

GEA, FLORA ET FAUNA

La diversitat líquènica de les fagedes olositàniques, i un estudi comparatiu de la diversitat líquènica epifítica dels alzinars i les fagedes de la Garrotxa

Esteve Llop*

Rebut: 13.04.12

Acceptat: 08.10.12

Resum

S'han estudiat 19 fagedes, distribuïdes per tota la Garrotxa, i la metodologia utilitzada s'ha basat en l'anàlisi de la diversitat líquènica total dels indrets seleccionats. El catàleg actual de les fagedes estudiades, que inclou 153 líquens i tres fongs líquenícies, recull 63 espècies que constitueixen noves aportacions a la biota líquènica de la Garrotxa i que representen el 41 % del catàleg. D'aquestes, dos tàxons són nous per a la península Ibèrica i set per a Catalunya. La diversitat líquènica epifítica de les fagedes de la Garrotxa es diferencia de la dels alzinars per una major proporció de líquens crustacis i un percentatge més elevat de líquens amb reproducció sexual. D'altra banda, els alzinars són més rics i heterogenis, i hi destaca la presència de líquens foliacis, sobretot amb cianobacteris com a fotobiont. La maduresa estructural dels alzinars determina unes condicions ambientals més estables que afavoreixen els líquens foliacis amb cianobacteris.

PARAULES CLAU: Ascomycota, biodiversitat, Catalunya, epífits, *Fagus sylvatica*, líquens, península Ibèrica, *Quercus ilex*.

Abstract

Lichen diversity from olositanic beech forests, with a comparative study on the epiphytic lichen diversity of holm oak and beech forests of la Garrotxa

Nineteen beech forests have been surveyed from la Garrotxa. The study has focused on the analysis of total lichen diversity from the selected sites. The current catalogue resulted in 153 lichenized ascomycetes and three lichenicolous fungi. 63 taxa, representing the 41 % of the catalogue, are new reports to the lichen biota of La Garrotxa. Among them, two taxa are new for the Iberian Peninsula and seven for Catalonia. The lichen epiphytic diversity of beech forests from La Garrotxa differs from holm oak forests because a higher proportion of crustose lichens as well as lichens with sexual reproduction. On the other hand, holm oak forests are richer and more heterogeneous than beech forests, foliose lichens are well represented, among them cyanolichens. *Quercus ilex* forests show a more mature structure, which determines more stable environmental conditions favouring those foliose lichens with cyanobacteria.

KEY WORDS: Ascomycota, biodiversity, Catalonia, epiphytes, *Fagus sylvatica*, Iberian Peninsula, lichens, *Quercus ilex*.

* C/ Sant Nicolau, 17. 08784 Piera (Barcelona)

Resumen

La diversidad líquénica de los hayedos olositánicos, con un estudio comparativo de la diversidad líquénica epifítica de los encinares y los hayedos de la Garrotxa

Se han estudiado 19 hayedos, distribuidos por la comarca de la Garrotxa. La metodología aplicada se ha basado en el estudio de la diversidad líquénica total de los hayedos seleccionados. El catálogo actual de los hayedos estudiados incluye 153 líquenes y tres hongos liquenícolas. 63 taxones, que representan el 41 % del catálogo, son nuevas citas para la Garrotxa. De estas, dos taxones son nuevas citas para la Península Ibérica y siete lo son para Cataluña. Los hayedos olositánicos se diferencian de los encinares por presentar una diversidad líquénica epifítica caracterizada por un alto porcentaje de líquenes crustáceos y de líquenes con reproducción sexual. Por su parte, los encinares se caracterizan por ser más ricos y heterogéneos, con un mayor porcentaje de líquenes foliáceos, sobretodo de líquenes foliáceos con cianobacterias. La madurez estructural de los encinares conlleva unas condiciones ambientales más estables que favorecen la presencia de líquenes foliáceos con cianobacterias.

PALABRAS CLAVE: Ascomycota, biodiversidad, Cataluña, epífitos, *Fagus sylvatica*, líquenes, Península Ibérica, *Quercus ilex*.

Introducció

El coneixement de la flora líquènica de la comarca de la Garrotxa és encara força incomplet, i només disposem de dades disperses (Gómez-Bolea & Hladun, 1981; Gómez-Bolea, 1985; Longán, 2006; Llop & Gómez-Bolea, 2006) o poc recents (Maheu & Werner, 1935). Darrerament s'ha fet un cert esforç per resoldre aquesta mancança amb l'estudi de la biota líquènica dels alzinars (Llop *et al.*, 2008; Llop & Gómez-Bolea, 2008, 2009).

Les fagedes catalanes, com moltes fagedes ibèriques, se situen a l'extrem meridional de la distribució europea d'aquests boscos. Les fa-

gedes estan relacionades amb regions plujoses i acostumen a ser típiques de les regions mediterrànies i atlàntiques d'Europa (Folch *et al.*, 1984). Atesa la importància d'aquest tipus de bosc en el recobriment forestal de la Garrotxa (Burriel *et al.*, 2001), sobretot si tenim en compte la presència de masses forestals tan emblemàtiques com la fageda d'en Jordà, és interessant incrementar el coneixement de la diversitat líquènica d'aquests indrets de la comarca i, per extensió, de la biota líquènica de Catalunya.

L'objectiu d'aquest treball és aportar noves dades a la flora líquènica referida a les fagedes olositàniques i comparar la diversitat líquènica i epifítica de les fagedes amb ladels alzinars de la Garrotxa.

Material i mètodes

Localitats de mostreig

De les 19 localitats seleccionades (Fig. 1), a continuació n'indiquem el codi que s'aplica a la figura, el topònim, el municipi a què pertany, les coordenades segons la projecció WSG84, l'altitud, l'exposició en graus, el pendent i el substrat. La nomenclatura del substrat geològic segueix la que consta en els mapes topogràfics 1:50.000 del Institut Cartogràfic de Catalunya (www.icc.cat).

1: Gitarriu, Montagut i Oix; E0468657 N4683138; 724 m; 345°; 20°; alternança centimètrica de gresos i lutites de la Formació Jújols del Cambroordovicà; en contacte amb calcàries, dolomies i marbres del Cambroordovicà.

2: Corb, les Preses; E0456946 N4665825; 684 m; 315°; 33,3°; microconglomerats i gresos de composició arcòsica de la Formació Gresos de Folgueroles del Lutecià inferior; en contacte amb conglomerats, gresos i argiles vermelles de la Formació Bellmunt, també del Lutecià inferior.

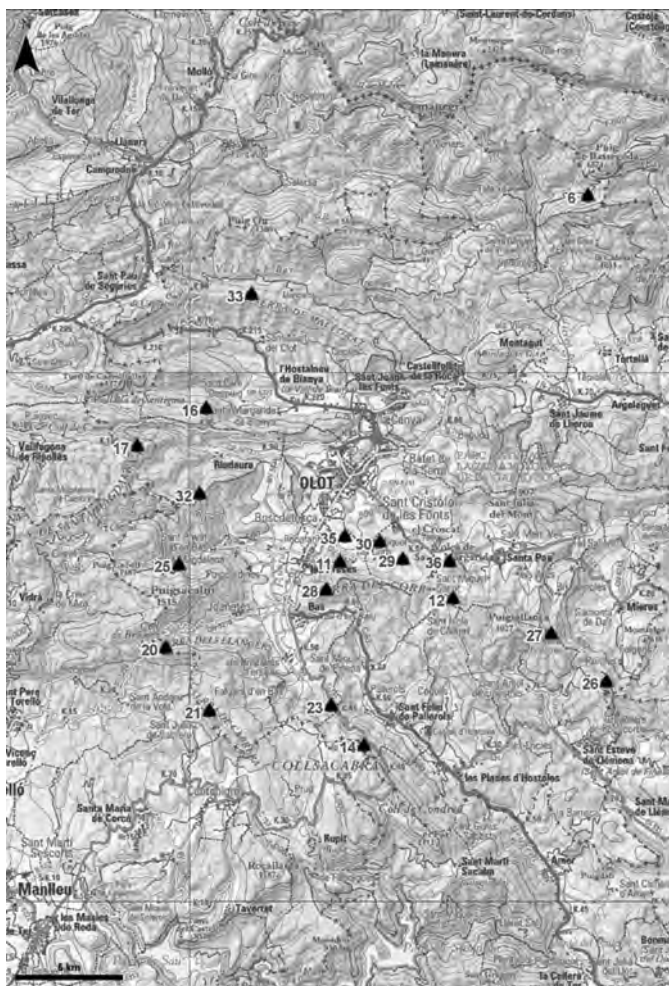


FIGURA 1. Localització de les fagedes estudiades a la comarca de la Garrotxa. Els nombres fan referència al codi assignat a la llista de localitats. Font: ICC.

3: Fontpobra, Santa Pau; E0462273 N4664109; 822 m; 55°; 35,5°; dipòsits piroclàstics en mantell del Plistocè-Holocè sobre conglomerats, gresos calcaris i margues del Bartonian inferior.

4: La Feixassa, Sant Feliu de Pallerols; E0458093 N4657155; 1.004 m; 40°; 34,7°; conglomerats, gresos i argiles de la Formació Bracons i Rupit del Lutecià inferior-Bartonian inferior.

5: L'Espunya, Vall de Bianya; E0450652 N4673091; 800 m; 340°; 18°; conglomerats, gresos i argiles vermelles de la Formació Bellmunt del Lutecià inferior.

6: Cal Pubill, Riudaura; E0447384 N4671304; 1.003 m; 315°; 31,5°; conglomerats, gresos i argiles vermelles de la Formació Bellmunt del Lutecià inferior.

7: Bracons, Vall d'en Bas; E0448729 N4661774; 1.195 m; 300°; 40°; conglomerats,

gresos i argiles vermelles de la Formació Bellmunt del Lutecià inferior.

8: Cabrera, Vall d'en Bas; E0450795 N4658787; 1.234 m; 20°; 50°; margues i gresos bioclàstics del Bartonian superior.

9: Coll d'Uria, Vall d'en Bas; E0456540 N4659040; 708 m; 15°; 37°; conglomerats, gresos i argiles de la Formació Bracons i Rupit del Lutecià inferior-Bartonian inferior.

10: Salt del Sallent, Vall d'en Bas; E0449342 N4665722; 871 m; 325°; 36°; conglomerats, gresos i argiles vermelles de la Formació Bellmunt del Lutecià inferior.

11: El Freixe, Mieres; E0469540 N4660168; 707 m; 5°; 32,2°; conglomerats, gresos i argiles de la Formació Bracons i Rupit del Lutecià inferior-Bartonian inferior.

12: Finestres, Mieres; E0466898 N4662445; 755 m; 12°; 25,3°; microconglomerats i gresos de composició arcòsica de la Formació Gresos de Folguerols del Bartonian inferior.

13: Xenacs, les Preses; E0456299 N4664532; 758 m; 325°; 39,6°; conglomerats, gresos calcaris i margues del Bartonian inferior.

14: Jordà-1, Santa Pau; E0459932 N4665963; 585 m; pla; 4,5°; basanites que formen colades del Plistocè-Holocè.

15: Jordà-2, Santa Pau; E0458841 N4666763; 550 m; pla; 7,3°; basanites que formen colades del Plistocè-Holocè.

16: Sant Joan de la Font, Riudaura; E0450337 N4669043; 811 m; 330°; 30,9°; conglomerats, gresos i argiles vermelles de la Formació Bellmunt del Lutecià inferior.

17: El Coll, Vall de Bianya; E0452770 N4678483; 787 m; 325°; 27,9°; conglomerats i gresos grisos de la part superior de la Formació Coubet-Can Bernat del Lutecià mitjà-superior.

18: Les Llongaines, les Preses; E0457178 N4667037; 492 m; pla; 4°; basanites que formen colades del Plistocè-Holocè.

19: Santa Margarida, Santa Pau; E0462132 N4665883; 707 m; 345°; 29,9°; piroclasts que formen cons volcànics del Plistocè-Holocè.

Estudi de la diversitat líquènica

La diversitat líquènica de les diferents localitats s'ha estudiada partir de la riquesa total. Per a cada localitat hem seleccionat una àrea de mostreig de 150-200 m², caracteritzada per la uniformitat de l'ambient. A cada indret s'han escollit 10 arbres i se n'ha examinat la biota líquènica present fins a 200 cm del terra. A més dels arbres, hem estudiat els substrats de l'àrea seleccionada, és a dir, els afloraments de roques i sòls. Les característiques de les fagedes, amb una important capa de virosta que restringeix la presència de superfícies de sòl exposat i de roques que puguin ser colonitzades, limiten la disponibilitat d'altres substrats llevat dels arbres. De vegades, el recobriment d'aquests substrats és format per hepàtiques i molses que també restringeixen la colonització per part dels líquens. Per aquest motiu, d'alguns indrets només proporcionem informació de la flora líquènica epifítica.

El material recol·lectat ha estat identificat seguint principalment les claus de determinació de Clauzade & Roux (2002), Smith *et al.* (2009) i Nimis & Martellos (2004) per als líquens terrícoles. També ha estat necessari recórrer a monografies específiques per a grups concrets. En el cas d'alguns gèneres, com *Cladonia*, *Lepraria* i *Ramalina*, hem emprat tècniques de cromatografia de capa fina (TLC) (Elix & Ernst-Russel, 1993; Orange *et al.*, 2001; White & James, 1985) per poder identificar els metabòlits secundaris característics, que són imprescindibles en la identificació de les espècies d'aquests grups. Per a la nomenclatura hem fet servir la proposada a Hladun & Llimona (2002-2007) i a Nimis & Martellos (2008). El material ha estat dipositat a l'herbari de la Universitat de Barcelona (BCN-Lich).

La comparació entre la diversitat líquènica epifítica de les fagedes i dels alzinars de la Garrotxa s'ha dut a terme a partir de les dades d'aquest estudi pel que fa a les fagedes. Les

dades dels alzinars s'han extret de Longán (2006) i de Llop & Gómez-Bolea (2009). Amb referència a les característiques de la diversitat líquènica epifítica de les localitats estudiades, a banda de la riquesa específica s'ha calculat l'índex de Shannon segons l'expressió proposada per Shannon & Weaver (1949), $H' = -\sum p_i \ln p_i$, en què p_i és la freqüència relativa amb la qual apareix cada espècie a cada localitat. Per mitjà d'aquest índex s'obté una aproximació de l'heterogeneïtat en la composició de les comunitats líquèniques presents en les diferents localitats a partir dels inventaris de cada arbre. També s'ha calculat la mesura de l'equitativitat de Shannon, $J' = H'/\ln S$, en què S correspon a la riquesa específica de cada localitat. L'equitativitat informa de la semblança de les abundàncies de les diferents espècies. La diversitat líquènica s'ha expressat segons el percentatge dels diferents biotipus (crustaci, foliaci i fruticulós), fotobionts (trebouxioïdes, *Trentepohlia* i cianobacteris) i tipus de reproducció (sexual i asexual) que hi ha als boscos seleccionats.

Les característiques dels boscos estudiats s'han determinat a partir de variables estructurals de les masses forestals escollides. Les variables estructurals emprades són l'edat i l'homogeneïtat de la localitat. Utilitzem el *dbh* com a estimació de l'edat de la massa forestal (Gracia & Retana, 1996; Pulido *et al.*, 2001; Ramírez & Díaz, 2008). L'homogeneïtat de la massa forestal s'ha estimat a partir de l'expressió:

$$dbh_r = \frac{(\overline{dbh} - dbh_{\min})}{(dbh_{\max} - dbh_{\min})}$$

Aquest valor oscil·la entre 0 i 1; els valors propers a 0,5 mostren un equilibri entre cohorts; els valors propers a 0 indiquen una gran abundància d'arbres joves i pocs arbres vells, i els valors propers a 1 reflecteixen la presència de molts arbres vells i pocs arbres joves.

Hem examinat les diferències per les variables utilitzades mitjançant la prova de Student, que permet veure quines desigualtats hi ha entre els dos tipus de boscos considerats (fagedes i alzinars) i si aquestes són significatives. Les anàlisis s'han fet amb el paquet Statistica versió 7 (Statsoft, Inc., 2004).

Resultats

Diversitat líquènica de les fagedes de la Garrotxa

L'estudi de les fagedes de la Garrotxa escollidesha permès identificar 153 líquens i 3 fongs liquenícoles. És interessant destacar que s'han trobat espècies que no havien estat citades abans a la península Ibèrica. La biota líquènica de la comarca s'incrementa en 63 tàxons, dos dels quals són noves troballes per a la península Ibèrica, set per a Catalunya i 37 per a Girona.

A continuació es presenta el catàleg florístic. Per a cada espècie detalle el substrat on s'ha trobat i si es tracta d'una nova troballa per a la península Ibèrica (★), Catalunya (·), Girona (#) o la Garrotxa (*). En el cas d'aquelles espècies a les quals s'han aplicat tècniques de cromatografia assenyalen les substàncies líquèniques identificades després de la indicació TLC.

Líquens:

Acrocordia conoidea (Fr.) Körb.: 3; sobre gresos.

Acrocordia gemmata (Ach.) A. Massal.: 15, 18; sobre *Fagus sylvatica*.

#*Acrocordia salweyi* (Leight. ex Nyl.) A.L. Sm.: 10, 12; sobre gresos.

Agonimia opuntella (Buschardt et Poelt) Vězda: 13; sobre gresos i moltes que creixen sobre els gresos.

Agonimia tristicula (Nyl.) Zahlbr.: 9, 13; sobre *Fagus sylvatica* i gresos.

- Alyxoria varia* (Pers.) Ertz & Tehler: 1, 3, 4, 9, 12, 14, 15, 18, 19; sobre *Fagus sylvatica*.
- #*Anema prodigulum* (Nyl.) Henssen: 13; sobre gresos.
- Anisomeridium polypori* (Ellis et Everh.) M. E. Barr: 15; sobre *Fagus sylvatica*.
- Arthonia cinnabarina* (DC.) Wallr.: 1; sobre *Fagussylvatica*.
- #*Arthonia dispersa* (Schrad.) Nyl.: 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 16, 17, 18; sobre *Fagus sylvatica*.
- Arthonia radiata* (Pers.) Ach.: 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 19; sobre *Fagus sylvatica*.
- **Aspicilia caesiocinerea* (Nyl. ex Malbr.) Arnold: 15, 18; sobre blocs de lava.
- Aspicilia contorta* (Hoffm.) Körb. subsp. *contorta*: 10, 13; sobre gresos.
- #*Aspicilia contorta* (Hoffm.) Körb. subsp. *hofmanniana* S. Ekman et Fröberg: 8, 13; sobre gresos.
- **Aspicilia intermutans* (Nyl.) Arnold: 14, 15; sobre blocs de lava.
- Bacidia arceutina* (Ach.) Arnold: 6; sobre *Fagus sylvatica*.
- Bacidia polychroa* (Th. Fr.) Körb.: 1, 3, 6, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 17, 18, 19; sobre *Fagus sylvatica*.
- Bacidia punica* Llop: 4; sobre *Fagussylvatica*.
- #*Bacidia trachona* (Ach.) Lettau: 15; sobre blocs de lava. La cita prèvia de Núria correspon a *B. coprodes* (Körb.) Lettau (Llop & Ekman, 2007).
- #*Bacidia viridifarinosa* Coppins et P. James: 15; sobre blocs de lava.
- #*Baeomyces rufus* (Huds.) Rebert.: 5; sobre moltes i sòl dels talussos.
- Bagliettoa cazzae* (Zahlbr.) Vězda et Poelt: 13; sobre gresos.
- “*Bilimbia accedens* Arnold: 10; sobre moltes i sòl dels talussos. Espècie sovint considerada com un sinònim de *Bilimbia sabuletorum* Schreb.; com a *B. accedens*, només se'n té referència de Mallorca (Maheu & Gillet, 1922).
- #*Buellia disciformis* (Fr.) Mudd: 2; sobre *Fagus sylvatica*.
- #*Caloplaca alnetorum* Giralt, Nimis et Poelt: 5; sobre *Fagus sylvatica*.
- Caloplaca crenularia* (With.) J. R. Laundon: 3, 13; sobre gresos.
- Caloplaca ferruginea* (Huds.) Th. Fr.: 2, 3, 13, 14, 18, 19; sobre *Fagus sylvatica*.
- ★*Caloplaca flavocitrina* (Nyl.) H. Olivier: 13; sobre gresos. Ha estat citat a l'Aragó (Etayo, 2010) i pot haver estat confós amb *C. citrina* (Hoffm.) Th. Fr. (Arup, 2006; Vondrák & Šoun, 2008).
- Caloplaca flavovirescens* (Wulfen) Dalla Torre et Samth.: 5, 12, 13; sobre gresos.
- **Caloplaca inconnexa* (Nyl.) Zahlbr.: 13; sobre líquens que creixen sobre gresos.
- **Caloplaca irrubescens* (Nyl.) Zahlbr.: 14, 15, 18; sobre blocs de lava.
- #*Caloplaca lucifuga* G. Thor: 19; sobre *Fagus sylvatica*.
- Caloplaca pollini* (A. Massal.) Jatta: 5, 14, 15; sobre *Fagus sylvatica*.
- #*Caloplaca polycarpa* (A. Massal.) Zahlbr.: 13; parasita espècies del gènere *Bagliettoa* que viuen sobre gresos.
- #*Caloplaca pusilla* (A. Massal.) Zahlbr.: 13; sobre gresos.
- Caloplaca pyracea* (Ach.) Th. Fr.: 12; sobre *Fagus sylvatica*.
- Caloplaca teicholyta* (Ach.) J. Steiner: 13; sobre gresos.
- Caloplaca velana* (A. Massal.) Du Rietz: 12; sobre gresos.
- Candelaria concolor* (Dicks.) Arnold: 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 19; sobre diversos substrats: *Fagus sylvatica*, *Populus nigra*, *Salix caprea* i blocs de lava.
- #*Candelariella aurella* (Hoffm.) Zahlbr.: 13; sobre gresos.
- “*Candelariella reflexa* (Nyl.) Lettau: 2; sobre *Populus nigra*. Aquest tàxon és conegut a

- l'oest i al nord de la península Ibèrica (Hladun & Llimona, 2002-2007).
- Candelariella xanthostigma* (Pers. ex Ach.) Lettau: 2, 3, 5, 9, 14; sobre *Fagus sylvatica*.
- #*Catillaria chalybeia* (Borrer) A. Massal.: 14; sobre blocs de lava.
- Catillaria lenticularis* (Ach.) Th. Fr.: 5, 12, 13; sobre gresos.
- Catillaria nigroclavata* (Nyl.) Schuler: 2, 7; sobre *Fagus sylvatica*.
- Cladonia fimbriata* (L.) Fr.: 5; sobre molses i sòl dels talussos. TLC: àcid fumarprotocetràric i traces d'àcid protocetràric.
- **Cladonia furcata* (Huds.) Schrad.: 5; sobre molses i sòl dels talussos. TLC: àcid fumarprotocetràric i traces d'àcid protocetràric.
- Cladonia pyxidata* Ach.: 5, 12; sobre molses i sòl dels talussos. TLC: àcids confumarprotocetràric i fumarprotocetràric i traces d'àcid protocetràric.
- Collema auriforme* (With.) Coppins et P. James: 10; sobre molses i sòl dels talussos.
- Collema cristatum* (L.) Weber ex F. H. Wigg.: 13; sobre gresos.
- Collema flaccidum* (Ach.) Ach.: 6; sobre molses i sòl dels talussos.
- Collema subflaccidum* Degel.: 5, 6, 12; sobre molses i sòl dels talussos.
- Dendrographa decolorans* (Turner et Borrer ex Sm.) Ertz & Tehler: 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19; sobre *Fagus sylvatica*.
- #*Diploschistes gypsaceus* (Ach.) Zahlbr.: 5, 12; sobre gresos.
- Dirina massiliensis* Durieu et Mont.f.sorediata (Müll. Arg.) Tehler: 18; sobre blocs de lava. TLC: eritrina i àcid lecanòric.
- Evernia prunastri* (L.) Ach.: 8; sobre *Fagus sylvatica*.
- Flavoparmelia caperata* (L.) Hale: 5, 6, 8, 9, 11, 12, 14; sobre *Fagus sylvatica* i molses que creixen sobre les arrels dels fajos.
- Flavoparmelia soredians* (Nyl.) Hale: 2, 3, 5, 15; sobre *Fagus sylvatica* i *Populus nigra*.
- Graphis scripta* (L.) Ach.: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19; sobre *Fagus sylvatica*.
- Gyalecta jenenesis* (Batsch) Zahlbr.: 6, 10, 12; sobre gresos, a vegades força meteoritzats.
- Gyalecta truncigena* (Ach.) Hepp: 14; sobre *Fagus sylvatica*.
- Hyperphyscia adglutinata* (Flörke) H. Mayrhofer et Poelt: 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19; sobre *Fagus sylvatica* i *Populus nigra*.
- Lecania naegelii* (Hepp) Diederich et Van den Boom: 18; sobre *Fagus sylvatica*.
- #*Lecanora albellula* (Nyl.) Th. Fr.: 9; sobre *Fagus sylvatica*.
- #*Lecanora argentata* (Ach.) Malme: 2, 5, 8, 9, 12, 13, 19; sobre *Fagus sylvatica*.
- Lecanora carpinea* (L.) Vain.: 3, 13; sobre *Fagus sylvatica*.
- Lecanora chlarotera* Nyl.: 7, 9, 10; sobre *Fagus sylvatica*.
- #*Lecanora dispersa* (Pers.) Sommerf.: 13; sobre gresos.
- **Lecanora horiza* (Ach.) Röhl.: 7, 14, 15, 18; sobre *Fagus sylvatica*.
- Lecanora hybocarpa* (Tuck.) Brodo: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 11, 13, 14, 15, 17, 19; sobre *Fagus sylvatica*.
- #*Lecanora leptyroides* (Nyl.) Degel.: 3, 4, 5, 9, 12, 14, 17, 19; sobre *Fagus sylvatica*.
- Lecanora muralis* (Schreb.) Rabenh.: 18; sobre blocs de lava.
- #*Lecidella anomaloides* (A. Massal.) Hertel et H. Kiliás: 12, 15, 18; sobre gresos i blocs de lava.
- Lecidella carpathica* Körb.: 6, 10; sobre gresos.
- Lecidella elaeochroma* (Ach.) M. Choisy: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 19; sobre *Fagus sylvatica*.
- #*Lepraria caesioalba* (B. de Lesd.) J. R. Laundon: 7; sobre *Fagus sylvatica*. TLC: àcids protocetràric i rangifòrmic i atranorina; correspon a una forma del qui-

- miotipus 1 sense àcid fumarprotocetràric (Saag *et al.*, 2009).
- Lepraria eburnea* J. R. Laundon: 8; sobre *Fagus sylvatica*. TLC: àcids alectorilàlic, estífic i protocetràric.
- ★*Lepraria ecorticata* (J. R. Laundon) Kukwa: 5; sobre *Fagus sylvatica*. TLC: àcid úsnic i zeorina. En general, aquesta espècie és saxícola i rarament és epífita. Aquest tàxon es coneixia en indrets temperats d'Europa, de l'Amèrica del Nord del Sud i d'Àsia (Kukwa, 2006; Saag *et al.*, 2009).
- #*Lepraria incana* (L.) Ach.: 9, 18; sobre *Fagus sylvatica*.
- “*Lepraria jackii* Tønsberg: 13; sobre *Fagus sylvatica*. TLC: àcids jackínic i norjackínic i atranorina. Aquest tàxon ha estat citat a l'oest i al nord de Portugal (Sales & Hedge, 2000; van den Boom, 2003).
- Lepraria lobificans* Nyl.: 10, 15; sobre molses i sòl dels talussos. TLC: àcids conestíctic, connoestíctic, criptoestíctic, estíctic i no-restíctic, atranorina i zeorina.
- “*Leptogium cochleatum* (Dicks.) P. M. Jørg. et P. James: 15; sobre molses dels talussos. Es coneix a Portugal i Galícia (Aragón *et al.*, 2005).
- Leptogium cyanescens* (Rabenh.) Körb.: 14, 15; sobre molses dels talussos.
- Leptogium gelatinosum* (With.) J. R. Laundon: 10; sobre molses dels talussos.
- Leptogium lichenoides* (L.) Zahlbr.: 12, 13; sobre molses dels talussos i de gresos.
- Lobothallia radiosa* (Hoffm.) Hafellner: 13; sobre gresos.
- Melanelixia fuliginosa* (Fr. ex Duby) O. Blanco *et al.* ssp. *glabratula* (Lamy) J. R. Laundon: 8; sobre *Fagus sylvatica*.
- Melanelixia subaurifera* (Nyl.) O. Blanco *et al.*: 6, 7, 15; sobre *Fagus sylvatica*.
- Melanohalea elegantula* (Zahlbr.) O. Blanco *et al.*: 5, 8; sobre *Fagus sylvatica*.
- Normandina pulchella* (Borrer) Nyl.: 8; sobre *Fagus sylvatica*.
- Opegrapha atra* Pers.: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19; sobre *Fagus sylvatica*.
- **Opegrapha herbarum* Mont.: 7; sobre *Fagus sylvatica*.
- “*Opegrapha lithyrgea* Ach.: 18; sobre blocs de lava. Fins ara només es coneixia a Galícia (Álvarez *et al.*, 2001).
- Opegrapha rufescens* Pers.: 2, 3, 18; sobre *Fagus sylvatica*.
- #*Opegrapha viridis* (Ach.) Nyl.: 1, 4, 5, 6, 8, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 19; sobre *Fagus sylvatica*.
- Opegrapha vulgata* Ach.: 18; sobre *Fagus sylvatica*.
- #*Parmelia omphalodes* (L.) Ach.: 8; sobre *Fagus sylvatica*. Aquest tàxon, que sovint es troba sobre roques, s'ha trobat epífita.
- Parmelia sulcata* Taylor: 8; sobre *Fagus sylvatica*.
- Parmotrema perlatum* (Huds.) M. Choisy: 5, 6, 8, 14, 18; sobre *Fagus sylvatica* i molses que creixen sobre arrels d'arbres.
- Parmotrema reticulatum* (Taylor) M. Choisy: 2; sobre *Populus nigra*.
- Peltigera horizontalis* (Huds.) Baumg.: 8; sobre molses i sòl dels talussos.
- **Peltigera hymenina* (Ach.) Delise ex Duby: 5; sobre molses i sòl dels talussos.
- Peltigera praetextata* (Flörke et Sommerf.) Zopf: 3, 5, 6, 8, 10, 12, 13, 15, 18; sobre molses i sòl dels talussos.
- Pertusaria albescens* (Huds.) M. Choisy et Werner: 2, 7, 13, 15, 19; sobre *Fagus sylvatica*.
- Pertusaria amara* (Ach.) Nyl.: 3, 8, 14, 19; sobre *Fagus sylvatica*.
- Pertusaria leioplaca* DC.: 4, 8, 12, 14; sobre *Fagus sylvatica*.
- **Pertusaria pertusa* (L.) Tuck.: 8; sobre *Fagus sylvatica*.
- **Pertusaria pustulata* (Ach.) Duby: 11, 12, 14, 15, 18; sobre *Fagus sylvatica*.
- Phaeophyscia orbicularis* (Neck.) Moberg: 14, 15, 18; sobre *Fagus sylvatica* i blocs de lava.

- Phlyctis agelaea* (Ach.) Flot.: 1, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19; sobre *Fagus sylvatica*.
- Phlyctis argena* (Spreng.) Flot.: 1, 4, 5, 7, 8, 14, 15; sobre *Fagus sylvatica* i *Salix caprea*.
- Physcia adscendens* (Fr.) H. Olivier: 1, 2, 5, 7, 8, 12, 13, 14, 15; sobre *Fagus sylvatica*, *Populus nigra* i gresos.
- Physcia clementei* (Turner) Maas Geest.: 2, 15; sobre *Fagus sylvatica* i *Populus nigra*.
- Physciella chloantha* (Ach.) Essl.: 4, 7, 15, 16, 18; sobre *Fagus sylvatica* i *Salix caprea*.
- #*Placidiopsis cinerascens* (Nyl.) Breuss: 13; sobre gresos.
- Placynthium nigrum* (Huds.) Gray: 13; sobre gresos.
- #*Polysporina simplex* (Davies) Vězda: 12; sobre gresos.
- Porina aenea* (Wallr.) Zahlbr.: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19; sobre *Fagus sylvatica*.
- Porina borrieri* (Trevis.) D. Hawksw. et P. James: 2; sobre *Populus nigra*.
- **Porina chlorotica* (Ach.) Müll. Arg.: 15; sobre blocs de lava.
- #*Porpidia macrocarpa* (DC.) Hertel et A. J. Schwab: 18; sobre blocs de lava.
- #*Porpidia rugosa* (Taylor) Coppins et Fryday: 15; sobre blocs de lava.
- Protoblastenia rupestris* (Scop.) J. Steiner: 5, 7, 8, 12, 13; sobre gresos.
- **Psilolechia lucida* (Ach.) M. Choisy: 18; sobre ploms de blocs de lava. TLC: àcid rizo-càrpic.
- Punctelia subrudecta* (Nyl.) Krog: 2, 4, 7, 8, 9, 14; sobre *Fagus sylvatica*, *Populus nigra* i *Salix caprea*.
- Pyrenula chlorospila* (Nyl.) Arnold: 15, 18; sobre *Fagus sylvatica*.
- Ramalina farinacea* (L.) Ach.: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 14, 17, 19; sobre *Fagus sylvatica*. TLC: àcid protocetràric.
- Ramalina fastigiata* Ach.: 8; sobre *Fagus sylvatica*. TLC: àcids evèrnic i obtusàtic.
- Ramalina fraxinea* (L.) Ach.: 3, 5; sobre *Fagus sylvatica*.
- Ramonia subsphaeroides* (Tav.) Vězda: 1, 3, 9, 11, 15, 19; sobre *Fagus sylvatica*.
- **Rinodina beccariana* Bagl.: 14, 15; sobre blocs de lava.
- #*Sarcogyne regularis* Körb.: 5; sobre gresos.
- Scoliciosporum gallurae* Vězda et Poelt: 17; sobre *Fagus sylvatica*.
- #*Solenopsora cesatii* (A. Massal.) Zahlbr.: 12; sobre gresos.
- ***Staurothele succedens* (Rehm ex Arnold) Arnold: 6; sobre gresos amb regalims. Ha estat citada a l'Aragó (Etayo, 2010).
- Strigula ziziphi* (A. Massal.) Cl. Roux. et Sérus.: 3, 9, 12; sobre *Fagus sylvatica*.
- Thelidium papulare* (Fr.) Arnold: 8; sobre gresos.
- **Thelidium pyrenophorum* (Ach.) Mudd: 8; sobre gresos.
- ★*Thelidium rimosulum* M. Ceynowa Geldon: 8; sobre gresos. Aquest tàxon ha estat descrit recentment per a Polònia (Ceynowa-Gieldon, 2007).
- Thelopsis rubella* Nyl.: 15; sobre blocs de lava. Es tracta d'una espècie típicament epifítica, però en aquest cas és saxícola.
- #*Toninia tumidula* (Sm.) Zahlbr.: 13; sobre gresos.
- Trapelia coarctata* (Sm.) M. Choisy: 10; sobre gresos.
- Verrucaria calciseda* DC.: 12; sobre gresos.
- Verrucaria dolosa* Hepp: 3, 8, 9; sobre gresos.
- #*Verrucaria hochstetteri* Fr.: 5; sobre gresos.
- #*Verrucaria macrostoma* Dufour ex DC.: 3, 6, 13; sobre gresos.
- #*Verrucaria muralis* Ach.: 5, 7, 8, 12, 18; sobre gresos i blocs de lava.
- Verrucaria nigrescens* Pers.: 12, 13; sobre gresos.
- ***Verrucaria pinguicula* A. Massal.: 5, 12; sobre gresos. Es coneix a Mallorca (Fiol, 1995).
- #*Verrucaria viridula* (Schrad.) Ach.: 10; sobre gresos.

#*Xanthoparmelia conspersa* (Ehrh. ex Ach.)

Hale: 14, 15; sobre blocs de lava. TLC: àcids connorestíctic, estíctic, norestíctic i úsnic.

**Xanthoria aureola* (Ach.) Erichsen: 13; sobre gresos.

Xanthoria parietina (L.) Th. Fr.: 3, 7, 14; sobre *Fagus sylvatica*.

Fongs liquenícules:

Dactyloporasp.: 5; sobre *Baeomyces rufus*.

**Polycoccum rinodinae* van den Boom: 15; sobre *Rinodina beccariana*. Es tracta de la segona troballa a la península Ibèrica; l'anterior citació és per al cap de Creus.

**Sphinctrina tubiformis* A. Massal.: 14, 15; sobre *Pertusaria leioplaca*.

La flora identificada a les fagedes de la Garrotxa està dominada per espècies amb ta llus crustaci, amb una alga verda trebouxioide com a fotobiont que es reproduïx majoritàriament per mitjà d'apotecis (Fig. 2). Si analitzem la flora amb deteniment, veiem que els líquens amb ta llus crustaci constitueixen el 68,6 % del total de les espècies. L'altra morfologia més nombrosa correspon als ta llus foliacis, que són el 20,3 %. Tenen menys representativitat els ta llus fruticulosos (3,9 %) i els ta llus leprarioides (3,9 %). Pel que fa al fotobiont, el 74,5 % de les espècies identificades presenten una alga verda trebouxioide. És important el percentatge de líquens que tenen *Trentepohlia* com a fotobiont (17 %). En menor proporció hi trobem els líquens amb un cianobacteri com a fotobiont, ja que constitueixen el 8,5 % dels organismes identificats. La reproducció és majoritàriament sexual (72,5 % dels tàxons). D'aquests, el 47,7 % es reproduïxen mitjançant apotecis, el 7,2 % ho fan formant lirel·les i el 17,6 % desenvolupen peritecis. En canvi, el 27,5 % de les espècies es reproduïxen mitjançant processos asexuals: hi predominen les que ho fan mitjançant la

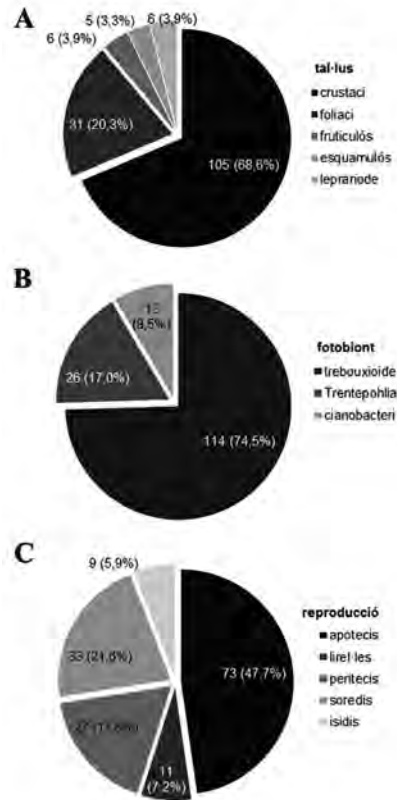


FIGURA 2. Distribució dels diferents biotipus, fotobionts i estratègies de reproducció de la biota liquènica de les fagedes olositàniques. Se'n indica el valor absolut i, entre parèntesis, el percentatge corresponent.

formació de soresdis (21,6 %), ja que tan sols el 5,9 % es reproduïxen per la formació d'isidis o altres propàguls vegetatius.

Comparació entre la diversitat liquènica epifítica de les fagedes i dels alzinars de la Garrotxa

La diversitat liquènica epifítica de les fagedes estudiades és força variable. La riquesa d'espècies epifítiques de cada localitat va de les 6 espècies que s'han observat a Sant Joan de la Font a les 29 de la localitat Jordà-2. Però l'heterogeneïtat de les localitats també és molt diver-

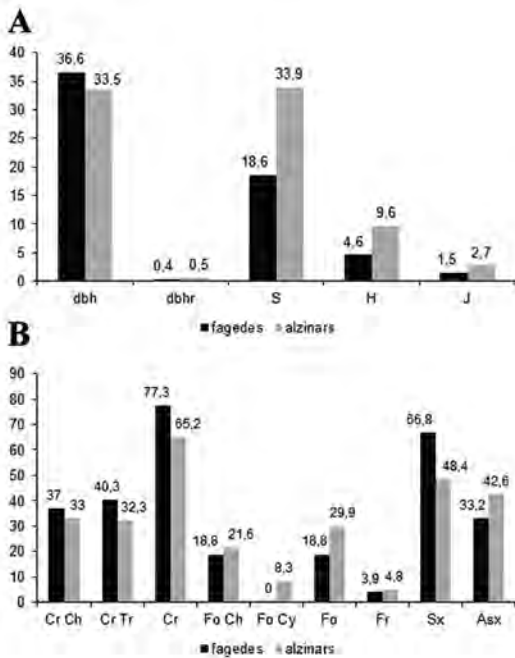


FIGURA 3. A) Diagrama dels valors mitjans de les variables estructurals (*dbh* i *dbhr*) i dels paràmetres de diversitat (*S*, *H*, *J*) de les fagedes i dels alzinars de la Garrotxa. B) Diagrama dels valors mitjans corresponents al percentatge dels diferents biotipus, fotobionts i estratègies reproductives de les fagedes i dels alzinars de la Garrotxa. *dbh*: diàmetre a l'altura del pit; *dbhr*: homogeneïtat de les masses forestals; *S*: riquesa específica; *H*: index de Shannon; *J*: equitativitat de Shannon; *Cr*: crustacis; *CrCh*: crustacis amb trebouxioïdes; *CrTr*: crustacis amb *Trentepohlia*; *Fo*: foliacis; *FoCh*: foliacis amb trebouxioïdes; *FoCy*: foliacis amb cianobacteris; *Fr*: fruticulosos; *Sx*: reproducció sexual; *Asx*: reproducció asexual.

sa i s'incrementa als indrets amb més riquesa d'espècies, una dada corroborada amb valors més alts de l'índex de Shannon. Les localitats amb més espècies també manifesten una composició més heterogènia entre els arbres examinats. Però, d'altra banda, l'abundància de les espècies presents en aquestes localitats no és tan diferent, com mostra l'equitativitat. És a dir, hi ha un conjunt d'espècies en la majoria de les localitats i tenenunes abundàncies semblants entre elles. Pel que fa als alzinars, presenten una major riquesa d'espècies epifítiques (de les 15

a les 49). Associada a aquesta riquesa, els alzinars també mostren una major heterogeneïtat de la flora epifítica. L'equitativitat indica que les espècies hi apareixen amb abundàncies lleugerament diferents (Fig 3a).

La diversitat en la composició florística de la biota epifítica de fagedes i alzinars també mostra diferències (Fig 3b). Les fagedes presenten una proporció més elevada de líquens crustacis, tot i que la diferència no és significativa. Les diferències s'inverteixen en els líquens foliacis, que són més abundants als alzinars que a les fagedes. En canvi, no hi ha diferències significatives en els percentatges de líquens fruticulosos. Si considerem, a més, el tipus de fotobiont, observem que les fagedes mantenen un percentatge més alt de líquens crustacis amb trebouxioïdes i amb *Trentepohlia* que els alzinars. L'element més dissemblant correspon a la presència de líquens foliacis amb cianobacteris: és nul·la a les fagedes, mentre que als alzinars representa un component força destacat. Pel que fa a la reproducció, a la fageda predominen els tàxons amb reproducció sexual, mentre que els dos tipus de boscos presenten una proporció semblant de líquens amb reproducció asexual.

Discussió

La composició de la biota líquènica de les fagedes reflecteix unes condicions ambientals, sobretot pel que fa a la llum disponible, que afavoreixen els líquens crustacis (Giralt, 1996; Boqueras, 2000; Longán, 2006). D'altra banda, l'heterogeneïtat més baixa de les fagedes estudiades determina una estructura que comporta una humitat ambiental més baixa. Això es posa de manifest en un menor percentatge del biotipus fruticulós i en la manca de líquens foliacis amb cianobacteris com a fotobiont.

La comparació de la diversitat líquènica epifítica de les fagedes i els alzinars olositànics

permet veure que la importància dels líquens crustacis amb *Trentepohlia* en ambdós tipus de boscos indicaria que, malgrat les característiques de les masses forestals, tant les fagedes com els alzinars mantenen unes condicions amb temperatures prou elevades i constants, a més d'una humitat relativa prou constant. Aquestes condicions són més típiques d'ambients subtropicals o tropicals, on els líquens amb *Trentepohlia* són força abundants (Wolseley, 1997; Lücking, 1999). Una altra parella de biotipus i fotobionts interessant correspon als líquens foliacis amb trebouxioïdes i als foliacis amb cianobacteris. En tots dos tipus de boscos les proporcions de líquens foliacis amb trebouxioïdes són semblants, però als alzinars hi ha una proporció més gran de líquens foliacis amb cianobacteris, que manquen a les fagedes. Els líquens foliacis amb cianobacteris requereixen unes condicions amb molta humitat ambiental, gairebé assolint la saturació (McCunne & Antos 1992; Nascimbene *et al.*, 2007; Amo & Burgaz, 2009). Aquestes condicions, com les requerides pels líquens crustacis amb trentepolioides, només les trobem en boscos ben estructurats que són capaços de crear-les i mantenir-les. A la Garrotxa, sembla que els alzinars són les comunitats forestals que generen millor aquestes condicions ambientals. El fet que presentin una homogeneïtat de les masses forestals més alta indica que les alzines són més grans i condicionen un alzar més madur que les fagedes. Això ens fa plantejar si les fagedes estudiades es troben en unes condicions òptimes pel que fa a la seva estabilitat ecològica.

Conclusions

La diversitat líquènica de les fagedes de la Garrotxa és destacable: s'han identificat 153 tàxons, dels quals 63 són noves aportacions per a la comarca. Això representa gairebé el 41 % dels tàxons citats en aquest treball. Un

dels fets més notoris és la manca d'un estudi que compili tot el coneixement actual de la biota líquènica de la comarca. Però, a més, s'han identificat dues noves espècies per a la península Ibèrica i set per a Catalunya. El coneixement actual de la diversitat dels fongs liquenificats de Catalunya es recull en un catàleg de 1.595 espècies (Hladun, 2011), i, per tant, s'incrementaria en un modest 0,7 %, però cal tenir present que es tracta d'un territori petit. Darrerament s'han estudiat els altiplans centrals de Catalunya, i l'aportació de noves espècies per a aquest indret és del 1,3 %, però l'extensió analitzada correspon al 4 % de Catalunya (Llop *et al.*, en revisió). D'altra banda, esperem que l'estudi de la Garrotxa, que comprèn un territori que inclou des del bioclima mediterrani fins al d'alta muntanya, suposi un increment encara més gran de la seva diversitat líquènica. Per aquesta variabilitat climàtica és normal que la diversitat, i no tan sols la de la biota líquènica, sigui important. Cal afavorir els estudis que permetin avançar en el coneixement de la biodiversitat, ja que és un component important que cal tenir en compte per fer una gestió sostenible del territori.

Agraïments

A la Dra. Mireia Giral i al Dr. Javier Etayo, pels comentaris i esmenes que han enriquit aquest treball, i a Albert Ferré Codina, per l'ajut en l'elaboració de la cartografia. Vull agrair, també, al personal del Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa les facilitats a l'hora de visitar les localitats situades a la fageda d'en Jordà, i al personal del laboratori de Lliquenologia de la Unitat de Botànica del Departament de Biologia Vegetal de la Universitat de Barcelona l'ús d'aquest espai per a la identificació de les mostres. Aquest treball ha estat finançat per l'Ajuntament d'Olot (Beca Oriol de Bolòs 2010).

Bibliografia

- ÁLVAREZ, J.; SÁNCHEZ-BIEZMA, M. J. & LÓPEZ DE SILANES, M. E., 2001. Lista de los líquenes y hongos liquenícolas de Galicia. *Nova Acta Científica Compostelana (Biología)*, 11: 53-151.
- AMO, G. & BURGAZ, A. R., 2009. Environmental factors and diversity epiphytic communities on the trunks of the Mediterranean beech forest in Hayedo de Montejo (Madrid, Spain). *Cryptogamie Mycologie*, 30: 85-97.
- ARAGÓN, G.; OTÁLORA, M. A. G. & MARTÍNEZ, I., 2005. New data on the genus *Leptogium* (lichenized ascomycetes) in the Iberian Peninsula. *Nova Hedwigia*, 80: 199-226.
- ARUP, U., 2006. A new taxonomy of the *Caloplaca citrina* group in the Nordic countries, except Iceland. *Lichenologist*, 38: 1-20.
- BOQUERAS, M., 2000. *Líquens epífits i fongs liquenícòles del sud de Catalunya: flora i comunitats*. Institut d'Estudis Catalans (Arxius de les Seccions de Ciències, 127). Barcelona.
- BURRIEL, J. A.; GRACIA, C.; IBÁÑEZ, J. J.; MATA, T. & VAYREDA, J., 2001. *Inventari Ecològic i Forestal de Catalunya – Regió Forestal II*. CREAF. Bellaterra.
- CEYNOWA-GIELDON, M., 2007. *Thelidium rimosulum* (Verrucariaceae, lichenized Ascomycota), a new lichen species from Poland. *Lichenologist*, 39: 217-220.
- CLAUZADE, G. & ROUX, C., 2002. *Likenoj de Okcidenta Europo. Traduction des clés de détermination par P. Ravel*. Association Française de Lichénologie. Paris.
- ELIX, J. A. & ERNST-RUSSELL, K. D., 1993. *A catalogue of standardized thin layer chromatographic data and biosynthetic relationships for lichen substances*. 2aed. Australian National University. Canberra.
- ETAYO, J., 2010. Líquenes y hongos liquenícolas de Aragón. *Guineana*, 16: 1-501.
- FIOL, LL. A., 1995. Flora de les entrades de les cavitats de Mallorca. *Endins*, 20: 145-153.
- FOLCH, R.; FRANQUESA, T. & CAMARASA, J. M., 1984. *Història Natural dels Països Catalans. 7. Vegetació*. Enciclopèdia Catalana, S.A. Barcelona.
- GIRALT, M., 1996. *Flora i vegetació líquènica epifítica de la plana i serralades litorals tarragonines*. Institut d'Estudis Catalans (Arxius de les Seccions de Ciències, 113). Barcelona.
- GÓMEZ-BOLEA, A., 1985. *Líquenes epífits en Catalunya*. Tesi doctoral. Universitat de Barcelona.
- GÓMEZ-BOLEA, A. & HŁADUN, N. L., 1981. Datos para la flora líquènica de Catalunya: epífits de *Fagus sylvatica* L. *Bulletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, 46: 83-94.
- GRACIA, M. & RETANA, J., 1996. Effect of site quality and thinning management on the structure of holm oak forests in northeast Spain. *Annales des Sciences Forestières*, 53: 571-584.
- HŁADUN, N. L., 2011. *Mòdul Liquecat. Banc de Dades de Biodiversitat de Catalunya*. Generalitat de Catalunya i Universitat de Barcelona. <<http://biodiver.bio.ub.es/biocat/homepage.html>>
- HŁADUN, N. L. & LLIMONA, X., 2002-2007. *Checklist of the Lichens and lichenicolous Fungi of the Iberian Peninsula and Balearic Islands*. <<http://botanica.bio.ub.es/checklist/checklist.htm>>
- KUKWA, M., 2006. Notes on taxonomy and distribution of the lichen species *Lepraria ecorticata* comb. nov. *Mycotaxon*, 97: 63-66.
- LLOP, E. & EKMAN, S., 2007. *Bacidia coprodes* – resurrecting a misinterpreted species. *Lichenologist*, 39: 251-257.
- LLOP, E.; FERNÁNDEZ-BRIME, S.; FIGUERAS-BALAGUER, G.; MUÑOZ, D. & LLIMONA, X. Aportació al coneixement de la flora líquènica i dels fongs liquenícòles dels altiplans i de les conques centrals de Catalunya: el sector segàrric. *Bulletí de la Institució Catalana d'Història Natural* (en revisió).
- LLOP, E. & GÓMEZ-BOLEA, A., 2006. Foliicolous lichens and associated lichenicolous fungi in the north-eastern Iberian Peninsula: the effect of environmental factors on distribution. *Lichenologist*, 38: 55-65.
- LLOP, E. & GÓMEZ-BOLEA, A., 2008. *Els líquens a les parcel·les d'alzinar madur de la Garrotxa*. ICHN, Delegació de la Garrotxa. Inèdit.
- LLOP, E. & GÓMEZ-BOLEA, A., 2009. Contribució a la flora líquènica de la Garrotxa: líquens dels alzinars madurs. *Bulletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, 75: 49-60.
- LLOP, E.; LONGÁN, A. & GÓMEZ-BOLEA, A., 2008. Els líquens de les parcel·les d'alzinar vell de la Garrotxa. *Annals de la Delegació de la Garrotxa de la Institució Catalana d'Història Natural*, 3: 39-42.
- 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.
- 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. *Lichenologist*, 31: 269-289.
- MAHEU, J. & GILLET, A., 1922. Contribution à l'étude des Îles Baléares. *Bulletin de la Société Botanique de France*, 68: 426-436, 516-525.
- MAHEU, J. & WERNER, R. G., 1935. Lichénographie Catalane des Laves d'Olot (Espagne). Comparaison avec la Flore calcaire du massif voisin de Puigscalalm. *Revue de Bryologie et Lichénologie*, 8: 194-212.
- MCCUNNE, B. & ANTOS, J. A., 1992. Epiphyte communities of the Swan Valley, Montana. *Bryologist*, 85: 1-12.
- NASCIMBENE, J.; MARINI, L. & NIMIS, P. L., 2007. Influence of forest management on epiphytic lichens in a temperate beech forest of northern Italy. *Forest Ecology and Management*, 247: 43-47.
- NIMIS, P. L. & MARTELLOS, S., 2004. *Keys to the Lichens of Italy. I. Terricolous Species*. Edizioni Goliardiche. Trieste.
- NIMIS, P. L. & MARTELLOS, S., 2008. *ITALIC - The Information System on Italian Lichens*. Version 4.0. University of Trieste, Dept. of Biology, IN4.0/1. <<http://dbiodbs.univ.trieste.it/>>
- ORANGE, A.; JAMES, P. W. & WHITE, F. J., 2001. *Microchemical methods for the identification of lichens*. British Lichen Society. London.

- PULIDO, F. J.; DÍAZ, M. & HIDALGO DE TRUCIOS, S. J., 2001. Size structure and regeneration of Spanish holm oak *Quercus ilex* forests and dehesas: effects of agroforestry use on their long-term sustainability. *Forest Ecology and Management*, 146: 1-13.
- RAMÍREZ, J. A. & DÍAZ, M., 2008. The role of temporal shrub encroachment for the maintenance of Spanish holm oak *Quercus ilex* dehesas. *Forest Ecology and Management*, 255: 1976-1983.
- SAAG, L.; SAAG, A. & RANDLANE, T., 2009. World survey of the genus *Lepraria* (Sterocaulaceae, lichenized Ascomycota). *Lichenologist*, 41: 25-60.
- SALES, F. & HEDGE, I. C., 2000. A floristic island in Western Portugal. *Flora Mediterranea*, 10: 311-324.
- SHANNON, C. E. & WEAVER, W., 1949. *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press. Urbana.
- 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.
- STATSOFT, INC., 2004. *STATISTICA (data analysis software system), version 7*. <www.statsoft.com>
- VAN DEN BOOM, P. P. G., 2003. Contribution to the flora of Portugal, lichens and lichenicolous fungi III. *Nova Hedwigia*, 76: 157-171.
- VONDRÁK, J. & ŠOUN, J., 2008. Some newly recorded and noteworthy lichen-forming and lichenicolous fungi from Romania. *Acta Botanica Hungarica*, 50: 215-221.
- WHITE, F. J. & JAMES, P. W., 1985. A new guide to microchemical techniques for the identification of lichen substances. *British Lichen Society Bulletin*, 57 (supplement): 1-41.
- WOLSELEY, P. A., 1997. Response of epiphytic lichens to fire in tropical forests of Thailand. In: *Progress and Problems in Lichenology in the Nineties* (R. Türk & R. Zorer. Eds.). J. Cramer. Stuttgart. Berlin. P. 165-176.