

*Catàleg
dels briòfits
de la Garrotxa*

*Catálogo de los briófitos de la Garrotxa
Catalogue des bryophytes de la Garrotxa
The catalogue of the bryophytes of La Garrotxa*

Catàleg dels briòfits de la Garrotxa
Catálogo de los briófitos de la Garrotxa
Catalogue des bryophytes de la Garrotxa
Catalogue of the bryophytes of La Garrotxa

**Delegació de
la Garrotxa
ICHN**
Institució Catalana
d'Història Natural
Filial de l'Institut d'Estudis Catalans



JOVER, M. & Oliver, X. 2023. Catàleg dels briòfits de la Garrotxa. *Catàlegs del Patrimoni Natural*, 4. Delegació de la Garrotxa de la Institució Catalana d'Història Natural. Olot. ISBN: 978-84-09-55758-5.

Autors: MIQUEL JOVER i XAVIER OLIVER.

Autora de les il·lustracions: © MERCÈ CARTAÑÀ.

Autors de les fotografies:

MIQUEL JOVER: 50, 58, 60, 62, 64, 68, 83, 85, 86, 87a, 87b, 88a, 88b, 90, 92a, 92b, 96a, 96b, 97, 98, 99, 100, 102, 104a, 107a, 107b, 108b, 110, 114, 120, 122a, 122b, 123b, 124a, 128b, 130a, 132a, 133a, 133b, 134, 136, 138, 140, 142b, 143, 144b, 148, 150a, 152, 153, 154, 156, 160, 162, 164a, 164b, 165a, 165b, 166, 168, 171b, 172, 174a, 174b, 176a, 179, 180, 182, 183, 184, 186, 188a, 188b, 190, 192b, 196, 198a, 200a, 200b, 201, 202a, 202b, 204, 206, 208b, 210, 212, 214, 215, 218, 220, 222a, 222b, 222d, 224a, 224b, 226, 230b, 233, 234, 236a, 236b, 237a, 237b, 238a, 238b, 239, 240a, 242a, 242b.

XAVIER OLIVER: portada (*Mannia fragrans*), 14, 16, 19, 21, 25, 27, 28, 30, 52, 54, 56, 66, 70, 72, 84, 91, 94, 95a, 95b, 103, 104b, 106, 108a, 112, 117, 118, 119, 123a, 124b, 124c, 126a, 126b, 128a, 130b, 132b, 141, 142a, 144a, 146a, 146b, 150b, 151, 158, 170a, 176b, 176c, 178, 189a, 189b, 189c, 192a, 192c, 194, 198b, 205a, 205b, 208a, 209, 216, 217, 222c, 228a, 228b, 230a, 231, 232, 242b.

Traducció al francès: JACQUELINE DONOYAN i ALBERT BERTOLERO.

Traducció a l'anglès: MIKE LOCKWOOD.

Coordinació de l'edició: MIQUEL JOVER i XAVIER OLIVER.

Maquetació: XAVIER OLIVER.

© Delegació de la Garrotxa de la Institució Catalana d'Història Natural, filial de l'Institut d'Estudis Catalans. C/ Fontanella, 3; 17800 Olot (Girona).

<http://ichngarrotxa.iec.cat/ichngarrotxa/index.php>

A/e: garrotxa.ichn@iec.cat

Primera edició: Olot, novembre de 2023.

Impremta: Aubert Imprimeix.

ISBN: 978-84-09-55758-5.

Dipòsit legal: GI 1453-2023

El Catàleg dels briòfits de la Garrotxa és resultat del projecte de recerca *Grup de Recerca en Briòfits de la Garrotxa* promogut i coordinat per la delegació de la Garrotxa de la Institució Catalana d'Història Natural, en campanyes de prospecció entre els anys 2005 i 2023.

Edició finançada per la delegació de la Garrotxa de la Institució Catalana d'Història Natural i la Diputació de Girona.



Es permet la descàrrega de l'obra, i que es pugui compartir, sempre que es reconegui l'autoria, però no pot ser modificada de cap manera ni ser utilitzada amb finalitat comercial.

Catàleg dels briòfits de la Garrotxa

Catálogo de los briófitos de la Garrotxa

Catalogue des bryophytes de la Garrotxa

The catalogue of the bryophytes of La Garrotxa

Presentació	5
Presentación	7
Présentation	9
Presentation	11
Introducció	13
Introducción	18
Introduction	23
Introduction	28
Metodologia	33
Metodología	34
Méthodologie	35
Methodology	36
Diagnosi	37
Diagnosis	40
Diagnostique	43
Diagnosis	46
Els ambients rics en briòfits	49
Los ambientes ricos en briófitos	
Les milieux riches en bryophytes	
Environments rich in bryophytes	
El catàleg	74
El catálogo	76
Le catalogue	78
The catalogue	80
Bibliografia/Bibliografía/Bibliographie/Bibliography	244
Índex	251

Presentació

Els briòfits són un grup de plantes presents a la gran majoria d'ecosistemes terrestres, si bé a les nostres latituds rara vegada arriben a tenir un paper dominant en els hàbitats. Presenten nombroses diferències amb les plantes vasculars, tant des d'un punt de vista morfològic com reproductiu, però també nombroses similituds, fruit del seu origen evolutiu comú.

Dues de les diferències més evidents és que no disposen de teixits conductors complexos tals com xilema o floema, ni tampoc d'estructures reproductives com flors o fruits. Aquestes característiques fan que la seva mida sigui més reduïda que la major part de les plantes vasculars, i que els caràcters útils per a fer-ne la identificació a nivell específic (i molt sovint, també genèric) siguin molt poc evidents per als profans en la botànica, ja que molt sovint ens cal observar-los a través del microscopi.

Per tot plegat, aquestes dificultats en el seu estudi han fet que històricament el grau de coneixement de la seva distribució sigui més incomplet que en les plantes vasculars, i que l'estat de conservació d'algunes espècies sigui més difícil d'establir ja que no es coneix amb precisió el nombre de subpoblacions.

El catàleg dels briòfits de Catalunya comprèn uns 827 tàxons, distribuïts en 632 molses, 191 hepàtiques i 4 antocerotes (Sáez *et al.*, 2019). Si bé una bona part es concentren a les zones plujoses dels Pirineus i la Serralada Transversal, hi ha moltes espècies que estan perfectament adaptades a viure en ambients àrids bona part de l'any. Cal destacar que encara avui es fan noves troballes d'espècies que suposen novetats per a la brioflora de Catalunya (Jover *et al.*, 2021; Pedrocchi & Jover, 2022; Jover, 2023).

Si bé no és el nostre objectiu fer una relació exhaustiva de tots els treballs que tracten sobre els briòfits de l'àrea d'estudi, sí que creiem necessari donar una visió general de la feina feta per nombrosos botànics en els darrers 150 anys. Les primeres recol·leccions conegudes de briòfits a la comarca es remunten al segle XIX, gràcies a les prospeccions de Ramón de Bolòs (1852-1914) entre els anys 1872 i 1878 (Casas & Brugués, 1981). També cal destacar els treballs de Tenas sobre les hepàtiques de la regió olotina (Tenas, 1918; Tenas, 1919). Posteriorment, nombrosos treballs

han augmentat el coneixement florístic de la comarca, entre els quals hem de destacar els treballs de Allorge & Casas de Puig (1968) sobre la regió d'Olot i muntanyes properes. Més recentment, són remarcables els treballs de Solé i Salas (1986) i Brugués *et al.* (2007), si bé aquests dos estudis es limiten al sector central de la comarca i deixen de banda sectors de gran interès com l'Alta Garrotxa.

Recentment, l'estudi briològic de la comarca s'ha reprès amb diverses campanyes de prospecció impulsades per la Delegació de la Garrotxa de la ICHN des de l'any 2005 (Oliver 2006; Jover, 2019; <https://ichn-garrotxa.espais.iec.cat/grup-de-briofits/>), que han permès en aquests 17 anys de recerca recopilar informació de sectors de la comarca per als quals es tenien prèviament poques dades.

La concessió de la Beca Oriol de Bolòs de Ciències Naturals l'any 2016 per part de l'Ajuntament d'Olot, també ens ha permès fer prospeccions en alguns dels boscos més ben conservats de la comarca (Jover, 2019a), les quals han aportat una quantitat rellevant de dades. D'altra banda, alguns dels espais naturals protegits han iniciat estudis de la seva flora briològica, especialment el Consorci de l'Alta Garrotxa i el Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa (Jover, 2021; Jover, 2022).

Tota aquesta informació permet identificar les àrees de major interès briològic i detectar les espècies més singulars, ja sigui pel seu grau d'amença o pel fet de representar disjuncions corològiques. La publicació de catàlegs florístics permet que tota aquesta informació estigui a l'abast d'aquelles persones interessades en l'estudi de la distribució i estat de conservació de les diverses espècies, inclosos els gestors del territori i dels espais naturals. A més, un catàleg d'espècies sempre és un document obert a les noves aportacions i descobertes que es facin en el futur, i un element de promoció de la recerca i d'aquest grup d'organismes; el present catàleg s'ha d'entendre en aquest sentit.

L'objectiu principal d'aquest treball és l'elaboració d'un primer catàleg i atlas que reculli totes les espècies de briòfits que han estat citades a la comarca de la Garrotxa, amb l'objectiu de divulgar aquest patrimoni natural i també d'afavorir el seu estudi de cara al futur.

Presentación

Los briófitos son un grupo de plantas presentes en la gran mayoría de ecosistemas terrestres, si bien en nuestras latitudes rara vez llegan a dominar los hábitats en cuanto a biomasa o cobertura. Presentan numerosas diferencias con las plantas vasculares, tanto desde un punto de vista morfológico como reproductivo, pero también numerosas similitudes, fruto de su origen evolutivo común.

Dos de las diferencias más evidentes es que no disponen de tejidos conductores complejos tales como xilema o floema, ni tampoco de estructuras reproductivas como flores o frutos. Estas características dan como resultado que su tamaño sea más reducido que la mayor parte de las plantas vasculares, y que los caracteres útiles para hacer su identificación a nivel específico (y muy a menudo, también genérico) sean muy poco evidentes para los profanos en la botánica, pues en muchas ocasiones la observación a través del microscopio es imprescindible para la correcta determinación.

Todas estas dificultades en su estudio han llevado a que históricamente el grado de conocimiento de su distribución sea notablemente más incompleto que el de las plantas vasculares, y que el estado de conservación de algunas especies sea más difícil de establecer, pues no se conoce con precisión el número de subpoblaciones.

El catálogo de los briófitos de Cataluña comprende unos 827 taxones, distribuidos en 632 musgos, 191 hepáticas y 4 antocerotas (Sáez *et al.*, 2019). Si bien buena parte de ellos se concentran en las zonas lluviosas de los Pirineos y la Cordillera Transversal, hay muchas especies que están perfectamente adaptadas a vivir en ambientes áridos durante buena parte del año. Cabe destacar que todavía hoy se hacen nuevos hallazgos de especies que suponen novedades para la brioflora de Cataluña (Jover *et al.*, 2021; Pedrocchi & Jover, 2022; Jover, 2023).

Si bien no es nuestro objetivo hacer una relación exhaustiva de todos los estudios y publicaciones que tratan sobre los briófitos presentes en el área de estudio, sí que creemos necesario dar una visión general del trabajo hecho por numerosos botánicos en los últimos 150 años. Las primeras recolecciones conocidas de briófitos en la comarca se remontan al siglo XIX, gracias a las prospecciones de Ramón de Bolòs (1852-1914) entre los años 1872 y 1878 (Casas & Brugués, 1981).

También cabe destacar los trabajos de Tenas sobre las hepáticas de la región de Olot (Tenas, 1918; Tenas, 1919). Posteriormente, numerosos estudios han aumentado el conocimiento florístico de la comarca, entre los que debemos destacar los trabajos de Allorge & Casas de Puig (1968) sobre la región de Olot y montañas cercanas. Más recientemente, son remarcables los catálogos de Solé y Salas (1986) y Brugués *et al.* (2007), si bien éstos dos estudios se limitan al sector central de la comarca y dejan sin explorar sectores de gran interés como la Alta Garrotxa.

Recientemente, el estudio briológico de la comarca se ha reanudado con diversas campañas de prospección impulsadas por la Delegación de la Garrotxa de la ICHN desde el año 2005 (Oliver 2006; Jover, 2019; <https://ichngarrotxa.espais.iec.cat/grup-de-briofits/>), que han permitido, durante estos 17 años de investigación, recopilar información de sectores de la comarca para los cuales se tenían previamente pocos datos.

También algunos de los espacios naturales protegidos han iniciado estudios de su flora briológica, especialmente el Consorcio de la Alta Garrotxa y el Parque Natural de la Zona Volcánica de la Garrotxa (Jover, 2021; Jover, 2022). Por otra parte, la concesión de la Beca Oriol de Bolòs de Ciències Naturales en 2016 también nos ha permitido hacer recolecciones en algunos de los bosques mejor conservados de la comarca, que han aportado una cantidad relevante de datos.

Toda esta información permite identificar las áreas de mayor interés briológico y detectar las especies más singulares, ya sea por su grado de amenaza o por el hecho de representar disyunciones corológicas. La publicación de catálogos florísticos permite que toda esta información esté al alcance de aquellas personas interesadas en el estudio de la distribución y estado de conservación de las diversas especies, incluidos los gestores del territorio y de los espacios naturales. Además, un catálogo de especies siempre es un documento abierto a las nuevas aportaciones y descubrimientos que se hagan en el futuro, y un elemento de promoción de la investigación de este grupo de organismos. El presente catálogo debe entenderse en este sentido.

El objetivo principal de este trabajo es la elaboración de un primer catálogo y atlas que incluya todas las especies de briófitos que han sido citadas en la comarca de la Garrotxa, con el objetivo de divulgar este patrimonio natural y favorecer además su estudio en los años venideros.

Présentation

Les bryophytes constituent un groupe de plantes vivant dans la grande majorité des écosystèmes terrestres, même si sous nos latitudes elles jouent rarement un rôle dominant dans les habitats. Elles présentent de nombreuses différences avec les plantes vasculaires, tant d'un point de vue morphologique que reproductif, mais aussi de nombreuses similitudes, résultat de leur origine évolutive commune.

Deux des différences les plus évidentes sont qu'elles ne possèdent ni tissus conducteurs complexes, tels que le xylème ou le phloème, ni de structures reproductives, telles que des fleurs ou des fruits. Ces caractéristiques font que leur taille est plus petite que celle de la plupart des plantes vasculaires et que les caractères utiles à leur identification au niveau spécifique (et très souvent aussi au niveau générique) ne sont pas très évidents pour le profane en botanique, puisque très souvent il faut les observer au microscope.

En raison de ces difficultés d'étude, le degré de connaissance de leur répartition est moins complet que celui des plantes vasculaires, l'état de conservation de certaines espèces étant plus difficile à établir car le nombre exact de sous-populations reste inconnu.

Le catalogue des bryophytes de Catalogne comprend 827 taxons, dont 632 mousses, 191 hépatiques et 4 anthocérotes (Sáez *et al.*, 2019). Bien qu'une bonne partie soit concentrée dans les zones pluvieuses des Pyrénées et de la cordillère Transversale, il existe de nombreuses espèces parfaitement adaptées à vivre dans des milieux arides pendant une grande partie de l'année. Il convient de noter que de nouvelles espèces sont découvertes encore de nos jours, constituant des nouveautés pour la bryoflore de Catalogne (Jover *et al.*, 2021; Pedrocchi & Jover, 2022; Jover, 2023).

Même si notre objectif n'est pas de dresser une liste exhaustive de tous les travaux traitant des bryophytes de la zone d'étude, il nous semble nécessaire de donner un aperçu des travaux réalisés par de nombreux botanistes au cours des 150 dernières années. Les premières collections connues de bryophytes dans la région remontent au XIXe siècle, grâce aux prospections de Ramón de Bolòs (1852-1914) entre 1872 et 1878 (Casas & Brugués, 1981). Il faut remarquer aussi les travaux de Tenas sur les hépatiques de la région d'Olot (Tenas, 1918 ; Tenas, 1919). Par la suite, de nombreux travaux ont enrichi les connaissances floristiques de la région, en particulier les travaux d'Allorge & Casas de Puig (1968) sur la région d'Olot et les montagnes

voisines. Les travaux plus récents de Solé et Salas (1986) et de Brugués *et al.* (2007) sont aussi à remarquer (2007), même s'ils ne concernent que le secteur central de la région laissant de côté des secteurs de grand intérêt comme l'Alta Garrotxa.

L'étude bryologique de la région a été récemment relancé grâce à la réalisation de différentes campagnes de prospection promues par la Délégation de la Garrotxa de l'ICHN (l'Institution Catalane d'Histoire Naturelle) depuis 2005 (Oliver 2006; Jover, 2019; <https://ichn-garrotxa.espais.iec.cat/grup-de-briofits/>), qui ont permis au cours de 17 ans de recherche d'obtenir des informations des secteurs de la région pour lesquels peu de données étaient disponibles.

La bourse Oriol de Bolòs de Sciences Naturelles qui nous a été décernée en 2016 nous a permis aussi de faire des prospections botaniques dans certaines des forêts les mieux conservées de la région, ce qui nous a fourni une importante quantité de données. En outre, quelques sites naturels protégés ont commencé à étudier leur flore bryologique, notamment le Consorci de l'Alta Garrotxa et le Parc Naturel de la Zona Volcànica de la Garrotxa (Jover, 2021; Jover, 2022).

L'ensemble de ces informations permet d'identifier les zones les plus intéressantes du point de vue bryologique et de repérer des espèces uniques, soit en raison de leur condition d'espèce menacée, soit du fait de représenter de disjonctions corologiques. La publication des catalogues floristiques rend toutes ces informations accessibles à toutes les personnes intéressées par l'étude de la répartition et de l'état de conservation des différentes espèces, y compris les gestionnaires du territoire et les espaces naturels. Un catalogue d'espèces constitue toujours un document ouvert aux nouvelles contributions et découvertes aussi bien qu'un élément de mise en valeur de la recherche et de ce groupe d'organismes. C'est dans ce sens qu'il faut comprendre le catalogue que nous présentons.

L'objectif principal de ce travail, c'est la rédaction d'un premier catalogue et atlas comprenant toutes les espèces de bryophytes citées dans la région de la Garrotxa, dans l'esprit de mettre en valeur son patrimoine naturel ainsi que de promouvoir des études futures.

Presentation

Bryophytes are plants that are present in most terrestrial ecosystems, although at our latitudes in most habitats they rarely play a dominant role. They differ from vascular plants in a number of ways, both from a morphological and reproductive perspective, but there are also similarities due to their common evolutionary origin

Two of the main differences are that bryophytes have neither complex vascular tissues (e.g. xylem or phloem) nor reproductive structures such as flowers or fruits. This means that bryophytes are much smaller than most vascular plants and that the characteristics used to separate species (and often also to generic level) are not apparent to the naked eye or to the non-expert, so a microscope is necessary to ensure the identification.

These difficulties have historically meant that knowledge of the distribution of our bryophytes has been somewhat less complete than that of our vascular plants. As a result, the state of conservation of many bryophytes is difficult to ascertain given this lack of information on all relevant subpopulations.

The catalogue of the bryophytes of Catalonia consists of 827 taxa and includes 632 mosses, 191 liverworts and 4 hornworts (Sáez *et al.*, 2019). Although most are to be found in the humid habitats of the Pyrenees and mountains of the Serralada Transversal, there are many species that are perfectly well adapted to life in arid habitats during many months of the year. It is worth remarking that we are still adding new species to the list of bryophytes of Catalonia (Jover *et al.*, 2021; Pedrocchi & Jover, 2022; Jover, 2023).

Although there is no room here to give details of all the studies of the bryophytes from our area, it is still worth providing an overview of the work carried out by botanists over the past 150 years. The first known collections of bryophytes from La Garrotxa were performed in the nineteenth century by Ramón de Bolòs (1852–1914) in 1872 and 1878 (Casas & Brugués, 1981). Of great worth also is the work by Tenas on the liverworts of the area of Olot (Tenas, 1918; Tenas, 1919). Subsequently, numerous studies have increased our knowledge of the bryophyte flora of La Garrotxa, of which it is worth highlighting the work by Allorge & Casas de Puig (1968) carried out in Olot and the

surrounding mountains. More recently, the publications by Solé & Salas (1986) and Brugués *et al.* (2007) are of great interest, even if they focus on the centre of our county and contain no records of other fascinating sectors such as L'Alta Garrotxa.

Since 2005 the study of the bryophytes of La Garrotxa has received a fresh impulse thanks to the work by La Garrotxa delegation of the ICHN (Oliver 2006; Jover, 2019; <https://ichn-garrotxa.espais.iec.cat/grup-de-briofits/>), that during the past 17 years has gathered data from parts of the county that previously had not been well prospected.

The awarding of the Oriol de Bolòs Natural Science grant in 2016 was important as it allowed us to prospect some of the best conserved forests in the region, thereby generating many fresh data. As well, some of the local protected areas – above all, the Consortium of L'Alta Garrotxa and La Garrotxa Volcanic Zone Natural Park – have initiated their own studies of the local bryophyte communities.

All this information has enabled us to identify the areas of most interest for bryophytes and detect some of the most singular species, be it due to their status as threatened species or as relict disjoint populations. The publication of floral catalogues ensures that all this information is available to all those interested – including conservation managers – in the distribution and conservation status of wild species. Moreover, a catalogue of species is always open to fresh incorporations and discoveries and acts as an element promoting research in this and any other group of organisms. This catalogue should thus be understood in this light.

The main aim of this work is thus to provide a first catalogue and atlas of all the species of bryophytes that have ever been recorded in the county of La Garrotxa. We hope in this way to make people more aware of this important element of our natural heritage and provide an incentive for their further study.

Introducció

Àmbit geogràfic

L'àrea geogràfica compresa en aquest treball coincideix amb els actuals límits administratius de la comarca de la Garrotxa. En alguns casos molt puntuals i sempre indicats al catàleg, hem inclòs espècies que havien estat citades de forma imprecisa de zones properes als límits comarcals, i la presència de les quals a la comarca és probable atenent als seus requeriments ecològics.

Litologia i edafologia

L'actual paisatge de la Garrotxa respon a la diversitat de característiques geomorfològiques i climàtiques d'aquest territori, juntament amb una activitat humana present des de temps remots.

Quant a la litologia, hi predominen les roques sedimentàries eocèniques, com calcàries, lutites, gresos, conglomerats i margues. Aquests substrats són els que, en línies generals, formen les muntanyes que envolten la cubeta olotina. A l'Alta Garrotxa, a més, hi trobem intercalacions significatives de granits, mentre que a la zona baixa de l'Alta Garrotxa, com per exemple Beuda hi apareixen alguns afloraments guixencs, però degut a l'elevada pluviositat de la zona no porten associada una brioflora diferenciada.

Al pla d'Olot els materials sedimentaris es troben parcialment recoberts per colades de lava originades ara fa entre 700.000 i 8.300 anys. En aquest sector, les colades de lava van causar el barratge d'antics cursos fluvials, formant llacs que posteriorment han estat reblerts per sediments quaternaris, com per exemple la Vall d'en Bas (Oliver & Font, 2008).

Climatologia i hidrografia

El clima de la comarca és molt variat i complex, a causa de la confluència de diversos factors com un relleu muntanyós i abrupte, la proximitat a la Mediterrània i la posició geogràfica al peu dels Pirineus. A més, el relleu afavoreix fenòmens d'inversió tèrmica i la presència de nombrosos microclimes en valls tancades. El clima predominant és el mediterrani humit a la meitat oriental, mentre que a la cubeta olotina i a la serralada Transversal el clima és de tendència atlàntica.

Gairebé tota la comarca pertany a la conca hidrogràfica del Fluvià, amb l'excepció del sector més meridional, que és drenat pel riu Brugent i la riera de Llémena, afluents del Ter per l'esquerra. Un petit sector del Cabrerès al sud de la serra de Llancers pertany a la conca del Fornès, també un afluent del Ter. Moltes de les torrenteres i rierols estan seques bona part de l'any, a causa dels substrats carstificats que promouen la infiltració de l'aigua cap a les capes profundes del sòl.

El paisatge vegetal

A continuació donem algunes pinzellades del paisatge vegetal present actualment a la comarca de la Garrotxa, per tal d'ajudar a entendre millor les característiques de la seva brioflora. Per a un major aprofundiment en la descripció del paisatge vegetal, recomanem la consulta del Catàleg de flora vascular de la Garrotxa (Oliver & Font, 2008), en el qual ens hem basat en bona part per redactar aquest apartat.

Els boscos planifolis

Els alzinars són una de les formacions forestals més esteses a les parts baixes i mitjanes de la comarca, tant sobre substrats bàsics com àcids. Entre els 120 i els 900 metres d'altitud dominen els alzinars litorals, mentre que a les zones més alteroses i frescals s'hi fan alzinars muntanyencs, amb una presència significativa d'espècies submediterrànies i eurosiberianes. Ambdós tipus d'alzinars són generalment molt favorables per als briòfits epífits, doncs l'escorça rugosa i irregular de les alzines afavoreix l'establiment d'aquest grup d'espècies.



Les rouredes també són un bosc ben estès per la Garrotxa, fins al punt que en podem trobar diversos tipus en funció de la posició topogràfica, l'altitud i el tipus de substrat. A les zones més planeres als voltants d'Olot, sobre sòls profunds, en ambients humits, s'hi fa la roureda de roure pèrol (*Quercus robur*), mentre que en ambients més secs sobre substrats sedimentaris de bona part de la comarca hi dominen les rouredes de roure martinenc (*Quercus pubescens*). Aquestes rouredes submediterrànies també es fan als solells i zones planeres dels sectors més frescals de la Garrotxa, i als obacs dominen fagedes.

El tipus de fageda que ocupa més superfície és la fageda amb boix, per exemple en alguns obacs de l'Alta Garrotxa i de les serres de Finestres i del Corb. També trobem altres tipus, com la fageda amb el·lèbor verd i la fageda amb joliu, aquestes últimes sobre sòls més rics i humits, com per exemple en tot el sector de la serralada Transversal.

Als fondals més humits i de sòl profund s'estableixen diversos tipus de boscos higròfils, amb un estrat arbori integrat per diversos arbres caducifolis com til·lers, freixes, aurons i roures pèrols, i amb un sotabosc dominat per espècies exigents quant al grau d'humitat. A les torrenteres hi són molt freqüents les avellanoses. Tots aquests boscos higròfils són molt favorables als briòfits, degut a l'elevada humitat ambiental i a la diversitat de foròfits, factors que afavoreixen clarament a les espècies epífites.

A les ribes dels rius i els seus principals afluents s'hi fan diversos tipus de boscos de ribera, entre els quals les vernedes són especialment freqüents als cursos fluvials regulars. A les ribes del Fluvià al sector més oriental de la comarca hi són presents pollancredes, alberedes i també salzedes de sarga (*Salix elaeagnos*), ben adaptades a les crescudes sobtades.

Les pinedes

Les pinedes ocupen poca superfície en el conjunt de la comarca. Sovint es tracta de boscos secundaris, que ocupen antigues feixes, o fins i tot restes d'antigues plantacions. Les pinedes de pi blanc (*Pinus halepensis*) i més puntualment de pi pinyer (*Pinus pinea*) i pinassa (*Pinus nigra*) apareixen a les parts més mediterrànies i assolellades, com per exemple a l'Alta Garrotxa. Per contra, en algunes obagues frescals de l'Alta Garrotxa hi trobem pinedes de pi roig (*Pinus sylvestris*), com per exemple a l'obaga de la Mare de Déu del Mont o al Puig de la Calma, entre Sant Miquel de Monteia i Sant Grau d'Entreperes.

Les brolles i matollars

Les brolles són una formació típicament mediterrània, per aquest motiu rares vegades tenen un paper dominant en el paisatge vegetal de la comarca. Al sector més oriental, sobre substrats calcaris, apareixen brolles de romaní i garrigues, sovint amb un estrat arbori de pi blanc. El fet que la comarca no

hagi estat afectada recentment per grans incendis fa que aquestes formacions arbustives sovint es concentrin als indrets de sòl més prim, allà on els alzinars no poden prosperar.

A altituds superiors apareixen les boixedes. Bona part d'aquestes bosquines submediterrànies han estat fortament afectades per la papallona del boix (*Cydalima perspectalis*), si bé sembla ser que algunes de les boixedes situades a més altitud mostren una afectació baixa. Als sectors més frescals de la comarca apareixen altres tipus de matollars, com landes de gòdua o ginestell (*Sarothamnus scoparius*), generalment sobre sòls àcids, o landes de bruguerola (*Calluna vulgaris*), en sòls més rocallosos.

Els prats

Els prats mediterranis tenen una presència important a la comarca, compartit amb comunitats herbàcies de caire eurosiberià més cap a l'oest. Els trobem principalment als sectors oriental i sud, en àrees dominades per alzinars i pinedes de pi blanc, cobrint superfícies generalment petites. Es tracta de llistonars, prats d'albellatge i fenassars. Puntualment, als replans de roca on s'acumula un sòl incipient, apareixen pradells dominats per plantes anuals (*Medicago minima*, *Brachypodium distachyon*, etc.) i petits camèfits de fulla crassa com els crespínells (*Sedum* sp. pl.).

A més altitud i també sobre sòls més profunds, hi assoleixen un bon desenvolupament les joncedes, que en funció del clima i les característiques del sòl poden estar enriquides en fenàs (*Brachypodium phoenicoides*) o plantatge



mitjà (*Plantago media*). A les carenes rocalloses apareixen formacions vegetals amb diversos camèfits com *Anthyllis montana* o *Santolina chamaecyparissus* (Oliver & Font, 2008). A les àrees més humides de la comarca apareixen prats mesòfils, mentre que vora cursos d'aigua o indrets entollats s'hi fan prats i herbassars higròfils.

Els ambients rupícoles

Les cingleres calcàries són un element conspicu en el paisatge dels sectors muntanyosos de la comarca, especialment a l'Alta Garrotxa i la Serralada Transversal (Puigsacalm i Cabrerès) i de la Serra de Finestres. A bona part de la comarca són molt abundants els afloraments rocallosos aïllats enmig del bosc, com per exemple els tossols de la Fageda d'en Jordà. Al fons de la cubeta olotina, on les cingleres són més aviat rares amb només alguna cinglera basàltica vora els cursos fluvials, hi trobem un conjunt de murs artificials de pedra seca elaborats tant amb roques sedimentàries com volcàniques, els quals permeten la presència de diverses espècies saxícoles en aquest sector de la comarca.

Els ambients aquàtics i fontinals

Arreu de la comarca apareixen fonts i surgències naturals d'aigua que són colonitzades per diversos tàxons higròfils. Molt sovint aquestes surgències són d'aigua carbonatada, cosa que genera acumulacions de travertins. En alguns sectors, per exemple vora can Jordà o a la Font Moixina d'Olot, hi trobem sistemes d'aiguamolls i recs actualment protegits i ocupats per diverses comunitats aquàtiques i higròfiles, com canyissars, jonqueres o boscos de ribera.

Ambients ruderals

Els ambients on la influència humana és més forta són comuns a les zones planeres del territori. A més dels murs de pedra seca que ja hem comentat a l'apartat d'ambients rupícoles, també cal destacar els parcs i jardins, alguns dels quals presenten un poblament de briòfits destacable gràcies a les condicions climàtiques de la comarca i al fet que molts d'ells són rics en arbres d'escorça rugosa, factors que afavoreixen la presència de briòfits epífits al centre de poblacions com Olot, Besalú o Sant Esteve d'en Bas.

Introducción

Ámbito geográfico

El área geográfica comprendida en este trabajo coincide con los límites administrativos actuales de la comarca de la Garrotxa. En algunos casos muy puntuales y siempre indicados en el catálogo, hemos incluido especies que habían sido citadas de forma imprecisa en zonas cercanas a los límites comarcales, y cuya presencia en la comarca es probable atendiendo a sus requerimientos ecológicos.

Litología y edafología

El actual paisaje de la Garrotxa responde a la diversidad de características geomorfológicas y climáticas de este territorio, junto con una actividad humana presente desde tiempos remotos.

En cuanto a la litología, predominan las rocas sedimentarias eocénicas, como calizas, lutitas, areniscas, conglomerados y margas. Estos sustratos son los que, en líneas generales, forman las montañas que rodean la cubeta de Olot. En la Alta Garrotxa, además, encontramos intercalaciones significativas de granitos, mientras que en la zona baja de este sector, como por ejemplo en Beuda, aparecen algunos afloramientos yesíferos, pero debido a la elevada pluviometría de la zona no llevan asociada a una brioflora diferenciada.

En el llano de Olot los materiales sedimentarios se encuentran parcialmente recubiertos por coladas de lava originadas hace entre 700.000 y 8.300 años. En este sector, las coladas de lava actuaron como barrera de los antiguos cursos fluviales, formando lagos que posteriormente han sido rellenados por sedimentos cuaternarios, tal es el caso de la Vall d'en Bas (Oliver & Font, 2008).

Climatología y hidrografía

El clima de la comarca es muy variado y complejo, debido a la confluencia de varios factores como un relieve montañoso y abrupto, la proximidad al Mediterráneo y la posición geográfica al pie de los Pirineos. Además, el relieve favorece fenómenos de inversión térmica y la presencia de numerosos microclimas en valles cerrados. El clima predominante es el mediterráneo húmedo en la mitad oriental, mientras que en la cubeta de Olot y en la cordillera Transversal el clima es de tendencia atlántica.

Casi toda la comarca pertenece a la cuenca hidrográfica del Fluvià, con la excepción del sector más meridional, que es drenado por el río Brugent y la riera de Llémena, afluentes del Ter por la izquierda. Un pequeño sector del

Cabrerès en el sur de la sierra de Llancers pertenece a la cuenca del Fornès, también un afluente del Ter. Muchos de los torrentes y arroyos permanecen sin agua superficial circulante durante buena parte del año, debido a los sustratos carstificados que promueven la infiltración del agua hacia las capas profundas del suelo.

El paisaje vegetal

A continuación damos algunas pinceladas del paisaje vegetal presente actualmente en la comarca de la Garrotxa, para ayudar a entender mejor las características de su brioflora. Para una mayor profundización en la descripción del paisaje vegetal, recomendamos la consulta del Catálogo de flora vascular de la Garrotxa (Oliver & Font, 2008), en el que nos hemos basado en buena parte para redactar este apartado.

Los bosques planifolios

Los encinares son una de las formaciones forestales más extendidas en las partes bajas y medias de la comarca, tanto sobre sustratos básicos como ácidos. Entre los 120 y los 900 metros de altura dominan los encinares de zonas basales, mientras que en zonas más elevadas y frías prosperan encinares montanos, con una presencia bastante significativa de especies submediterráneas y eurosiberianas. Ambos tipos de encinares son bosques generalmente muy favorables para los briófitos epífitos, pues la corteza rugosa e irregular de las encinas favorece el establecimiento de este grupo de especies.



Los robledales también son bosques frecuentes en la Garrotxa, hasta el punto de que podemos encontrar varios tipos en función de la posición topográfica, la altitud y el tipo de sustrato. En las zonas más llanas en los alrededores de Olot, sobre suelos profundos y en ambientes húmedos, crece el robledal de roble carballo (*Quercus robur*), mientras que en ambientes más secos sobre sustratos sedimentarios de buena parte de la comarca dominan los robledales de roble pubescente (*Quercus pubescens*). Estos robledales submediterráneos también prosperan en las solanas y zonas llanas de los sectores más húmedos y fríos de la Garrotxa, mientras que en las umbrías dominan los hayedos.

El tipo de hayedo que ocupa más superficie es el hayedo con boj, por ejemplo en algunas umbrías de la Alta Garrotxa y de las sierras de Finestres y del Corb. También encontramos otros tipos, como el hayedo con ballestera verde y el hayedo con *Scilla lilio-hyacinthus*, estos últimos sobre suelos más ricos y húmedos, como por ejemplo en el sector de la cordillera Transversal.

En las hondonadas más húmedas y de suelo profundo se establecen diversos tipos de bosques higrófilos, con un estrato arbóreo integrado por varios árboles caducifolios como tilos, fresnos, arces y robles carballos, y con un sotobosque dominado por especies exigentes en cuanto al grado de humedad. En las torrenteras son muy frecuentes los avellanares. Todos estos bosques higrófilos son muy favorables a los briófitos, debido a la elevada humedad ambiental ya la diversidad de forófitos, factores que favorecen claramente las especies epífitas.

En las orillas de los ríos y sus principales afluentes crecen varios tipos de bosques de ribera, entre los cuales las alisedas son especialmente frecuentes en los cursos fluviales regulares. En las orillas del Fluvià en el sector más oriental de la comarca están presentes choperas, alamedas y también saucedas de sarga (*Salix elaeagnos*), bien adaptadas a las crecidas repentinas.

Los pinares

Los pinares ocupan poca superficie en el conjunto de la comarca. A menudo se trata de bosques secundarios, que ocupan bancales abandonados, o incluso restos de antiguas plantaciones forestales. Los pinares de pino carrasco (*Pinus halepensis*) y más puntualmente de pino piñonero (*Pinus pinea*) y pino negral (*Pinus nigra*) aparecen en las partes más mediterráneas y soleadas, como por ejemplo en la Alta Garrotxa. Por el contrario, en algunas umbrías frescas de la Alta Garrotxa encontramos pinares de pino silvestre (*Pinus sylvestris*), como por ejemplo en la umbría de la Mare de Déu del Mont o en el Puig de la Calma, entre Sant Miquel de Monteia y Sant Grau de Entreperes.



Los matorrales

Los prados mediterráneos tienen una importante presencia en la comarca, compartido con comunidades herbáceas de tipo centroeuropeo más hacia el oeste. En el sector más oriental, sobre sustratos calizos, aparecen algunos romerales y coscojares, a menudo con un estrato arbóreo de pino carrasco. El hecho de que la comarca no haya sido afectada recientemente por grandes incendios hace que estas formaciones arbustivas a menudo se concentren en los lugares de suelo más delgado, donde los encinares no pueden prosperar.

En altitudes superiores aparecen los bujarrales o bojedas. Buena parte de estas bojedas submediterráneas han estado fuertemente afectadas por la mariposa del boj (*Cydalima perspectalis*), si bien parece ser que algunos bujarrales situados a cotas más elevadas muestran una baja afectación. En los sectores más frescos de la comarca aparecen otros tipos de matorrales, como landas de retama negra (*Sarothamnus scoparius*), generalmente sobre suelos ácidos, o landas de brecina (*Calluna vulgaris*), en suelos más rocosos.

Los prados

Los prados mediterráneos tienen una importante presencia en la comarca, compartiendo parte del territorio con comunidades herbáceas de cariz eurosiberiano. Los encontramos principalmente en los sectores oriental y meridional, en áreas dominadas por encinares y pinares de pino carrasco,

cubriendo superficies generalmente pequeñas. Se trata de listonares, prados de *Hyparrhenia hirta* y formaciones de *Brachypodium phoenicoides*. Puntualmente, en los rellanos de roca donde se acumula un suelo incipiente, aparecen prados dominados por plantas anuales (*Medicago minima*, *Brachypodium distachyon*, etc.) y pequeños caméfitos de hoja crasa del género *Sedum*.

A mayor altitud y también sobre suelos más profundos, alcanzan un buen desarrollo los prados de chunqueta (*Aphyllantes monspeliensis*), que en función del clima y las características del suelo pueden estar enriquecidas en botea (*Brachypodium phoenicoides*) o llantén (*Plantago media*). En las crestas rocosas aparecen formaciones vegetales con varios caméfitos como *Anthyllis montana* o *Santolina chamaecyparissus* (Oliver & Font, 2008). En las áreas más húmedas de la comarca aparecen prados mesófilos, mientras que junto a cursos de agua o lugares encharcados prosperan prados y herbazales higrófilos.

Los ambientes rupícolas

Los riscos calizos son un elemento conspicuo en el paisaje de los sectores montañosos de la comarca, especialmente en la Alta Garrotxa y la Serralada Transversal (Puigsacalm y Cabrerès) y en la Sierra de Finestres. En buena parte de la comarca son muy abundantes los afloramientos rocosos aislados en medio del bosque, como por ejemplo en la Fageda d'en Jordà. En el fondo de la cubeta Olot, donde los riscos son más bien raros, encontramos un conjunto de muros artificiales de piedra seca elaborados tanto con rocas sedimentarias como volcánicas, los cuales permiten la presencia de diversas especies saxícolas en este sector de la comarca.

Los ambientes acuáticos y de fuentes

En toda la comarca aparecen fuentes y surgencias naturales de agua que son colonizadas por varios taxones higrófilos. Muy a menudo estas surgencias son de agua carbonatada, generando edificios tobáceos. En algunos sectores, por ejemplo cerca de Can Jordà o en la Font Moixina de Olot, encontramos sistemas de humedales y canales de agua actualmente protegidos y ocupados por varias comunidades acuáticas e higrófilas, como carrizales, juncales o bosques de ribera.

Ambientes ruderales

Los ambientes donde la influencia humana es más fuerte son comunes en las zonas llanas del territorio. Además de los muros de piedra seca que ya hemos comentado en el apartado de ambientes rupícolas, también cabe destacar los parques y jardines, algunos de los cuales albergan un conjunto de briófitos destacable gracias a las condiciones climáticas de la comarca y al hecho que muchos de ellos son ricos en árboles de corteza rugosa, factores ambos que favorecen la presencia de briófitos epífitos en el centro de poblaciones como Olot, Besalú o Sant Esteve d'en Bas.

Introduction

Portée géographique

La zone géographique comprise dans ce travail coïncide avec les limites administratives actuelles de la région de la Garrotxa. Dans certains cas ponctuels et toujours indiqués dans le catalogue, nous avons inclus des espèces qui avaient déjà été citées de façon imprécise à des endroits proches des limites de la région et dont la présence y est probable, compte tenu de leurs exigences écologiques.

Lithologie et édaphologie

Le paysage actuel de la Garrotxa est le résultat de la diversité des caractéristiques géomorphologiques et climatiques du territoire, ainsi que de l'activité humaine existante depuis très longtemps.

Du point de vue lithologique, y prédominent les roches sédimentaires éocènes telles que les calcaires, les lutites, les grès, les conglomérats et les marnes. De façon générale, ces substrats forment les montagnes qui entourent la cuvette d'Olot. En Alta Garrotxa, on trouve aussi des intercalations significatives de granites, tandis que dans la zone basse de l'Alta Garrotxa, comme à Beuda, apparaissent quelques affleurements crayeux, quoique la haute pluviosité empêche l'existence d'une bryoflore différenciée.

Sur la plaine d'Olot les matériaux sédimentaires sont en partie recouverts par les coulées de lave produites il y a entre 700 000 et 8 300 ans. Dans ce secteur, les coulées de lave ont provoqué le barrage d'anciens cours d'eau, formant des lacs qui ont été ultérieurement remplis par des sédiments quaternaires, par exemple la Vall d'en Bas (Oliver & Font, 2008).

Climatologie et hydrographie

Le climat de la région est très varié et complexe, à cause de la confluence de différents facteurs tels son relief montagneux et abrupte, sa proximité de la Méditerranée et sa situation géographique au pied des Pyrénées. En outre, ce relief favorise les phénomènes d'inversion thermique et la présence de nombreux microclimats dans des vallées fermées. Le climat qui prédomine dans la moitié orientale est méditerranéen humide, tandis que dans la cuvette d'Olot et dans la cordillère Transversale la tendance climatique est atlantique.

Presque toute la région appartient au bassin hydrographique du Fluvià, sauf le secteur le plus au sud, qui est drainé par la rivière Brugent et le ruisseau de Llémena, affluents du Ter sur sa gauche. Un petit secteur du Cabrerès, au sud de la Serra de Llancers, appartient au bassin du Fornès,

affluent aussi du Ter. De nombreux torrents et ruisseaux sont secs une bonne partie de l'année, dû aux substrats karstifiés qui provoquent l'infiltration de l'eau vers les couches plus profondes du sol.

Le paysage végétal

Nous donnons ci-après un aperçu du paysage végétal actuel de la région de la Garrotxa pour aider à mieux comprendre les caractéristiques de sa bryoflore. Pour approfondir la description du paysage végétal, nous recommandons consulter le « Catàleg de flora vascular de la Garrotxa » (Oliver & Font, 2008), sur lequel se base la rédaction de cette section.

Les forêts planifoliées

Les chênaies vertes constituent l'une des formations forestières les plus étendues sur les parties basses et moyennes de la région, tant sur des substrats basiques qu'acides. Entre les 120 et les 900 mètres d'altitude dominent les chênaies littorales, tandis que sur les zones les plus hautes et fraîches poussent les chênaies montagnardes, avec une présence significative d'espèces subméditerranéennes et eurosibériennes. Les deux types de chênaies sont des forêts généralement très favorables aux bryophytes épiphytes, car l'écorce rugueuse et irrégulière des chênes favorise l'installation de ce groupe d'espèces.

Les rouvraies sont aussi très répandues en Garrotxa, et nous en trouvons de différents types en fonction de la situation topographique, l'altitude et le type de substrat. Sur les zones plus plates autour d'Olot, sur sols profonds, en milieux humides, pousse la rouvraie à chêne rouvre (*Quercus robur*), et en milieux plus secs sur substrats sédimentaires d'une bonne partie de la région dominent les rouvraies à chêne pubescent (*Quercus pubescens*). Ces rouvraies subméditerranéennes se développent aussi aux endroits ensoleillés et sur les zones plates des secteurs les plus frais de la Garrotxa, tandis que sur les ubacs ce sont les hêtraies qui dominent.

La hêtraie à buis est le type de hêtraie qui occupe la plus grande superficie, par exemple sur certains ubacs de l'Alta Garrotxa et des montagnes de Finestres et du Corb. On en trouve aussi d'autres types, tels que la hêtraie à ellébore vert et la hêtraie à scille lis-jacinthe, celles-ci sur sols plus riches et humides, comme dans tout le secteur de la cordillère Transversale.

Sur les bas-fonds humides et au sol profond s'installent différents types de forêts hygrophiles, dont la strate arborée est constituée de différents arbres caducifoliés tels que les tilleuls, les frênes, les érables et les chênes rouvres, et le sous-bois est dominé par des espèces qui exigent beaucoup d'humidité. Sur les torrents les noiseraies sont fréquentes. Toutes ces forêts hygrophiles sont très favorables aux bryophytes en raison de la haute humidité et de la diversité de forophytes, facteurs favorisant nettement les espèces épiphytes.



Sur les berges des fleuves et de leurs affluents principaux différents types de forêt riveraine se développent. Les aulnaies sont notamment fréquentes près des cours d'eau réguliers. Sur les rives du Fluvià, dans le secteur le plus à l'est de la région, les peupleraies et les saulaies à saule drapé (*Salix elaeagnos*) s'adaptent bien aux crues soudaines.

Les pinèdes

Les pinèdes occupent une petite superficie dans l'ensemble de la région. Il s'agit souvent de forêts secondaires, qui occupent des anciennes terrasses ou des restes d'anciens champs de culture. Les pinèdes de pin d'Alep (*Pinus halepensis*) et, de façon plus ponctuelle, de pin parasol (*Pinus pinea*) et de pin noir (*Pinus nigra*), apparaissent aux endroits plus méditerranéens et ensoleillés, comme l'Alta Garrotxa. En revanche, sur d'autres ubacs frais de l'Alta Garrotxa on trouve des pinèdes à pin sylvestre (*Pinus sylvestris*), par exemple l'ubac de la Mare de Déu del Mont ou le pic de la Calma, entre Sant Miquel de Monteia et Sant Grau d'Entrepères.

Les fourrés et les matorrals

Formations typiquement méditerranéennes, les fourrés ne jouent que très rarement un rôle dominant dans le paysage végétal de la région. Dans le secteur est, sur substrats calcaires, se forment des fourrés à romarin et des garrigues, souvent avec une strate arborée de pin d'Alep. Le fait que la région n'ait pas subi récemment de grands incendis a provoqué que ces formations arbustives soient souvent concentrées aux endroits aux sols moins épais où les chênaies vertes ne réussissent pas à se développer.

Les buissais apparaissent à des altitudes supérieures. Une bonne partie de ces bosquets subméditerranéens ont été fortement touchés par la pyrale du buis (*Cydalima perspectalis*), mais toutefois quelques buissais situées à une altitude supérieure auraient subi moins de dégâts. Dans les secteurs les plus frais de la région l'on trouve d'autres types de matorrals, tels que des landes à genêt à balais (*Sarothamnus scoparius*), généralement sur sols acides, ou des landes à callune (*Calluna vulgaris*), sur sols plus rocheux.

Les prairies

Les prairies méditerranéennes ont une présence importante dans la région, partagée avec les communautés herbacées à caractère eurosibérien plus à l'ouest. On les trouve principalement aux secteurs est et sud, aux endroits dominées par les chênaies vertes et les pinèdes à pin d'Alep, recouvrant des superficies généralement réduites. Il s'agit de pelouses à brachypode rameux, à hyparrhénie hérissée et à brachypode fausse ivraie. De façon ponctuelle, sur les paliers rocheux où le sol commence à s'accumuler, poussent les pelouses dominées par des plantes annuelles (*Medicago minima*, *Brachypodium distachyon*, etc.) et les petits chaméphytes à feuilles succulentes tels que les orpins (*Sedum* sp. pl.).

À une altitude supérieure et aussi sur sols plus profonds, les jonchaies arrivent à bien se développer et, en fonction du climat et des caractéristiques du sol, elles pourraient être riches en brachypode fausse ivraie (*Brachypodium phoenicoides*) ou en plantain moyen (*Plantago media*). Sur les crêtes rocheuses surgissent les formations végétales avec différents chaméphytes comme *Anthyllis montana* ou *Santolina chamaecyparissus* (Oliver & Font, 2008). Les endroits les plus humides de la région abritent des prairies mésophiles, tandis que près des cours d'eau ou des endroits inondés se développent les prairies et les pelouses hygrophytes.

Les milieux rupicoles

Les falaises calcaires constituent un élément notable dans le paysage des secteurs montagnards de la région, notamment de l'Alta Garrotxa et la Serralada Transversal (Puigsacalm et Cabrerès) et de la Serra de Finestres. Sur une bonne partie de la région abondent les affleurements rocheux isolés au milieu de la forêt, comme les « tossols » de la Fageda d'en Jordà. Au fond de la cuvette d'Olot, où les falaises sont plutôt rares et l'on ne trouve que quelques falaises basaltiques près des cours d'eau, se dresse un ensemble de murs en pierre sèche bâtis avec des roches sédimentaires et volcaniques, qui permettent l'existence de diverses espèces saxicoles dans ce secteur de la région.

Les milieux aquatiques et fontinaux

Dans toute la région jaillissent des sources et des résurgences d'eau naturelles colonisées par les taxons hygrophiles. Les sources contiennent souvent de l'eau carbonatée, ce qui provoque des accumulations de travertins. À certains endroits, par exemple près de Can Jordà où à la Font Moixina d'Olot, l'on trouve des systèmes de marais et de canaux aujourd'hui protégés et occupés par diverses communautés aquatiques et hygrophiles, telles des roselières, des jonchaies et des forêts riveraines.



Milieux rudéraux

Les milieux où l'influence humaine est la plus forte sont fréquents dans les zones plates du territoire. En plus des murs en pierre sèche que nous avons déjà mentionnés à propos des milieux rupicoles, il faut remarquer aussi les parcs et les jardins. Certains d'entre eux présentent des peuplements intéressants de bryophytes grâce aux conditions climatiques de la région et à la richesse en arbres à écorce rugueuse, caractéristiques qui favorisent l'existence de bryophytes épiphytes au milieu des villes comme Olot, Besalú ou Sant Esteve d'en Bas.

Introduction

Geographical area

This work covers a geographical area that coincides with the current administrative limits of the county of La Garrotxa. In a few cases (and always indicated in the catalogue), we have included species that have been reported with imprecise locations near the study area whose presence in the area is likely given their ecological requirements.

Lithology and edaphology

The landscape of La Garrotxa today is the product of this region's geomorphological and climatic characteristics, as well as the human imprint since time immemorial.

Lithologically, sedimentary rocks including limestones, lutites, mudstones, conglomerates and sandstones dating from the Eocene dominate in La Garrotxa. These are the main substrata that form the mountains that surround the Olot Basin. Additionally, in L'Alta Garrotxa there are significant granitic intrusions as well in its lower part around the village of Beuda a number of gypsum outcrops that, due to the high rainfall, are not home any different community of bryophytes.



The sedimentary deposits around Olot are partially covered by lava flows dating from between 700,000 and 8,300 years ago. In this sector of the county, the lava flows dammed the rivers and formed barrage lakes that have subsequently been infilled by Quaternary sediments, as in La Vall d'en Bas (Oliver & Font, 2008).

Climatology and hydrography

The climate of La Garrotxa is varied and complex due to a confluence of various factors such as the abrupt mountainous relief, its proximity to the Mediterranean and its geographical position as foothills of the Pyrenees. Furthermore, its relief favours the formation of thermal inversions and the creation of numerous microclimates in its closed valleys. The dominant climate is humid eastern Mediterranean, whilst in the Olot Basin and the Serralada Transversal the climate has a much more Atlantic tendency.

With the exception of the southernmost part of the county drained by tributaries of the river Ter (river Brugent and Riera de Llémena), almost the whole county lies in the basin of the river Fluvià. A small section of the sector of the Cabrerès south of Serra de Llancers belongs to the basin of the Fornès, another tributary of the Ter. Many of the smaller streams and creeks are dry part of the year due to the karstified substrata that allows water to filter into the lower levels of the soil.

Plants and vegetation

The following is an outline of some of the main plant communities present today in La Garrotxa that will help readers appreciate the nature of its bryophyte flora. For a more detailed look at its plants and vegetation, we recommend the catalogue of the county's flora (Catàleg de flora vascular de la Garrotxa; Oliver & Font, 2008) on which much of this section is based.

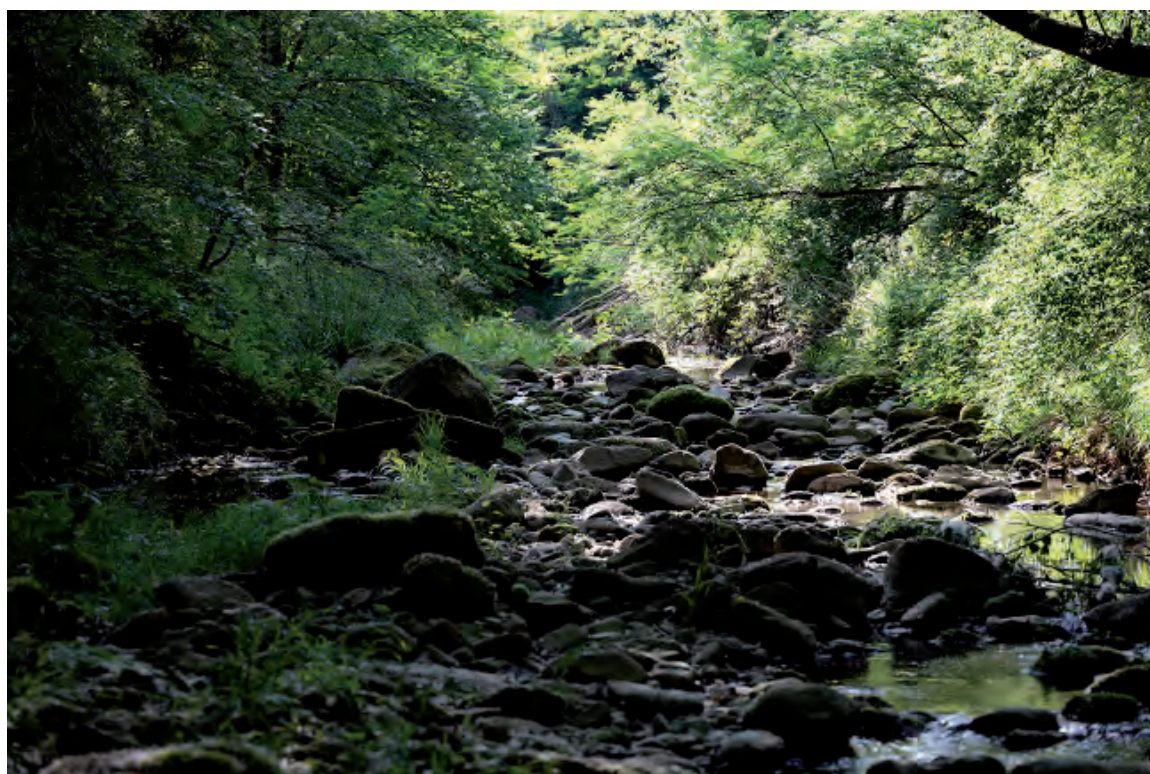
Broad-leaved forests

The holm-oak forests are the typical forest cover in the lower and mid-reaches of La Garrotxa, both on basic and acid rocks. Between 120 and 900 m coastal holm-oak forests dominate, whereas in higher cooler areas inland holm-oak forests are present in association with a much larger number of sub-Mediterranean and Eurosiberian species of plants. Both these types of holm-oak forests are favourable for epiphytic bryophytes since the rough irregular bark of the holm oak allows this type of bryophyte to flourish.

Deciduous oak forests are also well represented in La Garrotxa and vary in terms of their topographical position, altitude and substrata. In flat areas around Olot on deep humid soils stands of English oak (*Quercus robur*) appear, whilst in drier areas on sedimentary substrata throughout most of the rest of La Garrotxa downy oak (*Quercus pubescens*) forests dominate. This latter type of oak forest also thrives on south-facing slopes and flat areas in the more humid parts of the county, while north-facing slopes are generally covered by beech forests.

The commonest type of beech forest in La Garrotxa has a box understorey, which forms, for example, on certain north-facing slopes in L'Alta Garrotxa and Serra de Finestres and Serra del Corb. Other types of beech forest, including those that are associated with green hellebore and Pyrenean squill, are also present in La Garrotxa, generally on richer, more humid soils in, for example, much of the Serralada Transversal.

Along the most humid steep-sided streams on deep soils various other types of woodland form, with a tree layer consisting of various species of deciduous trees (limes, ash, maples and English oak) and an understorey dominated by species that require high humidity. In the gullies, stands of hazel predominate. All these different types of humid woodland are excellent sites for bryophytes due to the high environmental humidity and the diversity of phorophytes, factors that favour epiphytic bryophyte species.



Different types of riparian woodland including stands of alder along regular water courses line the banks of the main rivers and their tributaries. Along the banks of the river Fluvià in the east of La Garrotxa there are stands of poplars and willows (e.g. rosemary willow *Salix elaeagnos*) that are well adapted to sudden rises in river levels.

Pine forests

Stands of pines only cover a small part of La Garrotxa and are often secondary forests occupying abandoned terraces or the result of former plantations. Aleppo pine (*Pinus halepensis*) and less commonly umbrella (*Pinus pinea*) and black (*Pinus nigra*) pines appear in the warmest, most Mediterranean areas as in L'Alta Garrotxa. As well, on some shady north-facing slopes in L'Alta Garrotxa there are stands of Scots pine (*Pinus sylvestris*), as, for example, on the north face of the mountain of La Mare de Déu del Mont or Puig de la Calma between Sant Miquel de Monteià and Sant Grau d'Entrepèreres.

Scrub and shrub formations

The scrub formations in La Garrotxa are typically Mediterranean and so rarely dominate. In the most easterly part of the county on calcareous substrata, rosemary and holly-oak scrub appears, often accompanied by Aleppo pines. The fact that La Garrotxa has not suffered any forest fires in recent years means that these scrub formations are often concentrated in places with thin soils where holm oaks are unable to prosper.

At higher altitudes box scrub appears. However, many of these formations have been severely affected by the box moth (*Cydalima perspectalis*), although it seems that at greater altitude its impact has been much less severe. In more humid sectors of La Garrotxa other types of scrub formations appear dominated by broom (*Sarothamnus scoparius*), generally on acid soils, or ling (*Calluna vulgaris*) on rockier soils.

Grasslands

Mediterranean grasslands are well represented in La Garrotxa shared with herbaceous communities of Eurosiberian character further west. These thermophile grasslands are most frequent in the east and south of La Garrotxa in areas dominated by holm oak and Aleppo pine woodland but generally only cover small areas, the commonest grasses being *Brachypodium* sps. and *Hyparrhenia hirta*. In a few places where an incipient soil is beginning to form on a rocky substrata plant

communities are dominated by annual species such as bur medick *Medicago minima*, purple false brome *Brachypodium distachyon* and small chamaephytes with fleshy leaves such as stonecrops (*Sedum* sp. pl.).

At higher altitudes on deeper soils there is a good development of communities dominated by blue aphyllantes (*Aphyllanthes monspeliensis*) that, depending on the climate, are enriched with the grass *Brachypodium phoenicoides* or hoary plantain (*Plantago media*). Rocky ridges hold plant communities with various chamaephytes such as mountain kidney vetch *Anthyllis montana* and lavender-cotton *Santolina chamaecyparissus* (Oliver & Font, 2008). In damper areas of La Garrotxa more humid grassland appears, whilst along water courses and in areas prone to flooding water-loving grassland communities are present.

Rocks and rocky outcrops

The calcareous cliffs are one of the most characteristic elements of the mountainous sectors of La Garrotxa, especially L'Alta Garrotxa, the Serralada Transversal (Puigsacalm and Cabrerès) and Serra de Finestres. Isolated rocky outcrops appear in the midst of many of the county's forests as, for example, the rootless volcanoes in the beech forest of Fageda d'en Jordà. In the Olot Basin there are few rocky outcrops apart from the basaltic cliffs that line some of the rivers. Otherwise, many rock-loving species find homes on the dry-stone walls constructed from both sedimentary and volcanic rocks.

Freshwater habitats

Many of the natural springs scattered around the county have been colonised by water-loving taxa. Many of these springs are of carbonated water, which gives rise to accumulations of travertine rock. Near Can Jordà and at Font Moixina near Olot there are protected aquatic systems with pools and channels occupied by a variety of aquatic communities consisting of stands of reeds and sedges, lined by riparian woodland.

Ruderal environments

Environments in which the human imprint is most noticeable are widespread in the flatter areas of La Garrotxa. Aside from the dry-stone walls mentioned above, it is worth taking into account the number of parks and gardens, some of which hold notable populations of bryophytes. This is due to the dominant climate and the fact that many of these parks are home to trees with rough bark, two factors that favour the presence of epiphytic bryophytes in the centre of towns such as Olot, Besalú and Sant Esteve d'en Bas.

Metodologia

El present catàleg s'ha elaborat a partir de la revisió de 84 referències bibliogràfiques, ja siguin publicades o inèdites, principalment articles científics publicats en revistes especialitzades, però també monografies que contenen algunes dades de la comarca. L'altra font principal de dades que han servit per bastir el catàleg és el treball de camp desenvolupat pels autors en els darrers 17 anys.

Durant les nostres campanyes de prospecció vàrem prioritzar els sectors amb menys dades, principalment l'Alta Garrotxa i les alineacions muntanyoses meridionals (serres del Corb i de Finestres), tot i que també vàrem fer algunes visites als sectors amb més dades per tal de revisar la presència d'algunes espècies d'interès.

Durant el treball de camp vàrem recol·lectar mostres de les espècies que anàvem trobant en els diferents ambients que visitàvem, les quals van ser georeferenciades amb GPS. Al laboratori, les mostres es van determinar mitjançant lupa binocular i microscopi i seguint les claus dicotòmiques de guies d'identificació, principalment Flora Briofítica Ibérica (Guerra *et al.*, 2006; Brugués *et al.*, 2007, Guerra *et al.*, 2010; Guerra *et al.*, 2014; Brugués & Guerra, 2015; Guerra *et al.*, 2018) i la Flora dels Briòfits dels Països Catalans (Casas *et al.*, 2003; Casas *et al.*, 2004).

Metodología

El presente catálogo se ha elaborado a partir de la revisión de 84 referencias bibliográficas, ya sean publicadas o inéditas, principalmente artículos científicos publicados en revistas especializadas, pero también monografías que contenían algunos datos de la comarca. La otra fuente principal de datos que han servido para construir el catálogo es el trabajo de campo desarrollado por los autores en los últimos 17 años.

Durante nuestras campañas de prospección priorizamos los sectores con menos datos, principalmente la Alta Garrotxa y las alineaciones montañosas meridionales (sierras del Corb y de Finestres), aunque también hicimos algunas visitas a los sectores con más datos para revisar la presencia de algunas especies de interés.

Durante el trabajo de campo recolectamos muestras de las especies que íbamos encontrando en los diferentes ambientes que visitábamos. La localización exacta cada muestra se obtuvo mediante GPS. En el laboratorio, la identificación de los especímenes se realizó utilizando tanto lupa binocular como microscopio y siguiendo las claves dicotómicas contenidas en las guías de identificación especializadas, principalmente Flora Briofítica Ibérica (Guerra *et al.*, 2006; Brugués *et al.*, 2007, Guerra *et al.*, 2010; Guerra *et al.*, 2014; Brugués & Guerra, 2015; Guerra *et al.*, 2018) y la Flora dels Briòfits dels Països Catalans (Casas *et al.*, 2003; Casas *et al.*, 2004).

Mètode

Le catalogue a été rédigé à partir de la révision de 84 références bibliographiques, qu'elles soient publiées ou inédites, principalement des articles scientifiques publiés dans des revues spécialisées, mais aussi des monographies qui contiennent quelques données de la région. L'autre source principale des données qui a servi à créer le catalogue est le travail de terrain mené par les auteurs au cours des 17 dernières années.

Lors de nos campagnes nous avons priorisé les secteurs dont les données étaient les moins disponibles, notamment l'Alta Garrotxa et les chaînes de montagnes du sud (serra del Corb et serra de Finestres). Toutefois, nous avons visité aussi les secteurs pour lesquels les informations étaient plus nombreuses afin de revoir la présence de certaines espèces intéressantes.

Durant le travail de terrain nous avons prélevé des échantillons des espèces que nous avons trouvées dans les différents milieux visités, et nous les avons géoreférenciées par GPS. En laboratoire, nous avons déterminé les échantillons à l'aide d'une loupe binoculaire et du microscope, en suivant les clés dichotomiques des guides d'identification, notamment la « Flora Briofítica Ibérica » (Guerra *et al.*, 2006; Brugués *et al.*, 2007, Guerra *et al.*, 2010; Guerra *et al.*, 2014; Brugués & Guerra, 2015; Guerra *et al.*, 2018) et la « Flora dels Briòfits dels Països Catalans » (Casas *et al.*, 2003; Casas *et al.*, 2004).

Methodology

This catalogue is based on 84 bibliographic references, some published, some not, most of which are scientific articles that have appeared in specialist publications or monographs with data from La Garrotxa. The other principal source of data is the field work carried out by the authors over the past 17 years.

During the field work we gave priority to the sectors for which there were fewest data, above all L'Alta Garrotxa and the ridges crossing the south of the county (Serres del Corb and Finestres), although we also visited some of the areas for which good data was available to check on some of the most interesting species.

We collected samples of the species that we found in all the different environments and recorded their locations with GPS coordinates. In the laboratory, the samples were determined using a magnifying lens and a binocular microscope, as well as the keys provided in the identification guides, above all the Flora Briofítica Ibérica (Guerra *et al.*, 2006; Brugués *et al.*, 2007, Guerra *et al.*, 2010; Guerra *et al.*, 2014; Brugués & Guerra, 2015; Guerra *et al.*, 2018) and Flora dels Briòfits dels Països Catalans (Casas *et al.*, 2003; Casas *et al.*, 2004).

Diagnosi

El catàleg s'ha elaborat a partir de 4043 citacions, procedents tant del Banc de Dades de Biodiversitat de Catalunya com del treball dels propis autors. Consta de 260 tàxons, repartits en 201 molses, 58 hepàtiques i 1 antocerota. A més, també s'esmenten 11 molses i 4 hepàtiques citades a la Garrotxa que tenen una presència dubtosa a la comarca.

Un total de 32 espècies (17 molses, 14 hepàtiques i 1 antocerota) no han estat retrobades en temps recents, ni durant el nostre treball de camp ni per d'altres autors a partir dels anys 80. Això pot respondre a extincions locals a la comarca o bé a què simplement no s'han retrobat aquestes localitats. En qualsevol cas, hem donat aquestes espècies com a vàlides al catàleg.

Tres tàxons (*Mannia fragrans*, *Entodon cladorrhizans* i *Oedopodiella australis*) estan inclosos en el Catàleg de Flora Amenaçada de Catalunya (Generalitat de Catalunya, 2015), mentre que un total de 9 tenen algun grau d'amenaça (categories de "en perill crític", "amenaçat" o "vulnerable") segons Sáez *et al.* (2019). D'altres 29 es consideren com a "quasi amenaçat" o "dades insuficients", i un es considera "extingit" a Catalunya.

Hem considerat que algunes espècies, tot i haver estat citades a la Garrotxa, tenien una presència dubtosa a la comarca. Algunes són pròpies de condicions ecològiques que no es donen a l'àrea d'estudi, i pensem que es deuen a confusions amb d'altres espècies similars. D'altres han estat citades de localitats imprecises, i no podem assegurar la seva presència, si bé possiblement hi siguin presents atenent els seus requeriments ecològics. Finalment, *Dicranum muehlenbeckii* el considerem extingit seguint el criteri de Sáez *et al.* (2019), després de 10 anys de cerca a la localitat citada.

Gymnocolea inflata va ser citada per Jaume Tenas a inicis del segle XX a la zona del camí de les Tries i vora el Fluvià (Tenas, 1919), si bé aquesta citació no està contemplada a la Checklist de Briòfits de Catalunya (Sáez *et al.*, 2019). És molt possible que la citació original es tracti d'alguna confusió amb alguna altra hepàtica foliosa, per la qual cosa no la donem com a vàlida, doncs es tracta d'una espècie acidòfila pròpia de sòls torbosos.

També de Jaume Tenas és la citació de *Scapania curta* (Tenas, 1919) de Santa Magdalena. Si bé no és impossible la presència d'aquesta espècie a la comarca, tal i com indiquen Sáez *et al.* (2019) es tracta d'una espècie que pot ser confosa amb d'altres tàxons de la secció *Curtae* (Müll. Frib.) H. Buch.

Al mateix treball de Jaume Tenas apareix citada *Schistochilopsis incisa* (Tenas, 1919). Com en el cas de les dues hepàtiques anteriors, és molt probable que es tracti d'una confusió amb alguna altra espècie, i per tant no la considerem com a vàlida, doncs es tracta d'una espècie típica d'àrees subalpines.

Tritomaria exsecta ha estat citada per Allorge & Casas de Puig (1968) a la Serra del Corb. Es tracta d'una hepàtica pròpia dels estatges altimontà i subalpí, de presència poc probable en un entorn mediterrani. Seguint el criteri de Sáez *et al.* (2019), pensem que la seva presència a la comarca requereix confirmació.

Existeixen algunes citacions de *Dicranella subulata*, possiblement a partir del mateix material d'herbari, procedent del volcà del Croscat (Solé & Salas, 1986; Brugués *et al.*, 2007). Al Banc de Dades de Biodiversitat es donen aquestes citacions com a dubtoses, i no ens ha estat possible revisar el material d'herbari. Per tant, donem aquesta espècie com a dubtosa a la comarca.

Dicranum muehlenbeckii va ser recollit l'any 1952 per C. Casas a la Fageda d'en Jordà. Tot i les recents prospeccions dels autors, l'espècie no ha estat retrobada, i es considera extingida a Catalunya (Sáez *et al.*, 2019).

Dicranum spurium ha estat citada de Sant Esteve de Llémena. Si bé aquest nucli de població forma part de la Garrotxa, és possible que la localitat exacta estigui fora de la comarca. Per aquest motiu, la incloem dins del catàleg però com a insegura, doncs d'aquesta mateixa espècie també hi ha citacions de Sant Martí de Llémena, ja a la comarca del Gironès.

Pel que fa a *Didymodon cordatus*, va ser citada per Jiménez Fernández (2003) al volcà del Montsacopa. Aquesta cita, així com d'altres de les comarques de Girona i Lleida, no ha estat considerada per Sáez *et al.* (2019), i per tant deixem la presència d'aquesta espècie com a dubtosa a la Garrotxa.

Entodon cladorrhizans va ser recollida per Ramón de Bolòs al Pla Traver, prop dels límits de la Garrotxa amb Osona. Hem buscat aquesta espècie a la zona i no l'hem retrobada, si bé creiem que la seva presència és altament probable en aquest sector, i per tant no la considerem extingida de la comarca.

Si bé no l'hem pogut consultar, sembla ser que existeix un plec de *Mnium spinulosum* recollit a la Fageda d'en Jordà (Casas de Puig, 1975), que no és recollida posteriorment per Sáez *et al.* (2019). Es tracta d'una espècie pròpia d'ombroclimes humits o hiperhumits (Guerra *et al.*, 2010), per la qual cosa la donem com a dubtosa a la comarca.

Pleuridium subulatum ha estat citada a Montagut (Colmeiro, 1867; Colmeiro, 1889; Casas Sicart, 1959). Es tracta d'una espècie acidòfila, que pensem poc probable en una zona de substrats carbonatats. És possible que es tracti d'alguna confusió amb una espècie similar com per exemple *P. acuminatum*), si bé no és pot descartar la seva presència al sector silici de la comarca.

D'Olot existeix una cita força imprecisa de *Ptychostomum creberrimum* (Civit, 1918), de la qual no hem pogut comprovar el plec d'herbari. Tenint en compte que la resta de cites d'aquesta espècie a Catalunya són de l'alta muntanya, això ens fa pensar que molt probablement la cita de la Garrotxa es tracti d'una confusió amb una altra espècie propera.

Schistidium agassizii ha estat citada del riu Ridaura (Peñuelas & Catalan, 1983). Sáez *et al.* (2019) comenten que bona part de les citacions d'aquesta espècie a Catalunya responen a confusions amb *Schistidium rivulare*. Considerem que força probablement també sigui el cas de la citació de la Garrotxa.

Pel que fa al plec al BCB de *Schistidium papillosum* recollit al volcà del Croscat (1984), pensem que novament es tracta d'una confusió amb alguna altra espècie semblant, tenint en compte les dificultats de determinació del gènere.

Timmiella anomala va ser recollida de la Serra de Finestres per Ramón de Bolòs (Brugués & Ruiz, 2018). Aquesta espècie també va ser recollida de Sant Miquel del Fai, al Vallès Oriental. Ambdues citacions són, ara per ara, les úniques referències que tenim d'aquesta espècie a Catalunya. Mentre que la mostra de Sant Miquel del Fai ha estat revisada i confirmada la seva identitat, les mostres de Finestres no han pogut ésser localitzades, per tant no s'ha pogut corroborar la presència d'aquesta espècie a la comarca (Brugués & Ruiz, 2018).

Existeix una referència de *Tortula vahliana* de Batet, deguda a Solé i Salas (1986), de la qual no hem pogut consultar el material d'herbari en el qual es basa. Aquesta citació no apareix al posterior treball de l'autor (Brugués *et al.*, 2007); això, unit a què es tracta d'una espècie pròpia més aviat d'ambients salins (Guerra *et al.*, 2006), ens fa pensar que es tracta d'una confusió amb una altra espècie.

Finalment, *Meesia longiseta* va ser citada per Cartaña & Casas (1984) al petit pla conegut com a Pla de l'Estany, entre els volcans de Bellaire, Gengí i l'Estany. Es tracta d'una citació obtinguda a partir de sediments lacustres del quaternari superior, i no pas de material viu, per aquest motiu no l'hem inclosa al catàleg.

Diagnosis

El catàleg se ha elaborado a partir de 4043 citas, procedentes tanto del Banco de Datos de Biodiversidad de Catalunya como del trabajo de campo de los propios autores. Consta de 260 taxones, repartidos entre 201 musgos, 58 hepáticas y 1 antocerota. Además, también se mencionan 11 musgos y 4 hepáticas citadas en la Garrotxa que tienen una presencia dudosa en la comarca.

De las especies citadas a la comarca, 32 especies (17 musgos, 14 hepáticas y 1 antocerota) no han sido reencontradas en tiempos recientes, ni durante nuestro trabajo de campo ni por otros autores en partir de los años 80. Esto puede ser debido a extinciones locales en la comarca o bien a que simplemente no se han reencontrado estas localidades. En cualquier caso, hemos dado estas especies como válidas en el catàleg.

Tres taxones (*Mannia fragrans*, *Entodon cladorhizans* y *Oedopodiella australis*) están incluidos en el Catàleg de Flora Amenazada de Catalunya (Generalitat de Catalunya, 2015), mientras que un total de 9 tienen algún grado de amenaza (categorías de “en peligro crítico”, “amenazado” o “vulnerable”) según Sáez *et al.* (2019). Otros 29 se consideran como “casi amenazado” o “datos insuficientes”, y uno se considera “extinguido” en Catalunya.

Hemos considerado que algunas especies, a pesar de haber sido citadas en la Garrotxa, tienen una presencia poco probable en la comarca. Algunas son propias de condiciones ecológicas que no se dan en el área de estudio, y las citas existentes en la Garrotxa deben corresponder a confusiones con especies similares. Otras han sido citadas de localidades imprecisas, y no podemos asegurar su presencia a la comarca si bien posiblemente estén presentes teniendo en cuenta sus requerimientos ecológicos. Por último, *Dicranum muehlenbeckii* lo consideramos extinguido, siguiendo el criterio de Sáez *et al.* (2019), después de años de propección con resultado negativo.

Gymnocolea inflata fue citada por Jaume Tenas a inicios del siglo XX en la zona del camino de las Tries y cerca del Fluvià (Tenas, 1919), si bien esta citación no está contemplada en la Checklist de Briofitos de Catalunya (Sáez *et al.*, 2019). Es muy posible que la cita original se trate de alguna confusión con alguna otra hepática foliosa, por lo que no la damos como válida, pues se trata de una especie acidófila propia de suelos turbosos.

También de Jaume Tenas es la cita de *Scapania curta* (Tenas, 1919) de Santa Magdalena. Si bien no es imposible la presencia de esta especie en la comarca, tal y como indican Sáez *et al.* (2019) se trata de una especie que puede ser confundida con otros taxones de la sección *Curtae* (Müll. Frib.) H. Buch.

En el mismo trabajo de Jaume Tenas aparece citada *Schistochilopsis incisa* (Tenas, 1919). Como en el caso de las dos hepáticas anteriores, es muy probable que se trate de una confusión con alguna otra especie, y por tanto no la consideramos como válida, pues se trata de una especie típica de áreas subalpinas.

Tritomaria exsecta ha sido citada por Allorge & Casas de Puig (1968) en la Sierra del Corb. Se trata de una hepática propia de los pisos altimontano y subalpino, de presencia poco probable en un entorno mediterráneo. Siguiendo el criterio de Sáez *et al.* (2019), pensamos que su presencia en la comarca requiere confirmación.

Existen algunas citas de *Dicranella subulata*, posiblemente a partir del mismo material de herbario, procedente del volcán del Croscat (Solé & Salas, 1986; Brugués *et al.*, 2007). En el Banco de Datos de Biodiversidad se dan estas citas como dudosas, y no nos ha sido posible revisar el material de herbario. Por tanto, damos esta especie como dudosa en la comarca.

Dicranum muehlenbeckii fue recogido en 1952 por C. Casas en la Fageda de Jordà. Pese a las recientes prospecciones de los autores, la especie no ha sido localizada, y se considera extinguida en Cataluña (Sáez *et al.*, 2019).

Dicranum spurium ha sido citada de Sant Esteve de Llémena. Si bien éste núcleo de población forma parte de la Garrotxa, es posible que la localidad exacta esté fuera de la comarca. Por este motivo, la incluimos dentro del catálogo como insegura, pues de esta misma especie también hay citas de Sant Martí de Llémena, ya en la comarca del Gironès.

En cuanto a *Didymodon cordatus*, fue citada por Jiménez Fernández (2003) en el volcán del Montsacopa. Esta cita, así como otras de las comarcas de Girona y Lleida, no ha sido considerada por Sáez *et al.* (2019), y por tanto dejamos la presencia de esta especie como dudosa en la Garrotxa.

Entodon cladorrhizans fue recogida por Ramón de Bolós en el Pla Traver, cerca de los límites de la Garrotxa con Osona. Hemos buscado esta especie en la zona y no la hemos reencontrado, si bien creemos que su presencia es altamente probable en este sector, por tanto no la consideramos extinta de la comarca.

Si bien no hemos podido consultarlo, parece que existe un pliego de *Mnium spinulosum* recogido en la Fageda d'en Jordà (Casas de Puig, 1975), que no es considerado posteriormente por Sáez *et al.* (2019). Se trata de una especie propia de ombroclimas húmedos o hiperhúmedos (Guerra *et al.*, 2010), por lo que la damos como dudosa en la comarca.

Pleuridium subulatum ha sido citada en Montagut (Colmeiro, 1867; Colmeiro, 1889; Casas Sicart, 1959). Se trata de una especie acidófila, que pensamos poco

probable en una zona de sustratos carbonatados. Es posible que se trate de alguna confusión con una especie similar como por ejemplo *P. acuminatum*), si bien no se puede descartar su presencia sobre sustratos silíceos.

De Olot existe una cita bastante imprecisa de *Ptychostomum creberrimum* (Civit, 1918), de la que no hemos podido comprobar el pliego de herbario. Teniendo en cuenta que el resto de citas de esta especie en Cataluña son del alta montaña, nos hace pensar que muy probablemente la cita de la Garrotxa se trate de una confusión con otra especie parecida.

Schistidium agassizii ha sido citada del río Ridaura (Peñuelas & Catalan, 1983). Sáez *et al.* (2019) comentan que buena parte de las citas de ésta especie en Cataluña responden a confusiones con *Schistidium rivulare*. Consideramos que probablemente también sea el caso de la citación de la Garrotxa.

En cuanto al pliego depositado en el BCB de *Schistidium papillosum* recogido en el volcán del Croscat (1984), pensamos que nuevamente se trata de una confusión con alguna otra especie similar, teniendo en cuenta las dificultades de determinación del género.

Timmiella anomala fue recogida de la Serra de Finestres por Ramón de Bolòs (Brugués & Ruiz, 2018). Esta especie también fue recogida de Sant Miquel del Fai, en el Vallès Oriental. Ambas citas son, hoy por hoy, las únicas referencias que tenemos de esta especie en Cataluña. Mientras que la muestra de Sant Miquel del Fai ha sido revisada y confirmada su identidad, las muestras de Finestres no han podido ser localizadas, por tanto no se ha podido corroborar la presencia de esta especie en la comarca (Brugués & Ruiz, 2018).

Existe una referencia de *Tortula vahliana* de Batet, debida a Solé y Salas (1986), de la que no hemos podido consultar el material de herbario en el que se basa. Esta citación no aparece en el posterior trabajo del autor (Brugués *et al.*, 2007); esto, unido al que se trata de una especie propia más bien de ambientes salinos (Guerra *et al.*, 2006), nos hace pensar que se trata de una confusión con otra especie.

Finalmente, *Meesia longiseta* fue citada por Cartaña & Casas (1984) en el pequeño llano conocido como Pla de l'Estany, entre los volcanes de Bellaier, Gengí y l'Estany. Se trata de una citación obtenida a partir de sedimentos lacustres del cuaternario superior, y no de material vivo, por este motivo no la hemos incluido en el catálogo.

Diagnostique

Le catalogue a été dressé à partir de 4 043 citations provenant de la Banque de données de Biodiversité de Catalogne mais aussi du travail des auteurs. Il comprend 260 taxons, répartis entre 201 mousses, 58 hépatiques et 1 anthocéroto. Il existe également 11 mousses et 4 hépatiques citées dans la Garrotxa dont la présence est douteuse dans la région.

Ces derniers temps, 32 espèces (17 mousses, 14 hépatiques et 1 anthocéroto) n'ont pas été retrouvées ni lors de notre travail de terrain ni de celui d'autres auteurs à partir des années 1980. Ceci pourrait correspondre à des extinctions locales dans la région ou bien tout simplement au fait qu'elles n'ont plus été retrouvées dans ces localités. Dans tous les cas, nous avons validé toutes ces espèces dans le catalogue.

Trois taxons (*Mannia fragrans*, *Entodon cladorhizans* et *Oedopodiella australis*) sont inclus dans le « Catàleg de Flora Amenaçada de Catalunya » (Generalitat de Catalunya, 2015), tandis que sur 9 taxons pèse un certain degré de menace (catégories « en danger critique », « menacé » ou « vulnérable ») d'après Sáez *et al.* (2019). D'autres 29 espèces entrent dans la catégorie « quasi menacée » ou « données insuffisantes », et une autre est considérée comme « éteinte » en Catalogne.

Nous avons considéré que la présence de certaines espèces, même si elles avaient été citées en Garrotxa, pouvait être mise en doute dans la région. Certaines d'entre elles sont propres à des conditions écologiques absentes dans la zone étudiée, et nous estimons qu'il doit s'agir de confusions avec d'autres espèces semblables. D'autres ont été citées dans des localités de façon imprécise, et nous ne pouvons pas confirmer leur présence, bien que leurs exigences écologiques soient compatibles. Finalement, nous considérons *Dicranum muehlenbeckii* comme éteinte, suivant le critère de Sáez *et al.* (2019).

Gymnocolea inflata fut citée par Jaume Tenas au début du XXe siècle dans la zone du chemin Les Tries et près du Fluvià (Tenas, 1919), citation qui n'a pas été toutefois retenue dans la « Checklist de Briòfits de Catalunya » (Sáez *et al.*, 2019). La citation originale pourrait être le résultat d'une confusion avec une autre hépatique feuillue, nous ne la validons pas puisqu'il s'agit d'une espèce acidophile propre des sols tourbeux.

La citation de *Scapania curta* à Santa Magdalena appartient aussi à Jaume Tenas (Tenas, 1919). La présence de cette espèce n'est pas impossible dans la région,

mais, d'après Sáez *et al.* (2019), elle peut être confondue avec d'autres taxons de la section *Curtae* (Müll. Frib.) H. Buch.

Dans le même travail de Jaume Tenas apparaît *Schistochilopsis incisa* (Tenas, 1919). Comme dans le cas des deux hépatiques déjà mentionnées, la confusion avec une autre espèce étant très probable, nous ne l'avons pas considérée comme valide, car en outre il s'agit d'une espèce typique des zones subalpines.

Tritomaria exsecta a été citée par Allorge & Casas de Puig (1968) dans la Serra del Corb. Il s'agit d'une hépatique propre aux étages subalpin et de la haute montagne, dont la présence est peu probable en milieu méditerranéen. Nous suivons le même critère que de Sáez *et al.* (2019) et estimons que sa présence dans la région aurait besoin d'être confirmée.

Il existe d'autres citations de *Dicranella subulata*, possiblement à partir des mêmes collections d'herbier provenant du volcan du Croscat (Solé & Salas, 1986; Brugués *et al.*, 2007), que la Banque de données de Biodiversité met en doute. N'ayant pas pu en réviser la planche, nous considérons aussi l'espèce comme douteuse dans la région.

Dicranum muehlenbeckii a été collectée en 1952 par C. Casas à la Fageda d'en Jordà. En dépit des prospections récentes des auteurs, l'espèce n'a plus été retrouvée et actuellement elle est considérée comme éteinte en Catalogne (Sáez *et al.*, 2019).

Dicranum spurium a été citée à Sant Esteve de Llémena. Ce village fait partie de la Garrotxa, mais il est possible que l'endroit exact se situe en dehors de la région. Nous l'incluons donc dans le catalogue, mais comme incertaine, car il existe aussi des citations de cette même espèce à Sant Martí de Llémena, dans la région du Gironès.

En ce qui concerne *Didymodon cordatus*, elle a été citée par Jiménez Fernández (2003) sur le volcan du Montsacopa. Cette citation, ainsi que d'autres dans les régions de Gironne et de Lérida, n'a pas été retenue par Sáez *et al.* (2019). Par conséquent, nous considérons que la présence de cette espèce est douteuse en Garrotxa.

Entodon cladorrhizans a été collectée par Ramón de Bolòs au Pla Traver, à proximité des limites de la Garrotxa et l'Osona. Même si nous l'avons cherchée dans la zone inutilement, nous estimons que sa présence est fortement probable dans ce secteur et qu'elle n'est donc pas éteinte dans la région.

Nous n'avons pas pu consulter la planche correspondante, mais apparemment il en existe une de *Mnium spinulosum* collectée à la Fageda d'en Jordà (Casas de Puig, 1975), que Sáez *et al.* (2019) n'ont pas retenue ultérieurement. Il s'agit d'une espèce propre aux ombroclimats humides ou hyperhumides (Guerra *et al.*, 2010) ; nous la classons donc comme douteuse dans la région.

Pleuridium subulatum a été citée à Montagut (Colmeiro, 1867; Colmeiro, 1889; Casas Sicart, 1959). Nous estimons que cette espèce acidophile est peu probable dans une zone à substrats carbonatés. Il pourrait s'agir d'une confusion avec une espèce semblable, comme par exemple *Pleuridium acuminatum*, mais nous ne saurions pas pour autant écarter sa présence dans le secteur siliceux de la région.

Il existe à Olot une citation très imprécise de *Ptychostomum creberrimum* (Civit, 1918), dont nous n'avons pas pu consulter la planche d'herbier. Comme le reste des citations de cette espèce en Catalogne ne concernent que la haute montagne, nous sommes enclins à penser qu'il s'agit très probablement d'une confusion avec une autre espèce semblable.

Schistidium agassizii a été citée sur la rivière Ridaura (Peñuelas & Catalan, 1983). Selon Sáez *et al.* (2019) une bonne partie des citations de cette espèce en Catalogne ne seraient que des confusions avec *Schistidium rivulare*. Nous considérons que c'est fort probablement le même cas pour la citation de la Garrotxa.

Quant à la planche à la BCB de *Schistidium papillosum* collectée sur le volcan du Croscat (1984), nous estimons une autre fois qu'il s'agit d'une confusion avec une autre espèce semblable, compte tenu des difficultés dans la détermination du genre.

Timmiella anomala a été collectée dans la Serra de Finestres par Ramón de Bolòs (Brugués & Ruiz, 2018), mais aussi à Sant Miquel del Fai, en Vallès Oriental. Ces deux citations constituent actuellement les seules références disponibles de cette espèce en Catalogne. L'échantillon de Sant Miquel del Fai a été révisé et son identification confirmée, mais ceux de Finestres n'ont pas été retrouvés, d'où l'impossibilité de corroborer la présence de cette espèce dans la région (Brugués & Ruiz, 2018).

Il existe une référence de *Tortula vahliana* à Batet, effectuée par Solé & Salas (1986), mais elle est basée sur un matériel d'herbier que nous n'avons pas pu consulter. Cette citation n'apparaît plus dans un travail ultérieur de l'auteur (Brugués *et al.*, 2007), ce qui, en plus de sa condition d'espèce propre plutôt aux milieux salins (Guerra *et al.*, 2006), nous fait penser qu'elle a été confondue avec une autre espèce.

Finalement, *Meesia longiseta* a été citée par Cartaña & Casas (1984) sur une petite plaine connue sous le nom de Pla de l'Estany, entre les volcans de Bellaire, Gengí et l'Estany. Cette citation a été obtenue à partir de sédiments lacustres du Quaternaire supérieur et non pas de matériaux vivants ; nous ne l'avons donc pas incluse dans le catalogue.

Diagnosis

This catalogue is based on 4043 records from both the Catalan Biodiversity Database and our own records, corresponding to 260 taxa: 201 mosses, 58 liverworts and one hornwort. Moreover, there are 11 mosses and 4 liverworts cited in La Garrotxa that have a dubious presence in the region.

Of these, 32 species (17 mosses, 14 liverworts and the one hornwort) have not been refound post-1980, neither during our field work nor by other authors. This could be due to a local extinction or simply because we failed to visit the correct locality. Nevertheless, these taxa are considered as valid records in this catalogue.

Three taxa (*Mannia fragrans*, *Entodon cladorhizans* and *Oedopodiella australis*) are included in the Catalan Catalogue of Threatened Flora (Generalitat de Catalunya, 2015), while nine others are classified at another threat level (categories Endangered, Threatened or Vulnerable) according to Sáez *et al.* (2019). A further 29 are regarded as Nearly Threatened or Data Deficient, and one is considered to be Extinct in Catalonia.

Despite having been recorded from La Garrotxa, the presence of certain species in the county is doubtful. Some of these require ecological conditions not present in the area and so we believe these are misidentifications. Others are recorded with imprecise locations and so we cannot be sure that they are present in the county despite the existence of appropriate ecological conditions. Finally, following the criteria of Sáez *et al.* (2019), we believe that *Dicranum muehlenbeckii* is extinct.

Although *Gymnocolea inflata* was recorded by Jaume Tenas at the beginning of the twentieth century from the area of Camí de les Tries and near the river Fluvià (Tenas, 1919), this species does not appear in the Checklist of the Bryophytes of Catalonia (Sáez *et al.*, 2019). It is possible that the original record was due to confusion with another leafy bryophyte species, so we have disregarded it as it is an acid-loving species found in peaty soils.

Jaume Tenas also records *Scapania curta* (Tenas, 1919) from Santa Magdalena. Albeit not impossible, the presence of this taxon in La Garrotxa is unlikely and, as Sáez *et al.* (2019) indicate, it is easily confused with other taxa from the section *Curtae* (Müll. Frib.) H. Buch.

In this same work Jaume Tenas records *Schistochilopsis incisa* (Tenas, 1919) but, as in the two previous cases, this is probably due to a confusion with another species. As a species typical of subalpine areas we do not consider this record to be valid.

Tritomaria exsecta was recorded by Allorge & Casas de Puig (1968) from Serra del Corb. As a liverwort found in high subalpine habitats it is unlikely to be found in a Mediterranean area. We agree with Sáez *et al.* (2019) that the presence of this taxa requires confirmation.

A few records of *Dicranella subulata* exist, possibly all from the same herbarium collected from the volcano Croscat (Solé & Salas, 1986; Brugués *et al.*, 2007). The Catalan Biodiversity Database classifies these records as 'Doubtful' and we were unable to revise the collected material. Consequently, we have classified the presence of this species in La Garrotxa as doubtful.

Dicranum muehlenbeckii was collected in 1952 by C. Casas in the Fageda d'en Jordà; however, during recent prospections by other authors this species has never been refound and so is considered to be extinct in Catalonia (Sáez *et al.*, 2019).

Dicranum spurium has been recorded from Sant Esteve de Llémena. Although this village is in La Garrotxa, it is possible that the given locality in fact lies just outside the county. For this reason, we have classified it in the catalogue as 'Unsure' as there are records of it from the neighbouring village of Sant Martí de Llémena in the county of El Gironès.

Didymodon cordatus was recorded by Jiménez Fernández (2003) from the volcano Montsacopa. However, this record – like others from the provinces of Girona and Lleida – are not accepted by Sáez *et al.* (2019), so we regard the presence of this species in La Garrotxa as doubtful.

Entodon cladorrhizans was collected by Ramón de Bolòs from Pla Traver, near to the limits of La Garrotxa with the neighbouring county of Osona. We have searched for this species in this area and not refound it. Nevertheless, we believe that it is likely to be present in this sector of La Garrotxa and so do not regard it as extinct.

Although we were unable to examine it, an example of *Mnium spinulosum* from La Fageda d'en Jordà seems to exist (Casas de Puig, 1975). However, Sáez *et al.* (2019) do not cite it and as a species found in humid or highly humid environments (Guerra *et al.*, 2010) we believe its presence in the county is doubtful.

Pleuridium subulatum has been recorded from Montagut (Colmeiro, 1867; Colmeiro, 1889; Casas Sicart, 1959) but as an acid-loving species we believe that it is unlikely to be present in this area of basic substrata. In the past it may have been confused with a similar species, like for example *Pleuridium acuminatum*, although we cannot rule out that it might appear on some of the acid rocks somewhere in La Garrotxa.

From Olot there is an imprecise record of *Ptychostomum creberrimum* (Civit, 1918), whose herbarium sheet we have not been able to examine. Bearing in mind that the remaining records of this species from Catalonia are all from the high mountains we believe that the record from La Garrotxa is due to confusion with a similar species.

Schistidium agassizii has been recorded from the river Ridaura (Peñuelas & Catalan, 1983). However, Sáez *et al.* (2019) comment that many of the records of this species from Catalonia are in fact due to confusions with *Schistidium rivulare*. We believe that is probably the case with this record from La Garrotxa.

We believe that the herbarium sheet in the BCB of *Schistidium papillosum* collected in the volcano Croscat (1984) is another case of confusion with a similar species given the difficulty involved in separating the species of this genus.

Timmiella anomala was collected from Serra de Finestres by Ramón de Bolòs (Brugués & Ruiz, 2018) and has also been collected from Sant Miquel del Fai in the county of El Vallès Oriental. These two records are the only ones for Catalonia. Although the samples from Sant Miquel del Fai have been examined and confirmed, we have not been able to locate the plants from Serra de Finestres and so we cannot confirm the presence of this species in La Garrotxa (Brugués & Ruiz, 2018).

According to Solé i Salas (1986), there is a reference to *Tortula vahlia* from Batet. However, we have been unable to examine the herbarium material on which this reference is based. This record does not appear in a subsequent work by the same author (Brugués *et al.*, 2007) and so, given that it is a species of saline environments, (Guerra *et al.*, 2006), we believe that this record is due to confusion with another species.

Finally, *Meesia longiseta* was cited by Cartaña & Casas (1984) from a small open area known as Pla de l'Estany situated between the volcanoes of Bellaire, Gengí and L'Estany. This record was obtained from lacustrine sediments dating from the Upper Quaternary rather than from live material and so was not included in this catalogue.