de dissemblança del 90 %. Aquesta heterogeneïtat en la composició específica mostra una gran variabilitat per a cadascun dels diferents factors considerats, però no entre ells. Per l'altra banda, l'abundància de trets funcionals és força homogènia entre les localitats, amb una mitjana dels valors de l'índex de dissimilitud del 27 %. Tampoc s'observa gaire variabilitat entre els factors considerats. Les característiques de la zona meridional de l'avantpaís pirinenc ofereixen una gran diversitat de substrats geològics, però la diversitat específica de les comunitats saxícoles no sembla lligada a aquest factor. A més, la resposta ecològica dels tàxons és molt similar, malgrat la heterogeneïtat específica.

Paraules clau: Biodiversitat, Catalunya, corologia, península Ibèrica, trets funcionals.

Abstract

Saxicolous lichen diversity from the southern foreland of Eastern Pyrenees

This contribution to the knowledge of the saxicolous lichen catalogue from the southern foreland of the eastern Pyrenees has yield a list of 312 taxa. Among them, 14 are newly quoted for Catalonia: *Alyxoria variiformis*, *Caloplaca emilii*, *Clauzadea chondrodes*, *Encephalographa elisae*, *Hymenelia coerulea*, *Lathagrium dichotomum*, *Lecidea swartzioidea*, *Lemmopsis arnoldiana*, *Lepraria umbricola*, *Myriolecis prominens*, *Placidium adami-borosi*, *Staurothele nantiana*, *Thalloidima opuntioides*, *Toninia tristis* subsp. *asiae-centralis*, and *Zahlbrucknerella calcarea*. In addition, *C. emilii* is the first record in the Iberian lichen biota. The catalogue has been analysed in terms of available geological substrates and habitat types. Species richness varies markedly between habitats, not between geological substrates, except for a slightly increase in Cretaceous calcareous rocks and dolomites. Species composition is extremely different between sites, independently of habitat or geological substrate. The average value of dissimilarity index reaches the 90 %. This heterogeneity in species composition shows a great variability within the considered factors, but not between those factors. On the other hand, abundance of functional traits holds a large homogeneity between sites, with an average dissimilarity index reaching 27 %. A substantial low variability is found within factors, compared with species composition. The features of the southern Pyrenean foreland affords a large set of geological substrates; however, saxicolous lichen communities do not seem to be related with such diversity. In addition, adaptive responses to ecological factors by lichen community are more steady despite the large specific heterogeneity.

Key words: Biodiversity, Catalonia, distribution, functional traits, Iberian Peninsula.

Introducció

La primera publicació sobre líquens dels Pirineus de la que es té constància correspon a Spruce (1849). En aquest treball, l'autor inclou un llistat d'espècies de líquens presents a di-

ferents estatges altitudinals com a complement d'un catàleg de les molses i hepàtiques. Fins a l'actualitat, segons la base de dades bibliogràfica recollida per Culbertson *et al.* (2015), trobem 98 publicacions que aporten dades sobre els líquens dels Pirineus, ja sigui com a objectiu principal i directe del

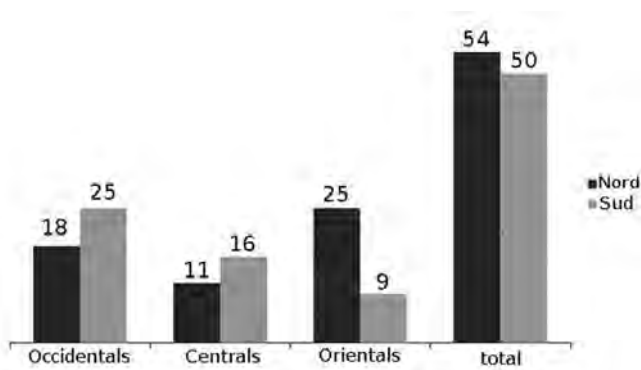


Figura 1. Nombre de publicacions sobre líquens dels Pirineus segons els diferents sectors (occidental, central i oriental) i els vessants nord i sud.

treball, o bé disperses en treballs més amplis, especialment sobre diversitat i taxonomia. Si es tenen en compte els dos vessants per una banda, i per l'altra, els sectors que es poden distingir d'oest a est: Pirineus occidentals, Pirineus centrals i Pirineus orientals (Muñoz *et al.*, 2018), el nombre de publicacions difereix (Fig. 1). El vessant septentrional recull un nombre més gran de publicacions que el vessant meridional. Tot i amb això, els sectors occidental i central mostren més treballs al vessant meridional. En canvi, al sector oriental de la serralada el nombre de publicacions que corresponen al vessant septentrional triplica les publicacions referents al vessant meridional. Entre les publicacions disponibles i que fan referència directa als líquens del sector oriental en el vessant meridional, destaquen els estudis de la vall de Núria (Navarro-Rosinés & Hladun, 1990), de la ribera del Catllar al Ripollès (Llop, 2020), de la serralada del Cadí (Llop & Aymerich, 2014), de la Garrotxa (Llop & Gómez-Bolea, 2007; Llop, 2013, 2018a) i de la vall d'Alinyà (Longán *et al.*, 2004).

Per complementar el coneixement de la diversitat líquènica de les comunitats saxícoles i terrícoles d'aquest vessant meridional dels Pirineus orientals, en especial a la zona d'avantpaís, s'han realitzat una sèrie de prospeccions que cobreixen localitats de diferents comarques del nord-est de Catalunya, i que ens han permès obtenir noves dades que am-

plien la distribució i el catàleg dels líquens del territori. L'objectiu del present treball és aportar informació sobre líquens saxícoles i terrícoles associats a diferents substrats rocosos, fent incidència en l'estudi de la riquesa d'espècies i en la relació d'aquesta riquesa amb la diversitat litològica del territori considerat.

Materials i mètodes

Àrea d'estudi

L'àrea d'estudi es troba a cavall de les comarques d'Osona, la Garrotxa, la Selva i l'Alt Empordà (Fig. 2). L'àrea se situa a la zona de confluència dels mantells pirinencs meridionals amb la conca de l'Ebre. La conca de l'Ebre es troba representada per dos sectors d'aquesta unitat geològica: la Serralada Transversal i la zona de l'avantpaís pirinenc (Mata-Perelló & Sanz-Balagué, 2013). Pel que fa als mantells pirinencs, hi destaquen el mantell del Cadí a l'oest i el mantell de l'Empordà a l'est (Clavell *et al.*, 1988). A més, a la Garrotxa destaca la presència del vulcanisme, on els fenòmens volcànics més antics es trobarien vinculats al rift centre-occidental europeu. De fet, la zona volcànica de la Garrotxa es considera com un perllongament meridional d'aquest. Les formacions volcàniques més recents estarien lligades a falles resultants de la convergència alpina en els Pirineus (Fernández-Roig, 2017). El conjunt d'elements geològics tan dispars determina una gran complexitat de formacions litològiques, que proveeixen de substrats molt diversos per a la colonització dels líquens. Tot i la diversitat dels substrats mostrejats, aquests han estat agrupats en cinc grups segons les seves característiques: calcàries del cretaci, gresos i conglomerats, margues, dolomies i calcàries de l'eocè i basalts.

Mostreig

Durant les campanyes d'estudi s'han prospectat 46 localitats (Figura 2), que es detallen a continuació. Les localitats es presenten agrupades per comarques i ordenades alfabèticament per municipi. Per cada localitat s'indica el número

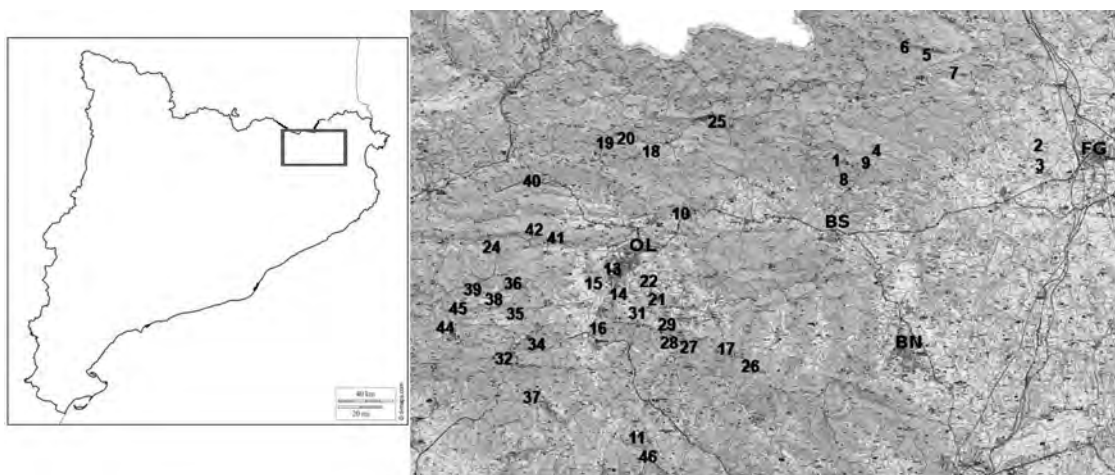


Figura 2. Localització de la zona compresa a l'estudi i ubicació de les localitats mostrejades. BN: Banyoles; BS: Besalú; FG: Figueres; OL: Olot.

d'ordre, el municipi, el topònim de l'indret, les coordenades geogràfiques en la projecció ETRS89 (Fus 31), l'altitud en metres, l'orientació, la inclinació del vessant en graus, el substrat litològic i l'hàbitat general.

Alt Empordà

- 1 Albanyà; Mare de Déu del Mont; 475834 4678529; 1100 m; NNE; 30,7°; dolomies i calcàries de l'eocè; ambient exposat.
- 2 Avinyonet de Puigventós; Garriga d'Empordà; 492682 4679748; 162 m; pla; 3°; calcàries del cretaci; ambient exposat.
- 3 Avinyonet de Puigventós; Garriga d'Empordà; 492841 4678125; 79 m; pla; 3°; calcàries del cretaci; ambient exposat.
- 4 Cabanelles; Coll d'en Serra; 479184 4679349; 415 m; SSE; 15°; dolomies i calcàries de l'eocè; ambient exposat.
- 5 Sant Llorenç de la Muga; Can Gener; 483367 4687351; 300 m; SSW; 23,7°; calcàries del cretaci; ambient exposat.
- 6 Sant Llorenç de la Muga; Coll de la Trapa; 481521 4687985; 250 m; SSE; 24,6°; calcàries del cretaci; ambient exposat.
- 7 Terrades; Santa Magdalena; 485653 4685819; 520 m; SSW; 20,1°; dolomies i calcàries de l'eocè; ambient exposat.

La Garrotxa

- 8 Beuda; inici del Camí Romeu; 476451 4676894; 425 m; SSE; 45,7°; dolomies i calcàries de l'eocè; ambient exposat.
- 9 Beuda; Falgars; 478275 4678300; 750 m; NNE; 27,5°; dolomies i calcàries de l'eocè; alzinars.
- 10 Castellfollit de la Roca; Camí de la Rossolada; 463232 4674087; 260 m; SSE; 37,1°; dolomies i calcàries de l'eocè; ambient exposat.
- 11 Les Planes d'Hostoles; Sota el Coll de Condreu; 459556 4655216; 1015 m; ESE; 25,3°; margues; ambient exposat.
- 12 Les Preses; Les Llongaines; 457178 4667037; 492 m; pla; 4°; basalts; fagedes.
- 13 Les Preses; paret de pedra seca al camí al costat dels Pisos d'en Sala; 455887 4668424; 464 m; pla ; 0,4°; basalts; ambient exposat.
- 14 Les Preses; camí de pedra seca al camí al Parc de Pedra Tosca; 455879 4668483; 460 m; pla ; 0,4°; basalts; ambient exposat.
- 15 Les Preses; paret de pedra seca al camp de futbol, al costat dels Pisos d'en Sala; 455908 4668317; 465 m; pla ; 0,4°; basalts; ambient exposat.
- 16 Les Preses; àrea recreativa de Xenacs; 456299; 4664532; 758 m; NNW; 39,6°; margues; fagedes.
- 17 Mieres; Roca de Migdia; 467014 4662848; 663 m; WNW; 26,1°; gresos i conglomerats; alzinars.
- 18 Montagut i Oix; Oix; 458567 4680327; 400 m; SW; 1°; dolomies i calcàries de l'eocè; alzinars.
- 19 Montagut i Oix; Bosc del Quer; 456884 4679956; 620 m; SSE; 24,9°; dolomies i calcàries de l'eocè; alzinars.
- 20 Montagut i Oix; Can Quic; 458637; 4680360; 450 m; SW; 23,4°; gresos i conglomerats; alzinars.

- 21 Olot; Gredera de la Pomareda; 461238; 4667423; 600 m; pla ; 1°; basalts; ambient exposat.
- 22 Olot; paret de pedra seca al costat de la Sagrada Família; 460531 4668513; 665 m; SW; 4,3°; basalts; alzinars.
- 23 Olot; entre la Costa del Puig i la Muntanya Pelada; 456096 4669357; 470 m; SSW; 17,3°; gresos i conglomerats; ambient exposat.
- 24 Riudaura; Cal Pubill; 447384 4671304; 1003 m; NW; 31,5°; gresos i conglomerats; fagedes.
- 25 Sales de Llierca; Sadernes; 466277 4681768; 340 m; W; 43,2°; dolomies i calcàries de l'eocè; ambient exposat.
- 26 Sant Aniol de Finestres; castell de Finestres; 466898 4662445; 755 m; NNE; 25,3°; gresos i conglomerats; fagedes.
- 27 Sant Aniol de Finestres; El Ventós; 463905 4662971; 859 m; SSW; 22,3°; margues; alzinars.
- 28 Santa Pau; Fontpobra ; 462273 4664109; 822 m; ENE; 35,5°; margues; fagedes.
- 29 Santa Pau; Fageda d'en Jordà; 459932 4665963; 585 m; pla ; 4,5°; basalts; fagedes.
- 30 Santa Pau; Fageda d'en Jordà; 459321 4666818; 555 m; pla ; 7,5°; basalts; fagedes.
- 31 Santa Pau; Can Jordà; 459570 4665920; 560 m; pla ; 4°; basalts; fagedes.
- 32 Vall d'en Bas; Coll de Bracons; 448429; 4662006; 1133 m; S; 15,8°; gresos i conglomerats; ambient exposat.
- 33 Vall d'en Bas; carretera GIV-5273, km 6,5, després del Pla de Perers; 449811 4662810; 885 m; SSW; 26,4°; gresos i conglomerats; ambient exposat.
- 34 Vall d'en Bas; carretera GIV-5273, km 4,2, al costat del Torrent de la Roqueta; 451152 4663218; 670 m; SSE; 21°; margues; ambient exposat.
- 35 Vall d'en Bas; Salt del Sallent; 449342 4665722; 871 m; NNW; 36°; gresos i conglomerats; fagedes.
- 36 Vall d'en Bas; Sobre Sant Privat d'en Bas; 449201 4668322; 1065 m; SE; 37°; margues; ambient exposat.
- 37 Vall d'en Bas; serra de Cabrera, Baga de la Faja; 450795 4658787; 1234 m; NNE; 50°; margues; fagedes.
- 38 Vall d'en Bas; serra de Freixeneda, Cap del Ras de Freixeneda; 447568 4666944; 1320 m; N; 14,5°; margues; fagedes.
- 39 Vall d'en Bas; serra de Freixeneda, al costat del trencall cap al mas de Collfred; 445813 4667653; 1277 m; ENE; 15,3°; margues; ambient exposat.
- 40 Vall de Bianya; Sant Salvador de Bianya, Sant Josep-Calçada Romana; 450755 4676780; 548 m; pla ; 4,5°; gresos i conglomerats; ambient exposat.
- 41 Vall de Bianya; L'Espunya; 450652; 4673091; 800 m; NNW; 18°; gresos i conglomerats; fagedes.
- 42 Vall de Bianya; L'Espunya; 450932 4672756; 820 m; NE; 18,8°; gresos i conglomerats; alzinars.

Osona

- 43 Vidrà; Collada de Collfred; 445515 4667215; 1325 m; SSE; 11,4°; margues; ambient exposat.
- 44 Vidrà; Pont de Les Escanes; 443555 4665030; 945 m; NE; 33,8°; margues; ambient exposat.

45 Vidrà; sobre Ciuret; 444603 4666203; 1180 m; SSW; 26,1°; margues; ambient exposat.

La Selva

46 Susqueda; Coll de Malla; 460456 4653813; 1012 m; S; 6,6°; margues; ambient exposat.

Identificació de les espècies

Les espècies es van identificar al camp sempre que va ser possible. Quan no va ser possible, es prengué una mostra per identificar-la al laboratori. La identificació al laboratori es va realitzar d'acord amb els estàndards especificats a Smith *et al.* (2009), basats en l'observació dels caràcters macroscòpics i microscòpics, així com de caràcters químics. En ocasions, ha calgut també identificar les substàncies líquèniques per a una correcta determinació del tàxon. Aleshores s'han aplicat tècniques de cromatografia en capa fina (TLC) d'acord amb els protocols establerts a Elix (2014) i Orange *et al.* (2001).

Per a la identificació dels exemplars estudiats s'han utilitzat principalment les claus de determinació dels treballs de Clauzade & Roux (2002), Smith *et al.* (2009) i Wirth *et al.* (2013). Quan ha estat necessari, s'han utilitzat també treballs de revisió específics referents a grups concrets com en el cas de *Cladonia* (Burgaz & Ahti, 2010), *Collema s. lat.* (Carvalho, 2012) i *Rinodina* (Giralt 2010). La nomenclatura de les espècies segueix la proposada a Index Fungorum (<http://www.indexfungorum.org/>). El material recollit es troba dipositat a l'herbari personal del primer autor.

Anàlisi de les dades

Les dades corresponents a la diversitat líquènica de les localitats s'han considerat en tres aspectes: riquesa d'espècies, composició específica i abundància de trets funcionals. A partir de les espècies observades s'han considerat diferents trets funcionals: morfologia del tal·lus, tipus de fotobiont, la sensibilitat a l'eutrofització, els requeriments hídrics, els requeriments de pH del substrat, i la resistència a pertorbacions d'origen antròpic. S'ha calculat la seva abundància per cada localitat com el percentatge del nombre d'espècies que presentaven el tret corresponent, en relació amb el total d'espècies presents a la localitat. Les característiques referents a la morfologia del tal·lus, la resistència a les pertorbacions, els requeriments de pH del substrat, la sensibilitat a l'eutrofització, i els requeriments hídrics de les diferents espècies s'expressen seguint Nimis (2016) i Nimis & Martellos (2017).

Les matrius obtingudes han estat analitzades per tal de constatar si hi havia diferències en la diversitat dels líquens, i determinar si aquestes diferències eren degudes a les variables associades a la seva ubicació. Per fer les anàlisis estadístiques, es van excloure aquelles localitats amb menys del 2 % del nombre de tàxons presents a l'estudi. L'anàlisi de la variabilitat de la riquesa específica respecte a les variables ambientals s'ha dut a terme aplicant el mètode de Spearman, i en base a la correlació entre les variables quantitatives (coordenades geogràfiques, altitud, i inclinació). L'efecte de les variables qualitatives: substrat, orientació i hàbitat, sobre la

riquesa específica s'han analitzat aplicant un test de Kruskal-Wallis. Quan aquest test era significatiu, s'ha realitzat una comparació per parells dels factors mitjançant un test de Mann-Whitney, per veure quins eren els factors que manifestaven diferències significatives sobre la riquesa d'espècies. Les diferències en la composició específica i l'abundància de trets funcionals de les localitats han estat analitzades mitjançant tres mètodes. Per una banda, s'ha aplicat l'índex de dissemblança de Bray-Curtis. A més, en cada cas, s'ha avaluat el grau de variabilitat de la dissemblança segons els substrat i els hàbitats de les localitats. S'ha comprovat la semblança de les localitats aplicant un escalament multidimensional no paramètric (*non metric multidimensional scaling*, NMDS), i s'ha avaluat l'efecte de les variables ambientals sobre aquesta ordenació de les localitats, tant per la composició específica com per l'abundància de trets funcionals. Les anàlisis estadístiques s'han realitzat amb el paquet estadístic *vegan* (Oksanen *et al.*, 2019), implementat en la versió 3.5.3 del programa R (R Core Team, 2019).

Resultats i Discussió

Catàleg

En el territori estudiat han estat identificats un total de 312 tàxons. La llista s'organitza alfabèticament, i s'indica, a continuació del nom de cada tàxon, les localitats on ha estat trobat, amb la menció del número d'ordre assignat a cada localitat en la llista de localitats estudiades.

- Acarospora cervina* A. Massal.: 1, 27, 36, 42.
Acarospora fuscata (Schrad.) Th. Fr.: 13.
Acarospora nitrophila H. Magn.: 32.
Acarospora oligospora (Nyl.) Arnold: 21.
Acarospora veronensis A. Massal.: 11, 13, 21, 22, 23, 33, 40.
Acrocordia conoidea (Fr.) Körb.: 1, 8, 9, 18, 19, 25, 28.
Acrocordia salweyi (Nyl.) A.L. Sm.: 26, 35.
Agonimia opuntella (Buschardt & Poelt) Vězda: 13, 16, 23, 40.
Agonimia tristicula (Nyl.) Zahlbr.: 16, 27.
Alyxoria variiformis (Anzi) Ertz: 25.
Amandinea punctata (Hoffm.) Coppins & Schneid.: 21.
Anema nummularium (Dufour ex Durieu & Mont.) Forssell: 23, 34.
Anema prodigulum (Nyl.) Hensen: 8, 16.
Arthonia calcarea (Sm.) Ertz & Diederich: 9, 18.
Aspicilia cinerea (L.) Körb.: 32.
Aspicilia intermutans (Nyl.) Arnold: 14, 21, 22, 29, 30.
Athallia holocarpa (Hoffm.) Arup, Frödén & Søchting: 5, 6, 33.
Bacidia trachona (Ach.) Lettau: 20.
Bacidia viridifarinosa Coppins & P. James: 30.
Bacidina delicata (Larbal. ex Leight.) V. Wirth & Vězda: 18.
Baeomyces rufus (Huds.) Rebert.: 20, 45.
Bagliettoa baldensis (A. Massal.) Vězda: 1, 2, 7, 18, 23, 25.
Bagliettoa calciseda (DC.) Gueidan & Cl. Roux: 1, 2, 4, 7, 8, 10, 26, 40.
Bagliettoa cazzae (Zahlbr.) Vězda & Poelt: 16, 19, 38.
Bagliettoa limborioides A. Massal.: 2.

- Bagliettoa marmorea* (Scop.) Gueidan & Cl. Roux: 1, 2, 3, 7, 8, 18.
- Bagliettoa parmigera* (J. Steiner) Vězda & Poelt: 1, 7, 8, 18, 23, 25, 40.
- Bagliettoa parmigerella* (Zahlbr.) Vězda & Poelt: 1, 7, 8, 18, 25.
- Bagliettoa steineri* (Kušan) Vězda: 9.
- Blastenia crenularia* (With.) Arup, Söchting & Frödén: 13, 16, 22, 28.
- Blennothallia crispa* (Huds.) Otálora, P.M. Jørg. & Wedin: 7, 8, 10, 20.
- Buellia abstracta* (Nyl.) H. Olivier: 33.
- Buellia aethalea* (Ach.) Th. Fr.: 13.
- Buellia spuria* (Schaer.) Anzi: 5, 6.
- Buellia subdisciformis* (Leight.) Jatta: 6.
- Calogaya arnoldii* (Wedd.) Arup, Frödén & Söchting subsp. *arnoldii*: 1, 25.
- Calogaya arnoldii* subsp. *nana* (Gaya) ined.: 25.
- Calogaya arnoldii* subsp. *oblitterata* (Pers.) ined.: 7, 13, 22, 23.
- Calogaya pusilla* (A. Massal.) Arup, Frödén & Söchting: 1, 7, 16.
- Caloplaca emilii* Vondrák, Khodos., Cl. Roux & V. Wirth: 6, 7.
- Caloplaca erythrocarpa* (Pers.) Zwackh: 1, 4, 32, 44.
- Caloplaca inconnexa* (Nyl.) Zahlbr.: 1, 7, 8, 11, 16, 22, 27, 32, 36, 38, 39, 44.
- Caloplaca rubelliana* (Ach.) Lojka: 23.
- Caloplaca ruderum* (Malbr.) J.R. Laundon: 17.
- Caloplaca stillicidiorum* (Vahl) Lynge: 6.
- Caloplaca subochracea* (M. Choisy & Werner) Clauzade & Cl. Roux: 39.
- Caloplaca teicholyta* (Ach.) J. Steiner: 4, 16, 27, 32, 33, 39.
- Candelaria concolor* (Dicks) J. Steiner: 6, 29, 31.
- Candelariella aurella* (Hoffm.) Zahlbr.: 1, 6, 7, 16, 32, 39.
- Candelariella vitellina* (Hoffm.) Müll. Arg.: 8, 11, 13, 15, 21, 22, 23, 33, 36, 40, 46.
- Catillaria atomarioides* (Müll. Arg.) H. Kiliás: 18, 27, 42.
- Catillaria chalybeia* (Borrer) A. Massal.: 6, 15, 29, 40, 44.
- Catillaria lenticularis* (Ach.) Th. Fr.: 2, 7, 8, 11, 16, 18, 19, 23, 25, 26, 33, 41, 44, 45.
- Catillaria picila* (A. Massal.) Coppins: 39, 43.
- Chaenotheca furfuracea* (L.) Tibell: 21.
- Chrysothrix candelaris* (L.) J.R. Laundon: 5.
- Circinaria caesiocinerea* (Nyl. ex Malbr.) A. Nordin, S. Savić & Tibell: 12, 30.
- Circinaria calcarea* (L.) A. Nordin, S. Savić & Tibell: 1, 4, 7, 32, 38, 39, 45.
- Circinaria contorta* (Hoffm.) A. Nordin, S. Savić & Tibell: 2, 3, 16, 18, 32, 33, 35, 39, 40.
- Circinaria coronata* (A. Massal.) ad int.: 1, 7, 8, 40.
- Circinaria hoffmanniana* (S. Ekman & Fröberg ex R. Sant.) A. Nordin: 2, 3, 7, 8, 11, 16, 25, 27, 32, 36, 37, 40, 42, 46.
- Cladonia chlorophaea* (Flörke ex Sommerf.) Spreng.: 14, 21.
- Cladonia coniocraea* (Flörke) Spreng.: 5, 6.
- Cladonia fimbriata* (L.) Fr.: 5, 27.
- Cladonia foliacea* (Huds.) Willd.: 2, 3, 4, 5, 23, 40.
- Cladonia furcata* (Huds.) Schrad. subsp. *furcata*: 5, 18.
- Cladonia furcata* subsp. *subrangiformis* auct. non (Sandst.) Abbayes: 4.
- Cladonia macilenta* Hoffm.: 21.
- Cladonia pocillum* (Ach.) O.J. Rich.: 1, 27, 40.
- Cladonia portentosa* (Dufour) Coem.: 5.
- Cladonia pyxidata* (L.) Hoffm.: 5, 18, 20, 34, 42.
- Cladonia rangiformis* Hoffm.: 1, 2, 4, 21, 23, 34, 40, 42.
- Cladonia squamosa* Hoffm.: 19.
- Clauzadea chondrodes* (A. Massal.) Clauzade & Cl. Roux: 1, 7, 8.
- Clauzadea immersa* (Hoffm.) Hafellner & Bellem.: 2, 8, 9, 17, 18, 25.
- Clauzadea metzleri* (Körb.) Clauzade & Cl. Roux: 6, 8, 23.
- Clauzadea monticola* (Ach.) Hafellner & Bellem.: 1, 5, 32.
- Collema flaccidum* (Ach.) Ach.: 10, 19, 20, 27.
- Dendrographa latebrarum* (Ach.) Ertz & Tehler: 5, 6.
- Dermatocarpon miniatum* (L.) W. Mann: 1, 9, 42.
- Dibaeis baeomyces* (L. f.) Rambold & Hertel: 21.
- Diploschistes diacapsis* (Ach.) Lumbsch: 6, 14.
- Diploschistes gypsaceus* (Ach.) Zahlbr.: 26, 41.
- Diploschistes muscorum* (Scop.) R. Sant.: 5, 21.
- Diploschistes scruposus* (Schreb.) Norman: 6, 10, 20, 40, 42.
- Diplotomma hedinii* (H. Magn.) P. Clerc & Cl. Roux: 1, 2, 4, 7, 23, 25, 32, 33, 46.
- Diplotomma venustum* Körb.: 1.
- Dirina massiliensis* Durieu & Mont.: 7, 9, 12, 14, 18, 21, 25, 42.
- Eiglera flavida* (Hepp) Hafellner: 43.
- Encephalographa elisae* A. Massal.: 18, 25.
- Enchylium tenax* (Sw.) Gray: 1, 7, 19, 27, 34, 42.
- Endocarpon adscendens* (Anzi) Müll. Arg.: 10.
- Endocarpon pusillum* Hedw.: 5, 7, 18, 27, 8.
- Flavoplaca calcitrapa* (Nav.-Ros., Gaya & Cl. Roux) Arup, Frödén & Söchting: 1, 9.
- Flavoplaca citrina* (Hoffm.) Arup, Frödén & Söchting: 9, 14, 21, 32.
- Flavoplaca coronata* (Körb.) Arup, Frödén & Söchting: 7.
- Flavoplaca flavocitrina* (Nyl.) Arup, Frödén & Söchting: 16, 18.
- Flavoplaca granulosa* (Müll. Arg.) Arup, Frödén & Söchting: 1, 7, 8.
- Flavoplaca oasis* (A. Massal.) Arup, Frödén & Söchting: 1, 2, 7, 8, 18, 25, 40.
- Flavoplaca polycarpa* (A. Massal.) Arup, Frödén & Söchting: 1, 13, 16, 23, 25, 32.
- Gyalecta jenensis* (Batsch.) Zahlbr.: 17, 18, 24, 26, 35.
- Gyalolechia desertorum* (Tomlin) Söchting, Frödén & Arup: 3.
- Gyalolechia flavovirescens* (Wulfen) Söchting, Frödén & Arup: 16, 19, 26, 27, 33, 40, 41, 42, 45.
- Gyalolechia fulgens* (Sw.) Söchting, Frödén & Arup: 34.
- Gyroglypha gyrocarpa* (Flot.) Ertz & Tehler: 15.
- Heteroplacidium contumescens* (Nyl.) Breuss: 34.
- Heteroplacidium fuscum* (Nyl.) Gueidan & Cl. Roux: 1, 7.
- Heteroplacidium imbricatum* (Nyl.) Breuss: 23, 40, 42.
- Hymenelia coerulea* (DC.) A. Massal.: 1.
- Hymenelia epulotica* (Ach.) Lutzoni: 1.
- Hymenelia similis* (A. Massal.) M. Choisy: 44.
- Hyperphyscia adglutinata* (Flörke) H. Mayrhofer & Poelt: 22, 27, 31.
- Ingvariella bispora* (Bagl.) Guderley & Lumbsch: 21.
- Involucrotyrenium tremniacense* (A. Massal.) Breuss: 34.

- Lathagrium auriforme* (With.) Otálora, P.M. Jørg. & Wedin: 18, 25, 31.
- Lathagrium cristatum* (L.) Otálora, P.M. Jørg. & Wedin: 3, 5, 7, 8, 16, 18, 23, 25, 34, 40.
- Lathagrium dichotomum* (With.) Otálora, P.M. Jørg. & Wedin: 7.
- Lathagrium undulatum* (Laurer ex Flot.) Otálora, P.M. Jørg. & Wedin: 2, 4, 8, 18, 23, 25, 33, 42.
- Lecania cuprea* (A. Massal.) van den Boom & Coppins: 17, 18, 19.
- Lecania rabenhorstii* (Hepp) Arnold: 2, 8.
- Lecanora campestris* (Schaer.) Hue: 5, 6.
- Lecanora cenisia* Ach.: 5, 14, 15, 22.
- Lecanora polytropa* (Hoffm.) Rabenh.: 33.
- Lecidea swartzioidea* Nyl.: 6.
- Lecidella anomaloides* (A. Massal.) Hertel & H. Kiliyas: 6, 12, 26, 30.
- Lecidella asema* (Nyl.) Knoph & Hertel: 27.
- Lecidella carpathica* Körb.: 5, 6, 11, 13, 14, 15, 22, 24, 33, 35, 40, 45.
- Lecidella patavina* (A. Massal.) Knoph & Leuckert: 32.
- Lecidella stigmata* (Ach.) Hertel & Leuckert: 15, 32, 38.
- Lemmopsis arnoldiana* (Hepp) Zahlbr.: 25.
- Lempholemma chalazanum* (Ach.) B. de Lesd.: 34.
- Lempholemma intricatum* (Arnold) Zahlbr.: 17, 19.
- Lempholemma polyanthes* (Bernh.) Malme: 23.
- Lepra aspergilla* (Ach.) Hafellner: 11, 14, 15.
- Lepra excludens* (Nyl.) Hafellner: 15.
- Lepra mammosa* (Nyl.) Hafellner: 6.
- Lepra monogona* (Nyl.) Hafellner: 20.
- Lepraria incana* (L.) Ach.: 5, 20.
- Lepraria lobificans* Nyl.: 15, 22, 40.
- Lepraria nivalis* J.R. Laundon: 8, 18, 20, 34.
- Lepraria rigidula* (B. de Lesd.) Tønsberg: 21.
- Lepraria umbricola* Tønsberg: 6.
- Leprocaulon quisquiliare* (Leers) M. Choisy: 6.
- Leproplaca chrysodeta* (Vain.) Ahti: 7, 9, 18, 25.
- Leproplaca cirrochroa* (Ach.) Arup, Frödén & Søchting: 1, 7, 9, 18, 25.
- Leproplaca xantholyta* (Nyl.) Hue: 7, 9, 18.
- Leptogium brebissonii* Mont.: 18.
- Lichinella stipatula* Nyl.: 5, 6.
- Lobothallia cheresina* (Müll. Arg.) A. Nordin, Cl. Roux & Sohrabi: 1, 32.
- Lobothallia farinosa* (Flörke) A. Nordin, S. Savić & Tibell: 44, 45, 46.
- Lobothallia parasitica* (B. de Lesd.) Cl. Roux: 22.
- Lobothallia radiosa* (Hoffm.) Hafellner: 1, 16, 18, 23, 27, 32, 40.
- Lobothallia recedens* (Taylor) A. Nordin, S. Savić & Tibell: 23, 32, 33.
- Myriolecis agardhiana* (Ach.) Šliwa, Zhao Xin & Lumbsch: 1, 7, 8.
- Myriolecis albescens* (Hoffm.) Šliwa, Zhao Xin & Lumbsch: 1, 32, 39.
- Myriolecis crenulata* (Hook.) Šliwa, Zhao Xin & Lumbsch: 1, 2, 32.
- Myriolecis dispersa* (Pers.) Šliwa, Zhao Xin & Lumbsch: 11, 16, 22, 23, 32, 33, 39, 43, 46.
- Myriolecis hagenii* (Ach.) Šliwa, Zhao Xin & Lumbsch: 1.
- Myriolecis prominens* (Clauzade & Vězda) Cl. Roux & Nilmis: 7.
- Myriolecis pruinosa* (Chaub.) Šliwa, Zhao Xin & Lumbsch: 1, 7.
- Myriolecis semipallida* (H. Magn.) Šliwa, Zhao Xin & Lumbsch: 1, 7, 8, 36, 39, 42.
- Myriospora smaragdula* (Wahlenb. ex Ach.) K. Knudsen & L. Arcadia: 23, 33.
- Naetrocymbe saxicola* (A. Massal.) R.C. Harris: 1, 23.
- Opegrapha dolomitica* (Arnold) Körb.: 1.
- Opegrapha lithyrga* Ach.: 12.
- Opegrapha rupestris* Pers.: 3, 18.
- Parabagliettoa cyanea* (A. Massal.) Gueidan & Cl. Roux: 18, 25.
- Parabagliettoa dufourii* (DC.) Gueidan & Cl. Roux: 1, 8, 25.
- Parmeliella parvula* P.M. Jørg.: 27.
- Peltigera praetextata* (Flörke ex Sommerf.) Zopf: 18, 21, 27, 42, 45.
- Peltula euploca* (Ach.) Poelt: 5, 6, 31.
- Peltula obscurans* (Nyl.) Gyeln.: 5.
- Pertusaria pseudocorallina* (Lilj.) Arnold: 14, 15.
- Petractis clausa* (Hoffm.) Kremp.: 7, 19.
- Phaeophyscia cernohorskyi* (Nádv.) Essl.: 22, 23.
- Phaeophyscia orbicularis* (Neck.) Moberg: 29.
- Phylctis argena* (Spreng.) Flot.: 45.
- Physcia adscendens* (Fr.) H. Olivier: 1, 16, 46.
- Physcia caesia* (Hoffm.) Fürnr.: 8.
- Physcia tribacioides* Nyl.: 31.
- Physciella chloantha* (Ach.) Essl.: 22.
- Placidiopsis cinerascens* (Nyl.) Breuss: 3, 16.
- Placidiopsis custnani* (A. Massal.) Körb.: 3, 34, 40.
- Placidium adami-borosi* Szatala: 5.
- Placidium imbecillum* (Breuss) Breuss: 8.
- Placidium rufescens* (Ach.) A. Massal.: 7, 23, 25.
- Placidium squamulosum* (Ach.) Breuss: 34.
- Placidium tenellum* (Breuss) Breuss: 3, 8.
- Placocarpus schaeereri* (Fr.) Breuss: 23.
- Placopyrenium canellum* (Nyl.) Gueidan & Cl. Roux: 1, 7.
- Placopyrenium fuscillum* (Turner) Gueidan & Cl. Roux: 4, 32, 33.
- Placynthium nigrum* (Huds.) Gray: 3, 5, 8, 9, 16, 27.
- Placynthium subradiatum* (Nyl.) Arnold: 25.
- Placynthium tantaleum* (Hepp) Hue: 18.
- Placynthium tremniacum* (A. Massal.) Jatta: 23.
- Polysporina simplex* (Davies) Vězda: 20, 26.
- Porina byssophila* (Körb. ex Hepp) Zahlbr.: 18, 25.
- Porina chlorotica* (Ach.) Müll. Arg.: 30.
- Porina linearis* (Leight.) Zahlbr.: 17, 18, 25.
- Porpidia cinereoatra* (Ach.) Hertel & Knoph: 5, 18, 22, 42.
- Porpidia contraponenda* (Arnold) Knoph & Hertel: 33.
- Porpidia crustulata* (Ach.) Hertel & Knoph: 21.
- Porpidia macrocarpa* (DC.) Hertel & A.J. Schwab: 5, 12.
- Porpidia rugosa* (Taylor) Coppins & Fryday: 30.
- Porpidinia tumidula* (Sm.) Timdal: 4, 5, 16, 23, 40.
- Protoblastenia calva* (Dicks.) Zahlbr.: 1, 18, 25.
- Protoblastenia incrustans* (DC.) J. Steiner: 1, 2, 8.

- Protoblastenia rupestris* (Scop.) J. Steiner: 1, 5, 8, 11, 16, 18, 23, 25, 26, 32, 36, 37, 40, 41, 42, 44.
- Protoparmeliopsis muralis* (Schreb.) M. Choisy: 12, 14, 22, 23, 33, 40, 42.
- Protoparmeliopsis versicolor* (Pers.) M. Choisy: 1, 11, 27.
- Psilolechia lucida* (Ach.) M. Choisy: 12, 15.
- Psora decipiens* (Hedw.) Hoffm.: 3, 34, 40.
- Psora vallesiaca* (Schaer.) Timdal: 5.
- Psorotichia schaeereri* (A. Massal.) Arnold: 5.
- Pyrenodesmia albopruinosa* (Arnold) ad. int.: 1, 7, 8.
- Pyrenodesmia alociza* (A. Massal.) Arnold: 1, 3, 7, 8.
- Pyrenodesmia chalybaea* (Fr.) A. Massal.: 1, 7.
- Pyrenodesmia variabilis* (Pers.) A. Massal.: 1, 7, 39, 46.
- Ramonia calcicola* Canals & Gómez-Bolea: 19.
- Rhizocarpon geminatum* Körb.: 5, 15.
- Rhizocarpon petraeum* (Wulfen) A. Massal.: 40.
- Rhizocarpon polycarpum* (Hepp) Th. Fr.: 5.
- Rhizocarpon viridiatrum* (Wulfen) Körb.: 13, 14, 32.
- Rinodina beccariana* Bagl.: 29, 30.
- Rinodina bischoffii* (Hepp) A. Massal.: 1, 2.
- Rinodina conradii* Körb.: 5, 6.
- Rinodina gennarii* Bagl.: 22.
- Rinodina guzzinii* Jatta: 6, 32, 40, 44.
- Rinodina immersa* (Körb.) Arnold: 1, 2, 3, 7, 8, 18, 25.
- Rinodina interpolata* (Stirt.) Sheard: 22.
- Rinodina occulta* (Körb.) Sheard: 13.
- Rinodina teichophila* (Nyl.) Arnold: 11.
- Rinodinella dubyanoides* (Hepp) H. Mayrhofer & Poelt: 7.
- Romularia lurida* (Ach.) Timdal: 1, 2, 7, 8, 18.
- Rufoplaca arenaria* (Pers.) Arup, Søchting & Frödén: 6.
- Rusavskia elegans* (Link.) S.Y. Kondr. & Kärnefelt: 1, 14, 22.
- Sarcogyne regularis* Körb.: 2, 4, 5, 6, 8, 21, 32, 34, 36, 38, 41, 43.
- Scytinium callopismum* (A. Massal.) Otálora, P.M. Jørg. & Wedin: 5.
- Scytinium gelatinosum* (With.) Otálora, P.M. Jørg. & Wedin: 5.
- Scytinium lichenoides* (L.) Otálora, P.M. Jørg. & Wedin: 8, 14, 16.
- Scytinium teretiusculum* (Wallr.) Otálora, P.M. Jørg. & Wedin: 8, 31.
- Solenopsora candicans* (Dicks.) J. Steiner: 7, 9.
- Solenopsora cesatii* (A. Massal.) Zahlbr.: 7, 26.
- Solenopsora vulturienensis* A. Massal.: 6.
- Solorina saccata* (L.) Ach.: 25.
- Spilonema paradoxum* Bornet: 5.
- Squamarina cartilaginea* (With.) P. James: 5, 8, 23, 25, 40.
- Squamarina concrescens* (Müll. Arg.) Poelt: 5, 7.
- Squamarina gypsacea* (Sm.) Poelt: 1, 7, 8.
- Squamarina lentigera* (Weber) Poelt: 3, 6.
- Squamarina oleosa* (Zahlbr.) Poelt: 7.
- Squamulea subsoluta* (Nyl.) Arup, Søchting & Frödén: 5, 6, 12, 29, 30, 31.
- Staurothele hymenogonia* (Nyl.) Th. Fr.: 39.
- Staurothele immersa* (A. Massal.) Dalla Torre & Sarnth.: 8, 18.
- Staurothele nantiana* (B. de Lesd.) Zschacke: 18.
- Staurothele rufa* (A. Massal.) Zschacke: 5, 6, 32, 34, 39.
- Staurothele rugulosa* (A. Massal.) Arnold: 42.
- Staurothele sienae* B. de Lesd.: 43, 44, 45.
- Staurothele succedens* (Rehm ex Arnold) Arnold: 4, 20, 24.
- Strigula calcarea* Bricaud & Cl. Roux: 18.
- Synalissa ramulosa* (Hoffm. ex Berhn.) Fr.: 5, 7, 8, 18, 25.
- Thalloidima candidum* (Weber.) A. Massal.: 25.
- Thalloidima opuntoides* (Vill.) Kistenich, Timdal, Bendiksby & S. Ekman: 7, 8.
- Thalloidima sedifolium* (Scop.) Kistenich, Timdal, Bendiksby & S. Ekman: 3, 5, 25, 34.
- Thelenella muscorum* (Fr.) Vain.: 27.
- Thelidium decipiens* (Hepp) Kremp.: 1, 7, 18, 44.
- Thelidium impressum* (Müll. Arg.) Zschacke: 9.
- Thelidium papulare* (Fr.) Arnold: 6, 37, 42, 44.
- Thelidium pyrenophorum* (Ach.) Mudd: 11, 37, 39, 44.
- Thelidium rimosulum* M. Ceynowa Gieldon: 25, 37.
- Thelopsis rubella* Nyl.: 30.
- Thrombium epigaeum* (Pers.) Wallr.: 3.
- Thyrea confusa* Henssen: 5, 18, 25.
- Thyrea girardii* (Durieu & Mont.) Bagl. & Carestia: 25.
- Toninia cinereovirens* (Schaer.) A. Massal.: 5, 6.
- Toninia tristis* (Th. Fr.) Th. Fr. subsp. *asiae-centralis* (H. Magn.) Timdal: 5.
- Toniniopsis aromatica* (Sm.) Kistenich, Timdal, Bendiksby & S. Ekman: 5, 7, 8, 25.
- Trapelia coarctata* (Sm.) M. Choisy: 20, 21, 27, 35, 41.
- Trapelia placodioides* Coppins & P. James: 13, 21, 33.
- Varicellaria velata* (Turner) I. Schmitt & Lumbsch: 11.
- Variospora aurantia* (Pers.) Arup, Frödén & Søchting: 1, 2, 3, 7, 8, 10, 23, 25.
- Variospora flavescens* (Huds.) Arup, Frödén & Søchting: 1, 7, 42.
- Variospora velana* (A. Massal.) Arup, Frödén & Søchting: 1, 7, 8, 26, 46.
- Verrucaria aethiobola* Wahlenb.: 5, 18.
- Verrucaria caerulea* DC.: 17, 25.
- Verrucaria dolosa* Hepp: 2, 17, 19, 21, 28, 33, 37, 38, 39, 43.
- Verrucaria fusconigrescens* Nyl.: 14, 20.
- Verrucaria hochstetteri* Fr.: 1, 2, 3, 7, 8, 23, 25, 40, 41.
- Verrucaria macrostoma* Dufour ex DC.: 16, 24, 25, 28, 32, 44.
- Verrucaria muralis* Ach.: 1, 4, 12, 18, 19, 20, 26, 32, 37, 40, 41, 42.
- Verrucaria murina* Leight.: 4.
- Verrucaria nigrescens* Pers.: 1, 2, 3, 4, 7, 8, 16, 18, 19, 23, 25, 26, 27, 33, 36, 38, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 46.
- Verrucaria ochrostoma* (Borrer ex Leight.) Trevis.: 27.
- Verrucaria pingucula* A. Massal.: 7, 26, 41.
- Verrucaria tectorum* (A. Massal.) Körb.: 32.
- Verrucaria viridula* (Schrad.) Ach.: 4, 18, 23, 25, 32, 34, 35.
- Verrucula granulosa* (Clauzade & Zehetl.) Nav.-Ros. & Cl. Roux: 1, 7, 8.
- Verruculopsis lecideoides* (A. Massal.) Gueidan & Cl. Roux: 1, 7.
- Verruculopsis poeltiana* (Clauzade & Cl. Roux.) Gueidan, Nav.-Ros. & Cl. Roux: 7.
- Xanthocarpia crenulatella* (Nyl.) Frödén, Arup & Søchting: 27, 32, 42.
- Xanthocarpia lactea* (A. Massal.) A. Massal.: 1, 2, 3, 7, 43.

Xanthocarpia marmorata auct.: 2.

Xanthocarpia ochracea (Schaer.) A. Massal. & De Not.: 7, 8, 9, 18, 19.

Xanthoparmelia conspersa (Ehrh. ex Ach.) Hale: 5, 29, 30.

Xanthoparmelia glabrans (Nyl.) O. Blanco, A. Crespo, Elix, D. Hawksw. & Lumbsch: 5.

Xanthoparmelia loxodes (Nyl.) O. Blanco, A. Crespo, Elix, D. Hawksw. & Lumbsch: 5.

Xanthoparmelia pulla (Ach.) O. Blanco, A. Crespo, Elix, D. Hawksw. & Lumbsch: 6.

Xanthoparmelia stenophylla (Ach.) Ahti & D. Hawksw.: 6.

Xanthoparmelia tinctoria (Maheu & Gillet) Hale: 6, 14, 22, 23, 40.

Xanthoria aureola (Ach.) Erichsen: 16, 23.

Xanthoria calcicola Oxner: 1, 7.

Zahlbrucknerella calcarea (Herre) Zahlbr.: 10.

Novetats florístiques i corològiques

Del total de tàxons identificats, cal destacar 13 espècies i una subespècie que només es coneixen a Catalunya d'aquest territori estudiat. D'aquests tàxons, vuit espècies ja van ser mencionades en un treball previ (Llop, 2018a): *Alyxoria variiformis*, *Clauzadea chondrodes*, *Encephalographa elisae*, *Hymenelia coerulea*, *Lemmopsis arnoldiana*, *Myriolecis prominens*, *Staurothele nantiana*, *Thalloidima opuntioides* i *Zahlbrucknerella calcarea*. Les altres cinc espècies (*Caloplaca emilii*, *Lathagrium dichotomum*, *Lecidea swartzioidea*, *Lepraria umbricola*, *Placidium adami-borosi*) i la subespècie (*Toninia tristis* subsp. *asia-centralis*) constitueixen, segons les dades disponibles al Banc de Dades de Biodiversitat de Catalunya (Hladun, 2020), noves aportacions al catàleg dels líquens de Catalunya. D'aquest conjunt de tàxons, cal fer menció especial per a *C. emilii* que és nova per al catàleg de líquens de la península Ibèrica. Aquests tàxons s'han trobat en ambients exposats, *Caloplaca emilii*, *Lathagrium dichotomum*, *Lecidea swartzioidea*, *Lepraria umbricola* sobre roques calcàries, i *Placidium adami-borosi* i *Toninia tristis* subsp. *asia-centralis* sobre sòls acumulats damunt les roques.

A nivell taxonòmic cal destacar la presència de dues subespècies de *Calogaya arnoldii*, concretament les subespècies *nana* i *oblitterata*, que encara no han estat formalment sinonimitzades. La recent descripció del gènere *Calogaya* (Arup *et al.*, 2013), segregat del gènere *Caloplaca* en base a anàlisis moleculars, no ha implicat un estudi exhaustiu dels tàxons que s'inclouen, per aquest motiu no hi ha resolta la seva taxonomia. Si bé Gaya (2009) les considerà com a subespècies, Roux i col·laboradors van situar la subespècie *nana* a nivell d'espècie (Roux *et al.*, 2009). En una anàlisi filogenètica de les espècies adscrites a l'anomenat grup de *Caloplaca saxicola*, que incloïa a diverses espècies actualment a *Calogaya*, les distincions entre les subespècies de *Calogaya arnoldii* no quedaven ben resoltes (Gaya *et al.*, 2011). Seguim el criteri que aplica Nimis (2016) que manté provisionalment la subespècie *oblitterata* dins de l'espècie en base a l'article 36.1b del Codi Internacional de Nomenclatura, també per a la subespècie *nana*.

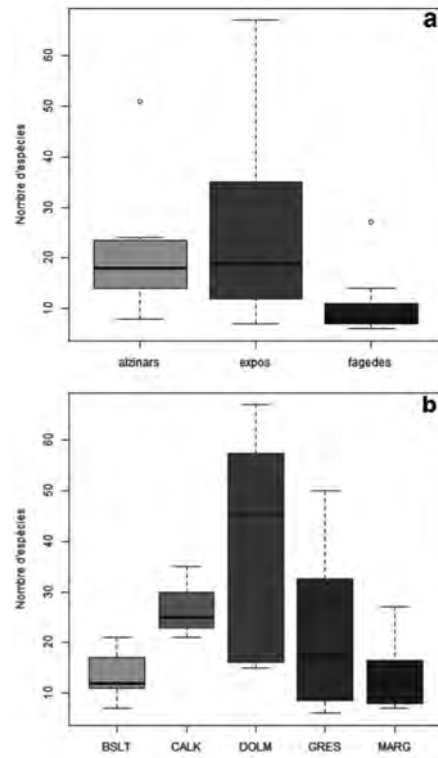


Figura 3. Variació de la riquesa de tàxons segons: el tipus d'hàbitat (a); el substrat geològic (b). BSLT: basalts; CALK: calcàries del cretaci; DOLM: dolomies i calcàries de l'eocè; GRES: gresos i conglomerats; MARG: margues.

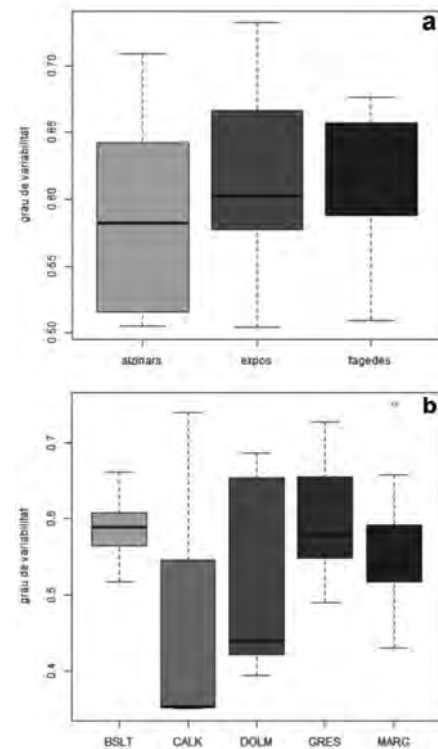


Figura 4. Variabilitat de l'índex de Bray-Curtis en base a la composició específica de les localitats segons: el tipus d'hàbitat (a); el substrat geològic (b). BSLT: basalts; CALK: calcàries del cretaci; DOLM: dolomies.

Anàlisi de la diversitat dels líquens

La riquesa específica de les localitats és molt variable i oscil·la entre els 4 tàxons i els 67, amb una mitjana de 19 tàxons per localitat. Malgrat la gran variabilitat que s'observa en el nombre de tàxons de cada localitat, la riquesa en espècies d'aquestes no sembla estar afectada per les variables que podem considerar derivades de la seva localització: latitud, longitud, altitud, inclinació del pendent, orientació, tipus de substrat i tipus d'hàbitat. El coeficient de correlació de Spearman entre el nombre de tàxons i les diferents variables quantitatives és molt baix: 0,40 per la latitud, 0,50 per la longitud, -0,36 per l'altitud i -0,01 per la inclinació del pendent. Aquests valors ens indiquen que aquestes variables no tenen un efecte significatiu sobre la riquesa específica de les localitats. El possible efecte de les variables qualitatives (orientació, tipus de substrat, tipus d'hàbitat) sobre la riquesa d'espècies s'ha analitzat mitjançant un test de Kruskal-Wallis. Aquest test ha posat de manifest diferències estadísticament significatives per al tipus de substrat i pel tipus d'hàbitat, però no per a l'orientació de la localitat. Tot i així, la comparació per parells només mostra diferències significatives pel tipus d'hàbitat, però no en relació als diferents tipus de substrats litològics (Fig. 3). Les localitats situades en les fagedes

tendeixen a presentar un nombre de tàxons més baix que les situades en alzinars o en ambients exposats. Aquestes localitats ubicades en ambients més exposats també mostren una variabilitat més gran pel que fa a la riquesa específica. Segons el substrat, les localitats on hi ha calcàries del cretaci o dolomies i calcàries de l'eocè presenten una major riquesa en comparació amb les localitats amb altres substrats rocosos. A més, les localitats en dolomies i calcàries de l'eocè mostren una variabilitat més alta en el nombre de tàxons presents per localitat.

La composició d'espècies entre localitats també mostra una variabilitat molt gran. Aquesta variabilitat es veu reflectida en un valor elevat de l'índex de dissemblança de Bray-Curtis entre les localitats, amb una dissimilitud mitjana del 90,6 %. Aquest valor ens indica que les localitats comparteixen molt pocs tàxons. De fet, un total de 118 tàxons, més d'una tercera part dels observats, es poden definir com a singularitats, és a dir, que només s'han trobat en una localitat. L'anàlisi de la variabilitat de la composició específica, entesa com la variació de l'índex de dissemblança, també és important si considerem els tipus de substrats i d'hàbitats, tot i que no esdevé significativa estadísticament (Fig. 4). Tant les localitats situades en ambients exposats com en fagedes tenen la variabilitat més gran que les localitats situades en alzinars. A més, en alzinars la variabilitat és sensiblement menor. Un patró semblant s'observa en la variabilitat de les localitats segons el seu tipus de substrat. La variabilitat de la dissemblança és similar, tret de les localitats situades en dolomies i calcàries de l'eocè on és lleugerament menor. Tot i així, el rang és molt marcat. L'anàlisi de NMDS elaborada a partir de la composició específica tampoc discrimina entre substrats ni hàbitats, és a dir l'heterogeneïtat en la composició de tàxons no permet fer un agrupament clar de les localitats (Fig. 5). La composició de tàxons de les comunitats de líquens saxícoles no sembla trobar-se afectada de manera efectiva per les variables ambientals (coordenades geogràfiques, altitud i inclinació del pendent), ni pel substrat litològic, ni pel tipus d'hàbitats. L'elevada heterogeneïtat en la composició específica no permet establir cap associació entre les localitats.

L'anàlisi de l'abundància de trets funcionals mostra un patró diferent de l'observat amb la composició específica de les localitats. L'abundància de trets funcionals sembla molt més semblant entre les localitats. L'índex de dissemblança és força baix, amb un valor mitjà del 27 % de dissimilitud entre les localitats. A més, la variabilitat d'aquestes diferències en l'abundància de trets funcionals segons el tipus de substrat o el tipus d'hàbitat també és baixa, amb uns rangs molt menors respecte a la composició específica (Fig. 6). A nivell del tipus d'hàbitat, les localitats situades en fagedes mostren també una major variabilitat en l'abundància de trets funcionals que les localitats situades en ambients exposats o en alzinars (Fig. 6a). Pel que fa al substrat, la variabilitat en l'abundància de trets funcionals és menor respecte de la composició específica. A més, no s'observen diferències tan destacades entre els diferents tipus de substrat (Fig. 6b). Aquesta semblança en l'abundància dels trets funcionals de les localitats també es recull a l'escalament i posterior ordenació realitzat.

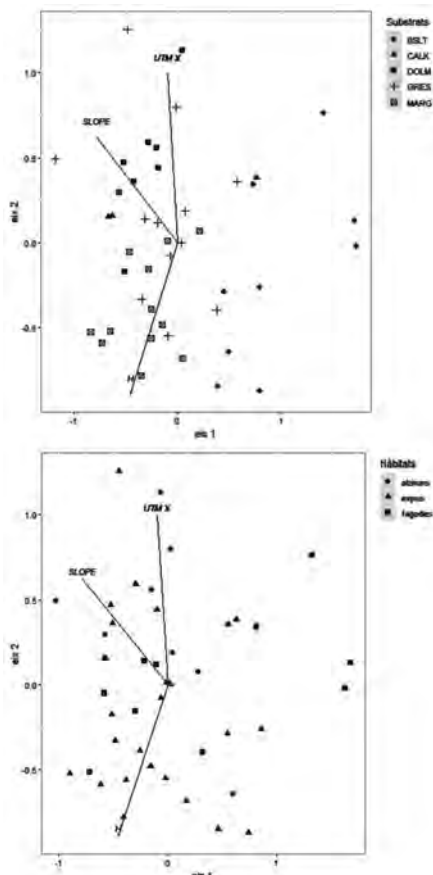


Figura 5. Ordenació aplicant NMDS de les localitats en base a la seva composició específica. H: altitud; SLOPE: inclinació, UTM X/UTM Y: coordenades geogràfiques; BSLT: basalts; CALK: calcàries del cretaci; DOLM: dolomies i calcàries de l'eocè; GRES: gresos i conglomerats; MARG: margues.

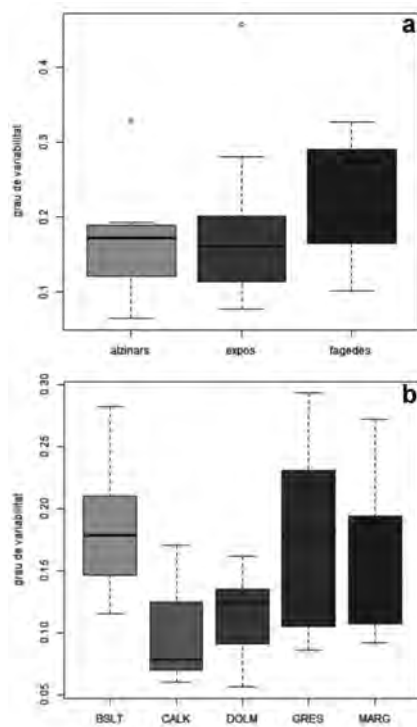


Figura 6. Variabilitat de l'índex de Bray-Curtis en base a l'abundància de trets funcionals de les localitats segons: el tipus d'hàbitat (a); el substrat geològic (b). BSLT: basalts; CALK: calcàries del cretaci; DOLM: dolomies i calcàries de l'eocè; GRES: gresos i conglomerats; MARG: margues.

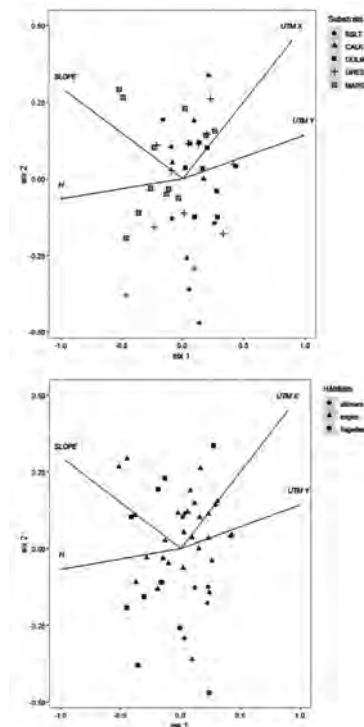


Figura 7. Ordenació aplicant NMDS de les localitats en base a l'abundància de trets funcionals. H: altitud; SLOPE: inclinació, UTM X/UTM Y: coordenades geogràfiques; BSLT: basalts; CALK: calcàries del cretaci; DOLM: dolomies i calcàries de l'eocè; GRES: gresos i conglomerats; MARG: margues.

L'anàlisi aplicant NMDS de les localitats en base a la seva abundància de trets específics tampoc discrimina en grups, ni d'acord amb el tipus d'hàbitat ni amb la naturalesa del substrat (Fig. 7). Tampoc es distribueixen com a resposta a les variables ambientals. Les espècies presents a les diferents localitats mostren unes respostes adaptatives semblants per als diferents factors ambientals, malgrat situar-se en ubicacions prou diferenciades.

Conclusions

L'estudi de l'àrea situada a l'avantpaís meridional pirinenc ha posat de manifest la presència d'una biota líquènica força interessant i molt variada. La riquesa específica sembla correspondre a la variada composició litològica de les roques, amb un màxim de diversitat sobre substrats calcaris, especialment calcàries del cretaci i les dolomies i calcàries de l'eocè. Però, tot i la diversitat de substrats litològics disponibles, no sembla que les diferències en composició específica es corresponguin amb aquest factor, si més no, això ens indica l'anàlisi estadística realitzada. La manca de suport estadístic es deu al fet que les localitats comparteixen molt poques espècies entre elles, fins i tot en el cas de les localitats en les que observem substrats litològics similars. Aquest patró també es posa en evidència si ens fixem en el tipus d'hàbitat. En canvi, les localitats presenten una molt baixa heterogeneïtat

funcional, independentment del tipus de substrat o del tipus d'hàbitat. Les abundàncies dels trets funcionals considerats es mantenen força semblants entre les localitats. Fins i tot la variabilitat segons el substrat o l'hàbitat són molt menors que la variabilitat que s'ha observat en la composició específica.

Un fet interessant és l'increment en el coneixement de la diversitat líquènica del país que ha suposat prospectar aquesta zona del territori. Catorze nous tàxons han estat incorporats al catàleg dels líquens, un 5 % dels tàxons identificats al treball. Cal fer notar que moltes d'aquestes noves espècies per al catàleg són espècies calcícoles, rarament trobades al nostre país. Si bé part d'aquest territori ja havia estat estudiat parcialment pel que fa a la biota líquènica epifítica (Longán, 2006; Llop & Gómez-Bolea, 2007; Llop, 2013), es disposava encara d'escasses dades recents pel coneixement dels líquens saxícoles i terrícoles. Com ja ha estat constatat en altres treballs (Llop *et al.*, 2013; Llop, 2018b), l'esforç de recollecció i prospecció centrat en zones concretes del territori permeten millorar de manera important el coneixement de la diversitat líquènica. Aquest coneixement de la diversitat és una eina imprescindible per a la correcta gestió del territori.

Agraïments

Els autors volen agrair a Antonio Gómez-Bolea i Néstor Hladun (Universitat de Barcelona), Ester Gaya (Royal Bota-

nical Gardens, Regne Unit) i Samanta Fernández-Brime (Naturhistoriska Riksmuseet, Suècia) la seva col·laboració durant el treball de camp. Aquest treball ha comptat amb el suport econòmic de l'Institut d'Estudis Catalans (PIN2012-S01/02-LLIMONA; PR2015-S02-LLIMONA; Ajuts Secció Ciències Biològiques 2017 i 2019), del Fons de Recerca Salvador Llimona, de la Delegació de la Garrotxa de la Institució Catalana d'Història Natural i de l'Ajuntament d'Olot (Beca Oriol de Bolòs 2010).

Bibliografia

- ARUP, U., SÖCHTING, U & FRÖDÉN, P. 2013. A new taxonomy of the family Teloschistaceae. *Nordic Journal of Botany*, 31: 16-83.
- BURGAZ, A. R. & AHTI, T. 2010. *Cladoniaceae. Flora Liquenològica Ibèrica IV*. Sociedad Española de Liquenología, Murcia. 111 p.
- CARVALHO, P. 2012. *Collema. Flora Liquenològica Ibèrica X*. Sociedad Española de Liquenología, Pontevedra. 52 p.
- CLAUZADE, G. & ROUX, C. 2002. *Likenoj de Okcidenta Europa. Traduction des clés de détermination par P. Ravel*. Association Française de Lichénologie, Paris. 893 p.
- CLAVELL, E., MARTÍNEZ, A. & VERGÉS, J. 1988. Morfologia del basament del Pirineu oriental: evolució i relació amb els mantells de corriment. *Acta Geològica Hispànica*, 23 (2): 129-140.
- CULBERSON, W. L., EGAN, R. S., ESSLINGER, T. L. & HODKINSON, B. P. 2015. Recent literature on lichens. Disponible a: <http://nhm2.uio.no/lichens/rll.html>. [Data de consulta: 12 gener 2020].
- 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.
- FERNÁNDEZ-ROIG, M. 2017. *Evolució del mantell subcontinental litosfèric del NE d'Ibèria a partir de l'orientació cristal·logràfica preferent i la geoquímica de xenòlits mantèlics*. Tesi Doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona. Disponible a: https://ddd.uab.cat/pub/tesis/2017/hdl_10803_456691/mfr1de2.pdf [Data de consulta: 5 febrer 2020].
- GAYA, E. 2009. Taxonomical revision of the *Caloplaca saxicola* group (Teloschistaceae, lichen-forming Ascomycota). *Bibliotheca Lichenologica* 101: 1-191.
- GAYA, E., REDELINGS, B. D., NAVARRO-ROSINÉS, P., LLIMONA, X., DE CÁCERES, M. & LUTZONI, F. 2011. Align or not to align? Resolving species complexes within the *Caloplaca saxicola* group as a case study. *Mycologia* 103: 361-378.
- GIRALT, M. 2010. *Physciaceae I. Endohyalina, Rinodina y Rinodinella Flora Liquenològica Ibèrica V*. Sociedad Española de Liquenología, Barcelona. 105 p.
- HLADUN, N. L. 2020. *Mòdul LiqueCat. Banc de Dades de Biodiversitat de Catalunya*. Generalitat de Catalunya i Universitat de Barcelona. Disponible en: <http://biodiver.bio.ub.es/biocat/homepage.html> [Data de consulta: 29 gener 2020].
- LLOP, E. 2013. La diversitat líquènica de les fagedes olossitàniques, i un estudi comparatiu de la diversitat líquènica epifítica dels alzinars i les fagedes de la Garrotxa. *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, 77: 61-74.
- LLOP, E. 2018a. *Catàleg dels líquens de la Garrotxa*. Delegació de la Institució Catalana d'Història Natural i Museu dels Volcans, Olot. 160 p.
- LLOP, E. 2018b. 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. 2020. Aportació a l'estudi de la diversitat líquènica dels Pirineus Orientals: els líquens de la Riberar del Catllar (Ripollès, Catalunya, Espanya). *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, 84: 61-70.
- 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., FERNÁNDEZ-BRIME, S., FIGUERAS-BALAGUER, G., MUÑIZ, D. & LLIMONA, X. 2013. Aproximació al coneixement de la flora líquènica i dels fongs liquenícoles dels altiplans i conques centrals de Catalunya: el sector segarric. *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, 77: 39-69.
- LLOP, E. & GÓMEZ-BOLEA, A. 2007. Contribució a la flora líquènica de la Garrotxa: líquens dels alzinars madurs. *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, 75: 49-60.
- LONGÁN, A. 2006. *Els líquens epífits com a indicadors de l'estat de conservació del bosc mediterrani. Proposta metodològica per als alzinars de Catalunya*. Institut d'Estudis Catalans (Arxius de la Secció de Ciències, 137), Barcelona. 633 p.
- LONGÁN, A., LLOP, E. & NAVARRO-ROSINÉS, P. 2004. Aproximació a la flora líquènica de la vall d'Alinyà. P. 197-222. In: Germain, J. (ed.). *Els sistemes naturals de la vall d'Alinyà*. Treballs de la Institució Catalana d'Història Natural 14. Institució Catalana d'Història Natural, Barcelona. 608 pp.
- MATA-PERELLÓ, J. M. & SANZ BALAGUÉ, J. 2013. Recorregut geològic i miner per les comarques de la Garrotxa i del Ripollès: des del Coll de Bracons a les Preses, Olot, mines de Parella i a Sant Joan de les Abadeses. *Revista de Ciències de la Catalunya Central Sèrie B*, 498: 1-14.
- 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 (4): 439-460.
- NAVARRO-ROSINÉS, P. & HLADUN, N. L. 1990. Flora líquènica de les rocs carbonatades del valle de Núria (Pirineus, Catalunya). P. 75- 83. In: Villar, L. (ed.). *Botànica pirenaico-cantàbrica*. Monografias del Instituto Pirenaico de Ecología 5. Instituto Pirenaico de Ecología-CSIC, Jaca. 733 p.
- NIMIS, P. L. 2016. *The lichens of Italy. A second annotated catalogue*. Edizioni Università di Trieste, Trieste. 740 p.
- NIMIS, P. L. & MARTELLI, S. 2017. ITALIC - The Information System on Italian Lichens. Version 5.0. University of Trieste, Dept. of Biology. Disponible en: <http://dryades.units.it/italic> [Data de consulta: 15 gener 2020]
- 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., SZOEC, E. & WAGNER, H. 2019. vegan: Community Ecology Package. R package version 2.5-4. Disponible en: <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>. [Data de consulta: 22 gener 2020]
- 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. 2019. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL Disponible en: <https://www.R-project.org/>. [Data de consulta: 22 gener 2020]
- ROUX, C., BÜLTMANN, H. & NAVARRO-ROSINÉS, P. 2009. Syntaxonomie des associations de lichens saxicoles-calcicoles

GEA, FLORA ET FAUNA

- du sud-est de la France. 1. *Clauzadeetea immersae*, *Verrucarietea nigrescentis*, *Incertae sedis*. *Bulletin de la Société linnéenne de Provence*, 60: 151-175.
- 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. 720 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.
- WIRTH, V., HAUCK, M. & SCHULTZ, M. 2013. *Die Flechten Deutschlands*. Eugen Ulmer, Stuttgart. 1244 p.